



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 19 532 T2 2007.12.27**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 478 711 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 19 532.2**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US02/39725**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 797 285.0**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2003/072678**

(86) PCT-Anmeldetag: **12.12.2002**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **04.09.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **24.11.2004**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **11.04.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **27.12.2007**

(51) Int Cl.⁸: **C09K 3/14 (2006.01)**
C04B 35/48 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

81404 21.02.2002 US

(73) Patentinhaber:

3M Innovative Properties Co., St. Paul, Minn., US

(74) Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

(84) Benannte Vertragsstaaten:

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

(72) Erfinder:

**CASTRO, Darren T., Saint Paul, MN 55133-3427,
US; NEHRING, Vincent W., Saint Paul, MN
55133-3427, US; ROSENFLANZ, Anatoly Z., Saint
Paul, MN 55133-3427, US; WOOD, Thomas E.,
Saint Paul, MN 55133-3427, US**

(54) Bezeichnung: **GESINTERTES, POLYKRISTALLINES ZIRKONIA ENTHALTENDE SCHLEIFTEILCHEN**

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

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

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Schleifgegenstand, Verfahren zum Herstellen desselben und ein Verfahren zum Schleifen einer Oberfläche. Der Schleifgegenstand wird unter gebundenen Schleifmitteln, beschichteten Schleifmitteln, Schleifmitteln auf Vliesbasis und Schleifbürsten ausgewählt.

[0002] Es gibt eine Reihe verschiedener Schleifgegenstände (z.B. Diamantteilchen, Würfelbornitridteilchen, geschmolzene Schleifteilchen (einschließlich geschmolzenes Aluminiumoxid, wärmebehandeltes geschmolzenes Aluminiumoxid, geschmolzenes Aluminiumoxid-Zirconiumdioxid und dergleichen) und gesinterte Keramikschleifteilchen (einschließlich von Sol-Gel derivierte Schleifteilchen), die im Stand der Technik bekannt sind. Bei einigen Schleifanwendungen werden die Schleifteilchen in loser Form oder als Aufschlämmung verwendet, während bei anderen die Schleifteilchen in Schleifprodukte (einschließlich: gebundene Schleifmittel, beschichtete Schleifmittel und Schleifmittel auf Vliesbasis) eingearbeitet sind.

[0003] Typischerweise umfassen gebundene Schleifmittel mehrere Schleifteilchen, die unter Bildung einer geformten Masse miteinander verbunden sind. Beschichtete Schleifmittel umfassen typischerweise mehrere Schleifteilchen, die mit einem Träger verbunden sind. Nichtgewobene Schleifmittel umfassen typischerweise mehrere Schleifteilchen, die mit einem lockeren, porösen, nicht gewobenen Substrat verbunden oder in dieses eingearbeitet sind. Typische Bindungsmaterialien für gebundene Schleifmittel sind organische Bindemittel, glasartige Bindemittel und metallische Bindemittel, während für beschichtete Schleifmittel und Schleifmittel auf Vliesbasis sie typischerweise organische Bindemittel sind. Kriterien, die beim Auswählen von Schleifteilchen, die für eine bestimmte Schleifanwendung verwendet werden, umfassen typischerweise: die Schleifdauer, die Schneiderate, die Substratoberflächenbeschaffenheit, die Schleifeffizienz und die Produktkosten.

[0004] Die Schleifindustrie und ihre Kunden suchen beständig nach Wegen zum Verbessern eines oder mehrerer dieser Schleifkriterien. Während der letzten hundert Jahre oder so sind geschmolzene Aluminiumoxidschleifteilchen weit verbreitet angewendet worden. Geschmolzene Aluminiumoxidschleifteilchen werden typischerweise durch Beschicken eines Ofens mit einer Aluminiumoxidquelle (wie beispielsweise Aluminiumerz oder Bauxit) sowie anderen erwünschten Zusatzmitteln, Erhitzen des Materials über seinen Schmelzpunkt, Abkühlen der Schmelze unter Bereitstellung einer verfestigten Masse, Zermahlen der verfestigten Masse zu Teilchen und daraufhin Sieben und Klassieren der Teilchen hergestellt, um die erwünschte Schleifteilchengrößenverteilung bereitzustellen. Im Laufe der letzten dreißig Jahre oder so sind zahlreiche Entwicklungen bezüglich Schleifteilchen, einschließlich geschmolzener Aluminium-Zirconiumdioxid-Schleifteilchen (man vergleiche z.B. die US-Patentschriften Nr. 3,891,408 (Rowse et al.); 3,781,172 (Pett et al.); 3,893,826 (Quinan et al.); 4,059,417 (Ilmaier et al.); 4,126,429 (Watson); 4,457,767 (Poon et al.); 5,143,522 (Gibson et al.) und 5,248,318 (Tamamki et al.)) und geschmolzener Zirconiumdioxidschleifteilchen (vergleiche z.B. die US-Patentschrift Nr. 3,996,702 (Leahy) und die erneut ausgegebene US-Patentschrift Nr. 31,620 (Leahy)) erfolgt.

[0005] Obwohl Schleifteilchen aus geschmolzenem Alpha-Aluminiumoxid und Schleifteilchen aus geschmolzenem Aluminiumoxid-Zirconiumdioxid immer noch weit verbreitet bei Schleifanwendungen (einschließlich derjenigen, bei denen beschichtete und gebundene Schleifprodukte verwendet werden), Anwendung finden, sind die wichtigsten Schleifteilchen für viele Schleifanwendungen seit der Mitte der achtziger Jahre die von Sol-Gel derivierten Alpha-Aluminiumoxidteilchen (die auch als gesinterte Alpha-Aluminiumoxid-Keramikteilchen bezeichnet werden) gewesen. (Vergleiche z.B. die US-Patentschriften Nr. 4,314,827 (Leitheiser et al.), 4,518,397 (Leitheiser et al.), 4,623,364 (Cottringer et al.), 4,744,802 (Schwabel), 4,770,671 (Monroe et al.), 4,881,951 (Wood et al.), 4,960,441 (Pellow et al.), 5,139,978 (Wood), 5,201,916 (Berg et al.), 5,366,523 (Rowenhorst et al.), 5,429,647 (Larmie), 5,547,479 (Conwell et al.), 5,498,269 (Larmie), 5,551,963 (Larmie) und 5,725,162 (Garg et al.)). Wahlweise kann das von Sol-Gel derivierte Alpha-Aluminiumoxid eine oder mehrere sekundäre Phasen, einschließlich Zirconiumdioxid, in einer Menge von bis zu 60 Gewichtsprozent auf das Schleifteilchen bezogen, enthalten. (Vergleiche z.B. JP 07-215708, "Complex Compounds of Hydrazine Used to Prepare Solid Solution Powders, Materials, Alumina-Zirconia Ceramics and Alumina-Zirconia Abrasive Grains" (Komplexverbindungen von Hydrazin, die zum Herstellen von Festlösungspulvern, -materialien, Aluminiumoxid-Zirconiumdioxidkeramikstoffen und Aluminiumoxid-Zirconiumdioxid-Schleifkörner verwendet werden) August 1995).

[0006] Herkömmlicherweise hat man gedacht, dass, um akzeptable Schneideraten für ein vorgegebenes Arbeitsstück zu erhalten, Schleifteilchen mit einer relativ hohen Härte und Zähigkeit in einem Schleifartikel verwendet werden müssen. Die Härte betrifft die Fähigkeit eines Schleifteilchens, in ein Arbeitsstück, wie ein Metall, einzudringen und das Entfernen von Splintern von dem Arbeitsstück zu verursachen. Die Zähigkeit betrifft die Fähigkeit eines Schleifteilchens, Kräften während eines Schleifvorgangs zu widerstehen, so dass das

Schleifeteilchen nicht zersplittert. Das herkömmliche Wissen in der Schleifmittelindustrie hat eine wesentliche Betonung auf die Härte eines Schleifteilchens gelegt. Beispielsweise gibt Milton Shaw in seiner Veröffentlichung „Principles of Abrasive Processing“ (Prinzipien der Schleifbearbeitung), Oxford University Press, New York, NY (1996) an „Da die relative Härte der kontaktierenden Körper von äußerster Wichtigkeit beim Bestimmen der Schleifabnutzung ist, sind Schleifmittel von hoher Härte erwünscht“. Des Weiteren geben beispielsweise Stephen Krar und Ernest Ratterman in ihrer Veröffentlichung „Superabrasives: Grinding and Machining with CBN and Diamond“ (Superschleifmittel: Schleifen und maschinelles Bearbeiten mit CBN und Diamant) Glencoe/McGraw-Hill, Westerville, OH (1990) an: „Die Härteeigenschaft ist bei einem Schleifmittel sehr wichtig. Je härter das Schleifmittel bezüglich des Arbeitsstücks, um so leichter kann es schneiden“. Die beiden wichtigsten herkömmlichsten Schleifmittel, nämlich Aluminiumoxid und Siliciumcarbid, weisen Härtewerte von etwa 16-22 GPa bzw. 25-30 GPa auf. Die beiden wichtigsten Superschleifmittel, nämlich Diamant und würfelförmiges Bor-nitrid, weisen Härtewerte von wesentlich über 40 GPa auf. So sind weichere Schleifmaterialien wie Zirconiumdioxid (Härtewerte von etwa 12-13 GPa) mit Härtewerten unter denjenigen dieser gewöhnlichen Schleifmittel, herkömmlicherweise nicht allgemein als bei Metallentfernungsanwendungen nützlich betrachtet worden, und man glaubte, dass sie nicht in der Lage waren, an den meisten Arbeitsstücke akzeptable Schneideraten zu bieten.

[0007] EP-A-0 705 803 offenbart ein gewisses Sintermittel auf Zirconiumdioxidbasis für das Schleifen, wobei eine gemischte Phase von polykristallinem Zirconiumdioxid vorliegt. Zirconiumdioxid wird in Mischung mit Yttriumoxid als Stabilisator und einer Borverbindung (oder einer Borverbindung und Aluminiumoxid und/oder Siliciumdioxid als dritter Komponente verwendet.

[0008] EP-A-0 578 453, EP-A-0 567 136, JP-A-59 227726, US-A-3,454,385 und JP-A-58 009808 offenbaren ein gewisses mit Yttriumoxid stabilisiertes Zirconiumdioxid, ein gewisses gesintertes Zirconiumdioxid mit einem hohen Gehalt an tetragonaler Phase und ein gewisses tetragonales Zirconiumdioxid, das mit Yttriumoxid stabilisiert ist, ein gewisses gesintertes Alpha-Aluminiumoxid und Zirconiumdioxidschleifprodukt und ein gewisses stabilisiertes Zirconiumdioxid.

[0009] Es werden weiterhin Anstrengungen gemacht, die Schleifcharakteristiken von Schleifteilchen zu verbessern. Eigenschaften wie die Schleifteilchenhärte und Zähigkeit, die Herstellungskosten und die Leistungscharakteristiken werden auch weiterhin beim Auswählen und Entwickeln vorgegebener Schleifteilchen in Betracht gezogen. Typischerweise sind die wichtigsten Leistungskriterien beim Auswählen eines vorgegebenen Schleifteilchens und Schleifgegenstands die Menge an Arbeit, die ein vorgegebenes Teilchen und ein vorgegebener Gegenstand, der diese enthält, bis zum Versagen ausführen können.

[0010] Was im Stand der Technik erforderlich ist, ist ein Schleifteilchen, das eine verbesserte Arbeitsleistung und Nutzungsdauer im Vergleich mit herkömmlichen Schleifteilchen an einem oder mehreren vorgegebenen Arbeitsstücke bietet. Des Weiteren ist das, was im Stand der Technik erforderlich ist, ein Schleifteilchen, das eine außergewöhnliche Schleifleistung, wie durch die abgeschliffene Menge und Rate des Arbeitsstücks gemessen, bietet.

[0011] Die vorliegende Erfindung bietet einen Schleifgegenstand, umfassend Bindemittel und mehrere Schleifteilchen. Mindestens ein Teil der Schleifteilchen sind Schleifteilchen die (in gewissen Ausführungsformen) mindestens 65,0 (70,75, 80, 85, 90, 95, 96, 97, 98, 99 oder sogar 100) Gewichtsteile gesintertes polykristallines Zirconiumdioxid, auf das Gesamtgewicht eines vorgegebenen Schleifteilchens bezogen, umfassen. Der erfindungsgemäße Schleifgegenstand wird aus der Gruppe ausgewählt bestehend aus beschichteten Schleifprodukten, gebundenen Schleifprodukten, Schleifprodukten auf Vliesbasis und Schleifbürsten. Für gewisse Schleifteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, wird das Zirconiumdioxid mindestens teilweise stabilisiert.

[0012] In einer anderen Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung weisen die Mehrzahl der Teilchen, die verwendet werden, eine Teilchengrößenverteilung im Bereich von feinen bis groben auf, wobei mindestens ein Teil der Mehrzahl von Teilchen, wie oben beschrieben, Schleifteilchen sind.

[0013] In einer anderen Ausgestaltung bietet die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Herstellen eines Schleifgegenstands, wobei das Verfahren umfasst:

- (i) das Bereitstellen eines Schleifteilchens durch Erhitzen eines Schleifteilchenvorläufers unter Bereitstellung eines Schleifteilchens, das mindestens 65,0 Gewichtsprozent polykristallines Zirconiumdioxid, auf das Gesamtgewicht des Schleifteilchens bezogen, umfasst, wobei das Erhitzen unter dem Schmelzpunkt des Schleifteilchens durchgeführt wird; und

(ii) das Bereitstellen eines Schleifgegenstands umfassend Bindemittel und mehrere Schleifeteilchen, wobei mindestens ein Teil der Schleifeteilchen in Schritt (i) hergestellte Schleifeteilchen sind

und wobei der Schleifgegenstand aus der Gruppe ausgewählt ist bestehend aus beschichteten Schleifgegenständen, gebundenen Schleifgegenständen, Schleifgegenständen auf Vliesbasis und Schleifbürsten.

[0014] Ein Verfahren zum Herstellen von Schleifeteilchen, das bei der vorliegenden Erfindung nützlich ist, umfasst die folgenden Schritte: (1) Herstellen einer Schleifteilchenzusammensetzung umfassend mindestens 65,0 Gewichtsprozent polykristallines Zirconiumdioxid, auf das Gesamtgewicht der Schleifteilchenzusammensetzung bezogen; (2) Sintern der Schleifteilchenzusammensetzung unter Bildung eines oder mehrere gesinteter Gegenstände; und (3) Umwandeln des einen oder der mehreren gesinterten Gegenstände in gesinterte, polykristalline Schleifeteilchen, wobei die Schleifteilchenzusammensetzung bei einer oder mehreren Verarbeitungstemperaturen in den obigen Schritten verarbeitet wird und wobei die eine oder mehrere Verarbeitungstemperaturen geringer sind als die Schmelztemperatur der Schleifteilchenzusammensetzung.

[0015] In noch einer anderen Ausgestaltung bietet die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Schleifen einer Oberfläche, wobei das Verfahren den Schritt des Kontaktierens des erfindungsgemäßen Schleifgegenstands mit einer Oberfläche eines Arbeitsstücks und das Bewegen mindestens eines vom Schleifgegenstand oder der Oberfläche relativ zueinander, um mindestens einen Teil der Oberfläche zu schleifen.

[0016] Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung umfassen Schleifgegenstände, die außergewöhnliche Schleifeigenschaften aufweisen, obwohl die darin eingearbeiteten Schleifeteilchen eine relativ geringe Härte aufweisen. In einer anderen Ausgestaltung weisen die verwendeten Schleifeteilchen eine außergewöhnliche Stärke und Zähigkeit auf.

[0017] Diese und andere charakteristische Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nach Durchsicht der folgenden genauen Beschreibung der offenbaren Ausführungsformen und der anhängenden Ansprüche offensichtlich.

[0018] [Fig. 1](#) zeigt einen Teil einer schematischen Querschnittsansicht eines erfindungsgemäßen beschichteten Schleifgegenstands, der Schleifeteilchen umfasst;

[0019] [Fig. 2](#) zeigt eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäßen Schleifscheibe, die Schleifeteilchen umfasst;

[0020] [Fig. 3](#) zeigt eine vergrößerte schematische Ansicht eines erfindungsgemäßen Schleifgegenstands auf Vliesbasis, der Schleifeteilchen umfasst.

[0021] [Fig. 4](#) zeigt eine Rasterelektronenmikrographie eines zerklüfteten Querschnitts von Schleifmaterialien des Beispiels 1.

[0022] [Fig. 5](#) zeigt eine Kurve der Metallentfernungsrate in Abhängigkeit von der Zeit von Schleifscheiben des Beispiels 1 und des Vergleichsbeispiels A;

[0023] [Fig. 6](#) zeigt eine Rasterelektronen Mikrographie eines zerklüfteten Querschnitts von Schleifmaterialien des Beispiels 3.

[0024] [Fig. 7](#) zeigt eine Kurve der Metallentfernungsrate in Abhängigkeit von der Zeit für Schleifscheiben der Beispiele 2 und 3 und des Vergleichsbeispiels A.

[0025] [Fig. 8](#) zeigt eine Kurve der Stärke in Abhängigkeit von der Versagenswahrscheinlichkeit von Schleifteilchen der Beispiele 2, 3, 14 und des Vergleichsbeispiels A;

[0026] [Fig. 9](#) zeigt eine Draufsicht und eine Querschnittsansicht einer Einkerbung, die die Dimensionen a und l aufweist, die zum Berechnen der Zähigkeit eines Schleifteilchens benutzt werden.

[0027] [Fig. 10](#) zeigt eine Rasterelektronenmikrographie eines polierten Querschnitts von Schleifmaterialien des Beispiels 45.

[0028] [Fig. 11](#) zeigt eine Rasterelektronenmikrographie eines polierten Querschnitts von Schleifmaterialien

des Beispiels 46.

[0029] [Fig. 12](#) zeigt eine Rasterelektronenmikrographie eines polierten Querschnitts von Schleifmaterialien des Beispiels 47.

[0030] [Fig. 13](#) zeigt eine Rasterelektronenmikrographie eines polierten Querschnitts von Schleifmaterialien des Beispiels 48.

[0031] [Fig. 14](#) zeigt eine Kurve der Metallentfernungsrate in Abhängigkeit von der Zeit für Schleifscheiben der Beispiele 64-66 und der Vergleichsbeispiele H und I auf Metall 1095;

[0032] [Fig. 15](#) zeigt eine Kurve der Metallentfernungsrate in Abhängigkeit von der Zeit für Schleifscheiben der Beispiele 64-66 und der Vergleichsbeispiele H und I auf M2-Metall;

[0033] [Fig. 16](#) zeigt eine Kurve der Metallentfernungsrate in Abhängigkeit von der Zeit für Schleifscheiben der Beispiele 64-66 und der Vergleichsbeispiele H und I auf Metall 1008;

[0034] [Fig. 17](#) zeigt eine Kurve der Metallentfernungsrate in Abhängigkeit von der Zeit für Schleifscheiben der Beispiele 64-66 und der Vergleichsbeispiele H und I auf Metall 1018;

[0035] [Fig. 18](#) zeigt eine Rasterelektronenmikrographie eines polierten Querschnitts von Schleifmaterialien des Beispiels 67; und

[0036] [Fig. 19](#) zeigt eine Kurve der Metallentfernungsrate in Abhängigkeit von der Zeit für Schleifbänder des Beispiels 69 und des Vergleichsbeispiels J.

[0037] Es wird eine Anzahl von Begriffen in der gesamten Beschreibung und den Ansprüchen der vorliegenden Erfindung verwendet. Die Definitionen gewisser Begriffe sind unten angegeben.

Definitionen

[0038] Der Ausdruck "teilweise stabilisiertes Zirconiumdioxid (TSZ), wie er hier verwendet wird (manchmal auch als "tetragonales Zirconiumdioxidpolykristall (TZP) bezeichnet) bedeutet, dass das Zirconiumdioxid eine ausreichende Menge an stabilisierendem bzw. stabilisierenden Metalloxid(en) enthält, derart, dass ein Teil des Zirconiumdioxid in einer tetragonalen Phasenkonfiguration zusammen mit einem Teil vorliegt, der in würfelförmiger Phasenkonfiguration vorliegt; und es kann auch einen geringen Anteil von Zirconiumdioxid in einer monoklinischen Phasenkonfiguration (typischerweise von weniger als etwa 20 Volumenprozent) enthalten oder auch nicht.

[0039] Der Begriff „vollständig stabilisiert“, wie er hier verwendet wird, betrifft ein Zirconiumdioxid, das eine ausreichende Menge an stabilisierendem bzw. stabilisierenden Metalloxid(en) enthält, derart, dass der größte Teil des gesamten Zirconiumdioxids in würfelförmiger Phasenkonfiguration vorliegt.

[0040] Der Begriff "Sintern", wie er hier verwendet wird, betrifft ein Verfahren zum Erhitzen bei einer Temperatur unterhalb der Schmelztemperatur des Materials, das erhitzt wird, um das Verdichten und Kristallwachstum zu bieten, um ein zähes, hartes und chemisch widerstandsfähiges Keramikmaterial bereitzustellen. "Gesinterte" Schleifeteilchen werden nicht durch ein Schmelzverfahren hergestellt, bei dem das Erhitzen bei einer Temperatur über der Schmelztemperatur des Materials, das erhitzt wird, durchgeführt wird.

[0041] Der Begriff "Teilchengröße", wie er hier verwendet wird, betrifft die längsten Dimensionen eines Teilchens, oder ein Teilchen.

[0042] Der Begriff "Härte", wie er hier verwendet wird, betrifft die Fähigkeit eines Schleifteilchens in ein Arbeitsstück, wie ein Metall, einzudringen und die Entfernung eines Splitters von dem Arbeitsstück zu verursachen. Härte, wie es bei der vorliegenden Erfindung verwendet wird, wird den in ASTM Prüfmethode E384 angegebenen Anleitungen, Prüfmethode für die Mikrohärtigkeit von Materialien (1991) gemäß gemessen. Dies wird unten in Beispiel 3 besprochen.

[0043] "Zähigkeit", wie hier verwendet, betrifft die Fähigkeit eines Schleifteilchens, Kräften während eines Schleifvorgangs derart zu widerstehen, dass das Schleifteilchen sich nicht zersplittert. Zähigkeit wird wie im

Einkerbungsbruchfestigkeitstest nach Vickers, Teil 1 "Mater. Sci. & Tech.", 5 [9](1989) beschrieben und unten in Beispiel 19 besprochen, gemessen.

1. Schleifeteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind

A. Chemische Zusammensetzung der Schleifeteilchen

[0044] Bei erfindungsgemäßen Ausführungsformen werden Schleifeteilchen verwendet, die gesintertes polykristallines Zirconiumdioxid umfassen, wobei das Zirconiumdioxid zumindest teilweise stabilisiert ist. Das teilweise stabilisierte Zirconiumdioxid (TSZ) kann beispielsweise durch Zusatz von einem oder mehreren stabilisierenden Metalloxiden zu der Zirconiumdioxidstruktur stabilisiert werden. Die Menge an stabilisierenden Metalloxiden, die in die Zirconiumdioxidstruktur eingearbeitet wird, kann beispielsweise je nach einer Anzahl von Faktoren variieren, einschließlich, jedoch nicht darauf beschränkt, dem verwendeten stabilisierenden Metalloxid und dem erwünschten Grad an "Stabilisierung".

[0045] TSZ-Schleifeteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, können ein oder mehrere stabilisierende Metalloxide einer Menge von etwa 14,0 Gewichtsprozent, auf das Gesamtgewicht des Schleifteilchens bezogen, umfassen. In einer erwünschten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfassen TSZ/TZP-Schleifeteilchen etwa 91,0 bis etwa 97,0 Gewichtsprozent gesintertes polykristallines Zirconiumdioxid und etwa 9,0 bis etwa 3,0 Gewichtsprozent eines oder mehrerer stabilisierender Metalloxide, auf das Gesamtgewicht der jeweiligen Schleifeteilchen bezogen.

[0046] Die Auswahl des stabilisierenden Metalloxids kann beispielsweise von einer Anzahl von Faktoren abhängen, einschließlich jedoch nicht darauf beschränkt, den erwünschten Eigenschaften des Schleifteilchens und der Endanwendung des Schleifteilchens. Geeignete stabilisierende Metalloxide zur Verwendung bei der vorliegenden Erfindung umfassen, sind jedoch nicht darauf beschränkt, Calciumoxid, Magnesiumoxid, Ceroxid, Yttriumoxid, Gadoliniumoxid, Ytterbiumoxid, Neodymoxid, Terbiumoxid, Praseodymoxid, Dysprosiumoxid, Holmiumoxid, Samariumoxid, Scandiumoxid, Lanthanoxid, Promethiumoxid, Europiumoxid, Erbiumoxid, Thuliumoxid, Lutetiumoxid, Titandioxid, Germaniumoxid, Eisenoxid, Kupferoxid, Zinkoxid, Yttrium-Niobiumoxid, Yttrium-Tantaloxid und Kombinationen derselben.

[0047] Wünschenswerterweise werden die TSZ-Schleifeteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, mindestens teilweise durch ein oder mehrere stabilisierende Metalloxide ausgewählt unter Calciumoxid, Magnesiumoxid, Ceroxid, Yttriumoxid, Scandiumoxid und Kombinationen derselben stabilisiert. Noch erwünschter werden TSZ-Schleifeteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, mindestens teilweise durch ein oder mehrere stabilisierende Metalloxide, ausgewählt unter Calciumoxid, Magnesiumoxid, Ceroxid, Yttriumoxid und Kombinationen derselben, stabilisiert. Selbst noch wünschenswerter werden TSZ-Schleifeteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, mindestens teilweise durch ein stabilisiertes Metalloxid in Form von Yttriumoxid, Ceroxid und Magnesiumoxid stabilisiert.

[0048] Wie oben besprochen, kann die Menge an stabilisierendem Metalloxid, die verwendet wird, um TSZ-Schleifeteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, mindestens teilweise zu stabilisieren, beispielsweise je nach dem spezifischen stabilisierenden Metalloxid, das verwendet wird, variieren. Beispielsweise beträgt eine erwünschte Menge an stabilisierendem Calciumoxid, die verwendet wird, um TSZ-Schleifeteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, mindestens teilweise zu stabilisieren, etwa 5 bis etwa 9 Molprozent, auf die gesamten Mole der Schleifeteilchenkomponenten bezogen. Eine erwünschte Menge von stabilisierendem Magnesiumoxid, die verwendet werden kann, um TSZ-Schleifeteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, mindestens teilweise zu stabilisieren, beträgt beispielsweise etwa 6 bis etwa 10 Molprozent, auf die gesamten Mole von Schleifeteilchenkomponenten bezogen. Eine erwünschte Menge von stabilisierendem Ceroxid, die verwendet werden kann, um TSZ-Schleifeteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, mindestens teilweise zu stabilisieren, beträgt beispielsweise etwa 8 bis etwa 12 Molprozent, auf die gesamten Mole von Schleifeteilchenkomponenten bezogen. Eine erwünschte Menge von stabilisierendem Yttriumoxid, die verwendet werden kann, um TSZ-Schleifeteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, mindestens teilweise zu stabilisieren, beträgt beispielsweise etwa 2 bis etwa 5 Molprozent, auf die gesamten Mole von Schleifeteilchenkomponenten bezogen.

[0049] In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung können Schleifeteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, bis zu 40 Gewichtsprozent eines oder mehrerer zusätzlicher Metalloxide, auf das Gesamtgewicht des Schleifteilchens bezogen, umfassen. Diese Metalloxide können die physikalischen Eigenschaften des dabei gebildeten Schleifkorns ändern und/oder das Zirconiumdioxid stabilisieren. Der Be-

griff "ein oder mehrere Metalloxide", wie er hier verwendet wird, betrifft Metalloxide, die in Kombination mit dem Zirconiumdioxid verwendet werden können, jedoch nicht dazu verwendet werden, die Stabilisierung des Zirconiumdioxids zu bieten. In einer erfindungsgemäßen Ausführungsform umfassen Schleifeteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, 0 bis 40 Gewichtsprozent eines oder mehrerer zusätzlicher Metalloxide, auf das Gesamtgewicht des Schleifteilchens bezogen. Wünschenswerterweise umfassen die Schleifeteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, 0 bis etwa 2 (0 bis etwa 7,0 bis etwa 12,0 bis etwa 17,0 bis etwa 22,0 bis etwa 27,0 bis etwa 32 oder 0 bis etwa 37) Gewichtsprozent eines oder mehrerer zusätzlicher Metalloxide, auf das Gesamtgewicht des Schleifteilchens bezogen. Noch wünschenswerter umfassen die Schleifeteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, etwa 17 bis etwa 22 Gewichtsprozent eines oder mehrerer zusätzlicher Metalloxide, auf das Gesamtgewicht des Schleifteilchens bezogen.

[0050] Die Auswahl zusätzlicher (nicht stabilisierender) Metalloxide zur Verwendung in den Schleifeteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, hängt beispielsweise von einer Reihe von Faktoren ab, einschließlich, jedoch nicht darauf beschränkt, den erwünschten Eigenschaften des Schleifteilchens, den erwünschten Kosten des Schleifteilchens und der Endanwendung des Schleifteilchens. Geeignete zusätzliche Metalloxide umfassen, sind jedoch nicht darauf beschränkt, Aluminiumoxid, Hafniumoxid, Siliconoxid, Eisenoxid, Calciumoxid, Natriumoxid, Magnesiumoxid, Lanthanoxid, Yttriumoxid, Titandioxid, Nickeloxid und Kombinationen derselben. Wünschenswerterweise umfassen Schleifeteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind ein oder mehrere zusätzliche Metalloxide ausgewählt unter Aluminiumoxid, Hafniumoxid, Yttriumoxid, Siliconoxid, Eisenoxid, Magnesiumoxid, Titandioxid, Nickeloxid, Seltenerdmetalloxiden und Kombinationen derselben. Noch erwünschter umfassen Schleifeteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, des Weiteren Aluminiumoxid.

[0051] Die Menge und der Typ sekundärer Metalloxide kann ausgewählt werden, um eine physikalische Eigenschaft bzw. physikalische Eigenschaften der gebildeten Zirconiumdioxidschleifeteilchen zu modifizieren. Beispielsweise kann der Zusatz von Aluminiumoxid die Gesamthärte des Schleifteilchens erhöhen. Desgleichen kann die Menge und der Typ von sekundärem Metalloxid die Bruchcharakteristiken und/oder Schleifcharakteristiken des dabei gebildeten Zirconiumdioxidschleifteilchens ändern.

[0052] Schleifeteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, können Reaktionsprodukte von Metalloxiden enthalten. Beispielsweise kann Aluminiumoxid mit einem oder mehreren Seltenerdoxiden und/oder anderen Metalloxiden (z.B. Oxiden von Mn, Co, Y, Fe, Ti, Mn, V, Cr, Co, Ni, Cu, Mg, Ca, Sr, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm und Eu) unter Bildung einer spezifischen Verbindung reagieren. Beispiele derartiger Verbindungen können $\text{LaAl}_{11}\text{O}_{18}$, GdAlO_3 , CeAlO_3 , EuAlO_3 , NdAlO_3 , PrAlO_3 , $\text{Dy}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$, $\text{Er}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ und $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ umfassen. Die morphologischen charakteristischen Eigenschaften (z.B. Aspektverhältnis, Breite) dritter Phasen von Kristallen und die Menge derartiger Phasen kann sich auf die Brechungs-/Schleifcharakteristiken der dabei gebildeten Schleifeteilchen auswirken.

[0053] In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfassen Schleifeteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, mindestens 65,0 Gewichtsprozent gesintertes, polykristallines Zirconiumdioxid, bis zu etwa 14 Gewichtsprozent eines oder mehrerer stabilisierter Metalloxide und 0 bis etwa 40 Gewichtsprozent eines oder mehrerer zusätzlicher Metalloxide.

B. Physikalische Eigenschaften der Schleifeteilchen

[0054] Der Grad an teilweise stabilisiertem Zirconiumdioxid oder die Menge an tetragonalem Zirconiumdioxid und/oder würfelförmigem Zirconiumdioxid in Schleifeteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, kann beispielsweise je nach der Menge und dem Typ von stabilisierendem Metalloxid, das in der Schleifteilchenzusammensetzung verwendet wird, variieren. Wünschenswerterweise werden die Schleifteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, teilweise derart stabilisiert, dass mindestens 50 (60, 70, 80 oder sogar 90) Volumenprozent des Zirconiumdioxids eine tetragonale kristalline Struktur aufweisen.

[0055] Schleifeteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, weisen typischerweise eine durchschnittliche Kristallgröße von weniger als etwa 5 Mikrometern auf. Wünschenswerterweise weisen Schleifteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, eine durchschnittliche Kristallgröße von weniger als etwa 3 Mikrometern auf. Noch wünschenswerter weisen Schleifteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, eine durchschnittliche Kristallgröße von etwa 0,3 bis etwa 2,5 Mikrometern auf. Selbst noch wünschenswerter, weisen Schleifteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, eine durchschnittliche Kristallgröße von etwa 0,3 bis etwa 1,5 Mikrometern auf.

[0056] Die längste Dimension der Schleifeteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, beträgt typischerweise mindestens etwa 10 Mikrometer. Schleifeteilchen, die hier beschrieben sind, können ohne weiteres mit einer Länge von mehr als etwa 5 Mikrometern hergestellt werden, und größere Schleifeteilchen (z.B. größer als etwa 1000 Mikrometer oder sogar größer als etwa 5000, 10.000 oder sogar 25.000 Mikrometer) können ebenfalls ohne weiteres hergestellt werden. Im Allgemeinen weist das bevorzugte Schleifeteilchen eine Länge im Bereich von etwa 50 bis etwa 5000 Mikrometern (typischerweise im Bereich von 100 bis etwa 3000 Mikrometern) auf, obwohl anderen Größen ebenfalls nützlich sind und sogar bei gewissen Anwendungen bevorzugt sein können. In einer anderen Ausgestaltung weisen Schleifeteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, typischerweise ein Aspektverhältnis von mindestens 1,2:1, bevorzugt mindestens 1,5:1 und noch bevorzugter mindestens 2,0:1 und sogar 2,5:1 auf.

[0057] Die spezifische Dichte von Schleifeteilchen, die bei vorliegenden Erfindung nützlich sind, können beispielsweise, je nach einer Anzahl von Faktoren, einschließlich, jedoch nicht darauf beschränkt, der chemischen Zusammensetzung der Schleifeteilchen und den Verarbeitungsbedingungen, variieren. Wünschenswerterweise beträgt die spezifische Dichte von Schleifeteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, mehr als 85% (90%, 95%, 98% oder sogar 98,5%) der theoretischen Dichte.

[0058] Gewisse Schleifeteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, weisen eine durchschnittliche Härte (d.h. Widerstandsfähigkeit gegen Verformung; auch als "Mikrohärte" bezeichnet) von mindestens 8 GPa, wünschenswerterweise mindestens 10 GPa, noch erwünschter mindestens 12 GPa und sogar noch erwünschter mindestens 13 GPa, mindestens 14 GPa oder sogar mindestens 16 GPa auf.

[0059] In einer anderen Ausgestaltung weisen gewisse Schleifeteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, typischerweise eine durchschnittliche Zähigkeit (d.h. Widerstandsfähigkeit gegen Zerklüften) von mindestens $4 \text{ MPa m}^{1/2}$; wünschenswerterweise mindestens $5 \text{ MPa m}^{1/2}$, noch erwünschter mindestens $6 \text{ MPa m}^{1/2}$ und sogar noch erwünschter mindestens $7 \text{ MPa m}^{1/2}$, mindestens $8 \text{ MPa m}^{1/2}$ oder sogar mindestens $10 \text{ MPa m}^{1/2}$ auf.

II. Verfahren zum Herstellen von Schleifeteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind

[0060] Quellen von Zirconiumdioxid zum Herstellen von Schleifeteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, umfassen im Handel erhältliche und umfassen Pulver und Vorläufermaterialien. Quellen von ZrO_2 umfassen allgemein andere Metalloxide wie HfO_2 . Wünschenswerterweise liegt das Zirconiumdioxid in Pulverform vor und enthält weniger als etwa 2 Gewichtsprozent Verunreinigungen, wie HfO_2 , Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 , CaO , Na_2O und andere Metalloxide. Noch erwünschter enthält das Zirconiumdioxid weniger als etwa 1 Gewichtsprozent der oben aufgeführten Verunreinigungen. Geeignetes Zirconiumdioxid zur Verwendung bei der vorliegenden Erfindung umfasst, ist jedoch nicht darauf beschränkt, Zirconiumdioxidpulver, das unter der Handelsbezeichnung „DK-1“ von Zirconia Sales, Inc. Of Marietta, GA erhältlich ist; durch Yttriumoxid stabilisiertes Zirconiumdioxidpulver, das unter der Handelsbezeichnung „HSY 3.0“ von Zirconia Sales, Inc.; mit Magnesiumoxid stabilisiertes Zirconiumdioxidpulver, das unter der Handelsbezeichnung „MSZ-8.0“ von Zirconia Sales, Inc. erhältlich ist; mit Yttrium stabilisiertes Zirconiumdioxid-/Aluminiumoxidpulver, das unter der Handelsbezeichnung „ATZ-80“ von Zirconia Sales, Inc. erhältlich ist; mit Yttriumoxid stabilisiertes Zirconiumdioxidpulver, das unter der Handelsbezeichnung „TZ-3Y“ von Tosoh Ceramics Division, Bound Brook, NJ erhältlich ist; gleichzeitig ausgefälltes mit Yttriumoxid stabilisiertes Zirconiumdioxid-/Aluminiumoxidpulver, das unter der Handelsbezeichnung „TZ-3Y20A“ von Tosoh Ceramics erhältlich ist und mit Ceroxid stabilisiertes Zirconiumdioxidpulver, das unter der Handelsbezeichnung „CEZ 10“ von Zirconia Sales, Inc. erhältlich ist.

[0061] Andere Quellen von Zirconiumdioxid umfassen, sind jedoch nicht darauf beschränkt, Zirconiumdioxidsole (beispielsweise von Nyacol Nano Technologien, Ashland, MA erhältlich), Zirconiumhydroxid (beispielsweise von Southern Ionics, West Point, MS erhältlich) Zirconiumacetat (beispielsweise von Southern Ionics, West Point, MS erhältlich) und Zirconiumoxychlorid (beispielsweise von Stanford Materials Company, San Mateo, CA erhältlich). Zusätzliche Einzelheiten bezüglich des Verarbeitens von kolloidalen Materialien auf der Basis von Zirconiumdioxid sind beispielsweise in der US-Patentschrift Nr. 4,937,212 (Funhenbusch et al.) zu finden. Andere geeignete Materialien zum Herstellen von Schleifeteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, sind einem mit dem Stand der Technik vertrauten Fachmann nach dem Überprüfen der vorliegenden Offenbarung eventuell offensichtlich. Quellen von Aluminiumoxid oder anderen Zusatzoxiden zum Herstellen von Schleifeteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, umfassen im Handel erhältliche Pulver und andere Vorläufermaterialien, wie beispielsweise Alpha-Aluminiumoxidpulver, das unter der Handelsbezeichnung „A-16SG“ von Alcoa Industrial Chemicals, Bauxit, AR erhältlich ist; Handelsbezeichnungen „CERALOX APA“ und „CERALOX HPA“ von Condea Vista, Tucson, AZ; Handelsbezeichnungen „BAIKALOX CR“ und

„BAIKALOX SM-8" von Baikowski International, Charlotte, NC; Handelsbezeichnung „AKP" von Sumitomo Chemical Co., Tokyo, Japan; den Aluminiumoxid-Sol-Gelvorläufer Böhmit (Gamma-Aluminiumoxidmonohydrat), der unter der Handelsbezeichnung „DISPERAL" von Condea Chemical, Hamburg, Deutschland, erhältlich ist.

[0062] Typischerweise werden Komponenten der Schleifeteilchenzusammensetzung mit einem flüssigen Medium, wie Wasser, unter Bildung einer Dispersion oder Lösung gemischt, die im Falle einer Dispersion von Pulvern dann typischerweise einem Mahlschritt unterworfen wird, um die einzelnen Komponenten zu entagglomerieren und sie zusammenzumischen. Typischerweise erfolgt der Mahlschritt bis zu etwa 60 Stunden lang. Sobald die Komponenten der Zusammensetzung ausreichend (wie erforderlich) entagglomeriert und zusammen gemischt sind, wird das flüssige Medium entfernt (d.h. von Flüssigkeit befreit). Aluminiumoxid und andere Metalloxide können in Schleifeteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, beispielsweise durch Einführen der gleichen und/oder von Vorläufern derselben nach den Misch- und Flüssigkeitsentfernungsschritt (und sogar beispielsweise nach dem Calcinieren) eingearbeitet werden. Beispielsweise können derartige Oxide durch Imprägnieren von porösem ZrO_2 mit Lösungen oder Dispersionen, die Al und andere Metallkationen enthaltenden Metalloxidvorläufer umfassen, zugegeben werden. Weitere Einzelheiten über die Imprägnierung sind beispielsweise in der US-Patentschrift Nr. 5,312,789 (Wood) zu finden.

[0063] Im Allgemeinen sind Techniken für das Befreien von Flüssigkeit (einschließlich Trocknen) der Zusammensetzung (z.B. Dispersion) im Stand der Technik bekannt, einschließlich Erhitzen, um die Verdampfung des flüssigen Mediums zu unterstützen, oder einfach Trocknen in Luft. Der Schritt zum Befreien von Flüssigkeit entfernt im Allgemeinen einen signifikanten Teil des flüssigen Mediums von der Zusammensetzung; jedoch liegt eventuell immer noch ein geringer Teil (z.B. etwa 10 Gewichtsprozent oder weniger) des flüssigen Mediums in der getrockneten Zusammensetzung vor.

[0064] Nach Überprüfen der hier vorgelegten Offenbarung, sollte ein mit dem Stand der Technik vertrauter Fachmann in der Lage sein, andere Techniken zum Befreien der Dispersion von Flüssigkeit auszuwählen, sowie geeignete Bedingungen wie Trocknungstemperatur(en), Trocknungszeit(en), Trocknungsrate(n) (einschließlich Erhitzungs- und/oder Abkühlungsrate(n)), Umgebung(en) (einschließlich relative Feuchte, Druck (d.h. Luftdruck oder Druck über oder unter dem Luftdruck)) und/oder die Komponenten(n), die die von Flüssigkeit zu befreiende oder Trocknungsatmosphäre bilden, bei denen es sich nicht um die hier spezifisch Gebotenen handelt. Die geeigneteren Bedingungen zum Befreien von Flüssigkeit oder Trocknen hängen eventuell beispielsweise von einem oder mehreren der Folgenden ab: der spezifischen Dispersion (z.B. dem Prozentfeststoffgehalt der Dispersion, den Komponenten der Dispersion, den Mengen oder relativen Mengen der Komponenten der Dispersion, den Teilchengrößen der Komponenten der Dispersion und/oder der Teilchengrößenverteilung der Komponenten der Dispersion) der bzw. den von Flüssigkeit befreienden Technik(en), der Trocknungstemperatur(en), der Trocknungszeit(en), Trocknungsrate(n) und Komponente(n), die die von Flüssigkeit befreiende oder Trocknungsatmosphäre bilden.

[0065] Als Alternative kann die Mischung beispielsweise vor dem Trocknen in Vorläuferteilchen umgewandelt werden. Dies kann beispielsweise erfolgen, wenn die Mischung zu einer erwünschten Grusgestalt und Teilchengrößenverteilung verarbeitet wird. Beispielsweise kann eine Dispersion oder Lösung zu Stäben extrudiert werden, die daraufhin auf die erwünschten Längen geschnitten und dann getrocknet werden. Der endgültige gesinterte Schleifstab kann wünschenswerterweise ein Aspektverhältnis im Bereich von etwa 1:1 bis etwa 10:1, typischerweise im Bereich von 1,5:1 bis etwa 5:1 oder noch wünschenswerter etwa 2:1 bis etwa 5:1 aufweisen. Des Weiteren kann der endgültige gesinterte Stab gekrümmt oder gerade sein. Als Alternative kann die Mischung beispielsweise zu einem dreieckig gestalteten Teilchen geformt und dann getrocknet werden. Zusätzliche Einzelheiten bezüglich dreieckig gestalteter Teilchen sind in der US-Patentschrift Nr. 5,201,916 (Berg et al.) zu finden.

[0066] Auf den von Flüssigkeit befreienden oder Trocknungsschritt hin kann der getrocknete Schleifeteilchenvorläufer einem Calciniierungs- oder Vorsinterungsschritt unterworfen werden. Allgemein sind Techniken für das Calcinieren des von Flüssigkeit befreiten Materials oder Keramikvorläufermaterials im Stand der Technik bekannt, wobei im Wesentlichen alle flüchtigen Bestandteile entfernt und die verschiedenen Komponenten, die in der Dispersion vorlagen in Oxide umgewandelt werden. Derartige Techniken umfassen die Anwendung einer Rotations- oder Statikofens zum Erhitzen der von Flüssigkeit befreiten Dispersion bei Temperatur im Bereich von 400-1000°C (typischerweise etwa 450-800°C), bis das freie Wasser und typischerweise mindestens etwa 90 Gewichtsprozent irgendwelcher gebundener flüchtiger Bestandteile entfernt sind. In einigen Fällen kann es wünschenswert sein, die von Flüssigkeit befreite Dispersion langsam auf eine Calciniertemperatur zu erhitzen (z.B. die von Flüssigkeit befreite Dispersion im Laufe von 6 Stunden auf 750°C zu erhitzen).

[0067] Nach dem Überprüfen der hier enthaltenen Offenbarung, wird ein mit dem Stand der Technik vertrauter Fachmann eventuell in der Lage sein, andere Techniken für das Calciniere von Flüssigkeit befreiten Dispersion auszuwählen, sowie geeignete Bedingungen wie Calciniertemperatur(en), Calcinierezeit(en), Calcinierrate(n) (einschließlich der Erhitzungs- und/oder Kühlrate(n)) Umgebung(en) (einschließlich der relativen Feuchte, des Drucks (d.h. Luftdrucks oder eines Drucks von über oder unter Luftdruck)) und/oder Komponente(n), aus denen die Calciniereatmosphäre besteht, bei denen es sich nicht um diejenigen handelt, die spezifisch hier angegeben sind. Noch geeignetere Calcinierebedingungen hängen eventuell beispielsweise von einem oder mehreren der Folgenden ab: der spezifischen Dispersion (z.B. dem Prozentsatz an Feststoffen der Dispersion, den Komponenten der Dispersion, den Mengen oder relativen Mengen der Komponenten der Dispersion, der Teilchengrößen der Komponenten der Dispersion und/oder der Teilchengrößenverteilung der Komponenten der Dispersion) der Calciniertemperatur bzw. den Calciniertemperaturen, der Calcinierezeit bzw. der Calcinierezeiten, der Calcinierrate bzw. den Calcinierraten und der Komponenten bzw. den Komponenten, aus denen die Calciniereatmosphäre besteht.

[0068] Die Calciniertemperaturen liegen typischerweise unter 900°C (noch typischer im Bereich von etwa 450°C bis etwa 800°C). Wünschenswerterweise liegen die Calciniertemperaturen im Bereich von etwa 600°C bis etwa 700°C. Es kann jedoch wünschenswert sein, mehrere verschiedene Calcinierebedingungen (einschließlich verschiedene Temperaturen) anzuwenden, wobei beispielsweise die von Flüssigkeit befreite Dispersion für eine gewisse Zeit bei einer Temperatur bzw. bei Temperaturen unter etwa 500°C teilweise calciniert und dann noch weiter bei einer Temperatur bzw. Temperaturen über etwa 600°C calciniert wird. Das Erhitzen für den Calciniere schritt, der beispielsweise unter Anwendung eines elektrischen Widerstands oder Gases erfolgen kann, kann auf Chargenbasis oder kontinuierlicher Basis stattfinden.

[0069] Auf das Calciniere oder Vorsintern hin, wird das calcinierte oder vorgesinterte Material gesintert. Allgemein sind Techniken im Stand der Technik bekannt für das Sintern des Calcinierten Materials, das das Erhitzen auf eine Temperatur umfasst, die für das Umwandeln von monoklinischem Zirconiumdioxid zu tetragonalem und/oder würfelförmigem Zirconiumdioxid wirksam ist, wodurch irgendein Metalloxidvorläufer dazu gebracht wird, entweder mit dem Zirconiumdioxid zu reagieren oder Metalloxid zu bilden und um die Dichte des Keramikmaterials zu erhöhen. Das calcinierte Material kann beispielsweise durch Erhitzen (z.B. unter Anwendung eines elektrischen Widerstands, von Mikrowelle, Plasma, Laser oder Gasverbrennung auf Chargenbasis (z.B. unter Anwendung eines Statikofens) oder auf kontinuierlicher Basis (z.B. unter Anwendung eines Rotationsofens) bei Temperaturen im Bereich von etwa 1200°C bis etwa 1650°C (typischerweise von etwa 1200°C bis etwa 1550°C, noch typischer von etwa 1300°C bis etwa 1450°C oder sogar von etwa 1350°C bis etwa 1450°C) gesintert werden. Die Zeitspanne, während der das calcinierte Material der Sintertemperatur ausgesetzt wird, hängt beispielsweise von der Teilchengröße, Zusammensetzung der Teilchen und der Sintertemperatur ab. Typischerweise liegen Sinterzeiten im Bereich zwischen einigen wenigen Sekunden bis zu etwa 120 Minuten (wünschenswerterweise innerhalb von etwa 3-60 Minuten). Typischerweise erfolgt das Sintern in einer oxidierenden Atmosphäre, obwohl inerte (z.B. Argon oder Helium) oder reduzierende Atmosphären (z.B. wasserstoffhaltiges Gas) ebenfalls nützlich sein können.

[0070] Ein mit dem Stand Technik vertrauter Fachmann wird nach Überprüfen der hier enthaltenen Offenbarung eventuell in der Lage sein, andere Techniken für das Sintern des Calcinierten Materials auszuwählen, sowie geeignete Bedingungen, wie Sintertemperatur(en), Sinterzeit(en), Sinterrate(n) (einschließlich Erhitzungs- und/oder Kühlrate(n), Umgebung(en) (einschließlich relative Feuchte, relativer Druck, (d.h. Luftdruck oder Druck über (z.B. heißes isostatisches Pressen)) oder unter Luftdruck) und/oder die Komponenten bzw. Komponenten, aus der die Sinteratmosphäre besteht), bei denen es sich nicht um diejenigen, die spezifisch hier aufgeführt sind, handelt. Die geeigneteren Sinterbedingungen können beispielsweise von einem oder mehreren der Folgenden abhängen: der spezifischen Dispersion (z.B. dem Prozentsatz an Feststoffen der Dispersion, den Komponenten der Dispersion, den Mengen oder relativen Mengen der Komponenten der Dispersion, der Teilchengröße der Komponenten der Dispersion und/oder der Teilchengrößenverteilung der Komponenten der Dispersion), der Sintertemperatur bzw. den Sintertemperaturen, der Sinterzeit bzw. den Sinterzeiten, der Sinterrate bzw. den Sinterraten und der Komponente bzw. den Komponenten, aus denen die Sinteratmosphäre besteht.

[0071] Es kann jedoch wünschenswert sein, mehrere verschiedene Sinterbedingungen (einschließlich verschiedene Temperaturen) anzuwenden, wobei das Calcinierte oder Keramikvorläufermaterial beispielsweise eine Zeitlang bei einer Temperatur bzw. Temperaturen unter 1200°C gesintert werden kann und dann noch weiter bei einer Temperatur bzw. Temperaturen über 1350°C gesintert wird.

[0072] Zusätzliche Einzelheiten bezüglich des Sinterns sind beispielsweise in den US-Patentschriften Nr.

4,314,827 (Leitheiser et al.); 5,489,204 (Conwell et al.); 5,653,775 (Plovnick et al.) und 5,725,162 (Garg et al.) zu finden.

[0073] Das dabei gebildete gesinterte Material oder sogar beispielsweise das Calcinierte Material (das nach dem Zerkleinern oder Zerkleinern und Sieben gesintert wird) kann größenmäßig auf eine erwünschte Größe reduziert werden. Man sollte beachten, dass das Schleifteilchenmaterial größenmäßig vor dem Calcinieren und/oder dem Sintern unter Anwendung der unten beschriebenen Techniken reduziert werden kann. Das dabei gebildete gesinterte Material weist typischerweise eine Größe auf, die größer ist als diejenige, die bei Schleifteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, erwünscht ist. Das gesinterte Material kann unter Anwendung von Zerkleinerungs- und/oder Brechtechniken, die im Stand der Technik bekannt sind, einschließlich Walzenzerkleinern, Kanarienmahlen, Backen zerkleinern, Hammermahlen, Kugelmahlen, Strahlmahlen, Stoßzerkleinern und dergleichen umgewandelt werden und wird es typischerweise auch. In einigen Fällen ist es wünschenswert, zwei oder mehrere Zerkleinerungsschritte auszuführen. Beispielsweise können relativ große Brocken oder "Brocken" von gesintertem Schleifmaterial (z.B. eines Durchmessers von mehr als 5 cm) in einem ersten Zerkleinerungsschritt unter Bildung kleinerer Brocken zerkleinert werden. Das Zerkleinern der großen Brocken lässt sich mit einer Hammermühle, einer Stoßzerkleinerungsmaschine, Walzenzerkleinerungsmaschine oder Backenzerkleinerungsvorrichtung erreichen. Die kleineren Brocken können daraufhin unter Bildung der erwünschten Teilchengrößenverteilung zerkleinert werden. Um die erwünschte Teilchengrößenverteilung (manchmal als Grusgröße oder Grusqualität bezeichnet) herzustellen, kann es wünschenswert sein, mehrere Zerkleinerungsschritte durchzuführen. im Allgemeinen werden die Zerkleinerungsbedingungen so optimiert, dass die erwünschten Teilchengestalt(en) und Teilchengrößenverteilung erreicht werden.

[0074] Das Zerkleinern kann auch vor dem Sintern oder Calcinieren erfolgen. Material, das getrocknet, jedoch nicht gebrannt ist, kann größenmäßig durch einen Sprengzerkleinerungsvorgang, wie in der US-Patentschrift Nr., 5,725,162 (Garg et al.) beschrieben, reduziert werden. Getrocknetes Material kann in einen Ofen eingeführt werden, der bei einer Temperatur gehalten wird, über der verdampfbare Komponenten sich explosiv ausdehnen, wodurch die Teilchen dazu gebracht werden, zu zerfallen. Bei gewissen erhöhten Temperaturen und Aufenthaltszeiten kann das Erhitzen auch ausreichen, um vollständig verdichtete Schleifteilchen zu bilden.

[0075] Die Gestalt von Schleifteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, hängt beispielsweise von der Zusammensetzung und/oder Mikrostruktur der Schleifteilchen und der Art und Weise, auf die das Schleifmaterial zerkleinert wird (d.h. der verwendeten Zerkleinerungstechnik) ab. Die Zerkleinerungstechnik kann auch geändert werden, um verschiedene erwünschte Gestalten zu erreichen.

[0076] Schleifteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, können unter Anwendung von Techniken, die im Stand der Technik allgemein bekannt sind, einschließlich der Verwendung von in der Industrie anerkannten Klassierungsstandards wie ANSI (American National Standard Institute), FEPA (Federation Europeenne des Fabricants de Produits Abrasifs) und JIS (Japanischer Industrie Standard) gesiebt und klassiert werden. Schleifteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, können in einer umfangreichen Reihe von Teilchengrößen, typischerweise im Größenbereich von etwa 0,1 bis 5000 Mikrometern, noch typischer von etwa 1 bis 2000 Mikrometern; wünschenswerterweise von etwa 50 bis etwa 1500 Mikrometern und noch erwünschter von etwa 100 bis etwa 1500 Mikrometern verwendet werden.

[0077] Bei einer vorgegebenen Teilchengrößenverteilung werden Teilchengrößen im Bereich von groben Teilchen bis feinen Teilchen vorliegen. Im Stand der Schleiftechnik wird dieser Bereich manchmal als "grobe", "Kontroll-" und "feine" Fraktionen bezeichnet. Bei Schleifteilchen, die dem akzeptierten Standard der Industrie gemäß klassiert sind, wird die Teilchengrößenverteilung für jede Nennstufe innerhalb von Zahlengrenzen angegeben. Derartige allgemein von der Industrie akzeptierte Klassierstandards umfassen diejenigen, die als American National Standards Institute Inc. (ANSI) Standards, Standards der Federation Europäischer Hersteller von Schleifprodukten (FEPA-Standards) und Japanische Industriestandards (JIS-Standards) bekannt sind. Bezeichnungen der ANSI-Klassierung (z.B. spezifizierte Nennklassierung) umfassen: ANSI 4, ANSI 6, ANSI 8, ANSI 16, ANSI 24, ANSI 36, ANSI 40, ANSI 50, ANSI 60, ANSI 80, ANSI 100, ANSI 120, ANSI 150, ANSI 180, ANSI 220, ANSI 240, ANSI 280, ANSI 320, ANSI 360, ANSI 400 und ANSI 600. Bezeichnungen der FEPA-Klassierung gemäß umfassen P8, P12, P16, P24, P36, P40, P50, P60, P80, P100, P120, P150, P180, P220, P320, P400, P500, P600, P800, P1000 und P1200. Bezeichnungen der JIS-Klassierung gemäß umfassen JIS8, JIS12, JIS16, JIS24, JIS36, JIS46, JIS54, JIS60, JIS80, JIS100, JIS150, JIS180, JIS220, JIS240, JIS280, JIS320, JIS360, JIS400, JIS600, JIS800, JIS1000, JIS1500, JIS2500, JIS4000, JIS6000, JIS8000 und JIS10.000.

[0078] Nach dem Zerkleinern und Sieben des Beispielsweise calcinierten Materialien werden typischerweise

mehrere verschiedene Teilchengrößenverteilungen oder -klassierungen vorliegen. Diese mehreren Klassierungen entsprechen eventuell den Erfordernissen eines Herstellers oder Lieferanten zu diesem spezifischen Zeitpunkt nicht. Um den Bestand zu minimieren, ist es möglich, die Klassierungen, die weniger oft gefordert werden, zu recyceln. Die Klassierungen, die weniger oft erforderlich sind, können beispielsweise als Rohmaterialquelle für das Herstellen von Schleifteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, verwendet werden.

[0079] Es liegt auch innerhalb des Umfangs der vorliegenden Erfindung, eine Oberflächenbeschichtung auf den Schleifteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, bereitzustellen. Oberflächenbeschichtungen sind beispielsweise dafür bekannt, dass sie die Haftung zwischen den Schleifteilchen und einem Bindemittelmaterial in einem Schleifgegenstand, wie unten beschrieben, verbessern. Derartige Oberflächenbeschichtungen sind beispielsweise in den US-Patentschriften Nr. 1,910,444 (Nicholson), 3,041,156 (Rowse et al.), 4,997,461 (Markhoff-Matheny et al.), 5,009,675 (Kunz et al.), 5,042,991 (Kunz et al.) und 5,085,671 (Martin et al.) beschichten. Des Weiteren verbessert in einigen Fällen das Zusetzen der Beschichtung die Schleifcharakteristiken der Schleifteilchen. In einer anderen Ausgestaltung kann die Oberflächenbeschichtung die Haftung zwischen dem Schleifteilchen, das bei der Erfindung nützlich ist, und dem Bindemittel verbessern.

[0080] Schleifteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind und wie oben beschrieben hergestellt werden, können als solche oder mit anderen Schleifteilchen kombiniert verwendet werden. Des Weiteren können Schleifteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, in verschiedene Schleifprodukte, wie beschichtete Schleifmittel, gebundene Schleifmittel, Schleifmittel auf Vliesbasis und Schleifbürsten, eingearbeitet werden.

III. Mehrere Schleifteilchen und Schleifteilchenmischungen

[0081] Schleifteilchen, die in Abschnitt I beschrieben sind, können als solche oder in Kombination mit anderen Schleifteilchen unter Bildung von Schleifgegenständen, wie unten beschrieben, verwendet werden. Wenn die Schleifteilchen in Kombination mit anderen Schleifteilchen verwendet werden, ist es wünschenswert mindestens etwa 2 Gewichtsprozent, noch wünschenswerter mindestens etwa 5 Gewichtsprozent und sogar noch wünschenswerter etwa 30-99 Gewichtsprozent, auf die in Abschnitt I beschriebenen Schleifteilchen bezogen, zur Hand zu haben. In einigen Fällen können die in Abschnitt I beschriebenen Schleifteilchen mit anderen Schleifteilchen und/oder Verdünnungsmittelteilchen in Gewichtsprozent zwischen 5 und 75 Gewichtsprozent, etwa 25-75 Gewichtsprozent, etwa 40-60 Gewichtsprozent oder etwa 50/50 Gewichtsprozent (d.h. in gleichen Gewichtsmengen) gemischt werden.

[0082] Beispiele geeigneter herkömmlicher Schleifteilchen für das Mischen mit den in Abschnitt I beschriebenen Schleifteilchen umfassen, sind jedoch nicht darauf beschränkt, geschmolzenes Aluminiumoxid (einschließlich weißes geschmolzenes Aluminiumoxid, hitzebehandeltes Aluminiumoxid und braunes Aluminiumoxid), Siliciumcarbid, Borcarbid, Titancarbid, Diamant, würfelförmiges Bornitrid, Granat, geschmolzenes Aluminiumoxid-Zirconiumdioxid und von Sol-Gel derivierte Schleifteilchen und dergleichen. Die von Sol-Gel derivierten Schleifteilchen können geimpft oder nicht geimpft sein. Desgleichen können von Sol-Gel derivierte Schleifteilchen willkürlich gestaltet sein oder eine damit verbundene Gestalt, wie beispielsweise eine Stab- oder Dreiecksgestalt aufweisen. Beispiele von Sol-Gel-Schleifteilchen umfassen diejenigen, die in den US-Patentschriften Nr. 4,314,827 (Leitheiser et al.), 4,518,297 (Leitheiser et al.), 4,623,364 (Cottringer et al.), 4,744,802 (Schwabel), 4,770,671 (Monroe et al.), 4,881,951 (Wood et al.), 5,011,508 (Wald et al.), 5,090,968 (Pellow), 5,139,978 (Wood), 5,201,916 (Berg et al.) 5,227,104 (Bauer), 5,366,523 (Rowenhorst et al.), 5,429,647 (Larmie), 5,498,269 (Larmie) und 5,551,963 (Larmie) beschrieben sind. Zusätzliche Einzelheiten bezüglich gesinterter Aluminiumoxidschleifteilchen, die unter Anwendung von Aluminiumoxidpulvern als Rohmaterialquelle hergestellt werden, sind beispielsweise in den US-Patentschriften Nr. 5,259,147 (Falz), 5,593,467 (Monroe) und 5,665,127 (Moltgen) zu finden. In einigen Fällen können Mischung von Schleifteilchen zu einem Schleifgegenstand führen, der im Vergleich mit Schleifteilchen, die 100% eines der Typen von Schleifteilchen umfassen, eine verbesserte Schleifleistung aufweisen.

[0083] Wenn eine Mischung von Schleifteilchen vorliegt, so können die Schleifteilchentypen, die die Mischung bilden, von der gleichen Größe sein. Als Alternative können die Schleifteilchentypen verschiedene Teilchengrößen aufweisen. Beispielsweise können die größeren Schleifteilchen im Abschnitt I beschriebene Schleifteilchen sein, wobei die kleineren Teilchen ein anderer Typ Schleifteilchen sind. Umgekehrt können beispielsweise die kleineren Schleifteilchen in Abschnitt I beschriebene Schleifteilchen sein, wobei größere Teilchen ein anderer Typ Schleifteilchen sind.

[0084] Beispiele geeigneter Verdünnungsmittelteilchen umfassen, sind jedoch nicht darauf beschränkt, Marmor, Gips, Feuerstein, Siliciumdioxid, Eisenoxid, Aluminiumsilicat, Glas (einschließlich Glaskugeln und Glasperlen), Aluminiumoxidkugeln, Aluminiumoxidperlen und Verdünnungsmittelagglomerate. In Abschnitt I beschriebene Schleifeteilchen können auch miteinander oder mit anderen Schleifeteilchen unter Bildung von Schleifagglomeraten kombiniert werden. Schleifagglomeratteilchen umfassen typischerweise mehrere Schleifeteilchen, ein Bindemittel und wahlweise Zusatzmittel. Das Bindemittel kann organisch und/oder anorganisch sein. Schleifagglomerate können willkürlich gestaltet sein oder eine vorbestimmte, damit verbundene Gestalt aufweisen. Die Gestalt kann ein Block, Zylinder, eine Pyramide, Münze, ein Viereck oder dergleichen sein. Schleifagglomeratteilchen weisen typischerweise Teilchengrößen im Bereich von etwa 100 bis etwa 5000 Mikrometern, typischerweise etwa 250 bis etwa 2500 Mikrometern auf. Weitere Einzelheiten bezüglich der Schleifagglomeratteilchen sind beispielsweise in den US-Patentschriften Nr. 4,311,489 (Kressner), 4,652,275 (Bloecher et al.), 4,799,939 (Bloecher et al.), 5,549,962 (Holmes et al.) und 5,975,988 (Christianson) zu finden.

IV. Erfindungsgemäße Schleifeteilchen enthaltende Schleifgegenstände

[0085] Die in Abschnitt I beschriebenen Schleifeteilchen können als solche oder in Kombination mit anderen Schleifeteilchen zur Bildung herkömmlicher Schleifprodukte, wie beschichteter Schleifprodukte, gebundener Schleifprodukte (einschließlich glasartiger, harzartiger und metallgebundener Schleifscheiben, Abschneidscheiben, montierter Spitzen und Honsteine), Schleifprodukte auf Vliesbasis und Schleifbürsten verwendet werden. Typischerweise umfassen Schleifprodukte (d.h. Schleifgegenstände), Bindemittel und Schleifeteilchen, von denen mindestens ein Teil in Abschnitt I beschriebene Schleifeteilchen sind, die innerhalb des Schleifprodukts durch das Bindemittel festgehalten werden. Verfahren zum Herstellen derartiger Schleifprodukte und zum Verwenden von Schleifprodukten sind den mit dem Stand der Technik vertrauten Fachleuten allgemein bekannt. Des Weiteren können in Abschnitt I beschriebene Schleifeteilchen bei Schleifanwendungen verwendet werden, bei denen lose Schleifeteilchen benutzt werden, wie beispielsweise Aufschlammungen von Schleifverbindungen (z.B. Polierverbindungen, Schleifmedien, Granalienmedien, Vibrationsmühlenmedien und dergleichen).

[0086] Beschichtete Schleifprodukte umfassen im Allgemeinen einen Träger, Schleifeteilchen und mindestens ein Bindemittel zum Halten der Schleifeteilchen auf dem Träger. Der Träger kann irgendein geeignetes Material, einschließlich, jedoch nicht darauf beschränkt, Textilgewebe, Polymerfolie, Faser, gewebter Stoff, eine Vliesstoffbahn, Papier oder Kombinationen derselben oder behandelte Versionen derselben sein. Das Bindemittel kann irgendein geeignetes Bindemittel, einschließlich eines anorganischen oder organischen Bindemittel (einschließlich thermisch aushärtbaren Harzen und strahlungsaushärtbaren Harzen) sein. Die Schleifeteilchen können in einer oder mehreren Schichten auf dem beschichteten Schleifprodukt vorliegen.

[0087] Ein Beispiel eines beschichteten Schleifprodukts ist in [Fig. 1](#) gezeigt. Unter Bezugnahme auf diese Figur weist ein beschichtetes Schleifprodukt **1** einen Träger (Substrat) **2** und eine Schleifschicht **3** auf. Die Schleifschicht **3** umfasst Schleifeteilchen **4**, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, die an eine Hauptfläche des Trägers **2** durch eine Grundbeschichtung **5** und eine Deckschichtung **6** befestigt sind. In einigen Fällen wird eine Übergrößenbeschichtung (nicht gezeigt) verwendet.

[0088] Gebundene Schleifprodukte umfassen typischerweise eine geformte Masse von Schleifeteilchen, die durch ein organisches, metallisches oder glasartiges Bindemittel zusammengehalten werden. Eine derartige geformte Masse kann beispielsweise in Form einer Scheibe, wie beispielsweise einer Schleifscheibe oder Abschneidscheibe vorliegen. Der Durchmesser von Schleifscheiben beträgt typischerweise etwa 1 cm bis mehr als 1 Meter; der Durchmesser von Abschneidscheiben beträgt etwa 1 cm bis über 80 cm (noch typischer 3 cm bis etwa 50 cm). Die Abschneidscheibendicke beträgt typischerweise etwa 0,5 mm bis etwa 5 cm, noch typischer etwa 0,5 mm bis etwa 2 cm. Die geformte Masse kann auch beispielsweise in Form von Honstein, Segment, montierter Spitze, Scheibe (z.B. Doppelscheibenschleifvorrichtung) oder anderer herkömmlicher gebundener Schleifgestalt vorliegen. Gebundene Schleifprodukte umfassen typischerweise etwa 3-50 Volumen-% gebundenes Material, etwa 30-90 Volumen-% Schleifeteilchen (oder Schleifeteilchenmischungen), bis zu 50 Volumen-% Zusatzmittel (einschließlich Schleifhilfsmittel) und bis zu 70 Volumen-% Poren, auf das Gesamtvolumen des gebundenen Schleifprodukts bezogen.

[0089] Ein erwünschter Schleifgegenstand ist eine Schleifscheibe. Unter Bezugnahme auf [Fig. 2](#) ist eine Schleifscheibe **10** dargestellt, die Schleifeteilchen **11**, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, umfasst, die als Scheibe geformt und auf einer Nabe **12** montiert ist.

[0090] Vliesschleifprodukte umfassen typischerweise eine offene, poröse, lockere Polymerfilamentstruktur

mit erfindungsgemäßen Schleifteilchen, die durch die Struktur hindurch verteilt und darin in einem organischen Bindemittel haftungsfest gebunden sind. Beispiele von Filamenten umfassen, sind jedoch nicht darauf beschränkt, Polyesterfasern, Polyamidfasern und Polyaramidfasern. In [Fig. 3](#) ist eine schematische Darstellung, etwa 100 × vergrößert, eines typischen Vliesschleifprodukts bereitgestellt. Ein derartiges Vliesschleifprodukt umfasst eine faserige Matte **50** als Substrat, auf der Schleifteilchen **52**, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, durch ein Bindemittel **54** befestigt sind.

[0091] Nützliche Schleifbürsten umfassen diejenigen, die mehrere Borsten als Einheit mit einem Träger aufweisen (vergleiche z.B. die US-Patentschriften Nr. 5,427,595 (Pihl et al.); 5,443,906 (Pihl et al.); 5,679,067 (Johnson et al.) und 5,903,951 (Ionta et al.)). Wünschenswerterweise werden derartige Bürsten durch Spritzgießen einer Mischung von Polymer und Schleifteilchen hergestellt.

[0092] Geeignete organische Bindemittel für das Herstellen von Schleifprodukten umfassen duroplastische organische Polymere. Beispiele geeigneter duroplastischer organischer Polymere umfassen Phenolharze, Harnstoffformaldehydharze, Melaminformaldehydharze, Urethanharze, Acrylatharze, Polyesterharze, Aminoplastharze mit α,β -ungesättigten Carbonylseitengruppen, Epoxidharze, acryliertes Urethan, acrylierte Epoxide und Kombinationen derselben. Das Bindemittel und/oder Schleifprodukt kann auch Zusatzmittel wie Fasern, Gleitmittel, Benetzungsmittel, thixotrope Materialien, Tenside, Pigmente, Farbstoffe, Antistatikmittel (z.B. Ruß, Vanadiumoxid, Graphit usw.), Haftungsverbesserungsmittel (z.B. Silane, Titanate, Zirconiumaluminat usw.), Weichmacher, Suspendiermittel und dergleichen umfassen. Die Mengen dieser wahlweisen Zusatzmittel werden so ausgewählt, dass die erwünschten Eigenschaften bereitgestellt werden. Die Haftungsverbesserungsmittel können die Haftung der Schleifteilchen und/oder Füllstoffe verbessern. Die Bindemittelchemie kann durch thermisches Aushärten, Strahlungsaushärten oder Kombinationen derselben erfolgen. Zusätzliche Einzelheiten bezüglich der Bindemittelchemie sind in den US-Patentschriften Nr. 4,588,419 (Caul et al.); 4,751,137 (Tumey et al.) und 5,436,063 (Follett et al.) zu finden.

[0093] Bindemittelmaterialien können auch Füllstoffmaterialien oder Schleifhilfsmittel, typischerweise in Form eines teilchenförmigen Materials enthalten. Typischerweise sind teilchenförmige Materialien anorganische Materialien. Beispiele geeigneter Füllstoffe zur Verwendung in der vorliegenden Erfindung umfassen, sind jedoch nicht darauf beschränkt, Metallcarbonate (z.B. Calciumcarbonat (z.B. Kreide, Calcit, Mergel, Travertin, Marmor und Kalkstein) Calciummagnesiumcarbonat, Natriumcarbonat, Magnesiumcarbonat), Siliciumdioxid (z.B. Quarz, Glasperlen, Glaskugeln und Glasfasern), Silicate (z.B. Talk, Tonarten (Montmorillonit), Feldspat, Glimmer, Calciumsilicat, Calciummetasilicat, Natriumaluminosilicat, Natriumsilicat), Metallsulfate (z.B. Calciumsulfat, Bariumsulfat, Natriumsulfat, Aluminiumnatriumsulfat, Aluminiumsulfat), Gips, Vermiculit, Holzmehl, Aluminiumtrihydrat, Ruß, Metalloxide (z.B. Calciumoxid (Kalk), Aluminiumoxid, Titandioxid) und Metallsulfite (z.B. Calciumsulfite). Im Allgemeinen erhöht der Zusatz eines Schleifhilfsmittels die Nutzungsdauer des Schleifprodukts. Ein Schleifhilfsmittel ist ein Material, das eine signifikante Auswirkung auf die chemischen und physikalischen Vorgänge des Schleifens ausübt, was zu einer verbesserten Leistung führt. Obwohl man nicht durch die Theorie gebunden sein möchte, glaubt man, dass ein Schleifhilfsmittel bzw. Schleifhilfsmittel (a) die Reibung zwischen den Schleifteilchen und dem Arbeitsstück, das geschliffen wird, reduziert bzw. reduzieren (b) die Schleifteilchen am "Verkappen" hindern (d.h. die Metallteilchen daran hindern, oben auf die Schleifteilchen aufgeschweißt zu werden) oder mindestens die Neigung der Schleifteilchen, zu verkappen, reduziert bzw. reduzieren, (c) die Grenzflächentemperatur zwischen den Schleifteilchen und dem Arbeitsstück reduzieren und/oder (d) die Schleifkräfte reduziert bzw. reduzieren.

[0094] Schleifhilfsmittel umfassen eine umfangreiche Reihe verschiedener Materialien und können anorganisch sein oder auf organischer Basis beruhen. Beispiele chemischer Gruppen von Schleifhilfsmittel umfassen, sind jedoch nicht darauf beschränkt, Wachse, organische Halogenidverbindungen, Halogenidsalze und Metalle und ihre Legierungen. Die organischen Halogenverbindungen bauen sich typischerweise während des Schleifens ab und setzen eine Halogensäure oder eine gasförmige Halogenverbindung frei. Beispiele derartiger Materialien umfassen chlorierte Wachse wie Tetrachlornaphthalin, Pentachlornaphthalin und Polyvinylchlorid. Beispiele von Halogenidsalzen umfassen Natriumchlorid, Kaliumkryolith, Natriumkryolith, Ammoniumkryolith, Kaliumtetrafluorborat, Natriumtetrafluorborat, Siliciumfluoride, Kaliumchlorid und Magnesiumchlorid. Beispiele von Metallen umfassen Zinn, Blei, Wismut, Kobalt, Antimon, Cadmium und Eisentitan. Andere verschiedene Schleifhilfsmittel umfassen Schwefel, organische Schwefelverbindungen, Graphit und Metallsulfide. Es liegt auch innerhalb des Umfangs der vorliegenden Erfindung, eine Kombination von verschiedenen Schleifhilfsmitteln zu verwenden und in einigen Fällen kann dies zu synergistischer Wirkung führen. Ein erwünschtes Schleifhilfsmittel ist Kryolith. Ein anderes noch wünschenswerteres Schleifhilfsmittel ist Kaliumtetrafluorborat.

[0095] Schleifhilfsmittel können bei beschichteten Schleif- und gebundenen Schleifprodukten besonders

nützlich sein. Bei beschichteten Schleifprodukten wird das Schleifhilfsmittel typischerweise in einer Übergrößenbeschichtung verwendet, die über die Oberfläche der Schleifeteilchen aufgebracht wird. Manchmal wird das Schleifmittel jedoch der Deckbeschichtung zugegeben. Typischerweise beträgt die Menge des Schleifhilfsmittels, das in die beschichteten Schleifprodukte eingearbeitet wird, etwa 50-300 g/m² (wünschenswerterweise etwa 80-160 g/m²). In glasartigen gebundenen Schleifprodukten wird das Schleifhilfsmittel typischerweise in die Poren des Produkts einimpfprägniert.

[0096] Die Schleifeteilchen, die bei der vorliegenden Erfindung nützlich sind, können gleichförmig im Schleifgegenstand verteilt oder in ausgewählten Bereichen oder Teilen des Schleifgegenstands konzentriert sein. Beispielsweise können in einem beschichteten Schleifmittel zwei Schichten von Schleifeteilchen vorliegen. Die erste Schicht umfasst Schleifeteilchen, bei denen es sich nicht um im Abschnitt T beschriebene Schleifeteilchen handelt, und die zweite (äußerste) Schicht umfasst erfindungsgemäße, in Abschnitt I beschriebene Schleifeteilchen. Desgleichen können in einem gebundenen Schleifmittel zwei verschiedene Abschnitte der Schleifscheibe vorliegen. Der äußerste Abschnitt kann im Abschnitt I beschriebene Schleifeteilchen umfassen, während der innerste Abschnitt dies nicht tut. Als Alternative können in Abschnitt I beschriebene Schleifeteilchen gleichförmig durch den ganzen gebundenen Schleifgegenstand hindurch verteilt sein.

[0097] Weitere Einzelheiten bezüglich beschichteter Schleifprodukte sind beispielsweise in den US-Patentschriften Nr. 4,734,104 (Broberg), 4,737,163 (Larkey), 5,203,884 (Buchanan et al.), 5,152,917 (Pieper et al.), 5,378,251 (Culler et al.), 5,417,726 (Stout et al.), 5,436,063 (Follett et al.), 5,496,386 (Broberg et al.), 5,609,706 (Benedict et al.), 5,520,711 (Helmin), 5,954,844 (Law et al.), 5,961,674 (Gagliardi et al.) und 5,975,988 (Christianson) zu finden. Weitere Einzelheiten bezüglich gebundener Schleifprodukte sind beispielsweise in den US-Patentschriften Nr. 4,453,107 (Aue), 4,741,743 (Narayanan et al.), 4,800,685 (Haynes et al.), 4,898,597 (Hay et al.), 4,997,461 (Markhoff-Matheny et al.), 5,038,453 (Narayanan et al.), 5,110,332 (Narayanan et al.) und 5,863,308 (Qi et al.) zu finden.

[0098] Weitere Einzelheiten bezüglich glasartiger gebundener Schleifmittel sind beispielsweise in den US-Patentschriften Nr. 4,543,107 (Rue), 4,898,597 (Hay), 4,997,461 (Markhoff-Matheny et al.), 5,094,672 (Giles et al.), 5,118,326 (Sheldon et al.), 5,131,926 (Sheldon et al.), 5,203,886 (Sheldon et al.), 5,282,875 (Wood et al.), 5,738,696 (Wu et al.) und 5,863,308 (Qi) zu finden. Weitere Einzelheiten bezüglich Schleifprodukten auf Vliesbasis sind beispielsweise in der US-Patentschrift Nr. 2,958,593 (Hoover et al.) zu finden.

[0099] V. Verfahren zum Schleifen unter Anwendung erfindungsgemäßer Schleifgegenstände

[0100] Verfahren zum Schleifen mit erfindungsgemäßen Schleifgegenständen liegen im Bereich des Beispielsweise Abgraten (d.h. Hochdruckbestandsentfernung) bis zum Polieren (z.B. Polieren medizinischen Implantate mit beschichteten Schleifbändern), wobei letzteres typischerweise mit feineren Qualitäten (z.B. weniger als ANSI 220 und feiner) von Schleifeteilchen durchgeführt wird. Erfindungsgemäße Schleifgegenstände können auch bei Präzisionsschleifanwendungen wie Schleifen von Nockenwellen mit glasartigen gebundenen Scheiben, verwendet werden. Die Größe der Schleifeteilchen, die für eine spezifische Schleifanwendung verwendet werden, wird den mit dem Stand der Technik vertrauten Fachleuten offensichtlich sein.

[0101] Das Schleifen mit erfindungsgemäßen Schleifgegenständen kann trocken oder nass erfolgen. Beim Nassschleifen kann die Flüssigkeit so eingeführt werden, wie sie in Form eines leichten Nebels zum vollständigen Befluten angeliefert wird. Beispiele von allgemein verwendeten Flüssigkeiten umfassen, sind jedoch nicht darauf beschränkt, Wasser, wasserlösliches Öl, organische Schmiermittel und Emulsionen. Die Flüssigkeit kann zum Reduzieren der Wärme, die mit dem Schleifen verbunden ist, dienen und/oder als Schmiermittel wirken. Die Flüssigkeit kann geringe Mengen von Zusatzmitteln wie Bakterizide, Schäumungsverhinderungsmittel und dergleichen enthalten.

[0102] Erfindungsgemäße Schleifgegenstände können zum Schleifen von Arbeitsstücken wie Aluminiummetall, Kohlenstoffstahl, Flusstahl, Werkzeugstählen, Edelstahl, gehärtetem Stahl, Titan, Glas, Keramikmaterialien, Holz, holzähnlichen Materialien, Anstrichmitteln, lackierten Oberflächen, organischen beschichteten Oberflächen und dergleichen verwendet werden. Die während des Schleifens aufgebrauchte Kraft liegt typischerweise im Bereich von 1 bis etwa 100 Kilogramm.

[0103] In einer Ausführungsform der Erfindung sind die erfindungsgemäßen Schleifgegenstände für das Schleifen von Metallen von niedrigem Kohlenstoffstahlgehalt, wie Flusstahl 1008, 1012 oder 1018 oder anderen Metallen geringer Härte, wie Aluminium, besonders nützlich. Es ist festgestellt worden, dass die erfindungsgemäßen Schleifgegenstände beim Schleifen von Stählen von niedrigem Kohlenstoffgehalt unter An-

wendung einer größeren Klassiergröße unter höheren aufgetragenen Belastungen eine außergewöhnlich gute Leistungsfähigkeit besitzen. Zwei erwünschte größere Klassiergrößen sind die Größe 24 und Größe 36. Erwünschte aufgetragene Belastungen betragen mehr als etwa 10 Kilogramm.

BEISPIELE

[0104] Diese Erfindung wird noch weiter durch die folgenden Beispiele veranschaulicht, die spezifischen Materialien und Mengen derselben, die in diesen Beispielen angegeben sind, sowie andere Bedingungen und Einzelheiten, sollten jedoch nicht dahingehend ausgelegt werden, dass sie die Erfindung übermäßig begrenzen. Verschiedene Modifikationen und Änderungen der vorliegenden Erfindung werden den mit dem Stand der Technik vertrauten Fachleuten offensichtlich sein. Alle Teile und Prozentsätze sind auf das Gewicht bezogen, es sei denn, es wird etwas anderes angegeben.

Beispiel 1

[0105] Eine Polyethylenflasche (1000 ml, Durchmesser 8,9 cm) wurde mit 823,8 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertem Zirconiumdioxidpulver (unter der Handelsbezeichnung "HSY 3.0" erhalten (Nennzusammensetzung 94 Gew.-% ZrO_2 (+HfO₂) und 5,4 Gew.-% Y_2O_3 , wobei der Rest Verunreinigungen wie Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 , CaO und Na_2O umfasst) von Zirconia Sales, Inc., Marietta, GA), 3,0 Gramm Ammoniumhydrogencitratpulver (Katalog #24,756-1, von Aldrich Chemical Company, Milwaukee, WI erhalten) und 405,4 Gramm destilliertem Wasser beschickt. Etwa 550 Gramm mit Magnesiumoxid stabilisiertes Zirconiumdioxid-Mahlmedium (Durchmesser 12,7 mm, 97% Zirconiumdioxid, von US Stoneware Corp., East Palestine, OH erhalten) wurden der Flasche zugegeben und die Mischung 2 Stunden lang bei 120 UpM gemahlen, um das Pulver zu entagglomerieren.

[0106] Auf das Mahlen hin wurde die Aufschlämmung für das Sprühtrocknen durch Entfernen des Mahlmediums und Zusetzen Folgender zubereitet: 51,9 Gramm Acrylharz (unter der Handelsbezeichnung „DURAMAX B-1000 BINDEMITTEL“ von Rohm und Haas Company, Philadelphia, PA erhalten), mit 106,3 Gramm destilliertem Wasser verdünnt, 5,7 Gramm eines Weichmachers (unter der Handelsbezeichnung „CARBOWAX POLYETHYLENGLYKOL 400“ von Union Carbide, Danbury, CT erhalten) mit 19,1 Gramm destilliertem Wasser verdünnt, 0,3 Gramm eines Dispergiermittels (unter der Handelsbezeichnung „TERGITOL MIN-FOAM 1X TENSID“ von Union Carbide erhalten), 0,4 Gramm Ammoniumhydroxid (von Alfa Aesar, Ward Hill, MA erhalten) und 0,5 Gramm eines Entschäumungsmittels zum Reduzieren in der Lösung eingeschlossener Luft (unter der Handelsbezeichnung „FOAMKILL 852“ von Crucible Chemical Company, Greenville, SC erhalten). Die dabei gebildete Aufschlämmung wurde mit einer Magnetrührstange gemischt und (unter Anwendung eines Buchi-Minisprühtrockners B-191, von Brinkman Instruments, Westbury, NY erhalten) sprühtrocknet. Die Einlasstemperatur während des Sprühtrocknens betrug etwa 195°C und die Auslasstemperatur betrug etwa 100°C. Das dabei gebildete Pulver war nicht agglomeriert, freifließend und in der Lage ohne weiteres zu Kügelchen gepresst zu werden.

[0107] Das Pulver wurde zu Kügelchen, die etwa 14,5 Gramm wogen, unter Anwendung eines aufgetragenen Drucks von etwa 100 MPa mit einer Presse, die von Carver Laboratory Press erhalten worden war (Modell M; Carver Inc., Wabash, IN) gepresst. Der Durchmesser der Kügelchen betrug 3,18 cm und die Höhe etwa 0,5 cm. Die organischen Komponenten wurden aus den Kügelchen durch Erhitzen der Kügelchen in einem Ofen mit einer Erhitzungsrate von etwa 1°C/min in Luft auf etwa 690°C, Halten der Temperatur bei etwa 690°C für 1 Stunde und Erlauben, dass die Kügelchen sich durch Abstellen der Energiezufuhr zum Ofen auf die Raumtemperatur abkühlten, herausgebrannt. Die Kügelchen wurden dann durch Erhitzen der Kügelchen in einem elektrisch geheizten Ofen (unter der Handelsbezeichnung "SCHNELLTEMPERATUROFEN VOM TYP 1706 FL" von CM Furnaces, Bloomfield, NJ erhalten) auf 1400°C mit einer Erhitzungsrate von etwa 20°C/min vorgesintert. Nach dem Halten der Temperatur 2 Stunden lang bei 1400°C wurde der Ofen mit einer regulierten Kühlrate von etwa 20°C/min gekühlt.

[0108] Die dabei gebildeten vorgesinterten Kügelchen wiesen eine Dichte von etwa 5,94 g/cm³ auf, was 98,2% dessen darstellt, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war. Die Kügelchen wurden isostatisch in einer HIP-Einheit (Modell Nr. IPS Eagle 6-45 von International Pressure Services/American Iso-static Presses, Columbus, OH) heiß gepresst (HIP-behandelt). Die Kügelchen wurden dadurch HIP-behandelt, dass sie in Argon bei einem Druck von etwa 207 MPa auf 1375°C erhitzt wurden. Die Kügelchen wurden von der Raumtemperatur auf 1200°C mit einer Erhitzungsrate von 20°C/min und dann von 1200°C auf 1375°C mit einer Erhitzungsrate von 13°C/min erhitzt. Die Kügelchen wurden eine Stunde lang bei einer Temperatur von 1375°C gehalten. Die Kügelchen wurden dann von 1375°C auf die Raumtemperatur mit einer Kühlrate von etwa 30°C/min gekühlt. Die Dichte des dabei gebildeten Materials des Beispiels 1 betrug 6,04 g/cm³, was

99,8% dessen darstellt, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0109] **Fig. 4** zeigt ein Digitalbild einer unter dem Rasterelektronenmikroskop (REM) aufgenommenen Photomikrographie einer zerklüfteten Oberfläche des Materials des Beispiels 1. Ein Brocken des Beispiels 1 wurde in kleine Brocken gebrochen. Die frisch bloßgelegte zerklüftete Oberfläche wurde auf einen Aluminium-REM-Stummel montiert und mit einer dünnen Schicht Gold-Palladium beschichtet und unter einem Rasterelektronenmikroskop (unter der Handelsbezeichnung "JEOL SEM" (Modell JSM 6400 von JEOL, Ltd. Akishima, Japan erhalten)) betrachtet. Es wurde festgestellt, dass das Material dicht war, mit einer durchschnittlichen Korngröße von etwa 0,5 Mikrometern.

[0110] Das HIP-behandelte Material des Beispiels 1 wurde unter Anwendung einer „Chipmunk“ Backenzerkleinerungsvorrichtung (Modell Nr. 241-34, Typ VD, von BICO Inc., Burbank, CA hergestellt) zu (Schleif-)Teilchen zerkleinert und so klassiert, dass die Fraktionen von $-25+30$ und $-30+35$ Maschen zurückgehalten wurden. Diese beiden Maschenfraktionen wurden unter Bereitstellung einer Mischung von 50/50 Gewichtsprozent kombiniert. Etwa dreißig Gramm der 50/50-Mischung von Fraktionen von $-25+30$ und $-30+35$ Maschen wurden in jede beschichtete Schleifmittelscheibe eingearbeitet.

[0111] Die beschichteten Schleifscheiben wurden herkömmlichen Verfahren gemäß hergestellt. Die gesinterten Schleifteilchen wurden mit 0,8 mm dicken vulkanisierten Faserträgern eines Durchmessers von 17,8 cm (mit einem mittleren Loch eines Durchmessers von 2,2 cm) unter Anwendung eines herkömmlichen, mit Calciumcarbonat gefüllt Phenolgrundharzes (48 Gew.-% Resolphenolharz, 52 Gew.-% Calciumcarbonat, mit Wasser und Glykolethern auf 81 Gew.-% Feststoffe verdünnt) und eines herkömmlichen, mit Kryolith gefüllten Deckphenolharzes (32 Gew.-% Resolphenolharz, 2 Gew.-% Eisenoxid, 66 Gew.-% Kryolith, mit Wasser und Glykolether auf 78 Gew.-% verdünnt) verbunden. Die nasse Grundharzbeschichtung wurde in einem Beschichtungsgewicht von etwa 185 g/m² aufgebracht. Sofort nach dem Aufbringen der Grundbeschichtung wurden die gesinterten Schleifteilchen elektrostratisch schichtförmig aufgebracht. Das Grundharz wurde 120 Minuten lang bei 88°C vorgehärtet. Daraufhin wurde die mit Kryolith gefüllte Phenoldeckbeschichtung über die Grundbeschichtung und die Schleifteilchen schichtförmig aufgetragen. Die nasse Deckbeschichtung wurde in einem Beschichtungsgewicht von etwa 500 g/m² aufgebracht. Das Deckharz wurde 12 Stunden lang bei 99°C ausgehärtet. Die beschichtete Schleifscheibe wurde vor dem Prüfen gebogen.

Vergleichsbeispiel A

[0112] Beschichtete Schleifscheiben des Vergleichsbeispiels A wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme dass von Sol-Gel derivierte Schleifteilchen (von 3M Company, St. Paul, MN, unter der Handelsbezeichnung „321 CUBITRON“ vertrieben) anstatt der Schleifteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

[0113] Eine wirksame monoaxiale Zugfestigkeit der Schleifteilchen des Vergleichsbeispiels A wurde durch Klassieren einer groben Fraktion von Teilchen, um die Fraktion von $-14+16$ Maschen zurückzuhalten, bestimmt. Die Bruchbelastungen einzelner Teilchen wurden unter Anwendung einer Materialprüfungsstation (unter der Handelsbezeichnung „Sintech 10/D“ erhalten, von MTS Systems Corporation, Eden Prairie, MN erhältlich) gemessen. Ein repräsentativer Durchmesser jedes zu prüfenden Teilchens wurde unter Anwendung eines Mikrometers als 0,001 mm gemessen.

[0114] Die Teilchen wurden auf einen horizontal orientierten stationären Amboss des Mikrometers aufgebracht, und in der gleichen relativen Orientierung in den Prüfraumen überführt. WC-Stäbe eines Durchmessers von 1,27 cm (unter der Handelsbezeichnung „Größe CD-630“ von Carbidie, Irwin, PA erhalten) wurden als Belastungsstäbe verwendet. Die Vorderseiten der WC-Stäbe wurden für Testmessvorgänge durch Abschneiden ihrer Enden mit einer Hochgeschwindigkeitsdiamantsäge (unter der Handelsbezeichnung „Buehler Isomet 2000“ von Buehler Ltd., Lake Bluff, IL erhalten) vorbereitet. Die Kanten der Staboberflächen wurden mit einem Diamantschleifriemen (unter der Handelsbezeichnung „3M Biegediamantsandriemen – 74 µm“ von 3D Company, St. Paul, MN erhältlich) abgeflacht und die Vorderseiten der Stäbe wurden mit einer Diamantsuspension von 9 Mikrometern (unter der Handelsbezeichnung „AUTOMET 3 Polierer“ von Buehler Ltd., Lake Bluff, IL erhalten) und einem Polierruch (unter der Handelsbezeichnung „TEXMET“ Polierruch von Buehler Ltd. erhalten) poliert.

[0115] Vor dem Test der Teilchen wies der WC-Stab eine spiegelähnliche Oberflächenbeschaffenheit auf. Einzelne Teilchen wurden auf den unteren Belastungsstab aufgebracht und der obere Belastungsstab wurde senkt, bis er den Prüfkörper gerade berührte. Die Teilchen wurden mit einer Kreuzkopfgeschwindigkeit von

0,50 mm/min bis zum Bruch belastet. Nominell wurden 15 Teilchen bei jedem Material getestet.

[0116] Es wurden Kurven der Ladungsverdrängung (LV) aufgezeichnet, wie auch die Belastung beim Bruch. Typischerweise waren die LV-Kurven bis zum Bruch nicht linear sondern enthielten einen oder mehrere Belastungsabfälle, von denen man glaubte, dass sie der Rissbildung und dem Abblättern des Prüfkörpers entsprachen. Ab und zu wurden Prüfkörper so orientiert, dass fast flache Oberflächen die Belastungsstäbe kontaktierten. Diese Prüfkörper wiesen gewöhnlich die höchsten Bruchbelastungen auf. In diesen Fällen glaubt man, dass Kompressionsbeanspruchungen anstatt der induzierten Zugbeanspruchung, die bei diametralen Kompressionstests an zylindrischen oder kugelförmigen Prüfkörpern typisch sind, vorlagen. Die wirksame monoaxiale Zugfestigkeit der Teilchen wurde durch eine Gleichung bestimmt, die in einer Veröffentlichung von J. N. Brecker „The Fracture Strength of Abrasive Particles“ (die Bruchfestigkeit von Schleifeteilchen) J. Eng. Ind. 96[4] 1253-57 (1974) angegeben ist. Die Zugfestigkeit bei dieser Gleichung die aus dem Durchschnitt der Stärke einer Kugel und eines Würfels (durch die maximale Dehnungsspannungstheorie bestimmt) durch

$$\sigma = 1,37 \frac{P}{a^2}$$

angegeben, wobei: P die Bruchbelastung und a der Teilchendurchmesser ist.

[0117] Die durchschnittliche Zugfestigkeit und die Standardabweichung bei Vergleichsbeispiel A, wie durch diese Technik bestimmt, betragen 161 MPa \pm 71 MPa. Der Weibull-Modul betrug 2,33.

Schleifleistung des Beispiels 1 und des Vergleichsbeispiels A

[0118] Die Schleifleistung der Schleifscheiben des Beispiels 1 und des Vergleichsbeispiels A wurden wie folgt beurteilt. Jede beschichtete Schleifscheibe wurde auf ein abgeschrägtes Aluminiumträgerkissen montiert und zum Schleifen der Oberfläche eines 1,26 cm \times 17,8 cm \times 10,2 cm großen Arbeitsstücks aus Flusstahl 1018 verwendet. Die Scheibe wurde mit 5000 UpM angetrieben, während der Teil der Scheibe der über der abgeschrägten Kante des Trägerkissens lag, das Arbeitsstück mit einer Belastung von 10,1 kg während der ersten 24 Minuten des Tests kontaktierte. Nach 24 Minuten wurde die Belastung auf 17,3 kg für die letzten 6 Minuten des Tests erhöht. Jede Scheibe wurde zum Schleifen einzelner Arbeitsstücke nacheinander für eine Minute lange Zeitspannen verwendet. Der gesamte Schnitt war die Summe der Menge an Material, die von dem Arbeitsstücke während der Testperiode entfernt wurde. Der Abschnitt, der für jede Minute aufgezeichnet wurde, ist in [Fig. 5](#) als Kurve aufgezeichnet. Der gesamte Schnitt nach 12, 24 und 30 Minuten ist in Tabelle 1 unten angegeben.

Tabelle 1

Beispiel	Gesamter Schnitt		Gesamter Schnitt		Gesamter Abschnitt
	nach	12	nach	24	nach
	Min,	g	Min,	g	30
	Min,	g	Min,	g	Min,
Vergleichsbeispiel A	1138		1404		1404
1	1338		2706		3702

BEISPIEL 2

[0119] Eine Polyethylenflasche wurde mit 295,7 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertem Zirkoniumdioxidpulver („HSY 3.0“), 0,8 Gramm Ammoniumhydrogencitratpulver (Katalog #24,756-1) und 128,6 Gramm destilliertem Wasser beschickt. 0,4 Gramm eines Dispergiermittels („TERGITOL MIN-FOAM 1X TENSID“) und 0,5 Gramm Entschäumungsmittel zum Reduzieren in der Lösung eingeschlossener Luft („FOAMKILL 852“) wurden der Mischung hinzugegeben. Etwa 470 Gramm mit Magnesium oxidstabilisiertes Zirkoniumdioxidmahlmedium (Durchmesser 12,7 mm, 97% Zirkoniumdioxid; von US-Stoneware Corp. erhalten) wurden der Flasche zugegeben und die Mischung wurde 1,5 Stunden lang zum Entagglomerieren des Pulvers gemahlen.

[0120] Auf das Mahlen hin wurde das Mahlmedium entfernt und die Aufschlämmung in eine Glas- („PYR-

EX")-Schale gegossen. Unter langsamen Hin- und Herbewegen der Schale, um das Absetzen des Pulvers zu vermeiden, wurde die Aufschlammung unter Anwendung einer in einer Entfernung von etwa 46 cm (18 Zoll) von der Aufschlammung gehaltenen Erhitzungspistole getrocknet. Nach dem Trocknen mit der Erhitzungspistole wurde die Schale zusätzliche 30 Minuten lang bei 90°C in einen Trocknungsöfen eingegeben, um das Material noch vollständiger zu trocknen. Das trockene Pulverbett wurde mit einem Spachtel eingeritzt und unter Bildung kleiner Flocken von Material aus der Schale herausgekratzt. Jede Flocke wog etwa 0,5 bis 3 Gramm. Die organischen Komponenten wurden durch Erhitzen der Flocken in einem Ofen in Luft von der Raumtemperatur auf 690°C mit einer Erhitzungsrate von etwa 1°C/min aus den Flocken herausgebrannt. Die Temperatur wurde 1 Stunde lang bei 690°C gehalten und dann durch Abstellen der Energiezufuhr zum Ofen auf die Raumtemperatur abgekühlt.

[0121] Etwa 140 Gramm der dabei gebildeten Flocken wurden in Argon bei 1500°C eine Stunde lang unter Anwendung eines Ofens mit einer regulierten Atmosphäre (Modell Nr. 1000-4560FP, Astro Industries, Santa Barbara, CA) gesintert. Die Flocken wurden von der Raumtemperatur auf 1500°C mit etwa 10°C/min erhitzt, eine Stunde lang bei 1500°C gehalten, mit einer Kühlrate von etwa 10°C/min auf 800°C abgekühlt und dann durch Abstellen der Energiezufuhr zum Ofen auf die Raumtemperatur abgekühlt. Die dabei gebildeten Flocken hatten eine Dichte von etwa 6,00 g/cm³, was 99,2% dessen darstellt, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0122] Die durchschnittliche Zugfestigkeit des Beispiels 2 wurde wie für das Vergleichsbeispiel A beschrieben gemessen. Die durchschnittliche Zugfestigkeit und die Standardabweichung des Beispiels 2 betragen 685 MPa ± 529 MPa. Der Weibull-Modul betrug 1,65.

[0123] Die gesinterten Flocken wurden zerkleinert und wie in Beispiel 1 beschrieben klassiert. Eine Mischung von 50/50 der Fraktionen von -25+30 und -30+35 Maschen wurde hergestellt. Es wurden beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 2 wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass die 50/50-Mischung der Schleifeteilchen des Beispiels 2 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurde.

Beispiel 3

[0124] Etwa 140 Gramm der Flocken des Beispiels 2, die auf 690°C erhitzt worden waren, wurden in Argon 1 Stunde lang bei 1450°C in einem Ofen mit einer regulierten Atmosphäre (Modell Nr. 1000-4560FP) vorge-sintert. Die Flocken wurden von der Raumtemperatur auf 1450°C mit einer Erhitzungsrate von etwa 10°C/min erhitzt, 1 Stunde bei 1450°C gehalten, mit einer Kühlrate von etwa 10°C/min auf 800°C abgekühlt und dann durch Abstellen der Energiezufuhr zum Ofen auf die Raumtemperatur abgekühlt.

[0125] Die dabei gebildeten Flocken wiesen eine Dichte von etwa von 5,97 g/cm³ auf, was 98,7% dessen darstellt, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war. Die Flocken wurden dann HIP-behandelt, wie in Beispiel 1 beschrieben. Die Dichte des dabei gebildeten Materials des Beispiels 3 betrug 6,07 g/cm³, was 100,3% dessen ist, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0126] Die durchschnittliche Zugfestigkeit und Standardabweichung des Beispiels 3, wie dem Vergleichsbeispiel gemäß gemessen, betrug 672 MPa ± 402 MPa. Der Weibull-Modul betrug 2,20.

[0127] [Fig. 6](#) zeigt ein Digitalbild einer unter dem Rasterelektronenmikroskop (REM) aufgenommenen Photomikrographie einer zerklüfteten Oberfläche des HIP-behandelten Materials des Beispiels 3. Ein Stück des Beispiels 3 wurde in kleine Brocken gebrochen. Die frisch bloßgelegte zerklüftete Oberfläche wurde auf einen Aluminium-REM-Stummel montiert und mit einer dünnen Schicht Gold-Palladium beschichtet und unter einem Rasterelektronenmikroskop (unter der Handelsbezeichnung "JEOL SEM" (Modell JSM 6400 von JEOL, Ltd. Akishima, Japan erhalten)) betrachtet. Die durchschnittliche Korngröße des Materials des Beispiels 3 betrug etwa 0,5 Mikrometer.

[0128] Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des HIP-behandelten Materials des Beispiels 3 wurde durch Montieren der verarbeiteten Flocken in Montierharz (unter der Handelsbezeichnung „EPOXIDE“ von Buehler Ltd., Lake Bluff, IL erhalten) gemessen. Noch spezifischer wurde das Material des Beispiels 3 in einem Zylinder von Harz mit einem Durchmesser von 3,18 cm (1,25 Zoll) und einer Höhe von 1,9 cm (0,75 Zoll) befestigt. Die montierte Probe wurde unter Anwendung einer Diamantfeinschleifschicht (unter der Handelsbezeichnung „IMPERIAL DIAMOND FEINSCHLEIFSCHICHT“ von 3M Company, St. Paul, MN erhalten) poliert, wobei der Endpolierschritt unter Anwendung einer Diamantschicht von 0,5 Mikrometern durchgeführt wurde, um polierte Querschnitte der Proben zu erhalten.

[0129] Die Härtemessungen wurden unter Anwendung eines herkömmlichen Mikrohärtetesters (der unter der Handelsbezeichnung „MITUTOYO MVK-VL“ von Mitutoyo Corp., Tokio, Japan erhalten) durchgeführt, der mit einer Vickers-Einkerbvorrichtung unter Anwendung einer Vickers-Einkerbvorrichtung mit einer Einkerbbelastung von 500 Gramm ausgestattet war. Die Härtemessungen wurden den Anweisungen, die in der ASTM Testmethode E384, Testmethoden für die Mikrohärtigkeit von Materialien (1991), angegeben sind, gemäß durchgeführt. Die aufgezeichneten Härtewerte sind ein Durchschnitt von 10 Messungen. Die durchschnittliche Härte des HIP-behandelten Materials des Beispiels 3 betrug 13,2 GPa.

[0130] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 3 wurden wie im Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass Schleifeteilchen des Beispiels 3 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Schleifleistung der Beispiele 2 und 3 und des Vergleichsbeispiels A

[0131] Die Schleifleistung der beschichteten Schleifscheiben der Beispiele 2 und 2 und des Vergleichsbeispiels A wurden wie oben unter der Überschrift "Schleifleistung des Beispiels 1 und des Vergleichsbeispiels A" beschrieben, beurteilt, mit der Ausnahme, dass die Länge des Tests 18 Minuten und die Belastung 17,3 kg betrug. Der für jede Minute aufgezeichnete Schnitt ist in [Fig. 7](#) als Kurve aufgezeichnet. Die gesamten Schnitte nach 12 und 18 Minuten Schleifen sind in Tabelle 2 unten aufgeführt.

Tabelle 2

Beispiel	Gesamter Schnitt nach 12 Min, g	Gesamter Schnitt nach 18 Min, g
Vergleichsbeispiel A	1245	*
2	2371	3041
3	2572	3737

*Test aufgrund einer geringen Schnittrate von 18 g/min nach 12 Minuten abgebrochen.

Beispiel 4

[0132] Eine Polyethylenflasche wurde mit 384,2 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertem Zirkoniumdioxidpulver („HSY 3.0“), 0,7 Gramm Ammoniumhydrogencitratpulver (Katalog #24,756-1) und 350,6 Gramm destilliertem Wasser beschickt. 100,2 Gramm mit Magnesiumoxid dotiertes Aluminiumoxidpulver, unter der Handelsbezeichnung „CERALOX APA 0,5 mit MgO“ (Nennzusammensetzung 99,97 Gew.-% Al_2O_3 und 500 ppm MgO, wobei der Rest aus Verunreinigungen wie SiO_2 , Fe_2O_3 , CaO und Na_2O bestand) von Condea Vista Company, Tucson, AZ, wurden der Mischung zugegeben. Etwas 500 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertem Zirkoniumdioxid-schleifpulver (Durchmesser 12,7 mm und 9,53 mm (zwei Größen, etwa 40% der größeren Größe und etwa 60% der kleineren Größe), 97% Zirkoniumdioxid von U.S. Stoneware Corp erhalten) wurden der Flasche zugegeben und die Mischung wurde 54 Stunden lang zum Entagglomerieren und Mischen der Pulver gemischt.

[0133] Auf das Mahlen hin wurden Flocken des vorgesinterten Materials des Beispiels 4 wie in Beispiel 2 beschrieben hergestellt. Organische Komponenten wurden aus den Flocken durch 1 Stunde langes Erhitzen der Flocken in Luft auf 670°C herausgebrannt. Die Flocken wurden von der Raumtemperatur mit einer Erhitzungsrate von etwa 1°C/min 670°C erhitzt, 1 Stunde bei 670°C gehalten und durch Abstellen der Energiezufuhr zum Ofen auf die Raumtemperatur abgekühlt.

[0134] Etwa 160 Gramm der dabei gebildeten Flocken wurden in Argon 2 Stunden lang bei 1600°C unter Anwendung eines Ofens mit einer regulierten Atmosphäre (Modell Nr. 1000-4560FP) gesintert. Die Flocken wurden von der Raumtemperatur auf 1600°C mit einer Erhitzungsrate von etwa 10°C/min erhitzt, 2 Stunden lang bei 1600°C gehalten, mit einer Kühlrate von etwa 10°C/min auf 800°C abgekühlt und dann durch Abstellen der Energiezufuhr zum Ofen auf die Raumtemperatur abgekühlt.

[0135] Es wurden beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 4 wie in Beispiel 1 beschrieben, hergestellt, mit

der Ausnahme, dass Schleifeteilchen des Beispiels 4 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 5

[0136] Etwa 160 Gramm der Flocken des Beispiels 4 die auf 670°C erhitzt worden waren, wurden in Luft 2 Stunden lang bei 1600°C unter Anwendung eines elektrisch geheizten Ofens („SCHNELLTEMPOFEN TYP 1706 FL“) gesintert. Die Flocken wurden von der Raumtemperatur auf 1600°C mit einer Erhitzungsrate von etwa 20°C/min erhitzt. Nach dem Halten der Temperatur bei 1600°C für 2 Stunden wurde der Ofen mit einer geregelten Kühlrate von etwa 20°C/min gekühlt. Die dabei gebildeten Flocken hatten eine Dichte von etwa 5,42 g/cm³, was 99,0% dessen betrug, von dem glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0137] Es wurden beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 5 wie in Beispiel 1 beschrieben, hergestellt, mit der Ausnahme, dass Schleifeteilchen des Beispiels 5 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 6

[0138] Eine Polyethylenflasche wurde mit 384,7 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertem Zirconiumdioxidpulver („HSY 3.0“), 0,7 Gramm Ammoniumhydrogencitratpulver (Katalog #24,756-1) und 359,8 Gramm destilliertem Wasser beschickt. 100,0 Gramm mit Magnesiumoxid stabilisiertes Aluminiumpulver („CERALOX APA 0,5 mit MgO“) wurden der Mischung zugegeben. Etwa 500 Gramm mit Magnesiumoxid stabilisiertes Zirconiumdioxidmahlmedium (Durchmesser 12,7 mm und 9,53 mm (zwei Größen, etwa 40% der größeren Größe und etwa 60% der kleineren Größe), 97% Zirconiumdioxid von U.S. Stoneware Corp erhalten) wurden der Flasche zugegeben und die Mischung wurde 54 Stunden lang zum Entagglomerieren und Mischen der Pulver gemischt.

[0139] Auf das Mahlen hin wurde das Mahlmedium entfernt und die Aufschlammung in einen Kunststoffbecher gegossen. Der Kunststoffbecher wurde auf eine Heizplatte mit einer Spinnrührstange zum Verdampfen des Wassers aus der Aufschlammung gestellt. Außerdem wurde eine über dem Becher montierte Infrarotlampe zum weiteren Erleichtern der Verdampfung des Wassers verwendet. Der aus getrocknetem Pulver bestehende Kuchen wurde in großen Brocken aus dem Becher herausgeschabt. Jeder Brocken wog etwa 10 bis etwa 25 Gramm. Die organischen Komponenten wurden aus den Brocken durch 1 Stunde langes Erhitzen der Brocken in Luft bei 670°C herausgebrannt. Die Brocken wurden von der Raumtemperatur mit einer Erhitzungsrate von etwa 1°C/min auf 670°C erhitzt, 1 Stunde lang bei 670°C gehalten und durch Abstellen der Energiezufuhr zum Ofen auf die Raumtemperatur abgekühlt.

[0140] Auf das Herausbrennen bei 670°C wurden die Pulverbrocken in einem Mörser und Stößel derart zerkleinert, dass alle Pulverteilchen durch ein Sieb von #70 hindurchgingen. Die Pulverteilchen wurden dann zu einem großen Block unter Anwendung einer isostatischen Kaltpresse (Modell # IP4-22-60, Autoclave Engineers, Erie, PA) und isostatischen Kautschukaltpressbeuteln (Wanddicke 1,6 mm, Durchmesser 7,62 cm × 61,0 cm Länge, Trexler Rubber Company, Ravenna, OH) konsolidiert. Ein isostatischer Kaltdruck von 172 MPa wurde 1 Minute lang aufgebracht. Auf das Entfernen des konsolidierten großen Blocks aus dem Isopressbeutel wurde der große Pulverblock in kleinere Brocken von 0,5 bis 10 Gramm Material wiederum unter Anwendung eines Mörsers und Stößels zerbrochen.

[0141] Etwa 175 Gramm der dabei gebildeten Brocken wurden in Argon 2 Stunden lang bei 1600°C unter Anwendung eines Ofens mit einer regulierten Atmosphäre (Modell Nr. 1000-4560FP) gesintert. Die Brocken wurden von der Raumtemperatur auf 1600°C mit einer Erhitzungsrate von etwa 10°C/min erhitzt, 2 Stunden lang bei 1600°C gehalten, mit einer Kühlrate von etwa 10°C/min auf 800°C abgekühlt und dann durch Abstellen der Energiezufuhr zum Ofen auf die Raumtemperatur abgekühlt.

[0142] Es wurden beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 6 wie in Beispiel 1 beschrieben, hergestellt, mit der Ausnahme, dass Schleifeteilchen des Beispiels 6 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 7

[0143] Etwa 175 Gramm der Brocken des Beispiels 6, die isostatische kaltgepresst worden waren, wurden in Luft 2 Stunden lang bei 1600°C unter Anwendung eines elektrisch geheizten Ofens (unter der Handelsbezeichnung „SCHNELLTEMPOFEN TYP 1700S-D“ von CM Furnaces, Bloomfield, NJ erhalten) gesintert. Die Bro-

cken wurden von der Raumtemperatur mit einer Erhitzungsrate von etwa 20°C/min auf 1600°C erhitzt, 2 Stunden lang bei 1600°C gehalten und dann mit einer geregelten Kühlrate von etwa 20°C/min gekühlt. Die dabei gebildeten Flocken hatten eine Dichte von etwa 5,41 g/cm³, was 98,8% dessen betrug, von dem glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0144] Es wurden beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 7 wie in Beispiel 1 beschrieben, hergestellt, mit der Ausnahme, dass Schleifteilchen des Beispiels 7 anstatt der Schleifteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Schleifleistung der Beispiele 4 bis 7 und des Vergleichsbeispiels A

[0145] Die Schleifleistung der Schleifscheiben der Beispiele 4 bis 7 und des Vergleichsbeispiels A wurden wie oben unter der Überschrift „Schleifleistung des Beispiels 1 und des Vergleichsbeispiels A“ beschrieben, beurteilt, mit der Ausnahme, dass die Länge des Tests 12 Minuten und die Belastung 17,3 kg betrug. Der gesamte Schnitt nach 12 Minuten Schleifen ist in Tabelle 3 unten angegeben.

Tabelle 3

Beispiel	Gesamter Schnitt nach 12 Min, g
Vergleichsbeispiel A	1245
4	2044
5	1802
6	1075
7	1251

Beispiel 8

[0146] Eine Polyethylenflasche wurde mit 310,2 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertem Zirconiumdioxidpulver („HSY 3.0“), 0,7 Gramm Ammoniumhydrogencitratpulver (Katalog #24,756-1) und 349,8 Gramm destilliertem Wasser beschickt. 175,1 Gramm mit Magnesiumoxid dotiertes Aluminiumpulver („CERALOX APA 0,5 mit MgO“) wurden der Mischung zugegeben. Etwas 500 Gramm mit Magnesiumoxid stabilisiertes Zirconiumdioxidmahlmedium (Durchmesser 12,7 mm und 9,53 mm (zwei Größen, etwa 40% der größeren Größe und etwa 60% der kleineren Größe), 97% Zirconiumdioxid von U.S. Stoneware Corp. erhalten) wurden der Flasche zugegeben und die Mischung wurde 54 Stunden lang zum Entagglomerieren und Mischen der Pulver gemischt.

[0147] Auf das Mahlen hin wurden Flocken von ausgebranntem (d.h. 1 Stunde lang bei 670°C calciniertem) Vorschleifmaterial, das in Beispiel 4 hergestellt worden war, hergestellt.

[0148] Etwa 160 Gramm der dabei gebildeten Flocken wurden in Argon 2 Stunden lang bei 1600°C wie in Beispiel 4 beschrieben gesintert.

[0149] Es wurden beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 8 wie in Beispiel 1 beschrieben, hergestellt, mit der Ausnahme, dass Schleifteilchen des Beispiels 8 anstatt der Schleifteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 9

[0150] Etwa 225 Gramm der Flocken des Beispiels 8, die auf 670°C erhitzt worden waren, wurden 2 Stunden lang bei 1600°C in Luft, wie in Beispiel 5 beschrieben, gesintert. Die dabei gebildeten Flocken hatten eine Dichte von etwa 5,07 g/cm³, was 99,3% dessen betrug, von dem glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0151] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 9 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der

Ausnahme dass Schleifeteilchen des Beispiels 9 anstatt Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 10

[0152] Eine Polyethylenflasche wurde mit 309,1 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertem Zirconiumdioxidpulver („HSY 3.0“), 0,8 Gramm Ammoniumhydrogencitratpulver (Katalog #24,756-1) und 350,3 Gramm destilliertem Wasser beschickt. 175,0 Gramm mit Magnesiumoxid dotiertes Aluminiumpulver („CERALOX APA 0,5 mit MgO“) wurden der Mischung zugegeben. Etwa 500 Gramm mit Magnesiumoxid stabilisiertes Zirconiumdioxid-mahlmedium (Durchmesser 12,7 mm und 9,53 mm (zwei Größen, etwa 40% der größeren Größe und etwa 60% der kleineren Größe), 97% Zirconiumdioxid von U.S. Stoneware Corp. erhalten) wurden der Flasche zugegeben und die Mischung wurde 54 Stunden lang zum Entagglomerieren und Mischen der Pulver gemischt.

[0153] Auf das Mahlen hin wurden Brocken von ausgebranntem und isostatisch kaltgepresstem Vorschleifmaterial wie in Beispiel 6 beschrieben hergestellt.

[0154] Etwa 175 Gramm der dabei gebildeten Brocken wurden in Argon 2 Stunden lang bei 1600°C wie in Beispiel 6 beschrieben gesintert.

[0155] Es wurden beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 10 wie in Beispiel 1 beschrieben, hergestellt, mit der Ausnahme, dass Schleifeteilchen des Beispiels 10 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 11

[0156] Etwa 175 Gramm der Brocken des Beispiels 10, die isostatisch kaltgepresst worden waren, wurden 2 Stunden lang bei 1600°C in Luft, wie in Beispiel 7 beschrieben, gesintert. Die dabei gebildeten Flocken hatten eine Dichte von etwa 5,09 g/cm³, was 99,6% dessen betrug, von dem glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0157] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 11 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme dass Schleifeteilchen des Beispiels 11 anstatt Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Schleifleistung der Beispiele 8 bis 11 und des Vergleichsbeispiels A

[0158] Die Schleifleistung der Schleifscheiben der Beispiele 8 bis 11 und des Vergleichsbeispiels A wurden wie oben unter der Überschrift „Schleifleistung des Beispiels 1 und des Vergleichsbeispiels A“ beschrieben, beurteilt, mit der Ausnahme, dass die Länge des Tests 12 Minuten und die Belastung 17,3 kg betrug. Der gesamte Schnitt nach 12 Minuten Schleifen ist in Tabelle 4 unten angegeben.

Tabelle 4

Beispiel	Gesamter Schnitt nach 12 Min, g
Vergleichsbeispiel A	1245
8	1990
9	1500
10	1080
11	936

Beispiel 12

[0159] Etwa 500 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertes gleichzeitig ausgefälltes Zirconiumdioxid-/Aluminiumoxidpulver (unter der Handelsbezeichnung „ATZ-80“ (Nennzusammensetzung 75 Gew.-% ZrO₃ (+HfO₂), 4,1

Gew.-% Y_2O_3 , 19,5 Gew.-% Al_2O_3 , wobei der Rest aus Verunreinigen wie SiO_2 , Fe_2O_3 , CaO und Na_2O bestand) von Zirconia Sales, Inc., Marietta, GA) wurden unter Anwendung einer isostatischen Kaltpresse (Modell #IP4-22-60) und durch Zerkleinern der in Beispiel 6 beschriebenen Vorgehensweise gemäß konsolidiert.

[0160] Etwa 180 Gramm der dabei gebildeten Brocken wurden in Luft 2,1 Stunden lang bei $1500^\circ C$ unter Anwendung eines elektrisch geheizten Ofens („SCHNELLTEMPOFEN TYP 1706 FL“) gesintert. Die Brocken wurden von der Raumtemperatur auf $1500^\circ C$ mit einer Erhitzungsrate von etwa $20^\circ C/min$ erhitzt, 2,1 Stunden lang bei $1500^\circ C$ gehalten und dann mit einer geregelten Kühlrate von etwa $20^\circ C/min$ auf die Raumtemperatur abgekühlt. Die dabei gebildeten Flocken hatten eine Dichte von etwa $5,50 g/cm^3$, was 100,0% dessen betrug, von dem glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0161] Es wurden beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 12 wie in Beispiel 1 beschrieben, hergestellt, mit der Ausnahme, dass Schleifeteilchen des Beispiels 12 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 13

[0162] Etwa 175 Gramm der Brocken des Beispiels 12, die isostatische kaltgepresst worden waren, wurden in Luft 2,1 Stunden lang bei $1470^\circ C$ unter Anwendung eines elektrisch geheizten Ofens („SCHNELLTEMPOFEN TYP 1706 FL“) gesintert. Die Brocken wurden von der Raumtemperatur auf $1470^\circ C$ mit einer Erhitzungsrate von etwa $20^\circ C/min$ erhitzt, 2,1 Stunden lang bei $1470^\circ C$ gehalten und dann mit einer geregelten Kühlrate von etwa $20^\circ C/min$ auf die Raumtemperatur abgekühlt.

[0163] Die dabei gebildeten vorgesinterten Brocken hatten eine Dichte von etwa $5,36 g/cm^3$, was 97,5% dessen betrug, von dem glaubte, dass es die theoretische Dichte war. Die Brocken wurden isostatisch in einer HIP-Einheit (Modell Nr. IPS Eagle 6-45) heiß gepresst (HIP-behandelt). Die Brocken wurden dadurch HIP-behandelt, dass sie in Argon bei einem Druck von etwa 207 MPa 1 h lang auf $1400^\circ C$ erhitzt wurden. Die Brocken wurden von der Raumtemperatur auf $1200^\circ C$ mit einer Erhitzungsrate von $20^\circ C/min$ und dann von $1200^\circ C$ auf $1400^\circ C$ mit einer Erhitzungsrate von $13^\circ C/min$ erhitzt, 1 h lang bei $1400^\circ C$ gehalten, dann auf die Raumtemperatur mit einer Kühlrate von $30^\circ C/min$ abgekühlt. Die Dichte des dabei gebildeten Materials des Beispiels 13 betrug $5,44 g/cm^3$, was 98,8% dessen darstellt, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0164] Es wurden beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 13 wie in Beispiel 1 beschrieben, hergestellt, mit der Ausnahme, dass Schleifeteilchen des Beispiels 13 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 14

[0165] Etwa 2000 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertes gleichzeitig ausgefälltes Zirconiumdioxid-/Aluminiumoxidpulver (unter der Handelsbezeichnung „TZ-3Y20A“ (Nennzusammensetzung 76,0 Gew.-% ZrO_2 (+ HfO_2), 3,9 Gew.-% Y_2O_3 , 20,0 Gew.-% Al_2O_3 , wobei der Rest aus Verunreinigen wie SiO_2 , Fe_2O_3 und Na_2O bestand) von Tosoh Ceramics Division, Bound Brook, NJ) wurden unter Anwendung einer isostatischen Kaltpresse (Modell #IP4-22-60) und durch Zerkleinern der in Beispiel 6 beschriebenen Vorgehensweise gemäß zu kleinen Brocken konsolidiert.

[0166] Etwa 750 Gramm der dabei gebildeten Brocken wurden in Luft 1,5 Stunden lang bei $1500^\circ C$ unter Anwendung eines elektrisch geheizten Ofens („SCHNELLTEMPOFEN TYP 1700 S-D“) gesintert. Die Brocken wurden von der Raumtemperatur auf $1500^\circ C$ mit einer Erhitzungsrate von etwa $15^\circ C/min$ erhitzt, 1,5 Stunden lang bei $1500^\circ C$ gehalten und dann mit einer geregelten Kühlrate von etwa $15^\circ C/min$ auf die Raumtemperatur abgekühlt.

[0167] Die durchschnittliche Zugfestigkeit des Beispiels 14 wurde wie im Vergleichsbeispiel A beschrieben gemessen. Die durchschnittliche Zugfestigkeit des Materials des Beispiels 14 betrug $556 MPa \pm 339 MPa$. Der Weibull-Modul betrug 1,73. Eine Kurve der Festigkeitsdaten des im Vergleichsbeispiel A und den Beispielen 2, 3 und 14 hergestellten Materials ist in [Fig. 8](#) gezeigt.

[0168] Es wurden beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 14 wie in Beispiel 1 beschrieben, hergestellt, mit der Ausnahme, dass 36 Gramm der Schleifeteilchen des Beispiels 14 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 15

[0169] Etwa 750 Gramm der Brocken des Beispiels 14, die isostatisch kaltgepresst worden waren, wurden mit Hilfe eines Mörsers und Stößels zu Teilchen zerkleinert und klassiert, um die Fraktion von +40 Maschen (US-Standardsieb) zurückzuhalten. Die Teilchen der Fraktion von +40 Maschen wurden 1,5 Stunden lang in Luft bei 1500°C wie in Beispiel 14 beschrieben gesintert.

[0170] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 15 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme dass 36 Gramm Schleifeteilchen des Beispiels 15 anstatt Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Schleifleistung der Beispiele 12 bis 15 und des Vergleichsbeispiels A

[0171] Die Schleifleistung der Schleifscheiben der Beispiele 12 bis 15 und des Vergleichsbeispiels A wurden wie oben unter der Überschrift „Schleifleistung des Beispiels 1 und des Vergleichsbeispiels A“ beschrieben, beurteilt, mit der Ausnahme, dass die Länge des Tests 12 Minuten und die Belastung 17,3 kg betrug. Der gesamte Schnitt nach 12 Minuten Schleifen ist in Tabelle 5 unten angegeben.

Tabelle 5

Beispiel	Gesamter Schnitt nach 12 Min, g
Vergleichsbeispiel A	1245
12	2146
13	2370
14	2433
15	2486

Beispiel 16

[0172] Etwa 480 Gramm der Schleifeteilchen des Beispiels 15, die 1,5 Stunden lang in Luft bei 1500°C gesintert worden waren, wurden in einer Hip-Einheit (Modell Nr. SL-1, Mini-Hipper, Conway Pressure Systems Inc., Dublin, OH) heiß gepresst (HIP-behandelt). Die Schleifeteilchen wurden durch Erhitzen der Teilchen 1 h lang bei 1450°C in Argon bei einem Druck von etwa 172 MPA HIP-behandelt. Die Brocken wurden von der Raumtemperatur mit einer Erhitzungsrate von 16°C/min auf 1450°C erhitzt, 1 Stunde lang bei 1450°C gehalten und dann mit einer geregelten Kühlrate von etwa 30°C/min auf die Raumtemperatur abgekühlt.

[0173] Es wurden beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 16 wie in Beispiel 1 beschrieben, hergestellt, mit der Ausnahme, dass 36 Gramm Schleifeteilchen des Beispiels 15 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Vergleichsbeispiel B

[0174] Beschichtete Schleifscheiben des Vergleichsbeispiels B wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 27 Gramm von Sol-Gel derivierte Schleifeteilchen („321 CUBITRON“) anstatt 30 Gramm der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Schleifleistung des Beispiels 16 und des Vergleichsbeispiels B

[0175] Die Schleifleistung der Schleifscheiben des Beispiels 16 und des Vergleichsbeispiels B wurden wie oben unter der Überschrift „Schleifleistung des Beispiels 1 und des Vergleichsbeispiels A“ beschrieben, beurteilt, mit der Ausnahme, dass die Länge des Tests 18 Minuten und die Belastung 17,3 kg betrug. Der gesamte Schnitt nach 12 und 18 Minuten Schleifen ist in Tabelle 6 unten angegeben.

Tabelle 6

Beispiel	Gesamter Schnitt nach 12 Min, g	Gesamter Schnitt nach 18 Min, g
Vergleichsbeispiel A	1126	*
16	2570	3385

*Test aufgrund einer relativ geringen Schnittrate von 3 g/min nach 12 Minuten abgebrochen.

Beispiel 17

[0176] Es wurden beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 15 verwendet, um beschichtete Schleifscheiben wie in Beispiel 1 beschrieben herzustellen, mit der Ausnahme, dass 22 Gramm Schleifeteilchen des Beispiels 15 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 18

[0177] Es wurden beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 16 wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 22 Gramm der Schleifeteilchen des Beispiels 16 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Vergleichsbeispiel C

[0178] Beschichtete Schleifscheiben des Vergleichsbeispiels C wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 20 Gramm von Sol-Gel derivierte Schleifeteilchen („321 CUBITRON“) anstatt 30 Gramm der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Schleifleistung der Beispiele 17 und 18 und des Vergleichsbeispiels C

[0179] Die Schleifleistung der Schleifscheiben der Beispiele 17 und 18 und des Vergleichsbeispiels C wurden wie oben unter der Überschrift „Schleifleistung des Beispiels 1 und des Vergleichsbeispiels A“ beschrieben, beurteilt, mit der Ausnahme, dass die Länge des Tests 18 Minuten und die Belastung 17,3 kg betrug. Der gesamte Schnitt nach 12 und 18 Minuten Schleifen ist in Tabelle 7 unten angegeben.

Tabelle 7

Beispiel	Gesamter Schnitt nach 12 Min, g	Gesamter Schnitt nach 18 Min, g
Vergleichsbeispiel C	1210	*
17	2710	3690
18	2637	3817

*Test aufgrund einer relativ geringen Schnittrate von 5 g/min nach 12 Minuten abgebrochen.

Beispiel 19

[0180] Flocken von herausgebranntem Vorschleifmaterial wurden wie in Beispiel 2 beschrieben hergestellt (d.h. 1 Stunde lang auf 690°C erhitzt). Etwa 375 Gramm dieser Flocken, die auf 690°C erhitzt worden waren,

wurden in Argon 65 Minuten lang bei 1465°C unter Anwendung eines Ofens mit regulierter Atmosphäre (Modell Nr. 1000-4560FP) vorgesintert. Die Flocken wurden von der Raumtemperatur auf 1465°C mit einer Erhitzungsrate von etwa 10°C/min erhitzt, 65 Minuten lang bei 1465°C gehalten, mit einer Kühlrate von etwa 10°C/min auf 800°C abgekühlt und dann durch Abstellen der Energiezufuhr zum Ofen auf die Raumtemperatur abgekühlt. Die dabei gebildeten Flocken wiesen eine Dichte von etwa 6,01 g/cm³ auf, was 99,3% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0181] Die Flocken wurden dann durch Erhitzen derselben 65 Minuten lang in Argon bei einem Druck von etwa 207 MPa auf 1385°C HIP-behandelt. Die Flocken wurden von der Raumtemperatur mit einer Erhitzungsrate von etwa 20°C/min auf 1200°C erhitzt, von 1200°C mit einer Erhitzungsrate von etwa 13°C/min auf 1385°C erhitzt, 65 Minuten lang bei 1385°C gehalten und dann von 1385°C mit einer Kühlrate von etwa 30°C/min auf die Raumtemperatur abgekühlt. Die Dichte des dabei gebildeten Materials des Beispiels 19 betrug 6,06 g/cm³, was 100,1% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0182] Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 19 wurde wie für Beispiel 3 beschrieben gemessen. Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 19 betrug 13,5 GPa.

[0183] Die durchschnittliche Einkerbfestigkeit des Materials des Beispiels 19 wurde durch Messen der Risslängen, die sich von den Scheitelpunkten der Vickers-Einkerbe erstreckten, die unter Anwendung einer Belastung von 2000 Gramm mit einem Mikrohärtetester (von E. Leitz, Inc., Wetzlar, Deutschland, unter der Handelsbezeichnung „Leitz Miniload“ erhalten) gemacht worden sind, berechnet. Die Einkerbfestigkeit (K_c) wurde der folgenden Gleichung gemäß berechnet:

$$K_c = 0,0319 F/[a(l)^{1/2}]$$

wobei:

F = Kraft in Newton der Einkerbvorrichtung;

a und l besitzen die in [Fig. 9](#) gezeigte Definition.

[0184] Diese Gleichung wurde unter mehreren in C.B. Ponton und R.D. Rawlings, „Vickers Indentation Fracture Toughness Test“ (Einkerbruchfestigkeitstest nach Vickers), Teil 1, Mater. Sci. & Tech., 5 [9](1989) ausgewählt. Die Gleichung gilt für ein Rissystem vom Palmquisttyp. Es wurden Proben bezüglich der Festigkeit wie oben für den Mikrohärtetester beschrieben hergestellt. Die aufgezeichneten Einkerbfestigkeitswerte sind Durchschnitte von 5 Messungen. Die Riss- (c) und diagonalen Einkerbblängen (a) wurden mit einer Digitaltasterlehre auf Mikrophotographien gemessen, die unter Anwendung eines Rasterelektronenmikroskops („JEOL SEM“ (Modell JSM 6400)) aufgenommen worden waren. Die durchschnittliche Einkerbfestigkeit des HIP-behandelten Materials des Beispiels 19 betrug 8,0 MPa·m^{1/2}.

[0185] Die Rietveld-Parameterverfeinerung, die zum Anpassen eines berechneten Röntgendiffraktionsintensitätsmusters an das gemessene Röntgendiffraktionsintensitätsmuster verwendet wurde, wurde unter Anwendung von Software (unter der Handelsbezeichnung „SIROQUANT“ von Sietronics, Belconnen, Canberra, Australien erhältlich) durchgeführt, um eine halbquantitative Phasenanalyse des Beispiels 19 zu ergeben. Durch diese Technik wurde gefunden, dass das Beispiel 19 aus etwa 93,0 Gew.-% (± 0,5 Gew.-%) würfelförmigem/te-tragonalem Zirconiumdioxid und 7,0 Gew.-% (± 0,5 Gew.-%) monoklinischem Zirconiumdioxid bestand.

[0186] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 19 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 27 Gramm Schleifteilchen des Beispiels 19 anstatt der Schleifteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 20

[0187] Flocken von herausgebranntem Vorschleifmaterial wurden wie in Beispiel 2 beschrieben hergestellt (d.h. 1 Stunde lang auf 690°C erhitzt). Etwa 250 Gramm der Flocken, die auf 690°C erhitzt worden waren, wurden in Luft 65 Minuten lang bei 1470°C unter Anwendung eines elektrisch geheizten Ofens („SCHNELLTEMPOFEN TYP 1706 FL“) vorgesintert. Die Flocken wurden von der Raumtemperatur auf 1470°C mit einer Erhitzungsrate von etwa 10°C/min erhitzt, 65 Minuten lang bei 1470°C gehalten, mit einer Kühlrate von etwa 10°C/min auf 800°C abgekühlt und dann durch Abstellen der Energiezufuhr zum Ofen auf die Raumtemperatur abgekühlt.

[0188] Die Flocken wurden dann wie in Beispiel 19 beschrieben HIP-behandelt. Die Dichte des dabei gebil-

deten Materials des Beispiels 20 betrug $6,05 \text{ g/cm}^3$, was 100,0% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0189] Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 20 wurde wie für Beispiel 3 beschrieben gemessen. Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 20 betrug 13,1 GPa.

[0190] Die halbquantitative Analyse des Beispiels 20 wurde wie für Beispiel 19 beschrieben durchgeführt. Mit Hilfe dieser Technik wurde festgestellt, dass das Beispiel 20 aus etwa 89,1 Gew.-% ($\pm 0,4$ Gew.-%) würfelförmigem/tetragonalem Zirconiumdioxid und 10,9 Gew.-% ($\pm 0,4$ Gew.-%) monoklinischem Zirconiumdioxid bestand.

[0191] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 20 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 27 Gramm Schleifeteilchen des Beispiels 20 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 21

[0192] Getrocknete Pulverbettflocken von Vorschleifmaterial (nicht ausgebrannt) wurden wie in Beispiel 2 beschrieben hergestellt (d.h. mit einer Erhitzungspistole und in einem Trocknungsofen 30 Minuten lang bei 90°C getrocknet). Die Flocken wurden unter Anwendung einer "Chipmunk"-Backenzerkleinerungsvorrichtung (Modell Nr. 241-34) zu Teilchen zerkleinert und so klassiert, dass die Fraktionen von $-18+20$, $-20+25$ und $-25+30$ Maschen (US Standardtestsiebe) zurückgehalten wurden. Die organischen Komponenten wurden aus 160 Gramm der Teilchen durch Erhitzen derselben 1 Stunde lang bei 690°C in Luft herausgebrannt. Die Teilchen wurden von der Raumtemperatur in einem Ofen mit einer Erhitzungsrate von etwa $1^\circ\text{C}/\text{min}$ auf 690°C erhitzt, 1 Stunde lang bei 690°C gehalten und dann durch Abstellen der Energiezufuhr zum Ofen auf die Raumtemperatur abgekühlt.

[0193] Etwa 160 Gramm dieser Teilchen, die auf 690°C erhitzt worden waren, wurden 65 Minuten lang bei 1465°C in Argon, wie in Beispiel 19 beschrieben, vorgesintert. Die Teilchen wurden dann wie in Beispiel 19 beschrieben HIP-behandelt. Die Dichte der dabei gebildeten Teilchen des Beispiels 21 betrug $6,06 \text{ g/cm}^3$, was 100,2% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0194] Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 21 wurde wie für Beispiel 3 beschrieben gemessen. Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 21 betrug 13,5 GPa.

[0195] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 21 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 27 Gramm Schleifeteilchen des Beispiels 21 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 22

[0196] Pulver aus den Flocken des Beispiels 21, die zerkleinert und klassiert worden waren, um die Fraktion von -70 Maschen (US Standardtestsiebe) zurückzuhalten, wurde zum Herstellen von Material des Beispiels 22 verwendet. Eine Polyethylenflasche wurde mit 295,7 Gramm des -70 -Pulvers des Beispiels 21, 0,2 Gramm Dispergiermittel ("TERGITOL MIN-FOAM 1X TENSID") und 128,7 destilliertem Wasser beaufschlagt. Etwa 470 Gramm mit Magnesiumoxide stabilisiertes Zirconiumdioxidmahlmedium (Durchmesser 12,7 mm; 97% Zirconiumdioxid; von US Stoneware Corp. erhalten) wurden der Flasche zugegeben und die Mischung wurde 1,5 Stunden zum Entagglomerieren des Pulvers gemahlen.

[0197] Auf das Mahlen hin wurde die Aufschlämmung getrocknet und es wurden Flocken wie für das Beispiel 2 beschrieben herausgebrannt. Etwa 210 Gramm der Flocken, die auf 690°C erhitzt worden waren, wurden 65 Minuten lang, wie in Beispiel 19 beschrieben bei 1465°C in Argon vorgesintert. Die dabei gebildeten Flocken wiesen eine Dichte von $5,93 \text{ g/cm}^3$ auf, was 98,0% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0198] Die Teilchen wurden dann wie in Beispiel 19 beschrieben HIP-behandelt. Die Dichte der dabei gebildeten Teilchen des Beispiels 22 betrug $6,05 \text{ g/cm}^3$, was 100,0% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0199] Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 22 wurde wie für Beispiel 3 beschrieben

gemessen. Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 22 betrug 13,5 GPa.

[0200] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 22 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 27 Gramm Schleifeteilchen des Beispiels 22 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 23

[0201] Pulver aus den Flocken des Beispiels 21, die zerkleinert und klassiert worden waren, um die Fraktion von -70 Maschen (US Standardtestsiebe) zurückzuhalten, wurde zum Herstellen von Material des Beispiels 23 verwendet. Eine Polyethylenflasche wurde mit 295,4 Gramm des -70 -Pulvers des Beispiels 21, 0,2 Gramm eines Dispergiermittels ("TERGTTOL MIN-FOAM 1X TENSID") und 128,6 Gramm destilliertem Wasser beaufschlagt. Etwa 470 Gramm mit Magnesiumoxide stabilisiertes Zirconiumdioxidmahlmedium (Durchmesser 12,7 mm; 97% Zirconiumdioxid; von US Stoneware Corp. erhalten) wurden der Flasche zugegeben und die Mischung wurde 1,5 Stunden zum Entagglomerieren des Pulvers gemahlen.

[0202] Auf das Mahlen hin wurde die Aufschlämmung wie in Beispiel 2 beschrieben getrocknet. Das aus getrockneten Pulverbettflocken bestehende Vorschleifmaterial (nicht ausgebrannt) wurde unter Anwendung einer "Chipmunk"-Backenzerkleinerungsvorrichtung (Modell Nr. 241-34) zu Teilchen zerkleinert und so klassiert, dass die Fraktionen von $-18+20$, $-20+25$ und $-25+30$ Maschen (US Standardtestsiebe) zurückgehalten wurden. Die organischen Komponenten wurden dann aus den dabei gebildeten Teilchen durch Erhitzen derselben 1 Stunde lang bei 690°C in Luft, wie in Beispiel 21 beschrieben, herausgebrannt.

[0203] Etwa 100 Gramm dieser Teilchen, die auf 690°C erhitzt worden waren, wurden 65 Minuten lang bei 1465°C in Argon, wie in Beispiel 19 beschrieben, vorgesintert. Die dabei gebildeten wiesen Teilchen eine Dichte von etwa $5,99\text{ g/cm}^3$ auf, was 99,0% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0204] Die Teilchen wurden dann wie in Beispiel 19 beschrieben HIP-behandelt. Die Dichte der dabei gebildeten Teilchen des Beispiels 23 betrug $6,06\text{ g/cm}^3$, was 100,1% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0205] Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 23 wurde wie für Beispiel 3 beschrieben gemessen. Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 23 betrug 13,5 GPa.

[0206] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 23 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 27 Gramm Schleifeteilchen des Beispiels 23 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 24

[0207] Flocken von herausgebranntem Vorschleifmaterial wurden wie in Beispiel 2 beschrieben hergestellt (d.h. 1 Stunde lang auf 690°C erhitzt). Diese Flocken wurden unter Anwendung einer "Chipmunk"-Backenzerkleinerungsvorrichtung (Modell Nr. 241-34) zu Teilchen zerkleinert und so klassiert, dass die Fraktionen von $-18+20$, $-20+25$ und $-25+30$ Maschen (US Standardtestsiebe) zurückgehalten wurden. Etwa 100 Gramm dieser (Schleif-)Teilchen wurden 65 Minuten lang in Argon bei 1465°C , wie in Beispiel 19 beschrieben, vorgesintert. Die dabei gebildeten Teilchen wiesen eine Dichte von etwa $6,02\text{ g/cm}^3$, was 99,5% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0208] Die Teilchen wurden dann wie in Beispiel 19 beschrieben HIP-behandelt. Die Dichte der dabei gebildeten Teilchen des Beispiels 24 betrug $6,06\text{ g/cm}^3$, was 100,1% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0209] Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 24 wurde wie für Beispiel 3 beschrieben gemessen. Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 24 betrug 13,5 GPa.

[0210] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 24 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 27 Gramm Schleifeteilchen des Beispiels 24 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 25

[0211] Pulver aus den Flocken des Beispiels 24, die zerkleinert und klassiert worden waren, um die Fraktion von -70 Maschen (US Standardtestsiebe) zurückzuhalten, wurde zum Herstellen von Material des Beispiels 25 verwendet. Eine Polyethylenflasche wurde mit 295,7 Gramm des -70-Pulvers des Beispiels 24, 0,8 Ammoniumhydrogencitratpulver (Katalog #24,756-1) und 128,6 destilliertem Wasser beaufschlagt. 0,4 Gramm Dispergiermittel („TERGITOL MIN-FOAM 1X TENSID“) und 0,5 Gramm eines Entschäumungsmittels zum Reduzieren in der Lösung eingeschlossener Luft („FOAMKILL 852“) wurden der Mischung hinzugegeben. Etwa 470 Gramm mit Magnesium stabilisiertes Zirconiumdioxidmahlmedium (Durchmesser 12,7 mm; 97% Zirconiumdioxid; von US Stoneware Corp. erhalten) wurden in die Flasche eingegeben und die Mischung wurde 1,5 Stunden lang zum Entagglomerieren des Pulvers gemahlen.

[0212] Auf das Mahlen hin wurde die Aufschlämmung getrocknet und die Flocken wurden wie in Beispiel 2 beschrieben herausgebrannt. Etwa 290 Gramm dieser Flocken, die auf 690°C erhitzt worden waren, wurden 65 Minuten lang, wie in Beispiel 19 beschrieben bei 1465°C in Argon vorgesintert. Die dabei gebildeten Flocken wiesen eine Dichte von etwa 6,00 g/cm³ auf, was 99,2% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0213] Die Flocken wurden dann wie in Beispiel 19 beschrieben HIP-behandelt. Die Dichte der dabei gebildeten Flocken des Beispiels 25 betrug 6,06 g/cm³, was 100,2% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0214] Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 25 wurde wie für Beispiel 3 beschrieben gemessen. Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 25 betrug 12,7 GPa.

[0215] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 25 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 27 Gramm Schleifteilchen des Beispiels 25 anstatt der Schleifteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 26

[0216] Pulver der Flocken des Beispiels 24, die zerkleinert und klassiert worden waren, um die Fraktion von -70 Maschen (US Standardtestsiebe) zurückzuhalten, wurde zum Herstellen von Material des Beispiels 26 verwendet. Eine Polyethylenflasche wurde mit 295,7 Gramm des -70-Pulvers des Beispiels 24, 0,8 Ammoniumhydrogencitratpulver (Katalog #24,756-1) und 128,6 destilliertem Wasser beaufschlagt. 0,4 Gramm eines Dispergiermittel („TERGITOL MIN-FOAM 1X TENSID“) und 0,5 Gramm eines Entschäumungsmittels zum Reduzieren in der Lösung eingeschlossener Luft („FOAMKILL 852“) wurden der Mischung hinzugegeben. Etwa 470 Gramm mit Magnesium stabilisiertes Zirconiumdioxidmahlmedium (Durchmesser 12,7 mm; 97% Zirconiumdioxid; von US Stoneware Corp. erhalten) wurden in die Flasche eingegeben und die Mischung wurde 1,5 Stunden lang zum Entagglomerieren des Pulvers gemahlen.

[0217] Auf das Mahlen hin wurde die Aufschlämmung getrocknet und die Flocken wurden wie in Beispiel 2 beschrieben herausgebrannt. Das herausgebrannte Material wurde unter Anwendung einer "Chipmunk"-Backenzerkleinerungsvorrichtung (Modell Nr. 241-34) zu Teilchen zerkleinert und so klassiert, dass die Fraktionen von -18+20, -20+25 und -25+30 Maschen (US Standardtestsiebe) zurückgehalten wurden. Etwa 110 Gramm dieser Teilchen wurden dann wie in Beispiel 19 beschrieben HIP-behandelt. Die Dichte der dabei gebildeten Flocken des Beispiels 26 betrug 6,05 g/cm³, was 100,1% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0218] Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 26 wurde wie für Beispiel 3 beschrieben gemessen. Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 26 betrug 13,5 GPa.

[0219] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 26 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 27 Gramm Schleifteilchen des Beispiels 26 anstatt der Schleifteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 27

[0220] Flocken von herausgebranntem Material wurden wie in Beispiel 2 beschrieben hergestellt (d.h. 1 Stunde lang auf 690°C erhitzt). Etwa 300 Gramm der Flocken, die auf 690°C erhitzt worden waren, wurden 65 Mi-

nuten lang in Argon bei 1465°C, wie in Beispiel 19 beschrieben, vorgesintert. Die dabei gebildeten Teilchen wiesen eine Dichte von etwa 5,99 g/cm³, was 99,0% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0221] Diese Flocken wurden unter Anwendung einer "Chipmunk"-Backenzerkleinerungsvorrichtung (Modell Nr. 241-34) zu Teilchen zerkleinert und so klassiert, dass die Fraktionen von -18+20, -20+25 und -25+30 Maschen (US Standardtestsiebe) zurückgehalten wurden. 120 Gramm der dabei gebildeten Schleifeteilchen wurden wie in Beispiel 19 beschrieben, HIP-behandelt. Die des dabei gebildeten Materials des Beispiels 27 betrug 6,05 g/cm³, was 100,00% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0222] Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 27 wurde wie für Beispiel 3 beschrieben gemessen. Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Beispiels 27 betrug 13,3 GPa.

[0223] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 27 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 27 Gramm Schleifeteilchen des Beispiels 27 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 28

[0224] Etwa 345 Gramm mit Yttriumoxid stabilisierte Zirconiumdioxidpulverteilchen („HSY 3,0“) wurden unter Anwendung einer isostatischen Kaltpresse (Modell # IP4-22-60) und durch Zerkleinern, wie in Beispiel 6 beschrieben, zu kleinen Brocken konsolidiert. Die kleineren Brocken Material wurden in Argon vorgesintert und dann HIP-behandelt, beides wie in Beispiel 19 beschrieben. Die Dichte des dabei gebildeten Materials des Beispiels 28 betrug 6,07 g/cm³ was 100,3% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0225] Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Beispiels 28 wurde wie in Beispiel 3 beschrieben gemessen. Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Beispiels 28 betrug 13,2 GPa.

[0226] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 28 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 27 Gramm Schleifeteilchen des Beispiels 28 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 29

[0227] Etwa 345 Gramm kleine Brocken von Vorschleifmaterial wurden wie in Beispiel 28 beschrieben hergestellt. Die kleinen Brocken des CIP-behandelten Materials wurden von Hand mit Hilfe eines Mörsers und Stößels zu kleinen Teilchen zerkleinert und so klassiert, dass die Fraktionen von -18+20, -20+25 und -25+30 Maschen (US Standardtestsiebe) zurückgehalten wurden. Etwa 120 Gramm der dabei gebildeten Schleifeteilchen wurden in Argon vorgesintert und HIP-behandelt, beides wie in Beispiel 19 beschrieben. Die Dichte des dabei gebildeten Materials des Beispiels 29 betrug 6,06 g/cm³, was 100,1% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0228] Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 29 wurde wie für Beispiel 3 beschrieben gemessen. Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Beispiels 29 betrug 13,3 GPa.

[0229] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 29 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 27 Gramm Schleifeteilchen des Beispiels 29 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 30

[0230] Pulver von Brocken des Beispiels 29, die zerkleinert und klassiert worden waren, um die Fraktion von -70 Maschen (US-Standardtestsiebe) zurückzuhalten, wurden zum Herstellen des Materials des Beispiels 30 verwendet. Etwa 225 Gramm des -70 Pulvers des Beispiels 29 wurden unter Anwendung einer isostatischen Kaltpresse zu einem großen Block konsolidiert und dann wie für Beispiel 6 beschrieben in kleinere Brocken zerbrochen. Die kleinen Brocken von CIP-behandeltem Material wurden dann zerkleinert und in Teilchen, wie in Beispiel 29 beschrieben, klassiert. Etwa 80 Gramm der dabei gebildeten Teilchen wurden dann in Argon vorgesintert und HIP-behandelt, beides wie in Beispiel 19 beschrieben. Die Dichte des dabei gebildeten Materials des Beispiels 30 betrug 6,06 g/cm³, was 100,2% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

tische Dichte war.

[0231] Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Beispiels 30 wurde wie in Beispiel 3 beschrieben gemessen. Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Beispiels 30 betrug 13,3 GPa.

[0232] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 30 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 27 Gramm Schleifeteilchen des Beispiels 30 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Schleifleistung der Beispiele 19 bis 30 und des Vergleichsbeispiels A

[0233] Die Schleifleistung der Schleifscheiben der Beispiele 19 bis 30 und des Vergleichsbeispiels A wurden wie oben unter der Überschrift „Schleifleistung des Beispiels 1 und des Vergleichsbeispiels A“ beschrieben, beurteilt, mit der Ausnahme, dass die Länge des Tests 18 Minuten und die Belastung 17,3 kg betrug. Der gesamte Schnitt nach 12 und 18 Minuten Schleifen ist in Tabelle 8 unten angegeben.

Tabelle 8

Beispiel	Gesamter Schnitt nach 12 Min, g	Gesamter Schnitt nach 18 Min, g
Vergleichsbeispiel A	1142	1143*
19	2565	3742
20	2364	3234
21	2314	3026
22	2335	3259
23	2387	2569**
24	2250	3086
25	2481	3460
26	2285	3168
27	2475	3455
28	2432	3343
29	2455	3301
30	2171	3004

* Test aufgrund einer geringen Schnittrate von 1 g/min nach 13 Minuten abgebrochen.

** Scheibe brach nach 13 Minuten

Beispiel 31

[0234] Flocken von herausgebranntem Vorschleifmaterial wurden wie in Beispiel 2 beschrieben hergestellt (d.h. 1 Stunde lang auf 690°C erhitzt), mit der Ausnahme, dass 295,9 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertes Zirconiumdioxidpulver (unter der Handelsbezeichnung „HSY 3,0U“ (Nennzusammensetzung 94 Gew.-% ZrO₂ (+HfO₂) und 5,4 Gew.-% Y₂O₃, wobei der Rest aus Verunreinigungen wie Al₂O₃, SiO₂, Fe₂O₃, CaO und Na₂O bestand) von Zirconia Sales, Inc., Marietta, GA) anstatt 295,7 Gramm „HSY 3,0“-Pulver verwendet wurden. (Das „HSY 3,0U“-Pulver hatte einen Oberflächenbereich von etwa 20 m²/g im Vergleich mit einem Oberflächenbereich von etwa 6,5 m²/g bei „HSY 3,0“-Pulver.

[0235] Etwa 375 Gramm der Flocken, die auf 690°C erhitzt worden waren, wurden 70 Minuten lang bei 1448°C in einem Ofen mit einer regulierten Atmosphäre (Modell Nr. 100-4560FP) vorgesintert. Die Flocken

wurden von der Raumtemperatur auf 1448°C mit einer Erhitzungsrate von etwa 10°C/min erhitzt, 70 Minuten lang bei 1448°C gehalten, mit einer Kühlrate von etwa 10°C/min auf 800°C abgekühlt und dann durch Abstellen der Energiezufuhr zum Ofen auf die Raumtemperatur abgekühlt.

[0236] Die Flocken wurden dann durch Erhitzen derselben 70 Minuten lang in Argon bei einem Druck von etwa 207 MPa auf 1395°C HIP-behandelt. Die Flocken wurden von der Raumtemperatur mit einer Erhitzungsrate von etwa 20°C/min auf 1200°C erhitzt, von 1200°C mit einer Erhitzungsrate von etwa 13°C/min auf 1385°C erhitzt, und dann mit einer Kühlrate von etwa 30°C/min auf die Raumtemperatur abgekühlt. Die Dichte des dabei gebildeten Materials des Beispiels 31 betrug 6,06 g/cm³, was 100,2% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0237] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 31 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 27 Gramm Schleifeteilchen des Beispiels 31 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 32

[0238] Kleine Brocken von Vorschleifmaterial wurden wie in Beispiel 28 beschrieben hergestellt (nach der CIP-Behandlung mit Hilfe eines Mörsers und Stößels zerbrochen), mit der Ausnahme, dass 325 Gramm „HSY 3.0U“ anstatt 345 Gramm des „HSY 3,0“-Pulvers verwendet wurden. Die kleineren Brocken Material wurden in Argon vorgesintert und dann HIP-behandelt, beides wie in Beispiel 31 beschrieben. Die Dichte des dabei gebildeten Materials des Beispiels 32 betrug 6,08 g/cm³, was 100,5% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0239] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 32 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 27 Gramm Schleifeteilchen des Beispiels 32 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 33

[0240] Kleine Brocken von Vorschleifmaterial wurden wie in Beispiel 28 beschrieben hergestellt (mit Mörser und Stößel nach der CIP-Behandlung zerbrochen), mit der Ausnahme, dass 325 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertes Zirconiumdioxidpulver (unter der Handelsbezeichnung „TZ-3Y“ (Nennzusammensetzung 94,8 Gew.-% ZrO₂ (+HfO₂) und 5,1 Gew.-% Y₂O₃, wobei der Rest aus Verunreinigungen wie Al₂O₃, SiO₂, Fe₂O₃ und Na₂O besteht) von Tosoh Ceramics Division, Bound Brook, NJ) anstatt 345 Gramm des „HSY 3,0“-Pulvers verwendet wurden. Etwa 155 Gramm der kleineren Brocken Material wurden in Luft 70 Minuten lang bei 1525°C unter Anwendung eines elektrisch geheizten Ofens (unter der Handelsbezeichnung "SCHNELLETEMPFEN, Modell #920001" von CM Furnaces, Bloomfield, NJ erhalten) vorgesintert. Die Brocken wurden von der Raumtemperatur mit einer Erhitzungsrate von etwa 10°C/min auf 1525°C erhitzt, 70 Minuten lang bei 1525°C gehalten und dann mit einer Kühlrate von etwa 10°C/min auf die Raumtemperatur abgekühlt. Die Flocken wurden dann wie in Beispiel 31 beschrieben HIP-behandelt. Die Dichte des dabei gebildeten Materials des Beispiels 33 betrug 6,07 g/cm³, was 100,3% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0241] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 33 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 27 Gramm Schleifeteilchen des Beispiels 33 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 34

[0242] Eine Polyethylenflasche wurde mit 295,7 Gramm mit Magnesiumoxid stabilisiertem Zirconiumdioxidpulver (unter der Handelsbezeichnung „MSZ 8.0“ (Nennzusammensetzung 95,3 Gew.-% ZrO₂ (+HfO₂) und 3,0 Gew.-% MgO, wobei der Rest aus Verunreinigungen wie CaO und Na₂O bestand) von Zirconia Sales, Inc., Marietta, GA, erhalten), 0,3 Gramm Ammoniumhydrogencitratpulver (Katalog #24,756-1 und 257,6 Gramm destilliertem Wasser beschickt. 0,5 Gramm eines Dispergiermittels ("TERGITOL MIN-FOAM 1X TENSID) und 0,5 Gramm eines Entschäumungsmittels zum Reduzieren in der Lösung eingeschlossener Luft ("FOAMKILL 852") wurden der Mischung hinzugegeben. Etwa 470 Gramm mit Magnesium stabilisiertes Zirconiumdioxid-Mahlmedium (Durchmesser 12,7 mm; 97% Zirconiumdioxid; von US Stoneware Corp. erhalten) wurden in die Flasche eingegeben und die Mischung wurde 1,5 Stunden lang zum Entagglomerieren des Pulvers gemahlen.

[0243] Auf das Mahlen hin wurde die Aufschlämmung getrocknet und die Flocken wurden wie in Beispiel 2 beschrieben herausgebrannt. Die ausgebrannten Flocken wurden 70 Minuten lang in Luft bei 1555°C in einem elektrisch erhitzten Ofen ("SCHNELLTEMPOFEN, Modell #920001") vorgesintert. Die Flocken wurden von der Raumtemperatur auf 1555°C mit einer Erhitzungsrate von etwa 10°C/min erhitzt, 70 Minuten lang bei 1555°C gehalten, und dann mit einer Kühlrate von etwa 10°C/min auf die Raumtemperatur abgekühlt. Die Flocken wurden dann wie in Beispiel 31 beschrieben HIP-behandelt. Die Dichte des dabei gebildeten Materials des Beispiels 34 betrug 5,72 g/cm³, was 98,7% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0244] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 34 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 27 Gramm Schleifeteilchen des Beispiels 34 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 35

[0245] Kleine Brocken von Vorschleifmaterial wurden wie in Beispiel 28 beschrieben hergestellt (nach der CIP-Behandlung mit Hilfe eines Mörsers und Stößels zerbrochen), mit der Ausnahme, dass 325 Gramm mit Magnesiumoxid stabilisiertes Zirconiumdioxidpulver „MSZ-8.0“ anstatt 345 Gramm des „HSY 3,0“-Pulvers verwendet wurden. Etwa 225 Gramm der kleineren Brocken Material wurden 70 Minuten lang in Argon bei 1465°C unter Anwendung eines Ofens mit regulierter Atmosphäre (Modell 1000-4560FP) vorgesintert. Die Flocken wurden von der Raumtemperatur mit einer Erhitzungsrate von etwa 10°C/min auf 1465°C erhitzt, 70 Minuten lang bei 1465°C gehalten und dann mit einer Kühlrate von etwa 10°C/min auf 800°C abgekühlt und dann durch Abstellen der Energiezufuhr zum Ofen auf die Raumtemperatur abgekühlt. Die Brocken wurden dann wie in Beispiel 31 beschrieben HIP-behandelt. Die Dichte des dabei gebildeten Materials des Beispiels 35 betrug 5,73 g/cm³, was 98,8% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0246] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 35 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 27 Gramm Schleifeteilchen des Beispiels 35 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 36

[0247] Eine Polyethylenflasche wurde mit 295,7 Gramm mit Ceroxid stabilisiertem Zirconiumdioxidpulver (unter der Handelsbezeichnung „CEZ 10“ (Nennzusammensetzung 86 Gew.-% ZrO₂ (+HfO₂) und 13,3 Gew.-% CeO₂, wobei der Rest aus Verunreinigungen wie CaO und Na₂O bestand) von Zirconia Sales, Inc., Marietta, GA), 2,3 Gramm Ammoniumhydrogencitratpulver (Katalog #24,756-1 und 257,6 Gramm destilliertem Wasser beschickt, 0,4 Gramm eines Dispergiermittels ("TERGTTOL MIN-FOAM 1X TENSID) und 0,5 Gramm eines Entschäumungsmittels zum Reduzieren in der Lösung eingeschlossener Luft ("FOAMKILL 852") wurden der Mischung hinzugegeben. Etwa 470 Gramm mit Magnesium stabilisiertes Zirconiumdioxidmahlmedium (Durchmesser 12,7 mm; 97% Zirconiumdioxid; von US Stoneware Corp. erhalten) wurden in die Flasche eingegeben und die Mischung wurde 1,5 Stunden lang zum Entagglomerieren des Pulvers gemahlen.

[0248] Auf das Mahlen hin wurde die Aufschlämmung getrocknet und die Flocken wurden wie in Beispiel 2 beschrieben herausgebrannt. Die ausgebrannten Flocken wurden wie im Beispiel 34 beschrieben 70 Minuten lang in Luft bei 1555°C vorgesintert. Die Dichte der Flocken nach dem Vorsintern in Luft 6,18 g/cm³, was 99,7% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war. Die Flocken wurden dann wie in Beispiel 31 beschrieben HIP-behandelt. Die Dichte des dabei gebildeten Materials des Beispiels 36 betrug 5,98 g/cm³, was 96,5% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0249] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 36 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 27 Gramm Schleifeteilchen des Beispiels 36 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 37

[0250] Kleine Brocken von Vorschleifmaterial wurden wie in Beispiel 28 beschrieben hergestellt (nach der CIP-Behandlung mit Hilfe eines Mörsers und Stößels zerbrochen), mit der Ausnahme, dass 290 Gramm mit Ceroxid stabilisiertes Zirconiumdioxidpulver „CEZ-10“ anstatt 345 Gramm des „HSY 3,0“-Pulvers verwendet wurden. Kleine Brocken wurden 70 Minuten lang in Luft bei 1555°C wie in Beispiel 34 beschrieben vorgesintert. Die Dichte der Flocken nach dem Vorsintern in Luft betrug 6,00 g/cm³, was 96,8% dessen darstellte, von dem

man glaubte, dass es die theoretische Dichte war. Die Brocken wurden dann wie in Beispiel 31 beschrieben HIP-behandelt. Die Dichte des dabei gebildeten Materials des Beispiels 37 betrug $6,12 \text{ g/cm}^3$, was 98,7% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0251] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 37 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 27 Gramm Schleifeteilchen des Beispiels 37 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 38

[0252] Flocken von herausgebranntem Vorschleifmaterial wurden wie in Beispiel 2 beschrieben hergestellt (d.h. 1 Stunde lang auf 690°C erhitzt), mit der Ausnahme, dass 295,7 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertes Zirconiumdioxidpulver (unter der Handelsbezeichnung „HSY 8.0“ (Nennzusammensetzung 85,7 Gew.-% ZrO_2 (+HfO₂) und 13,7 Gew.-% Y_2O_3 , wobei der Rest aus Verunreinigungen wie Al_2O_3 , CaO und Na_2O bestand) von Zirconia Sales, Inc., Marietta, GA) anstatt 295,7 Gramm „HSY 3,0“-Pulver verwendet wurden. (Das „HSY 8.0“-Pulver enthielt ausreichend Yttriumoxid, um das Zirconiumdioxid „vollständig zu stabilisieren“, während das „HSY 3,0“-Pulver nur „teilweise stabilisiert“ ist.) Die Flocken von ausgebranntem Material wurden dann wie in Beispiel 31 beschrieben HIP-behandelt. Die Dichte des dabei gebildeten Materials des Beispiels 38 betrug $5,94 \text{ g/cm}^3$, was 100,7% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0253] Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 38 wurde wie in Beispiel 3 beschrieben gemessen. Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Beispiels 38 betrug 12,8 GPa.

[0254] Die durchschnittliche Einkerbefestigkeit des Materials des Beispiels 38 wurde wie in Beispiel 19 beschrieben gemessen, mit der Ausnahme, dass eine Einkerbbelastung von 500 Gramm angewendet wurde. Außerdem wurde der „MITUTOYO MVK-VL“ Härtetester des Beispiels 3 statt des „LEITZ MINILOAD“ benutzt und ein optisches Mikroskop zum Messen der Einkerbbrisslängen benutzt. Die durchschnittliche Einkerbefestigkeit des Materials des Beispiels 38 betrug $2,9 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$.

[0255] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 38 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 27 Gramm Schleifeteilchen des Beispiels 38 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 39

[0256] Kleine Brocken von Vorschleifmaterial wurden wie in Beispiel 28 beschrieben hergestellt (nach der CIP-Behandlung mit Hilfe eines Mörsers und Stößels zerbrochen), mit der Ausnahme, dass 325 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertes Zirconiumdioxidpulver „HSY 8.0“ anstatt 345 Gramm des „HSY 3,0“-Pulvers verwendet wurden. Kleine Brocken wurden 70 Minuten lang in Luft bei 1465°C wie in Beispiel 35 beschrieben vorgesintert. Die Brocken wurden wie in Beispiel 31 beschrieben HIP-behandelt. Die Dichte des dabei gebildeten Materials des Beispiels 39 betrug $5,94 \text{ g/cm}^3$, was 100,7% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0257] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 39 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 27 Gramm Schleifeteilchen des Beispiels 39 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 40

[0258] Kleine Brocken von Vorschleifmaterial wurden wie in Beispiel 28 beschrieben hergestellt (mit Mörser und Stößel nach der CIP-Behandlung zerbrochen), mit der Ausnahme, dass 325 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertes Zirconiumdioxidpulver (unter der Handelsbezeichnung „TZ-8Y“ (Nennzusammensetzung 96,5 Gew.-% ZrO_2 (+HfO₂) und 13,3 Gew.-% Y_2O_3 , wobei der Rest aus Verunreinigungen wie Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 und Na_2O besteht) von Tosoh Ceramics Division, Bound Brook, NJ) anstatt 345 Gramm des „HSY 3,0“-Pulvers verwendet wurden. („TZ-8Y“-Pulver enthält ausreichend Yttriumoxid, um das Zirconiumdioxid „vollständig zu stabilisieren“, während das „TZ-3Y“-Pulver nur „teilweise stabilisiert“ ist.) Ewa 155 Gramm der kleinen Brocken von Material wurden in Luft 70 Minuten lang bei 1525°C , wie in Beispiel 33 beschrieben, vorgesintert. Die Brocken wurden dann wie in Beispiel 31 beschrieben HIP-behandelt. Die Dichte des dabei gebildeten Materials des Beispiels 40 betrug $5,96 \text{ g/cm}^3$, was 101,1% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0259] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 40 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 27 Gramm Schleifeteilchen des Beispiels 40 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 41

[0260] Flocken von ausgebranntem Vorschleifmaterial wurden wie in Beispiel 2 beschrieben hergestellt (d.h. 1 Stunde lang auf 690°C erhitzt). Etwa 300 Gramm Flocken wurden 1 Stunde lang bei 1140°C in Argon unter Anwendung eines Ofens mit regulierter Atmosphäre (Modell Nr. 1000-4560FP) hitzebehandelt. Die Flocken wurden von der Raumtemperatur mit einer Erhitzungsrate von etwa 10°C/min auf 1140°C erhitzt, 1 Stunde bei 1140°C gehalten, mit einer Kühlrate von etwa 10°C/min auf 800°C abgekühlt und dann durch Abstellen der Energiezufuhr zum Ofen auf die Raumtemperatur abgekühlt.

[0261] Die hitzebehandelten Flocken wurden zerkleinert und wie in Beispiel 29 beschrieben in Teilchen klassiert. Etwa 120 Gramm der dabei gebildeten Teilchen wurden wie in Beispiel 35 beschrieben in Argon vorge-sintert und dann wie in Beispiel 31 beschrieben HIP-behandelt.

[0262] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 41 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme dass 27 Gramm der Schleifeteilchen des Beispiels 41 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Schleifleistung der Beispiele 31 bis 41 und des Vergleichsbeispiels A

[0263] Die Schleifleistung der beschichteten Schleifscheiben der Beispiele 31 bis 41 und des Vergleichsbeispiels A wurden wie oben unter der Überschrift "Schleifleistung des Beispiels 1 und des Vergleichsbeispiels A" beschrieben, beurteilt, mit der Ausnahme, dass die Länge des Tests 18 Minuten und die Belastung 17,3 kg betrug. Die gesamten Schnitte nach 12 und 18 Minuten Schleifen sind in Tabelle 9 unten aufgeführt.

Tabelle 9

Beispiel	Gesamter Abschnitt nach 12 Min, g	Gesamter Abschnitt nach 18 Min, g
Vergleichsbeispiel A	1161	1162*
31	2284	3310
32	2400	3541
33	1279	1309**
34	1454	1457***
35	1617	1863
36	569****	-
37	457 [^]	-
38	102 ^{^^}	-
39	75 ^{^^^}	-
40	62 ^{^^^}	-
41	2488	3717

* Test aufgrund einer geringen Schnittrate von 1 g/min nach 13 Minuten abgebrochen.

** Test aufgrund einer geringen Schnittrate von 1 g/min nach 15 Minuten abgebrochen.

*** Test aufgrund einer geringen Schnittrate von 3 g/min nach 13 Minuten abgebrochen.

**** Test aufgrund einer geringen Schnittrate von 3 g/min nach 10 Minuten abgebrochen.

[^] Test aufgrund einer geringen Schnittrate von 2 g/min nach 8 Minuten abgebrochen.

^{^^} Test aufgrund einer geringen Schnittrate von 5 g/min nach 4 Minuten abgebrochen.

^{^^^} Test aufgrund einer geringen Schnittrate von 1 g/min nach 3 Minuten abgebrochen.

Beispiel 42

[0264] Eine Polyethylenflasche wurde mit 300,0 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertem Zirconiumdioxidpulver („HSY 3.0“), 1,5 Gramm Ammoniumhydrogencitratpulver (Katalog #24,756-1) und 80,2 Gramm destilliertem Wasser beschickt. Etwa 470 Gramm mit Magnesiumoxid stabilisiertes Zirconiumdioxidmahlmedium (Durchmesser 12,7 mm, 97% Zirconiumdioxid; von US-Stoneware Corp. erhalten) wurden der Flasche zugegeben und die Mischung wurde 1,5 Stunden lang zum Entagglomerieren des Pulvers gemahlen.

[0265] Auf das Mahlen hin wurden Flocken von herausgebranntem Vorschleifmaterial wie in Beispiel 2 beschrieben hergestellt. Etwa 280 Gramm der Flocken, die auf 690°C erhitzt worden waren, wurden 70 Minuten lang in Argon bei 1440°C unter Anwendung eines Ofens mit einer regulierten Atmosphäre (Modell Nr. 1000-4560 FP) vorgesintert. Die Flocken wurden von der Raumtemperatur mit einer Erhitzungsrate von etwa 10°C/min auf 1440°C erhitzt, 70 Minuten lang bei 1440°C gehalten, mit einer Kühlrate von etwa 10°C/min auf 800°C abgekühlt und dann durch Abstellen der Energiezufuhr zum Ofen auf die Raumtemperatur abgekühlt. Die Flocken wurden dann 65 Minuten lang in Argon bei einem Druck von etwa 207 MPa bei 1385°C HIP-behandelt. Die Flocken wurden von der Raumtemperatur mit einer Erhitzungsrate von etwa 20°C/min auf 1200°C erhitzt, von 1200°C mit einer Erhitzungsrate von etwa 13°C/min auf 1385°C erhitzt, 65 Minuten lang bei 1385°C gehalten und dann mit einer Kühlrate von etwa 30°C/min auf die Raumtemperatur abgekühlt. Die Dichte des dabei gebildeten Materials des Beispiels 42 betrug 6,07 g/cm³, was 100,3% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0266] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 42 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 27 Gramm Schleifeteilchen des Beispiels 42 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 43

[0267] Eine Polyethylenflasche wurde mit 300,0 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertem Zirconiumdioxidpulver („HSY 3.0“), 1,5 Gramm Ammoniumhydrogencitratpulver (Katalog #24,756-1) und 100,4 Gramm destilliertem Wasser beschickt. Etwa 470 Gramm mit Magnesiumoxid stabilisiertes Zirconiumdioxidmahlmedium (Durchmesser 12,7 mm, 97% Zirconiumdioxid; von US-Stoneware Corp. erhalten) wurden der Flasche zugegeben und die Mischung wurde 1,5 Stunden lang zum Entagglomerieren des Pulvers gemahlen.

[0268] Auf das Mahlen hin wurden Flocken von herausgebranntem Vorschleifmaterial wie in Beispiel 2 beschrieben hergestellt. Etwa 280 Gramm Flocken wurden in Argon vorgesintert und HIP-behandelt, beides wie in Beispiel 42 beschrieben. Die Dichte des dabei gebildeten Materials des Beispiels 43 betrug 6,06 g/cm³, was 100,1% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0269] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 43 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 27 Gramm Schleifeteilchen des Beispiels 43 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 44

[0270] Eine Polyethylenflasche wurde mit 300,3 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertem Zirconiumdioxidpulver („HSY 3.0“), 1,6 Gramm Ammoniumhydrogencitratpulver (Katalog #24,756-1) und 120,0 Gramm destilliertem Wasser beschickt. Etwa 470 Gramm mit Magnesiumoxid stabilisiertes Zirconiumdioxidmahlmedium (Durchmesser 12,7 mm, 97% Zirconiumdioxid; von US-Stoneware Corp. erhalten) wurden der Flasche zugegeben und die Mischung wurde 1,5 Stunden lang zum Entagglomerieren des Pulvers gemahlen.

[0271] Auf das Mahlen hin wurden Flocken von herausgebranntem Vorschleifmaterial wie in Beispiel 2 beschrieben hergestellt. Etwa 280 Gramm der Flocken wurden in Argon vorgesintert und HIP-behandelt, beides wie ins Beispiel 42 beschrieben.

[0272] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 44 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 27 Gramm Schleifeteilchen des Beispiels 44 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 ver-

wendet wurden.

Schleifleistung der Beispiele 42 bis 44 und des Vergleichsbeispiels A

[0273] Die Schleifleistung der beschichteten Schleifscheiben der Beispiele 42 bis 44 und des Vergleichsbeispiels A wurden wie oben unter der Überschrift "Schleifleistung des Beispiels 1 und des Vergleichsbeispiels A" beschrieben, beurteilt, mit der Ausnahme, dass die Länge des Tests 18 Minuten und die Belastung 17,3 kg betrug. Die gesamten Schnitte nach 12 und 18 Minuten Schleifen sind in Tabelle 10 unten aufgeführt.

Tabelle 10

Beispiel	Gesamter Abschnitt nach 12 Min, g	Gesamter Abschnitt nach 18 Min, g
Vergleichsbeispiel A	1150	1152*
42	2425	3461
43	2373	3298
44	2391	3514

* Test aufgrund einer geringen Schnittrate von 2 g/min nach 13 Minuten abgebrochen.

Beispiel 45

[0274] Ein Polyurethanmahlbecher von 0,25 Gallonen (946 ml) (unter der Handelsbezeichnung „Abbethanebecher“ von Paul Abbe, Inc., Little Falls, NJ erhalten) wurde mit 399,9 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertem Zirconiumdioxidpulver („HSY 3,0“), 99,9 Gramm Aluminiumoxidpulver („APA 0,5“), 1,6 Gramm Ammoniumhydrogencitratpulver (Katalog #24,756-1) und mit 151,5 Gramm destilliertem Wasser beaufschlagt. Etwa 1200 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertes Zirconiumdioxidmahlmedium (Durchmesser 9,53 mm; 95% Zirconiumdioxid; von Tosoh Ceramics Division, Bound Brook, NJ erhalten) wurden in den Mahlbecher eingegeben und die Mischung wurde 48 Stunden lang zum Entagglomerieren und Mischen der Pulver gemahlen.

[0275] Auf das Mahlen hin wurde die Aufschlämmung wie in Beispiel 2 beschrieben getrocknet. Die organische Komponente wurde durch Erhitzen derselben 1 Stunde lang bei 600°C in Luft aus den Flocken herausgebrannt. Die Flocken wurden von der Raumtemperatur mit einer Erhitzungsrate von etwa 1°C/min auf 600°C erhitzt, 1 Stunde bei 600°C gehalten und dann durch Abstellen der Energiezufuhr zum Ofen auf die Raumtemperatur abgekühlt. Etwa 250 Gramm der ausgebrannten Flocken wurden 2 Stunden lang bei 1475°C in Luft unter Anwendung eines elektrisch geheizten Ofens (unter der Handelsbezeichnung "Modell KSK-666-3100" von Keith Furnaces, Pico Rivera, CA erhalten) gesintert. Die Flocken wurden von der Raumtemperatur mit einer Erhitzungsrate von etwa 20°C/min auf 1475°C erhitzt, 2 Stunden lang bei 1475°C gehalten und dann mit einer Kühlrate von etwa 20°C/min auf die Raumtemperatur abgekühlt.

[0276] Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 45 wurde wie in Beispiel 3 beschrieben gemessen. Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 45 betrug 14,8 GPa.

[0277] [Fig. 10](#) zeigt ein Digitalbild einer unter dem Rasterelektronenmikroskop (REM) aufgenommenen Photomikrographie einer polierten Oberfläche des Materials des Beispiels 45. Die polierte Oberfläche wurde wie in Beispiel 3 für das Mikrohärtetesten beschrieben hergestellt. Die polierte Oberfläche wurde mit einer dünnen Schicht Kohlenstoff beschichtet und in einem zur polierten Fläche normalen Winkel unter Anwendung eines Rasterelektronenmikroskops (unter der Handelsbezeichnung JEOL, Modell 840 SEM" von JEOL, Ltd., Akishima, Japan erhalten) im rückgestrahlten Elektronenimage-(BSEI)Modus betrachtet. Die durchschnittliche Korngröße der Al₂O₃-Phase (dunkle Phase) im Material des Beispiels 45 betrug etwa 0,9 Mikrometer (bei einem Bereich von 0,4-1,6 Mikrometern).

[0278] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 45 wurden unter Anwendung des in Beispiel 1 beschriebenen Verfahrens hergestellt, mit der Ausnahme, dass 25 Gramm Schleifteilchen des Beispiels 45 anstatt der

Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 46

[0279] Ein Polyurethanmahlbecher von 0,25 Gallonen (946 ml) („Abbethanebecher“) wurde mit 300,5 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertem Zirconiumdioxidpulver („HSY 3,0“), 200,5 Gramm Aluminiumoxidpulver („APA 0,5“), 1,6 Gramm Ammoniumhydrogencitratpulver (Katalog #24,756-1) und mit 152,9 Gramm destilliertem Wasser beaufschlagt. Etwa 1200 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertes Zirconiumdioxidmahlmedium (Durchmesser 9,53 mm; 95% Zirconiumdioxid; von Tosoh Ceramics Division, Bound Brook, NJ erhalten) wurden in den Mahlbecher eingegeben und die Mischung wurde 48 Stunden lang zum Entagglomerieren und Mischen der Pulver gemahlen.

[0280] Auf das Mahlen hin wurde die Aufschlämmung wie in Beispiel 2 beschrieben getrocknet. Die Flocken wurden wie in Beispiel 45 beschrieben auf 600°C erhitzt, um die organische Komponente herauszubrennen. Etwa 250 Gramm der ausgebrannten Flocken wurden 2 Stunden lang bei 1475°C wie in Beispiel 45 beschrieben gesintert. Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 46 wurde wie in Beispiel 3 beschrieben gemessen. Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 46 betrug 16,7 GPa.

[0281] [Fig. 11](#) zeigt ein Digitalbild einer unter dem Rasterelektronenmikroskop (REM) aufgenommenen Photomikrographie einer polierten Oberfläche des Materials des Beispiels 46. Die polierte Oberfläche wurde wie in Beispiel 45 beschrieben hergestellt und es wurde ein Bild davon aufgenommen. Die durchschnittliche Korngröße der Al₂O₃-Phase (dunklen Phase) im Material des Beispiels 46 betrug etwa 1,1 Mikrometer (bei einem Bereich von 0,6-1,8 Mikrometern).

[0282] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 46 wurde unter Anwendung des in Beispiel 1 beschriebenen Verfahrens hergestellt, mit der Ausnahme, dass 25 Gramm Schleifeteilchen des Beispiels 46 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Schleifleistung der Beispiele 45 und 46 und des Vergleichsbeispiels C

[0283] Die Schleifleistung der beschichteten Schleifscheiben der Beispiele 45 und 46 und des Vergleichsbeispiels C wurden wie oben unter der Überschrift „Schleifleistung des Beispiels 1 und des Vergleichsbeispiels A“ beschrieben, beurteilt, mit der Ausnahme, dass die Länge des Tests 18 Minuten und die Belastung 17,3 kg betrug. Die gesamten Schnitte nach 12 und 18 Minuten Schleifen sind in Tabelle 11 unten aufgeführt.

Tabelle 11

Beispiel	Gesamter Schnitt nach 12 Min, g	Gesamter Schnitt nach 18 Min, g
Vergleichsbeispiel C	1169*	-
45	2747	3738
46	2765	3645

* Test aufgrund einer geringen Schnittrate von 3 g/min nach 12 Minuten abgebrochen.

Beispiel 47

[0284] Etwa 200 Gramm herausgebrannter Flocken des Beispiels 45 wurden in Argon vorgesintert und dann wie in Beispiel 42 beschrieben HIP-behandelt. Die Dichte des dabei gebildeten Materials des Beispiels 47 betrug 5,49 g/cm³, was 100,3% dessen darstellte, von dem glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0285] Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 47 wurde wie in Beispiel 3 beschrieben gemessen. Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 47 betrug 15,3 GPa.

[0286] [Fig. 12](#) zeigt ein Digitalbild einer unter dem Rasterelektronenmikroskop (REM) aufgenommenen Photomikrographie einer polierten Oberfläche des Materials des Beispiels 47. Die polierte Oberfläche wurde wie in Beispiel 45 beschrieben hergestellt und es wurde ein Bild davon aufgenommen. Die durchschnittliche Korngröße der Al_2O_3 -Phase (dunklen Phase) im Material des Beispiels 47 betrug etwa 0,5 Mikrometer (bei einem Bereich von 0,3-0,8 Mikrometern).

[0287] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 47 wurde unter Anwendung des in Beispiel 1 beschriebenen Verfahrens hergestellt, mit der Ausnahme, dass 24 Gramm Schleifeteilchen des Beispiels 47 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 48

[0288] Etwa 200 Gramm herausgebrannter Flocken des Beispiels 46 wurden in Argon vorgesintert und dann wie in Beispiel 42 beschrieben HIP-behandelt. Die Dichte des dabei gebildeten Materials des Beispiels 48 betrug $5,01 \text{ g/cm}^3$, was 100,4% dessen darstellte, von dem glaubte, dass es die theoretische Dichte war. Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 48 wurde wie in Beispiel 3 beschrieben gemessen. Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 48 betrug 17,4 GPa.

[0289] [Fig. 13](#) zeigt ein Digitalbild einer unter dem Rasterelektronenmikroskop (REM) aufgenommenen Photomikrographie einer polierten Oberfläche des Materials des Beispiels 48. Die polierte Oberfläche wurde wie in Beispiel 45 beschrieben hergestellt und es wurde ein Bild davon aufgenommen. Die durchschnittliche Korngröße der Al_2O_3 -Phase (dunklen Phase) im Material des Beispiels 48 betrug etwa 0,6 Mikrometer (bei einem Bereich von 0,4-1,2 Mikrometern).

[0290] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 48 wurde unter Anwendung des in Beispiel 1 beschriebenen Verfahrens hergestellt, mit der Ausnahme, dass 22 Gramm Schleifeteilchen des Beispiels 48 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 49

[0291] Flocken von herausgebranntem Material wurden wie in Beispiel 42 beschrieben hergestellt (d.h. 1 Stunde lang auf 690°C erhitzt). Die Flocken wurden 1 Stunde lang bei 1140°C in Argon, wie in Beispiel 41 beschrieben, hitzebehandelt. Die Flocken wurden von Hand mit Hilfe eines Mörsers und Stößels zerkleinert und wie in Beispiel 29 beschrieben unter Bildung von Teilchen klassiert.

[0292] Die dabei gebildeten Teilchen wurden 70 Minuten lang bei 1455°C in Argon unter Anwendung eines Ofens mit einer regulierten Atmosphäre (Modell Nr. 1000-4560FP) vorgesintert. Die Teilchen wurden von der Raumtemperatur mit einer Erhitzungsrate von etwa $10^\circ\text{C}/\text{min}$ auf 1455°C erhitzt, 70 Minuten lang bei 1455°C gehalten und dann mit einer Kühlrate von etwa $10^\circ\text{C}/\text{min}$ auf 800°C abgekühlt und dann durch Abstellen der Energiezufuhr zum Ofen auf die Raumtemperatur abgekühlt. Die Teilchen wurden wie in Beispiel 19 beschrieben HIP-behandelt.

[0293] Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 49 wurde wie in Beispiel 3 beschrieben gemessen. Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 49 betrug 13,2 GPa.

[0294] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 49 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 26,5 Gramm Schleifeteilchen des Beispiels 49 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Vergleichsbeispiel D

[0295] Beschichtete Schleifscheiben des Vergleichsbeispiels D wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 17,6 Gramm von Sol-Gel derivierten Schleifeteilchen ("321 CUBITRON") anstatt 30 Gramm der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Schleifleistung der Beispiele 47 bis 49 und des Vergleichsbeispiels D

[0296] Die Schleifleistung der beschichteten Schleifscheiben der Beispiele 47 bis 49 und des Vergleichsbeispiels D wurden wie oben unter der Überschrift „Schleifleistung des Beispiels 1 und des Vergleichsbeispiels A“ beschrieben, beurteilt, mit der Ausnahme, dass die Länge des Tests 18 Minuten und die Belastung 17,3 kg

betrug. Die gesamten Schnitte nach 12 und 18 Minuten Schleifen sind in Tabelle 12 unten aufgeführt.

Tabelle 12

Beispiel	Gesamter Schnitt nach 12 Min, g	Gesamter Schnitt nach 18 Min, g
Vergleichsbeispiel D	1384	1401*
47	2719	3834
48	2521	3258
48	2592	3320

* Test aufgrund einer geringen Schnittrate von 3 g/min nach 14 Minuten abgebrochen.

Beispiel 50

[0297] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 50 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 24 Gramm Schleifteilchen des Beispiels 19 anstatt der Schleifteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden und die Schleifteilchen des Beispiels 19 so klassiert worden waren, dass Fraktionen von -40+45 und -45+50 Maschen (USA-Standardtestsiebe) zurückgehalten wurden. Diese beiden Maschenfraktionen wurden unter Bildung einer Mischung von 50/50 kombiniert.

Vergleichsbeispiel E

[0298] Beschichtete Schleifscheiben des Vergleichsbeispiels E wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 24 Gramm von Sol-Gel derivierte Schleifteilchen („321 CUBITRON“), die so klassiert worden waren, dass Fraktionen von -40+45 und -45+50 Maschen (USA-Standardtestsiebe) zurückgehalten und unter Bildung einer Mischung von 50/50 kombiniert wurden, statt 30 Gramm der Schleifteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Vergleichsbeispiel F

[0299] Beschichtete Schleifscheiben des Vergleichsbeispiels F wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 24 Gramm von Sol-Gel derivierte Schleifteilchen (von 3M Company, St. Paul, MN unter der Handelsbezeichnung „222 CUBITRON“ vertrieben), die so klassiert worden waren, dass Fraktionen von -40+45 und -45+50 Maschen (USA-Standardtestsiebe) zurückgehalten und unter Bildung einer Mischung von 50/50 kombiniert wurden, statt 30 Gramm der Schleifteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Vergleichsbeispiel G

[0300] Beschichtete Schleifscheiben des Vergleichsbeispiels G wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 24 Gramm von Sol-Gel derivierte Schleifteilchen (von 3M Company, St. Paul, MN unter der Handelsbezeichnung „201 CUBITRON“ vertrieben), die so klassiert worden waren, dass Fraktionen von -40+45 und -45+50 Maschen (USA-Standardtestsiebe) zurückgehalten und unter Bildung einer Mischung von 50/50 kombiniert wurden, statt 30 Gramm der Schleifteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Schleifleistung des Beispiels 50 und der Vergleichsbeispiele E bis G

[0301] Die Schleifleistung der beschichteten Schleifscheiben des Beispiels 50 und der Vergleichsbeispiele E bis G wurden wie oben unter der Überschrift „Schleifleistung des Beispiels 1 und des Vergleichsbeispiels A“ beschrieben, beurteilt, mit der Ausnahme, dass die Länge des Tests bis zu 16 Minuten und die aufgebrachten Belastungen 6,4, 7,3, 10,1 und 17,3 kg betragen. Die gesamten Schnitte nach 12 und 18 Minuten Schleifen sind jeweils in den Tabellen 13 (6,4 kg), 14 (7,3 kg), 15 (10,1 kg) und 16 (17,3 kg) unten aufgeführt.

Tabelle 13

Beispiel	Gesamter Schnitt nach 12 Min, g	Gesamter Schnitt nach 16 Min, g
50	669	857
Vergleichsbeispiel E	846	1035
Vergleichsbeispiel F	916	1065
Vergleichsbeispiel G	720	906

Tabelle 14

Beispiel	Gesamter Schnitt nach 12 Min, g	Gesamter Schnitt nach 16 Min, g
50	746	924
Vergleichsbeispiel E	736	847
Vergleichsbeispiel F	828	894
Vergleichsbeispiel G	809	950

Tabelle 15

Beispiel	Gesamter Schnitt nach 12 Min, g	Gesamter Schnitt nach 16 Min, g
50	1130	1199
Vergleichsbeispiel E	726	727*
Vergleichsbeispiel F	623**	-
Vergleichsbeispiel G	972	1052

* Test aufgrund einer geringen Schnittrate von 1 g/min nach 13 Minuten abgebrochen.

** Test aufgrund einer geringen Schnittrate von 2 g/min nach 11 Minuten abgebrochen.

Tabelle 16

Beispiel	Gesamter Schnitt nach 12 Min, g
50	998*
Vergleichsbeispiel E	463**

* Test aufgrund einer geringen Schnittrate von 2 g/min nach 9 Minuten abgebrochen.

** Test aufgrund einer geringen Schnittrate von 2 g/min nach 7 Minuten abgebrochen.

Beispiel 51

[0302] Ein Polyurethanmahlbecher von 0,25 Gallonen (946 ml) („Abethanebecher“) wurde mit 501,4 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertem Zirconiumdioxidpulver („HSY 3,0“), 1,5 Gramm Ammoniumhydrogencitratpulver (Katalog #24,756-1) und 150,8 Gramm destilliertem Wasser beaufschlagt. Etwa 1150 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertes Zirconiumdioxidmahlmedium (Durchmesser 9,53 mm; 95% Zirconiumdioxid; von Tosoh Ceramics erhalten) wurden in den Mahlbecher eingegeben und die Mischung wurde 54 Stunden lang zum Entagglomerieren und Mischen der Pulver gemahlen.

[0303] Auf das Mahlen hin wurde die Aufschlammung getrocknet und die Flocken wurden wie in Beispiel 2 beschrieben zum Herausbrennen der organischen Komponente auf 690°C erhitzt. Die Flocken wurden dann 1 Stunde lang bei 1140°C in Argon, wie in Beispiel 41 beschrieben, hitzebehandelt. Die Flocken wurden dann von Hand unter Anwendung eines Mörser und Stößels unter Bildung von Teilchen zerkleinert, die klassiert wurden, um die Fraktionen von -16+18, -18+20, +20+25, -25+30 und -30+35 Maschen (US-Standardtestsiebe) zurückzuhalten. Etwa 100 Gramm der dabei gebildeten Teilchen wurden dann 70 Minuten lang bei 1415°C in Argon unter Anwendung eines Ofens mit regulierter Atmosphäre (Modell Nr. 1000-4560FP) vorgesintert. Die Teilchen wurden von der Raumtemperatur mit einer Erhitzungsrate von etwa 10°C/min auf 1415°C erhitzt, 70 Minuten lang bei 1415°C gehalten, mit einer Kühlrate von etwa 10°C/min auf 800°C abgekühlt und dann durch Abstellen der Energiezufuhr zum Ofen auf die Raumtemperatur abgekühlt. Die Dichte der dabei gebildeten Teilchen des Beispiels 51 betrug 6,05 g/cm³, was 100,0% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0304] Die Teilchen wurden dann 60 Minuten lang in Argon bei einem Druck von etwa 207 MPa auf 1365°C erhitzt. Die Teilchen wurden von der Raumtemperatur mit einer Erhitzungsrate von etwa 20°C/min auf 1200°C erhitzt, mit einer Erhitzungsrate von etwa 13°C/min von 1200°C auf 1365°C erhitzt, 60 Minuten lang bei 1365°C gehalten und dann mit einer Kühlrate von etwa 30°C/min auf die Raumtemperatur abgekühlt. Die Dichte der dabei gebildeten Teilchen des Beispiels 51 betrug 6,06 g/cm³, was 100,1% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0305] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 51 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 26,5 Gramm Schleifteilchen des Beispiels 51 anstatt der Schleifteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 52

[0306] Etwa 100 Gramm der hitzebehandelten, zerkleinerten und klassierten Teilchen des Beispiels 51 wurden 70 Minuten lang bei 1430°C in Argon unter Anwendung eines Ofens mit einer regulierten Atmosphäre (Modell Nr. 1000-4560FP) gesintert. Die Teilchen wurden von der Raumtemperatur mit einer Erhitzungsrate von etwa 10°C/min auf 1430°C erhitzt, 70 Minuten lang bei 1430°C gehalten, mit einer Kühlrate von etwa 10°C/min auf 800°C abgekühlt und dann durch Abstellen der Energiezufuhr zum Ofen auf die Raumtemperatur abgekühlt. Die Dichte der dabei gebildeten Teilchen des Beispiels 52 betrug 6,06 g/cm³, was 100,1% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0307] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 52 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 26,5 Gramm Schleifteilchen des Beispiels 52 anstatt der Schleifteilchen des Beispiels 1

verwendet wurden.

Beispiel 53

[0308] Flocken von ausgebranntem Vorschleifmaterial wurden wie in Beispiel 42 beschrieben hergestellt, (d.h. 1 Stunde lang auf 690°C erhitzt). Die Flocken wurden dann wie in Beispiel 41 beschrieben 1 Stunde lang bei 1140°C in Argon hitzebehandelt. Die Flocken wurden dann mechanisch unter Anwendung einer „Chipmunk-Backenzerkleinerungsvorrichtung“ (Modell Nr. 241-34) zu Teilchen zerkleinert und so klassiert, dass die Fraktionen von -16+18, -18+20, -20+25, -25+30 und -30+35 Maschen (US-Standardtestsiebe) zurückgehalten wurden.

[0309] Die dabei gebildeten Teilchen wurden dann 70 Minuten lang bei 1445°C in Argon, wie in Beispiel 49 beschrieben, vorgesintert. Die Dichte der dabei gebildeten Teilchen betrug 6,05 g/cm³, was 100,0% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war. Die Teilchen wurden dann wie in Beispiel 19 beschrieben HIP-behandelt. Die Dichte der dabei gebildeten Teilchen des Beispiel 53 betrug 6,06 g/cm³, was 100,1% dessen darstellte, von dem glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0310] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 53 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 26,5 Gramm der Schleifeteilchen des Beispiels 53 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Schleifleistung der Beispiele 51 bis 53 und des Vergleichsbeispiels B

[0311] Die Schleifleistung der beschichteten Schleifscheiben der Beispiele 51 bis 53 und des Vergleichsbeispiels B wurden wie oben unter der Überschrift „Schleifleistung des Beispiels 1 und des Vergleichsbeispiels A“ beschrieben, beurteilt, mit der Ausnahme, dass die Länge des Tests 24 Minuten und die Belastung 17,3 kg betrug. Die gesamten Schnitte nach 12, 18 und 24 Minuten Schleifen sind in Tabelle 17 unten aufgeführt.

Tabelle 17

Beispiel	Gesamter Schnitt nach 12 Min, g	Gesamter Schnitt nach 18 Min, g	Gesamter Schnitt nach 24 Min, g
Vergleichsbeispiel B	1317*	*	*
51	2376	3561	4521
52	2563	3656	4306
53	2504	3651	4222

* Test aufgrund einer geringen Schnittrate von 5 g/min nach 12 Minuten abgebrochen.

Beispiele 54-57

[0312] Ein Polyurethanmahlbecher von 0,25 Gallonen (946 ml) („Abethanebecher“) wurde mit 500,0 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertem Zirconiumdioxidpulver („HSY 3,0“), 1,5 Gramm Ammoniumhydrogencitratpulver (Katalog #24,756-1) und 150,0 Gramm destilliertem Wasser beaufschlagt. Etwa 1050 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertes Zirconiumdioxidmahlmedium (Durchmesser 9,53 mm; 95% Zirconiumdioxid; von Tosoh Ceramics erhalten) wurden in den Mahlbecher eingegeben und die Mischung wurde 54 Stunden lang zum Entagglomerieren und Mischen der Pulver gemahlen.

[0313] Auf das Mahlen hin wurde die Aufschlämmung getrocknet und die Flocken wurden wie in Beispiel 2 beschrieben auf 690°C erhitzt. Die Flocken wurden dann 1 Stunde lang bei 1140°C in Argon, wie in Beispiel 41 beschrieben, hitzebehandelt. Die Flocken wurden unter Anwendung einer „Chipmunk“ Backenzerkleinerungsvorrichtung unter Anwendung der Vorgehensweise wie in Beispiel 53 beschrieben unter Bildung von Teilchen zerkleinert, die klassiert wurden, um die Fraktionen von -20+25, -25+30, -30+35 und +40+45 Maschen

(US-Standardtestsiebe) zurückzuhalten.

[0314] Die dabei gebildeten Teilchen wurden dann 70 Minuten lang bei 1420°C in Argon unter Anwendung eines Ofens mit regulierter Atmosphäre (Modell Nr. 1000-4560FP) vorgesintert. Die Teilchen wurden von der Raumtemperatur mit einer Erhitzungsrate von etwa 10°C/min auf 1420°C erhitzt, 70 Minuten lang bei 1420°C gehalten, mit einer Kühlrate von etwa 10°C/min auf 800°C abgekühlt und dann durch Abstellen der Energiezufuhr zum Ofen auf die Raumtemperatur abgekühlt. Die Teilchen wurden dann durch Erhitzen der Teilchen 65 Minuten lang in Argon bei einem Druck von etwa 207 MPa auf 1365°C HIP-behandelt. Die Teilchen wurden von der Raumtemperatur mit einer Erhitzungsrate von etwa 20°C/min auf 120 °C erhitzt, von 1200°C mit einer Erhitzungsrate von etwa 13°C/min auf 1365°C erhitzt und dann mit einer Kühlrate von etwa 30°C/min auf die Raumtemperatur abgekühlt. Die Dichte des dabei gebildeten Teilchen des Beispiels 54 betrug 6,05 g/cm³, was 100,0% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0315] Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 54 wurde wie in Beispiel 3 beschrieben gemessen. Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 54 betrug 13,2 GPa. Die durchschnittliche Eindrückfestigkeit des Materials des Beispiels 54 wurde wie in Beispiel 19 beschrieben gemessen. Die durchschnittliche Eindrückfestigkeit des Materials des Beispiels 54 betrug 6,3 MPa·m^{1/2}.

[0316] Mehrere Chargen der (Schleif-)Teilchen des Beispiels 54 wurden hergestellt, um die unten beschriebenen Schleifschritte durchzuführen. Die genaue Menge verschiedener Rohmaterialien in diesen mehrfachen Chargen wichen um weniger als 0,5% von den oben angegebenen Standardmengen ab. Die Verarbeitungstemperaturen wichen um weniger als ± 5°C von den oben angegebenen Standardtemperaturen ab.

[0317] Beschichtete Schleifscheiben der Beispiele 54, 55, 56 und 57 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass jeweils 17,5 Gramm, 22,0 Gramm, 26,5 Gramm und 31,5 Gramm Schleifteilchen des Beispiels 54 anstatt der Schleifteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Schleifleistung der Beispiele 54 bis 57 und des Vergleichsbeispiels B

[0318] Die Schleifleistung der beschichteten Schleifscheiben der Beispiele 54 bis 57 und des Vergleichsbeispiels B wurden wie oben unter der Überschrift „Schleifleistung des Beispiels 1 und des Vergleichsbeispiels A“ beschrieben, beurteilt, mit der Ausnahme, dass die Länge des Tests bis zu 30 Minuten und die Belastung 17,3 kg betragen. Die gesamten Schnitte nach 12, 18, 24 und 30 Minuten Schleifen sind Tabelle 18 unten aufgeführt.

Tabelle 18

Beispiel	Gesamter Schnitt nach 12 Min, g	Gesamter Schnitt nach 18 Min, g	Gesamter Schnitt nach 24 Min, g	Gesamter Abschnitt nach 30 Min, g
Vergleichsbeisp. B	1133	1140*	*	*
54	2293	3356	**	**
55	2568	3828	4865	***
56	2463	3658	4783	5836

57	2391	3261	****	****
----	------	------	------	------

* Test aufgrund einer geringen Schnittrate von 7 g/min nach 13 Minuten abgebrochen.

** Test bei einer Schnittrate von 165 g/min nach 18 Minuten abgebrochen.

*** Test bei einer Schnittrate von 153 g/min nach 24 Minuten abgebrochen.

**** Test bei einer Schnittrate von 89 g/min nach 18 Minuten abgebrochen.

Beispiele 58 bis 60

[0319] Beschichtete Schleifscheiben der Beispiele 58 bis 60 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass jeweils 18, 22 und 26 Gramm Schleifeteilchen des Beispiels 54 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden. und die Schleifeteilchen des Beispiels 54 so klassiert worden waren, dass Fraktionen von -35+40 und -40+45 Maschen (USA-Standardtestsiebe) zurückgehalten wurden. Diese beiden Maschenfraktionen wurden unter Bildung einer Mischung von 50/50 kombiniert.

Vergleichsbeispiel H

[0320] Beschichtete Schleifscheiben des Vergleichsbeispiels H wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 14,9 Gramm von Sol-Gel derivierte Schleifeteilchen („321 CUBITRON“), die so klassiert worden waren, dass Fraktionen von -35+40 und -40+45 Maschen (USA-Standardtestsiebe) zurückgehalten und unter Bildung einer Mischung von 50/50 kombiniert wurden, statt 30 Gramm der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Schleifleistung der Beispiele 58 bis 60 und des Vergleichsbeispiels H

[0321] Die Schleifleistung der beschichteten Schleifscheiben der Beispiele 58 bis 60 und des Vergleichsbeispiels H wurden wie oben unter der Überschrift „Schleifleistung des Beispiels 1 und des Vergleichsbeispiels A“ beschrieben, beurteilt, mit der Ausnahme, dass die Länge des Tests 18 Minuten und die Belastung 10,1 kg betragen. Die gesamten Schnitte nach 12 und 18 und 30 Minuten Schleifen sind Tabelle 19 unten aufgeführt.

Tabelle 19

Beispiel	Gesamter Schnitt nach 12 Min, g	Gesamter Schnitt nach 18 Min, g
Vergleichsbeispiel H	1105	1366
58	1501	2134
59	1468	2125
60	1438	1979

Beispiel 61

[0322] Ein Polyurethanmahlbecher von 0,25 Gallonen (946 ml) („Abethanebecher“) wurde mit 265,7 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertem Zirconiumdioxidpulver („HSY 3,0“), 29,5 Gramm Aluminiumoxidpulver („APA 0,5“), 0,9 Gramm Ammoniumhydrogencitratpulver (Katalog #24,756-1) und 90,0 Gramm destilliertem Wasser beaufschlagt. Etwa 470 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertes Zirconiumdioxidmahlmedium (Durchmesser 9,53 mm; 95% Zirconiumdioxid; von Tosoh Ceramics erhalten) wurden in den Mahlbecher eingegeben und die Mischung wurde 54 Stunden lang zum Entagglomerieren und Mischen der Pulver gemahlen.

[0323] Auf das Mahlen hin wurde die Aufschlämmung getrocknet und die Flocken wurden wie in Beispiel 2 beschrieben auf 690°C erhitzt. Die Flocken wurden 1 Stunde lang bei 1220°C in Argon unter Anwendung eines Ofens mit regulierter Atmosphäre (Modell Nr. 1000-3560-FP20, von Astro Industries, Santa Barbara, CA erhältlich) hitzebehandelt. Die Flocken wurden mit einer Erhitzungsrate von etwa 10°C/min auf 1220°C erhitzt, 1 Stunde bei 1220°C gehalten, mit einer Kühlrate von etwa 10°C/min auf 800°C abgekühlt und dann durch Abstellen der Energiezufuhr zum Ofen auf die Raumtemperatur abgekühlt.

[0324] Die Flocken wurden mechanisch mit Hilfe einer "Chipmunk"-Backenzerkleinerungsvorrichtung“, wie in Beispiel 53 beschrieben, unter Bildung von Teilchen zerkleinert. Die dabei gebildeten Teilchen wurden 70 Minuten lang bei 1420°C in Argon, wie in Beispiel 54 beschrieben, vorgesintert. Die dabei gebildeten vorgesinterten Teilchen wiesen eine Dichte von etwa 5,73 g/cm³ auf, was 99,6% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war. Die Teilchen wurden dann 65 Minuten lang bei 1365°C, wie in Beispiel

54 beschrieben HIP-behandelt. Die Dichte der dabei gebildeten Teilchen des Beispiel 61 betrug $5,75 \text{ g/cm}^3$, was 100,0% dessen darstellte, von dem glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0325] Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 61 wurde wie in Beispiel 3 beschrieben, gemessen. Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 61 betrug 14,0 GPa.

[0326] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 61 wurden wie in Beispiel 1 beschriebenen Verfahrens hergestellt, mit der Ausnahme, dass 25,2 Gramm der Schleifeteilchen des Beispiels 61 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 62

[0327] Ein Polyurethanmahlbecher von 0,25 Gallonen (946 ml) („Abethanebecher“) wurde mit 280,56 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertem Zirconiumdioxidpulver („HSY 3,0“), 14,8 Gramm Aluminiumoxidpulver („APA 0,5“), 1,0 Gramm Ammoniumhydrogencitratpulver (Katalog #24,756-1) und 90,1 Gramm destilliertem Wasser beaufschlagt. Etwa 470 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertes Zirconiumdioxidmahlmedium (Durchmesser 9,53 mm; 95% Zirconiumdioxid; von Tosoh Ceramics erhalten) wurden in den Mahlbecher eingegeben und die Mischung wurde 54 Stunden lang zum Entagglomerieren und Mischen der Pulver gemahlen.

[0328] Auf das Mahlen hin wurde die Aufschlämmung getrocknet und die Flocken wurden wie in Beispiel 2 beschrieben auf 690°C erhitzt. Die Flocken wurden 1 Stunde lang bei 1220°C in Argon wie in Beispiel 61 beschrieben hitzebehandelt.

[0329] Die Flocken wurden mechanisch mit Hilfe einer "Chipmunk"-Backenzerkleinerungsvorrichtung, wie in Beispiel 53 beschrieben, unter Bildung von Teilchen zerkleinert. Die dabei gebildeten Teilchen wurden dann 70 Minuten lang bei 1420°C in Argon, wie in Beispiel 54 beschrieben, vorgesintert. Die dabei gebildeten vorgesinterten Teilchen wiesen eine Dichte von etwa $5,89 \text{ g/cm}^3$ auf, was 99,8% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war. Die Teilchen wurden dann 65 Minuten lang bei 1365°C , wie in Beispiel 54 beschrieben HIP-behandelt. Die Dichte der dabei gebildeten Teilchen des Beispiel 62 betrug $5,90 \text{ g/cm}^3$, was 100,1% dessen darstellte, von dem glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0330] Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 62 wurde wie in Beispiel 3 beschrieben, gemessen. Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 62 betrug 13,7 GPa.

[0331] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 62 wurden wie in Beispiel 1 beschriebenen Verfahrens hergestellt, mit der Ausnahme, dass 25,8 Gramm der Schleifeteilchen des Beispiels 62 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Schleifleistung der Beispiele 61 und 62 und des Vergleichsbeispiels B

[0332] Die Schleifleistung der beschichteten Schleifscheiben der Beispiele 61 und 62 und des Vergleichsbeispiels B wurden wie oben unter der Überschrift „Schleifleistung des Beispiels 1 und des Vergleichsbeispiels A“ beschrieben, beurteilt, mit der Ausnahme, dass die Länge des Tests 18 Minuten und die Belastung 17,3 kg betragen. Die gesamten Schnitte nach 12 und 18 Minuten Schleifen sind Tabelle 20 unten aufgeführt.

Tabelle 20

Beispiel	Gesamter Schnitt nach 12 Min, g	Gesamter Schnitt nach 18 Min, g
Vergleichsbeisp. B	1157	1162*
61	2356	3381
62	2384	3511

* Test aufgrund einer geringen Schnittrate von 5 g/min nach 13 Minuten abgebrochen.

Beispiel 63

[0333] Ein Polyurethanmahlbecher von 0,25 Gallonen (946 ml) („Abbethanebecher“), 400,0 Gramm unstabilisiertem Zirkoniumdioxidpulver (unter der Handelsbezeichnung „DK-1“ (Nennzusammensetzung 99,5 Gew.% ZrO_2 (+ HfO_2), wobei der Rest aus Verunreinigungen wie Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 , TiO_2 und Na_2O bestand) von Zirconia Sales, Inc., Marietta, GA erhalten), 100,0 Gramm Aluminiumoxidpulver („APA 0,5“), 2,4 Gramm Ammoniumhydrogencitratpulver (Katalog #24,756-1) und mit 316,2 Gramm destilliertem Wasser beaufschlagt. Etwa 990 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertes Zirkoniumdioxidmahlmedium (Durchmesser 9,53 mm; 95% Zirkoniumdioxid; von Tosoh Ceramics erhalten) wurden in den Mahlbecher eingegeben und die Mischung wurde 48 Stunden lang zum Entagglomerieren und Mischen der Pulver gemahlen.

[0334] Auf das Mahlen hin wurde die Aufschlämmung wie in Beispiel 2 beschrieben getrocknet. Die organische Komponente wurde durch Erhitzen derselben 1 Stunde lang bei 600°C in Luft, wie in Beispiel 45 beschrieben, aus den Flocken herausgebrannt. Etwa 250 Gramm der ausgebrannten Flocken wurden mit einer wässrigen Lösung von $Y(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ (Katalog #237957, von Aldrich Chemical Company, Milwaukee, WI) infiltriert, getrocknet und 1 Stunden in Luft bei 600°C getrocknet. Die Flocken wurden von der Raumtemperatur mit einer Erhitzungsrate von etwa 1°C/min auf 600°C erhitzt, 1 Stunde lang bei 600°C gehalten und dann durch Abstellen der Energiezufuhr zum Ofen auf die Raumtemperatur abgekühlt. Die $Y(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ Konzentration der Infiltratlösung war derart, dass die gebildete Menge an Y_2O_3 in den calcinierten Flocken 7,3 Gew.-% (mit 18,5 Gew.-% Al_2O_3 und 74,2 Gew.-% ZrO_2) betrug. Etwa 250 Gramm der infiltrierten, calcinierten Flocken wurden 2 Stunden lang in Luft bei 1475°C, wie in Beispiel 45 beschrieben, gesintert.

[0335] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 63 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 25 Gramm Schleifeteilchen des Beispiels 63 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Schleifleistung des Beispiels 63 und des Vergleichsbeispiels C

[0336] Die Schleifleistung der beschichteten Schleifscheiben des Beispiels 63 und des Vergleichsbeispiels C wurden wie oben unter der Überschrift „Schleifleistung des Beispiels 1 und des Vergleichsbeispiels A“ beschrieben, beurteilt, mit der Ausnahme, dass die Länge des Tests 12 Minuten und die Belastung 17,3 kg betragen. Die gesamten Schnitte nach 12 Minuten Schleifen sind in der Tabelle 21 unten aufgeführt.

Tabelle 21

Beispiel	Gesamter Schnitt nach 12 Min, g
Vergleichsbeispiel C	1153
63	2357

Beispiel 64

[0337] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 64 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 23,1 Gramm Schleifeteilchen des Beispiels 54 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden. und die Schleifeteilchen des Beispiels 54 so klassiert worden waren, dass Fraktionen von -35+40 und -40+45 Maschen (USA-Standardtestsiebe) zurückgehalten wurden. Diese beiden Maschenfraktionen wurden unter Bildung einer Mischung von 50/50 kombiniert.

Beispiel 65

[0338] Ein Polyurethanmahlbecher von 1,6 Gallonen (6054 ml) (unter Handelsbezeichnung „Abbethanebecher“ von Paul Abbe, Inc., Little Falls, NJ erhalten) wurde mit 3200 Gramm mit Yttrium stabilisiertem Zirkoniumdioxidpulver („HSY 3,0“), 800,0 Gramm Aluminiumoxidpulver („APA 0,5“), 12,4 Gramm Ammoniumhydrogencitratpulver (Katalog #24,756-1) und 1050 Gramm destilliertem Wasser beaufschlagt. Etwa 3500 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertes Zirkoniumdioxidmahlmedium (Durchmesser 9,53 mm; 95% Zirkoniumdioxid; von

Tosoh Ceramics erhalten) wurden in die Mühle eingegeben und die Mischung wurde 48 Stunden lang zum Entagglomerieren und Mahlen und Mischen der Pulver gemahlen.

[0339] Auf das Mahlen hin wurde die Aufschlammung wie in Beispiel 2 beschrieben getrocknet. Die Flocken wurden wie in Beispiel 45 beschrieben auf 600°C erhitzt, um die organische Komponente herauszubrennen. Die Flocken wurden dann von Hand mit Hilfe eines Mörsers und Stößels unter Bildung von Teilchen zerkleinert, die so klassiert wurden, dass die Fraktionen -18+20, -20+25, -25+30 und -30+45 Maschen (USA-Standardtestsiebe) zurückgehalten wurden. Die Teilchen wurden 2 Stunden lang in Luft bei 1475°C, wie in Beispiel 45 beschrieben, gesintert. Die Dichte der dabei gebildeten Teilchen des Beispiels 65 betrug 5,46 g/cm³, was 99,7% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0340] Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 65 wurde wie in Beispiel 3 beschrieben gemessen. Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 65 betrug 14,6 GPa. Die durchschnittliche Eindrückfestigkeit des Materials des Beispiels 65 wurde wie in Beispiel 19 beschrieben gemessen. Die durchschnittliche Eindrückfestigkeit des Materials des Beispiels 65 betrug 12,0 MPa·m^{1/2}.

[0341] Mehrere Chargen der Schleifeteilchen des Beispiels 65 wurden hergestellt, um das unten beschriebene Schleifen durchzuführen. Die genaue Menge verschiedener Rohmaterialien in diesen mehrfachen Chargen wichen um weniger als 0,5% von den oben angegebenen Standardmengen ab. Die Verarbeitungstemperaturen wichen um weniger als ± 5°C von den oben angegebenen Standardtemperaturen ab.

[0342] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 65 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 20,9 Gramm Schleifeteilchen des Beispiels 65 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Beispiel 66

[0343] Ein Polyurethanmahlbecher von 1,6 Gallonen (6054 ml) („Abbethanebecher“) wurde mit 2400 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertem Zirkoniumdioxidpulver („HSY 3,0“), 1600 Gramm Aluminiumoxidpulver („APA 0,5“), 12,4 Gramm Ammoniumhydrogencitratpulver (Katalog #24,756-1) und 1050 Gramm destilliertem Wasser beaufschlagt. Etwa 3500 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertes Zirkoniumdioxidmahlmedium (Durchmesser 9,53 mm; 95% Zirkoniumdioxid; von Tosoh Ceramics erhalten) wurden in die Mühle eingegeben und die Mischung wurde 48 Stunden lang zum Entagglomerieren, Mahlen und Mischen der Pulver gemahlen.

[0344] Auf das Mahlen hin wurde die Aufschlammung wie im Beispiel 2 beschrieben getrocknet. Die Flocken wurden wie in Beispiel 45 beschrieben zum Herausbrennen der organischen Komponente auf 600°C erhitzt. Die Flocken wurden dann von Hand unter Anwendung der in Beispiel 65 beschriebenen Vorgehensweise unter Bildung von Teilchen zerkleinert. Die Teilchen wurden 2 Stunden lang bei 1475°C in Luft, wie in Beispiel 45 beschrieben, gesintert. Die Dichte der dabei gebildeten Teilchen des Beispiels 66 betrug 5,00 g/cm³, was 100,0% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0345] Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 66 wurde wie in Beispiel 3 beschrieben gemessen. Die durchschnittliche Mikrohärtigkeit des Materials des Beispiels 66 betrug 15,6 GPa. Die durchschnittliche Eindrückfestigkeit des Materials des Beispiels 66 wurde wie in Beispiel 19 beschrieben gemessen. Die durchschnittliche Eindrückfestigkeit des Materials des Beispiels 66 betrug 6,3 MPa·m^{1/2}.

[0346] Mehrere Chargen der Schleifeteilchen des Beispiels 66 wurden hergestellt, um das unten beschriebene Schleifen durchzuführen. Die genaue Menge verschiedener Rohmaterialien in diesen mehrfachen Chargen wichen um weniger als 0,5% von den oben angegebenen Standardmengen ab. Die Verarbeitungstemperaturen wichen um weniger als ± 5°C von den oben angegebenen Standardtemperaturen ab.

[0347] Beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 66 wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 19,1 Gramm Schleifeteilchen des Beispiels 66 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Vergleichsbeispiel I

[0348] Beschichtete Schleifscheiben des Vergleichsbeispiels I wurden wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 14,8 Gramm von Sol-Gel derivierte Schleifeteilchen („201 CUBITRON“), die so klassiert worden waren, dass Fraktionen von -35+40 und -40+45 Maschen (USA-Standardtestsiebe) zurück-

gehalten und unter Bildung einer Mischung von 50/50 kombiniert wurden, statt 30 Gramm der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Schleifleistung der Beispiele 64 bis 66 und der Vergleichsbeispiele H und I

[0349] Die Schleifleistung der beschichteten Schleifscheiben der Beispiele 64 bis 66 und der Vergleichsbeispiele H und I wurden wie oben unter der Überschrift "Schleifleistung des Beispiels 1 und des Vergleichsbeispiels A" beschrieben beurteilt, mit der Ausnahme, dass die Länge des Tests entweder 12 oder 18 Minuten betrug und die aufgebrachten Belastungen 10,1 kg oder 7,3 kg betragen. Außerdem wurde der Metalltyp wie in den Tabellen unten gezeigt, variiert. Die gesamten Schnitte nach 12 Minuten bei 10,1 kg, 12 Minuten bei 7,3 kg, 18 Minuten bei 10,1 kg und 18 Minuten bei 7,3 kg an den verschiedenen Metallen sind unten jeweils in den Tabellen 22, 23 und 24 aufgeführt.

Tabelle 22

Metall	Vergleichs- beispiel H	Vergleichs- beispiel I	Beispiel 64	Beispiel 65	Beispiel 66
1008	925 g	638 g	1142 g	1079 g	1209 g
1012	1200 g	1145 g	1456 g	1389 g	1327 g
1018	1126 g	1093 g	1442 g	1424 g	1402 g
1035	1068 g	1050 g	840 g	1007 g	1018 g
1045	895v	810 g	317 g	392 g	491 g
1095	802 g	612 g	55 g *	136 g	436 g
4140	943 g	950 g	138 g **	254 g ***	626 g
M2	455 g	479 g	11 g ****	89 g	284 g
304 ss	243 g	179 g	134 g	147 g	178 g

* Test aufgrund einer geringen Schnittrate von 2 g/min nach 8 Minuten abgebrochen.

** Test aufgrund einer geringen Schnittrate von 3 g/min nach 8 Minuten abgebrochen.

*** Test aufgrund einer geringen Schnittrate von 1 g/min nach 11 Minuten abgebrochen.

**** Test aufgrund einer geringen Schnittrate von 1 g/min nach 3 Minuten abgebrochen.

[0350] Des Weiteren sind Schleifdaten für die Beispiele in Tabelle 22 (oben) für 1095- und M2-Metalle in den [Fig. 14](#) bzw. [Fig. 15](#) gezeigt.

Tabelle 23

Metall	Vergleichs- beispiel H	Vergleichs- beispiel I	Beispiel 64	Beispiel 65	Beispiel 66
1008	595 g	351 g	932 g	856 g	873 g
1012	1196 g	858 g	1010 g	1194 g	1125 g
1018	1003 g	848 g	1031 g	1068 g	1014 g
1035	817 g	738 g	550 g	644 g	661 g
1045	650 g	594 g	220 g	220 g	342 g
1095	558 g	476 g	35 g *	100 g	436 g
4140	690 g	683 g	90 g	168 g	435 g
M2	377 g	314 g	3 g **	19 g ***	97 g
304 SS	143 g	88 g	50 g****	55 g****	88 g*****

- * Test aufgrund einer geringen Schnittrate von 2 g/min nach 7 Minuten abgebrochen.
- ** Test aufgrund einer geringen Schnittrate von 1 g/min nach 2 Minuten abgebrochen.
- *** Test aufgrund einer geringen Schnittrate von 1 g/min nach 5 Minuten abgebrochen.
- **** Test aufgrund einer geringen Schnittrate von 1 g/min nach 8 Minuten abgebrochen.
- ***** Test aufgrund einer geringen Schnittrate von 1 g/min nach 10 Minuten abgebrochen.

[0351] Des Weiteren sind Schleifdaten für das Beispiel in Tabelle 23 (oben) für 1008-Metall in [Fig. 16](#) gezeigt.

Tabelle 24

Metall	Vergleichs- beispiel H	Vergleichs- beispiel I	Beispiel 64	Beispiel 65	Beispiel 66
1008	1288 g	888 g	1221 g	1149 g	1354 g
1012	1304 g	1355 g	1720 g	1618 g	1477 g
1018	1363 g	1326 g	1998 g	1866 g	1730 g
1035	1498 g	1469 g	1040 g	1202 g	1305 g

[0352] Des Weiteren sind Schleifdaten für das Beispiel in Tabelle 24 (oben) für 1018-Metall in [Fig. 17](#) gezeigt.

Schleifleistung des Beispiels 64 und des Vergleichsbeispiels H

[0353] Die Schleifleistung der beschichteten Schleifscheiben des Beispiels 64 und des Vergleichsbeispiels H wurden wie oben unter der Überschrift „Schleifleistung des Beispiels 1 und des Vergleichsbeispiels A“ beschrieben beurteilt, mit der Ausnahme, dass die Länge des Tests 18 Minuten betrug und die aufgebrachte Belastung 14,0 kg betrug. Die gesamten Schnitte nach 12 und 18 Minuten langem Schleifen sind in Tabelle 25 unten aufgezeichnet.

Tabelle 25

Beispiel	Gesamter Abschnitt nach 12 Min, g	Gesamter Abschnitt nach 18 Min, g
Vergleichsbeispiel H	1370	1522
64	1898	2654

Beispiel 67

[0354] Ein Polyurethanmahlbecher von 0,25 Gallonen (946 ml) (Abbethanebecher) wurde mit 390,4 Gramm mit Yttrium stabilisiertem Zirkoniumdioxidpulver („HSY 3,0“), 97,6 Gramm Aluminiumoxidpulver („APA 0,5“), 12,9 Gramm Lanthanoxidpulver (von Molycorp, Inc., Brea, CA erhalten) 1,6 Gramm Ammoniumhydrogencitratpulver (Katalog #24,756-1) und 170,4 Gramm destilliertem Wasser beaufschlagt. Etwa 1100 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertes Zirkoniumdioxidmahlmedium (Durchmesser 9,53 mm; 95% Zirkoniumdioxid; von Tosoh Ceramics erhalten) wurden in den Mahlbecher eingegeben und die Mischung wurde 48 Stunden lang zum Entagglomerieren und Mischen der Pulver gemahlen.

[0355] Auf das Mahlen hin wurde die Aufschlammung wie in Beispiel 2 beschrieben getrocknet. Die organische Komponente wurde durch Erhitzen derselben 1 Stunde lang bei 600°C in Luft aus den Flocken herausgebrannt. Die Flocken wurden bei Raumtemperatur mit einer Erhitzungsrate von etwa 1°C/min auf 600°C erhitzt, 1 Stunde lang bei 600°C gehalten und dann durch Abstellen der Energiezufuhr zum Ofen auf die Raumtemperatur abgekühlt.

[0356] Etwa 250 Gram der ausgebrannten Flocken wurden 2 Stunden lang bei 1475°C in Luft unter Anwen-

ung eines elektrisch geheizten Ofens („Modell KKSK-666-3100“) gesintert. Die Flocken wurden mit etwa 20°C/min auf 1475°C erhitzt, 2 Stunden lang bei 1475°C gehalten und dann mit etwa 20°C/min auf die Raumtemperatur abgekühlt.

[0357] **Fig. 18** zeigt ein Digitalbild einer unter dem Rasterelektronenmikroskop (REM) aufgenommenen Photomikrographie einer polierten Oberfläche des Materials des Beispiels 67. Die polierte Oberfläche wurde wie in Beispiel 3 beschrieben für das Mikrohärtetesten hergestellt. Die polierte Oberfläche wurde mit einer dünnen Schicht Kohlenstoff beschichtet und in einem zur polierten Fläche normalen Winkel unter Anwendung eines Rasterelektronenmikroskops (unter der Handelsbezeichnung „JEOL, Modell 840 SEM“ von JEOL, Ltd., Akishima, Japan erhalten) im rückgestrahlten Elektronenimage-(BSEI)Modus betrachtet. Unter Bezugnahme auf **Fig. 18** enthält die Mikrostruktur zusätzlich zur dispergierten Al_2O_3 -Phase (äquial/rund und dunkel) und dem Zirkoniumdioxid (leichte Phase) eine dritte Phase (ebenfalls dunkel) die in Gestalt längsgezogener Stäbe/Blättchen vorlag. Die geringe Menge der dritten Phase machte die direkte Phasebestimmung durch die verwendete Röntgentechnik unmöglich. Die energiedispersive Röntgenanalyse (EDAX) dieser Phase weist jedoch darauf hin, dass es sich um β -Hexaaluminat ($\text{LaAl}_{11}\text{O}_{18}$) handelt.

Beispiel 68

[0358] Es wurden beschichtete Schleifscheiben des Beispiels 68 wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass 27 Gramm der Schleifeteilchen des Beispiels 45 anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 1 verwendet wurden.

Schleifleistung der Beispiele 67 und 68 und des Vergleichsbeispiels A

[0359] Die Schleifleistung der beschichteten Schleifscheiben der Beispiele 67 und 68 und des Vergleichsbeispiels A wurden wie oben unter der Überschrift „Schleifleistung des Beispiels 1 und des Vergleichsbeispiels A“ beschrieben beurteilt, mit der Ausnahme, dass die Länge des Tests 24 Minuten und die aufgebrachte Belastung 7,3 kg betragen. Der gesamte Schnitte nach 12 und 24 Minuten Schleifen ist unten in der Tabelle 26 aufgeführt.

Tabelle 26

Beispiel	Gesamter Schnitt nach 12 Min, g	Gesamter Schnitt nach 24 Min, g
Vergleichsbeispiel A	986	1918
67	1155	2245
68	946	1817

Beispiel 69

[0360] Beispiel 69 wurde wie für Beispiel 54 beschrieben hergestellt, mit den folgenden Ausnahmen. Ein Polyurethanmahlbecher von 1,6 Gallonen (6054 ml) („Abbethanebecher“) wurde mit 3000 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertem Zirkoniumdioxidpulver („HSY 3,0“) 9,0 Gramm Ammoniumhydrogencitratpulver (Katalog #24,756-1) und 900 Gramm destilliertem Wasser beaufschlagt. Etwa 3240 Gramm mit Yttriumoxid stabilisiertes Zirkoniumdioxidmahlmedium (Durchmesser 9,53 mm; 95% Zirkoniumdioxid; von Tosoh Ceramics erhalten) wurden in die Mühle eingegeben und die Mischung wurde 54 Stunden lang zum Entagglomerieren und Mahlen der Pulver gemahlen.

[0361] Auf das Mahlen hin wurde die Aufschlämmung getrocknet und die Flocken wie in Beispiel 2 beschrieben auf 690°C erhitzt. Die Flocken wurden 1 Stunde lang bei 1140°C in Argon unter Anwendung eines Ofens mit regulierter Atmosphäre (Modell Nr. HTG-7010, von Astro Industries, Santa Barbara, CA erhältlich) hitzebehandelt. Die Flocken wurden mit einer Erhitzungsrate von etwa 10°C/min auf 1140°C erhitzt, 1 Stunde bei 1140°C gehalten, mit einer Kühlrate von etwa 10°C/min auf 800°C abgekühlt und dann durch Abstellen der Energiezufuhr zum Ofen auf die Raumtemperatur abgekühlt.

[0362] Die Flocken wurden mechanisch unter Anwendung einer "Chipmunk-Backenzerkleinerungsvorrichtung", wie in Beispiel 53 beschrieben, zerkleinert und wie in Beispiel 54 beschrieben unter Bildung von Teilchen klassiert. Die dabei gebildeten Teilchen wurden 70 Minuten lang bei 1420°C in Argon unter Anwendung eines Ofens mit einer regulierten Atmosphäre (Modell Nr. HTG-7010) vorgesintert. Die Teilchen wurden von der Raumtemperatur mit einer Erhitzungsrate von etwa 10°C/min auf 1420°C erhitzt, 70 Minuten lang bei 1420°C gehalten, mit einer Kühlrate von etwa 10°C/min auf 800°C abgekühlt und dann durch Abstellen der Energiezufuhr zum Ofen auf die Raumtemperatur abgekühlt. Die Teilchen wurden dann wie in Beispiel 54 beschrieben HIP-behandelt. Die Dichte der dabei gebildeten Teilchen des Beispiels 69 betrug 6,07 g/cm³, was 100,3% dessen darstellte, von dem man glaubte, dass es die theoretische Dichte war.

[0363] Mehrere Chargen der Schleifeteilchen des Beispiels 69 wurden hergestellt, um das unten beschriebene Bandschleifen durchzuführen. Die genaue Menge verschiedener Rohmaterialien in diesen mehreren Chargen wichen um weniger als 0,5% von den oben angegebenen Standardmengen ab. Die Bearbeitungstemperatur wichen um weniger als ± 5°C von den oben angegebenen Standardtemperaturen ab.

[0364] Beschichtete Schleifbänder des Beispiels 69 wurden auf folgende Weise hergestellt. Eine Mineralmischung „Größe 36“ wurde durch Kombinieren klassierter Teilchen, wie in Tabelle 27 unten gezeigt, hergestellt.

Tabelle 27

Mineral	Grobsubstanz	Kontrolle	Feinteile
	+32GG	-32GG+38GG	-38GG
69	14 %	44 %	42 %
Vergleichsbeisp. J	12 %	45 %	43 %
Vergleichsbeisp. K	12 %	46 %	42 %
Vergleichsbeisp. L	13 %	45 %	42 %

[0365] Ein Phenolgrundharz der gleichen Zusammensetzung wie in Beispiel 1 beschrieben, wurde schichtförmig auf einen 8,9 cm breiten kontinuierlichen YF-Tuchträger aufgebracht. Das Nassgewicht des Grundharzes betrug etwa 310 g/m². Sofort nach dem die Grundbeschichtung aufgebracht worden war, wurden die gesinterten Schleifeteilchen elektrostatisch schichtförmig auf den grundbeschichteten Tuchträger aufgebracht. Das Gewicht der Schleifbeschichtung betrug etwa 1250 g/m². Das Grundharz wurde 120 Minuten lang bei 88°C vorgehärtet. Dann wurde die kryolithgefüllte Phenoldeckbeschichtung schichtförmig über die Grundbeschichtung und die Schleifeteilchen aufgebracht. Das Nassgewicht der Grundbeschichtung betrug etwa 400 g/m². Das Grundharz wurde 12 Stunden lang bei 99°C ausgehärtet. Der beschichtete Träger wurde zu Bändern von zwei verschiedenen Größen (6,35 cm × 96,5 cm und 7,6 cm × 335,3 cm) unter Anwendung bekannter Methoden umgewandelt. Die beschichteten Schleifbänder wurden vor dem Testen gebogen.

Vergleichsbeispiel J

[0366] Beschichtete Schleifriemen des Vergleichsbeispiels J wurden wie in Beispiel 69 beschrieben, hergestellt, mit der Ausnahme, dass von Sol-Gel derivierte Schleifeteilchen („321 CUBITRON“), die wie in Tabelle 27 (oben) gezeigt klassiert und unter Bildung einer „Größe 36“ kombiniert worden waren, anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 69 verwendet wurden. Das Gewicht der Schleifbeschichtung betrug etwa 740 g/m².

Vergleichsbeispiel K

[0367] Beschichtete Schleifbänder des Vergleichsbeispiels K wurden wie in Beispiel 69 beschrieben, hergestellt, mit der Ausnahme, dass von Sol-Gel derivierte Schleifeteilchen („201 CUBITRON“), die wie in Tabelle 27 (oben) gezeigt klassiert und unter Bildung einer „Größe 36“ kombiniert worden waren, anstatt der Schleifeteilchen des Beispiels 69 verwendet wurden. Das Gewicht der Schleifbeschichtung betrug etwa 720 g/m².

Vergleichsbeispiel L

[0368] Beschichtete Schleifscheiben des Vergleichsbeispiels L wurden wie in Beispiel 69 beschrieben, hergestellt, mit der Ausnahme, dass von Sol-Gel derivierte Schleifeteilchen („222 CUBITRON“), die wie in Tabelle 27 (oben) klassiert und unter Bildung „Größe 36“ kombiniert worden waren, anstatt der Schleifeteilchen des Bei-

spiels 69 verwendet wurden. Das Gewicht der Schleifbeschichtung betrug etwa 730 g/m².

Schleifleistung des Beispiels 69 und der Vergleichsbeispiele J bis L

[0369] Die Schleifleistung der beschichteten Schleifbänder des Beispiels 69 und der Vergleichsbeispiele J bis L (6,35 cm × 96,5 cm) wurden unter Anwendung einer Schleifbandschleifvorrichtung (Modell #CFD60, von Hammond Machinery, Kalamazoo, MI erhältlich) beurteilt. Arbeitsstücke aus Flusstahl 1018, die 1,91 cm × 1,91 cm × 40,6 cm Länge maßen, wurden in Abschrägzyklen von 15 Sekunden unter Anwendung eines Reserveluftdrucks auf das Band von etwa 47 psi (0,32 MPa) und bei einer Bandgeschwindigkeit von 1143 Oberflächenmetern pro Minute geschliffen. Die Bänder wurden geschliffen, bis die Schneiderate pro Zyklus 75% ihrer maximal beibehaltbaren Schneiderate betrug. Die Ergebnisse sind in Tabelle 28 (unten) und in [Fig. 19](#) gezeigt.

Tabelle 28

Mineral	Maximal beibehaltbare Schneiderate (g/15 Sekundenzyklus	# der Zyklen zum Erreichen von 75 % der maximal beibehaltbaren Schneiderate	gesamter Schnitt, g
69	16,2	230	3396
Vergleichsbeispiel J	12,9	100	1126

[0370] Die Schleifleistung der beschichteten Schleifbänder des Beispiels 69 und der Vergleichsbeispiele J-L, (7,6 cm × 335,3 cm) wurden auf einer Thompson-Oberflächenschleifvorrichtung (Modell #C12, von Thompson Grinder Company, Springfield, OH erhältlich) beurteilt. Es wurden Arbeitsstücke aus Flusstahl 1018, die 1,26 cm auf 17,8 cm × 10,2 cm maßen, unter Anwendung einer konstanten Einspeiserate von 12 mil (0,3048 mm) bis zu einem Endpunkt von etwa 1340 g (1 Arbeitsstück) trocken gemahlen. Die Tischgeschwindigkeit betrug etwa 762 cm pro Minute, die Bandgeschwindigkeit betrug etwa 1524 Meter pro Minute. Der normale Druck am 1340 Gramm-Endpunkt wurde gemessen und die Ergebnisse sind in Tabelle 29 unten gezeigt.

Tabelle 29

Beispiel	Normaler Druck am Endpunkt, MPa
69	0,697
Vergleichsbeispiel J	0,900
Vergleichsbeispiel K	1,124
Vergleichsbeispiel L	0,862

[0371] Je niedriger der Endpunktdruck, desto höher ist die Leistung des Bands.

Beispiel 70

[0372] Das Beispiel 70 wurde wie in Beispiel 69 beschrieben hergestellt, mit folgenden Ausnahmen. Das Schleifkorn wurde durch Sieben und Mischen von 40 Gewichtsprozent -60+70 Maschen, 40 Gewichtsprozent -70+80 Maschen und 20 Gewichtsprozent -80+100 Maschen auf eine Größe 80 klassiert. Die Schleifteilchen der Größe 80 wurden mit Hilfe eines Epoxidacrylatgrundharzes auf einen 25,4 cm × 45,7 cm großen Abschnitt Papier vom Gewicht C auf geklebt, wobei das Grundharz die Zusammensetzung (40,7 Gew.-% Bisphenol A-Epoxidharz mit einem Epoxidäquivalenzgewicht von 185-192, unter der Handelsbezeichnung "EPON 828" von Shell Chemical, Houston, TX erhalten; 0,6 Gew.-% Di-tert.amyloxalat, von 3M Company, St. Paul, MN erhalten; 4,5 Gew.-% TMPTA Trimethylolpropantriacrylat, unter der Handelsbezeichnung „SR351" von Sartomer Co., Exton, PA erhalten; 2,8 Gew.-% 1,4-Cyclohexandimethanol, unter der Handelsbezeichnung „CHDM", von

Eastman Chemical Company, Kingsport, CT erhalten; 29,5 Gew.-% eines Epoxydharzes auf der Basis von Bisphenol A-Epichlorhydrin, Epoxyäquivalenzgewicht 525-550, unter der Handelsbezeichnung "EPON 1001F" von Shell chemical, Houston, TX erhalten; 20,3 Gew.-% eines hochmolekularen Polyesters, unter Handelsbezeichnung „DYNAPOL S-1227" von Creanova, Piscataway, NJ erhalten; 1,0 Gew.-% 2,2-Dimethoxy-1,2-diphenyl-1-ethanon, unter der Handelsbezeichnung „IRGACURE 651" von Ciba Geigy Company, Ardsley, NY erhalten und 0,6 Gew.-% n-[Xylol (Mischisomer)]-n-cyclopentadienyleisen(II)hexafluorantimonat, von 3M Company, St. Paul, MN erhalten) aufwies.

[0373] Das Grundharz wurde mit einem Rakelbeschichter bei 82°C aufgetragen, um ein Beschichtungsgewicht von etwa 25-30 g/m² zu bieten. Das Harz wurde dann durch einmaliges Hindurchführen durch einen UV-Prozessor, Handelsbezeichnung "EPIQ 6000", von Fusion Systems Corp., Rockville, MD erhältlich, mit einer Fusionsbirne D mit 79 Watt/cm und 50 Fuß/Minute (15,2 m/min) aktiviert. Die gesinterten Zirkoniumdioxid-Schleifeteilchen wurden sofort elektrostatisch mit etwa 345 g/m² beschichtet und die Probe 15 Minuten lang bei 127°C thermisch ausgehärtet.

[0374] Ein Epoxidacrylatdeckharz mit folgender Zusammensetzung wurde über die Grundbeschichtung und die Schleifeteilchen mit einem Nassbeschichtungsgewicht von etwa 150 g/m² schichtförmig durch eine Walze aufgebracht: 44,0 Gew.-% eines cycloaliphatischen Epoxidharzes, unter der Handelsbezeichnung „ERL 4221" von Dow Chemical, Midland, MI erhalten; 19,0 Gew.-% Trimethylolpropantriacyrlat, unter der Handelsbezeichnung „SR 351" von Sartomer Co., Exton, PA, erhalten; 1,0 Gew.-% Photoinitiator, unter der Handelsbezeichnung „DAROCURE 1173" von Ciba Specialty Chemicals, Tarrytown, NY erhalten; 3,0 Gew.-% Triarylsulfoniumhexafluorantimonat, unter der Handelsbezeichnung „UVI 6974" von Union Carbide Corp., Hahnville, LA erhalten; und 33,0 Gew.-% wasserfreier Natriumkaliumaminosilicatfüllstoff, unter der Handelsbezeichnung "MINEX-3" von L.V. Lomas Ltd., Brampton, Ontario, Kanada erhalten. Die Probe wurde durch zweimaliges Hindurchführen durch den UV-Prozessor unter den gleichen Bedingungen, die für die Grundbeschichtung angewendet wurden, bestrahlt und dann 15 Minuten lang bei 138°C thermisch ausgehärtet. Nach dem Ruhenlassen über Nacht bei 23°C wurde die Probe gebogen und dann an einem Träger aus Haftklebstoff befestigt und zu Scheiben von entweder 12,7 cm oder 15,2 cm umgewandelt.

Vergleichsbeispiel M

[0375] Beschichtete Schleifscheiben des Vergleichsbeispiels M wurden wie in Beispiel 70 beschrieben, hergestellt, mit der Ausnahme, dass das Schleifkorn ein von Sol-Gel deriviertes Schleifkorn auf Aluminiumoxidbasis war, das unter der Handelsbezeichnung „CUBITRON 222" von 3M Company vertrieben wird und auf eine Größe von 80 gesiebt und gemischt worden war. Das Gewicht der Schleifbeschichtung betrug etwa 215 g/m².

Vergleichsbeispiel N

[0376] Beschichtete Schleifscheiben des Vergleichsbeispiels N wurden wie in Beispiel 70 beschrieben, hergestellt, mit der Ausnahme, dass das Schleifkorn aus Schleifeteilchen aus blauem geschmolzenem Aluminiumoxidteilchen bestand, die unter der Handelsbezeichnung „FSX" von Treibacher Co., Villach, Österreich erhältlich sind, auf eine Größe von 80 gesiebt und gemischt worden waren und anstatt der gesinterten Zirkoniumdioxidteilchen der Größe 80 verwendet wurden. Das Gewicht der Schleifbeschichtung betrug etwa 215 g/m².

Vergleichsbeispiel O

[0377] Beschichtete Schleifscheiben des Vergleichsbeispiels O wurden wie in Beispiel 70 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass das Schleifkorn aus Schleifeteilchen aus Siliciumcarbid bestand, die von Washington Mills Co., Niagara Falls, NY unter der Handelsbezeichnung „SiC" erhältlich sind, auf eine Größe von 80 gesiebt und gemischt worden waren und anstatt der gesinterten Zirkoniumdioxidteilchen verwendet wurden. Das Gewicht der Schleifbeschichtung betrug etwa 170 g/m².

Vergleichsbeispiel P

[0378] Beschichtete Schleifscheiben des Vergleichsbeispiels P wurden wie in Beispiel 70 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass das Schleifkorn aus Schleifeteilchen aus geschmolzenem Aluminiumoxid-Zirkoniumdioxid bestand, die von Norton Company, Worcester, MA unter der Handelsbezeichnung „NZX" erhältlich sind, auf eine Größe von 80 gesiebt und gemischt waren und anstatt der gesinterten Zirkoniumdioxidteilchen verwendet wurden. Das Gewicht der Schleifbeschichtung betrug etwa 240 g/m².

Vergleichsbeispiel Q

[0379] Das Vergleichsbeispiel P bestand aus beschichteten Schleifscheiben P80, die unter der Handelsbezeichnung „IMPERIAL“ von 3M Company, St. Paul, MN erhältlich sind.

[0380] Runde Probekörper eines Durchmesser von 12,7 cm des Beispiels 70 und der Vergleichsbeispiele M-P wurden an einer Doppelwirkungs-Schmirgelmaschine, von National Detroit, Inc., Rockford, IL erhältlich, befestigt. Diese Scheiben wurden 30 Sekunden lang auf einem Plattenabschnitt aus Stahl 1018 unter Anwendung eines Luftdrucks von 80 psi (550 kPa) mattiert. Es wurden dann Schleiftests 2 Minuten lang in Abständen von 30 Sekunden mit einem Schleifmaschinendruck von 80 psi (550 kPa) auf Arbeitsstücke aus mit schwarzer Grundschrift/Klarbeschichtung lackiertem kaltgewalztem Stahlblech (E-Beschichtung: ED5000; Grundiermittel: 764-204; Grundbeschichtung: 542AB921; Klarbeschichtung: K8010A, von ACT Laboratories, Inc., Hillsdale, MI gekauft) durchgeführt. Die Schleifmaschine wurde in einem Winkel von 15 ° zum Arbeitsstück betrieben. Der Gewichtsverlust vom Arbeitsstück ist als Gesamtschnitt in Gramm in Tabelle 30 unten angegeben.

Tabelle 30

Beispiel	Gesamtschnitt, 2 Minuten, g
Beispiel 70	18,8
Vergleichsbeisp. M	14,7
Vergleichsbeisp. N	14,1
Vergleichsbeisp. O	6,7
Vergleichsbeisp. P	12,5

[0381] Des Weiteren wurden Scheiben eines Durchmesser von 15,2 cm mit der gleichen Methode, die für die Scheiben von 12,7 cm angewendet wurde, beurteilt, mit der Ausnahme, dass der Vormattierschritt bei dem Stahl 1018 weggelassen wurde und die RandoBahnschleifmaschine (von Hutchins, Co., Pasadena, CA erhältlich) mit einem Druck von 90 psi (619 kPa) betrieben wurde. Die Schnittwerte sind in Tabelle 31 unten angegeben.

Tabelle 31

Beispiel	Gesamtschnitt nach 2 Minuten, g
Beispiel 70	12,1
Vergleichsbeisp. Q	8,9

Patentansprüche

1. Schleifgegenstand, umfassend Bindemittel und mehrere Schleifteilchen, wobei mindestens ein Teil der Schleifteilchen Schleifteilchen sind, die mindestens 65,0 Gewichtsprozent gesintertes, polykristallines Zirconiumdioxid, auf das Gesamtgewicht eines vorgegebenen Schleifteilchens bezogen, umfassen und wobei der Schleifgegenstand aus der Gruppe ausgewählt ist bestehend aus beschichteten Schleifgegenständen, gebundenen Schleifgegenständen, Schleifgegenständen auf Vliesbasis und Schleifbürsten.

2. Schleifgegenstand nach Anspruch 1, wobei das gesinterte polykristalline Zirconiumdioxid zumindest teilweise stabilisiert ist, wobei die Schleifteilchen ferner ein stabilisierendes Metalloxid in einer Menge von bis zu etwa 14,0 Gewichtsprozent, auf das Gesamtgewicht eines vorgegebenen Schleifteilchens bezogen, umfassen, wobei das stabilisierende Metalloxid aus der Gruppe ausgewählt ist bestehend aus Calciumoxid, Magnesiumoxid, Ceroxid, Yttriumoxid, Gadoliniumoxid, Ytterbiumoxid, Neodymoxid, Terbiumoxid, Praseodymoxid, Dysprosiumoxid, Holmiumoxid, Samariumoxid, Scandiumoxid, Lanthanoxid, Promethiumoxid, Europiumoxid, Erbiumoxid, Thuliumoxid, Lutetiumoxid, Titandioxid, Germaniumoxid, Eisenoxid, Kupferoxid, Zinkoxid, Yttrium-Niobiumoxid, Yttrium-Tantaloxid und Kombinationen derselben.

3. Schleifgegenstand nach Anspruch 2, wobei die Schleifteilchen etwa 86,0 bis etwa 97,0 Gewichtsprozent des gesinterten polykristallinen Zirconiumdioxids und etwa 14,0 bis etwa 3,0 Gewichtsprozent des stabilisie-

renden Metalloxids, auf das Gesamtgewicht eines vorgegebenen Schleifteilchens bezogen, umfassen.

4. Schleifgegenstand nach Anspruch 1, wobei das Schleifteilchen ferner bis zu 32 Gewichtsprozent mindestens eines Metalloxids umfasst, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Aluminiumoxid, Hafniumoxid, Siliciumoxid, Eisenoxid, Calciumoxid, Natriumoxid, Magnesiumoxid, Seltenerd oxiden, Yttriumoxid, Titandioxid, Nickeloxid und Kombinationen derselben.

5. Schleifgegenstand nach den Ansprüchen 1 bis 4, wobei mindestens 50,0 Prozent des Zirconiumdioxids eine tetragonale kristalline Struktur aufweisen.

6. Schleifgegenstand nach den Ansprüchen 1 bis 5, wobei das Zirconiumdioxid eine durchschnittliche Kristallgröße von weniger als etwa 3 Mikrometern aufweist.

7. Schleifgegenstand nach Anspruch 6, wobei das Zirconiumdioxid eine durchschnittliche Kristallgröße von nicht größer als 0,5 Mikrometern aufweist.

8. Schleifgegenstand nach den Ansprüchen 1 bis 7, wobei die Schleifteilchen eine spezifische Dichte von mindestens 95,0 Prozent der theoretischen Dichte aufweisen.

9. Schleifgegenstand nach den Ansprüchen 1 bis 8, wobei die mehreren Schleifteilchen eine spezifizierte Korngröße aufweisen, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus a) ANSI 16, ANSI 24, ANSI 36, ANSI 40, ANSI 50, ANSI 60, ANSI 80, ANSI 100, ANSI 120, ANSI 150, ANSI 180, ANSI 220, ANSI 240, ANSI 280, ANSI 320, ANSI 360, ANSI 400 und ANSI 600; b) P16, P24, P36, P40, P50, P60, P80, P100, P120, P150, P180, P220, P320, P400, P500, P600, P800, P1000 und P1200; und c) JIS16, JIS24, JIS36, JIS46, JIS54, JIS60, JIS80, JIS100, JIS150, JIS180, JIS220, JIS240, JIS280, JIS320, JIS360, JIS400, JIS600, JIS800, JIS1000, JIS1500, JIS2500, JIS4000, JIS6000, JIS8000 und JIS10000.

10. Verfahren zum Herstellen eines Schleifgegenstands, wobei das Verfahren umfasst:

(i) Bereitstellen eines Schleifteilchens durch Erhitzen eines Schleifteilchenvorläufers zum Bereitstellen eines Schleifteilchens, umfassend mindestens 65,0 Gewichtsprozent polykristallines Zirconiumdioxid, auf das Gesamtgewicht des Schleifteilchens bezogen, wobei das Erhitzen unterhalb des Schmelzpunkts des Schleifteilchens durchgeführt wird; und

(ii) Bereitstellen eines Schleifgegenstands, umfassend Bindemittel und mehrere Schleifteilchen, wobei mindestens ein Teil der Schleifteilchen Schleifteilchen sind, die in Schritt (i) hergestellt worden sind, und wobei der Schleifgegenstand aus der Gruppe ausgewählt ist bestehend aus beschichteten Schleifgegenständen, gebundenen Schleifgegenständen, Schleifgegenständen auf Vliesbasis und Schleifbürsten.

11. Verfahren zum Schleifen einer Oberfläche, wobei das Verfahren umfasst:

Herstellen eines Kontakts zwischen dem Schleifgegenstand nach einem der Ansprüche 1 bis 9 und einer Oberfläche eines Werkstücks; und

Bewegen des Schleifgegenstands und/oder der Oberfläche relativ zueinander, um mindestens einen Teil der Oberfläche zu schleifen.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

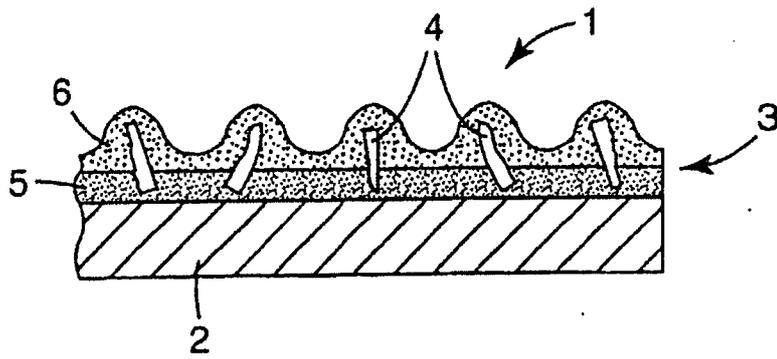


Fig. 1

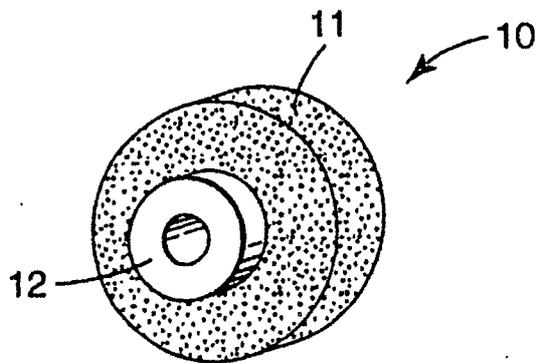


Fig. 2

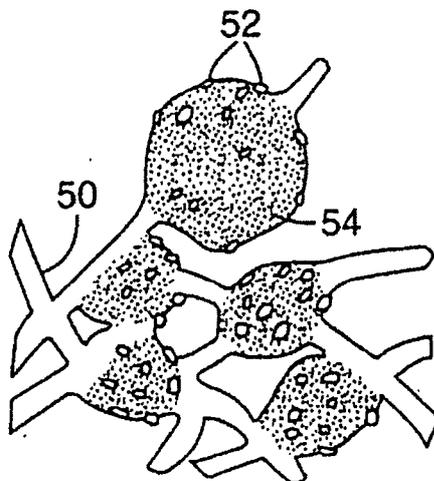


Fig. 3

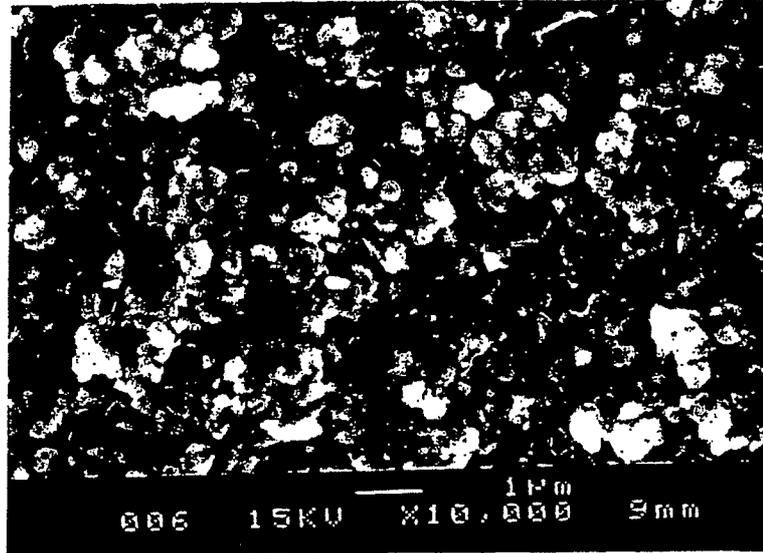


Fig. 4

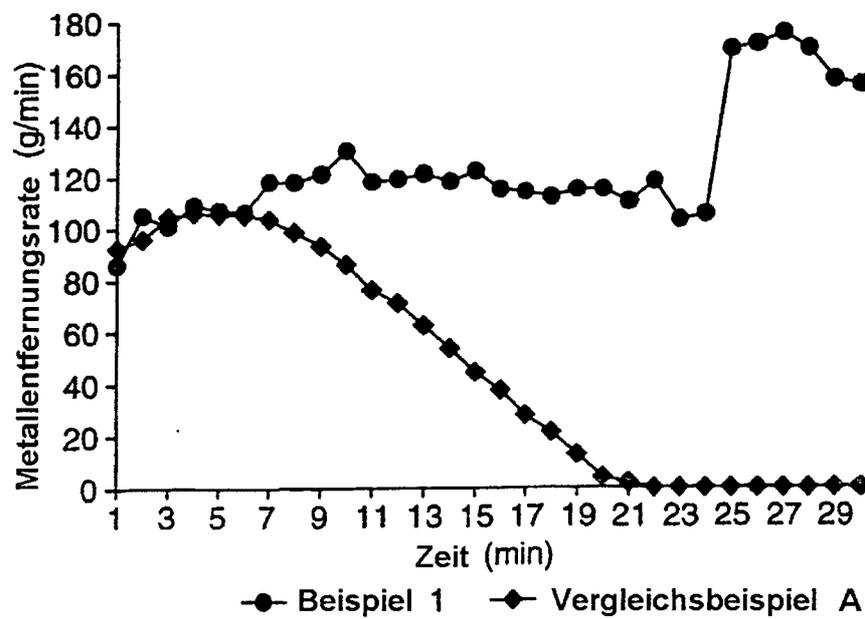


Fig. 5

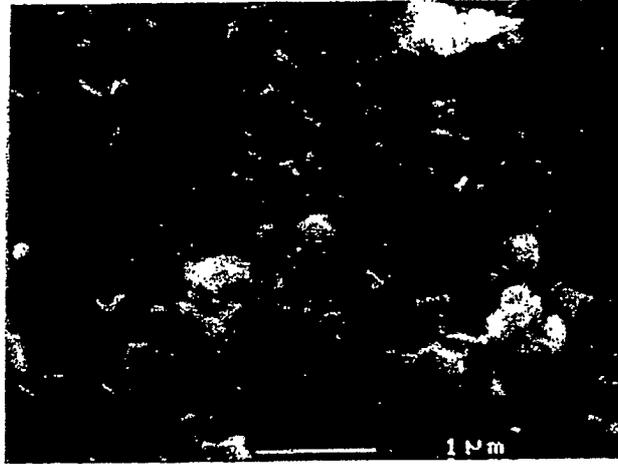


Fig. 6

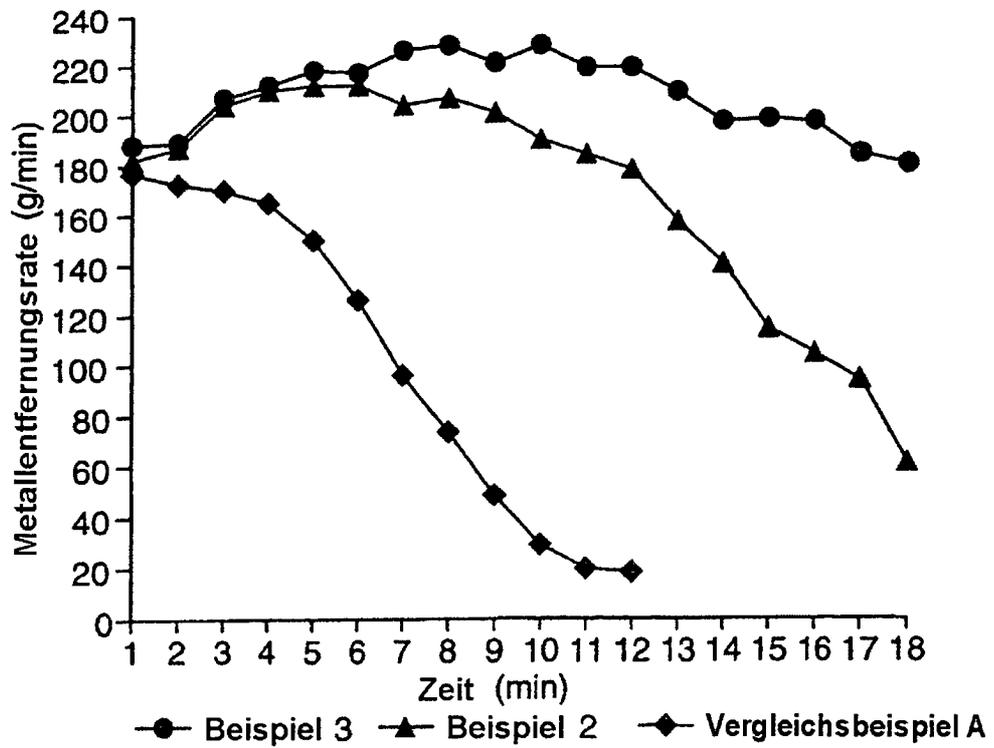
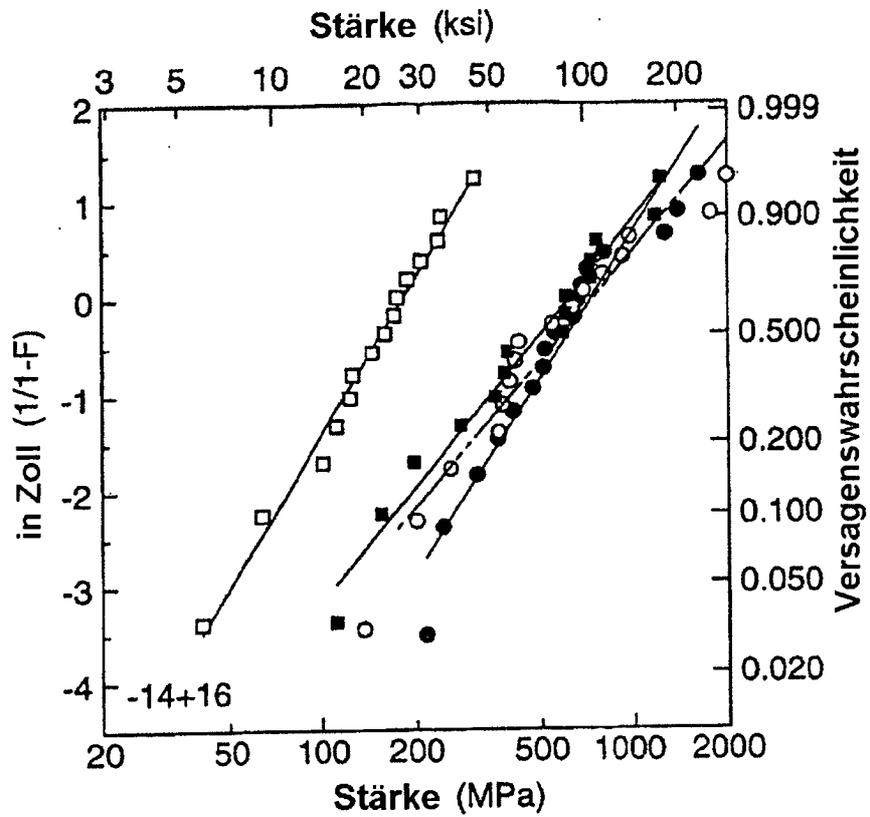


Fig. 7



- Beispiel 3
- Beispiel 2
- Beispiel 14
- Vergleichsbeispiel A

Fig. 8

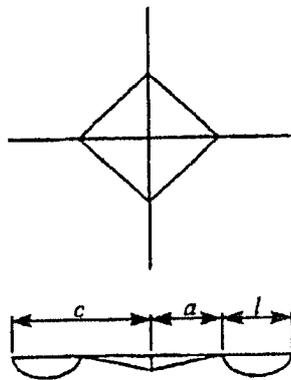


Fig. 9

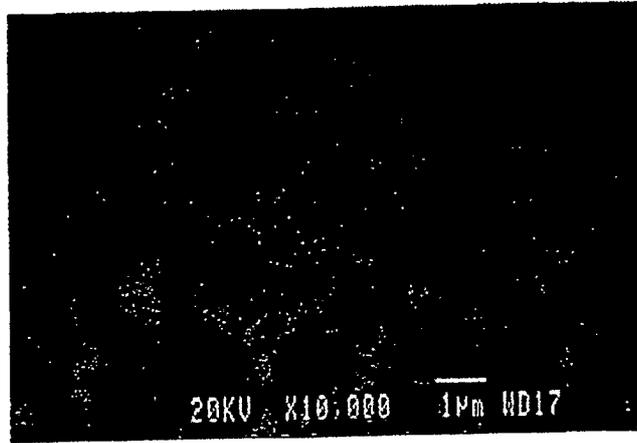


Fig. 10

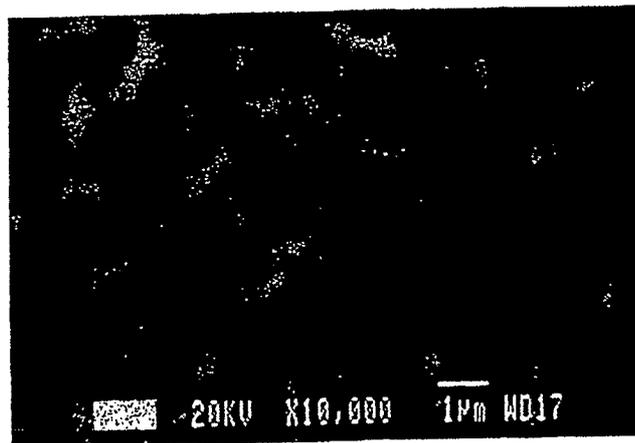


Fig. 11

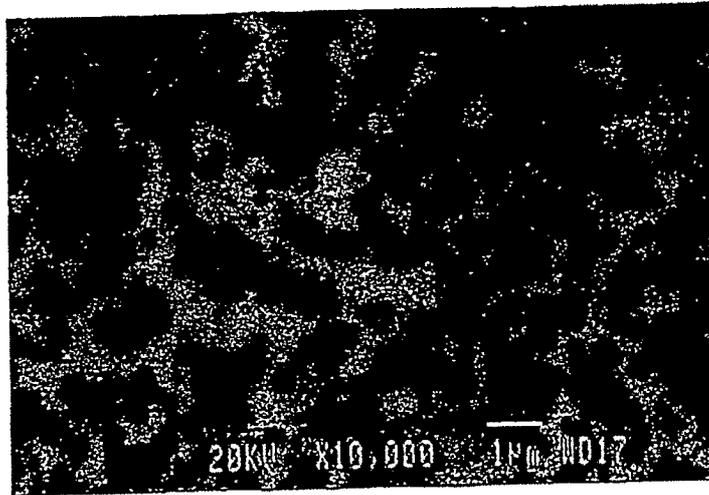


Fig. 12

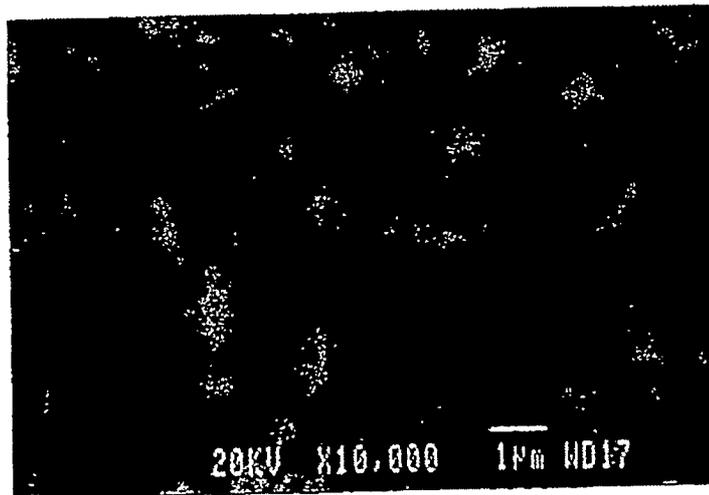


Fig. 13

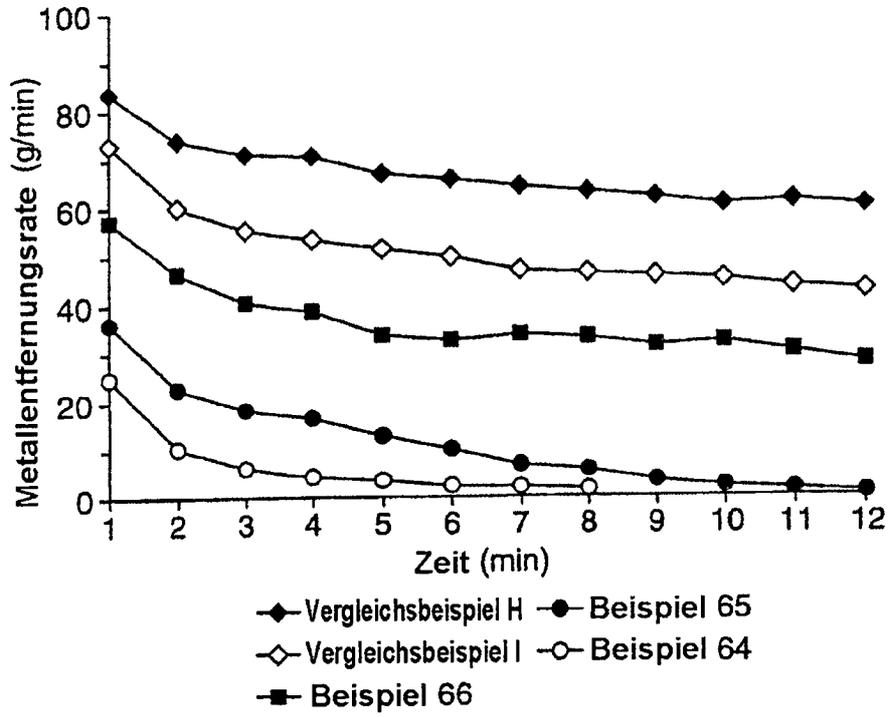


Fig. 14

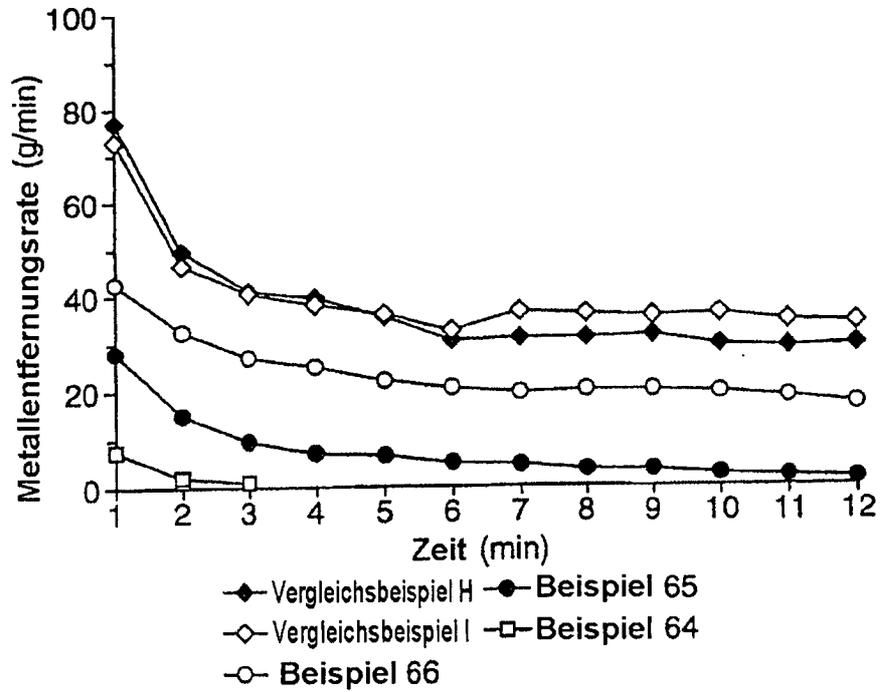


Fig. 15

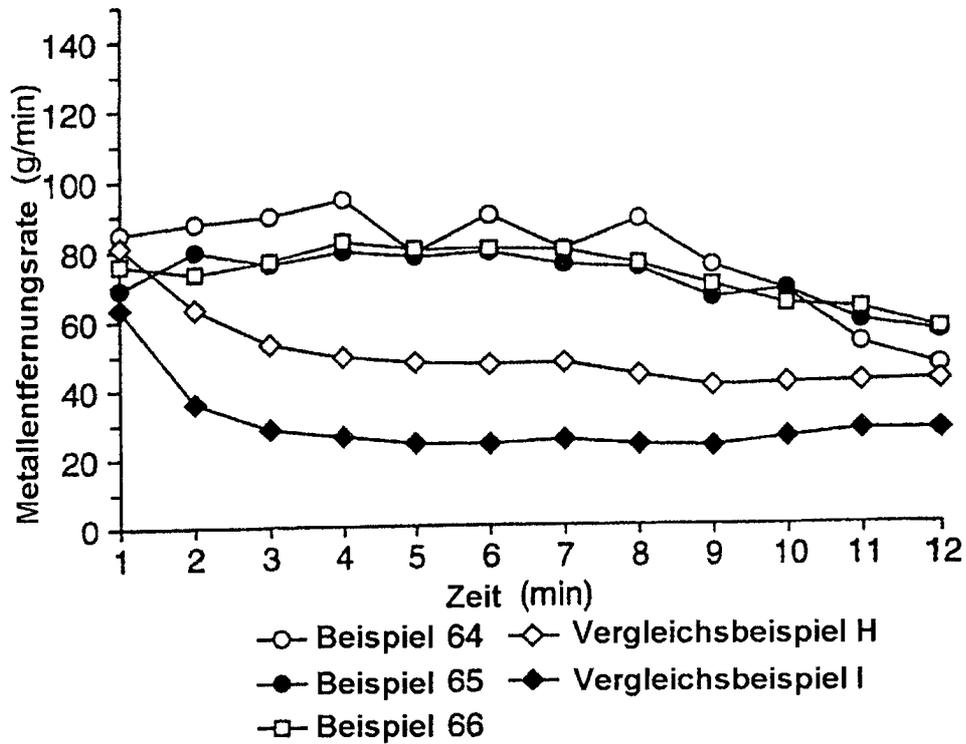


Fig. 16

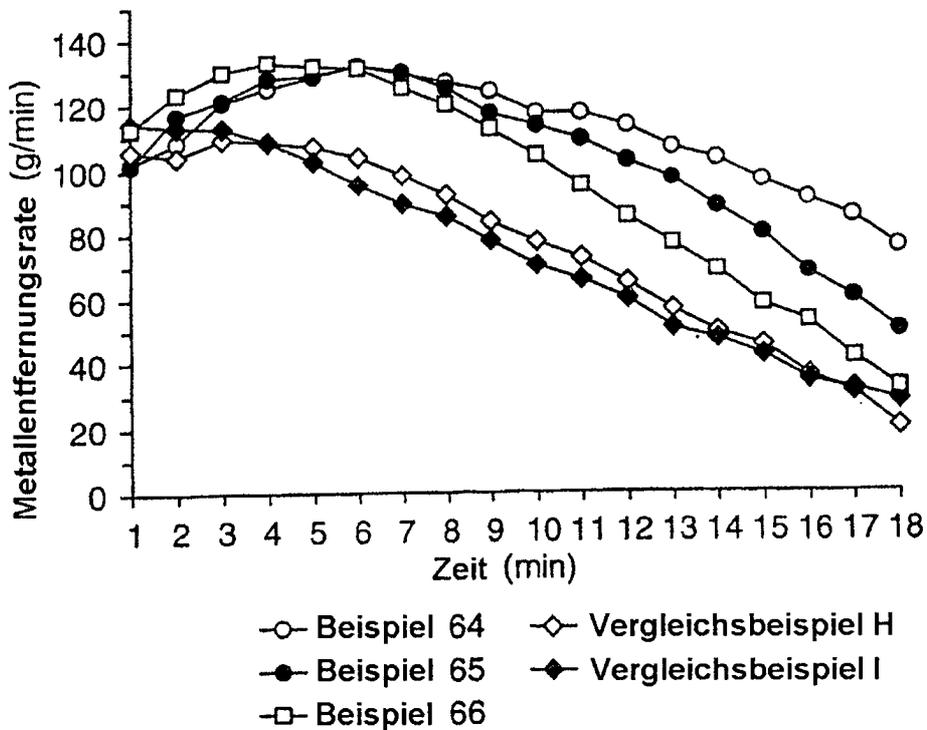


Fig. 17

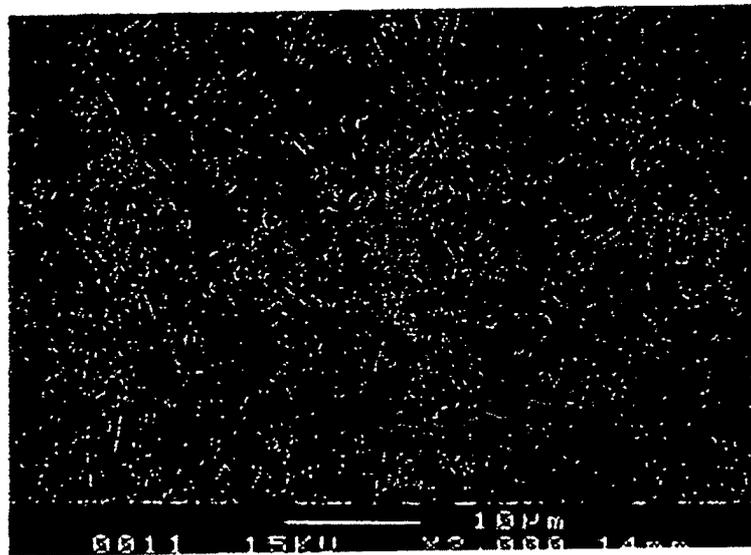


Fig. 18

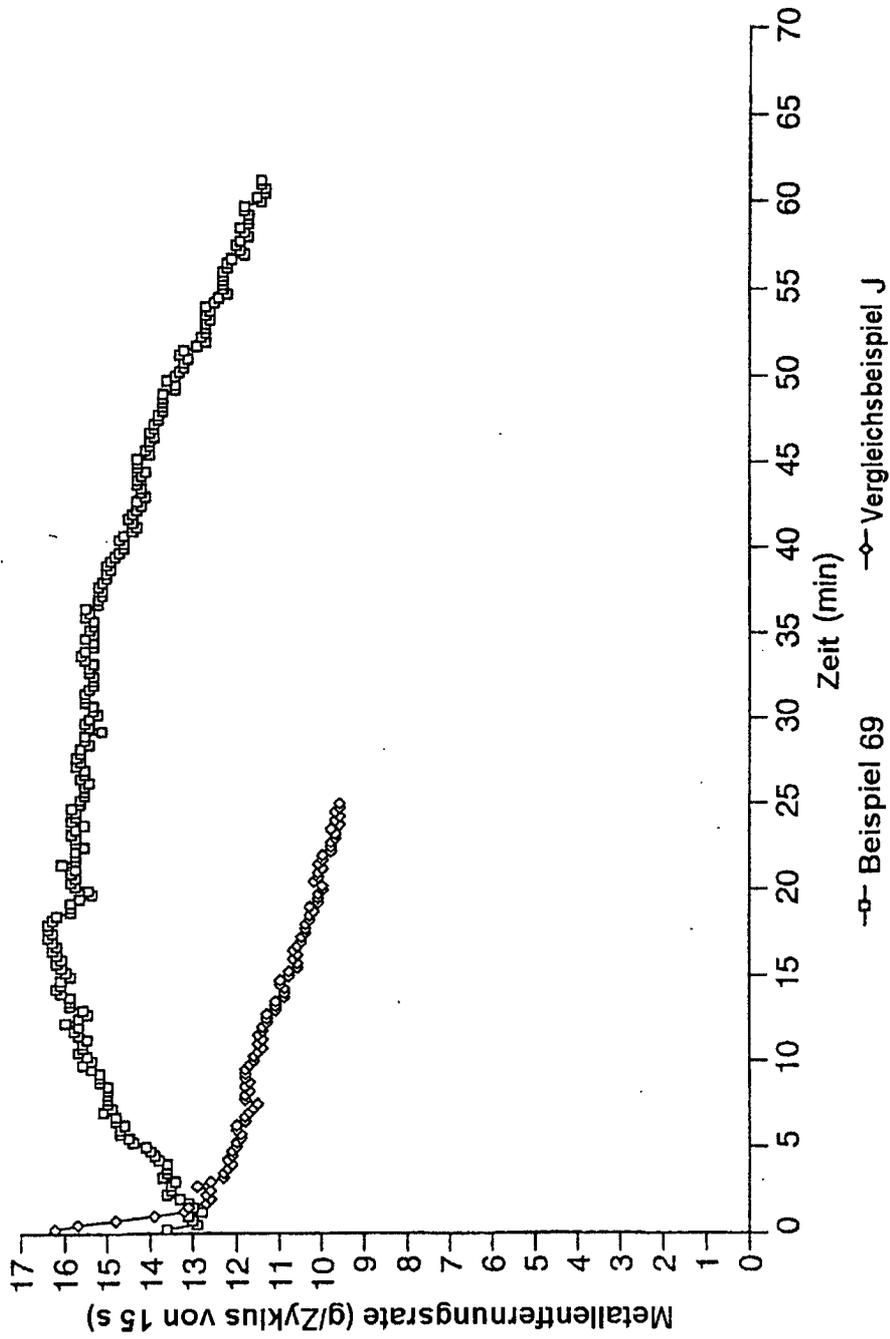


Fig. 19