



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 05 168 T2 2004.06.17**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 173 306 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 05 168.4**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US00/10915**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 926 285.8**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/64631**

(86) PCT-Anmeldetag: **21.04.2000**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **02.11.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **23.01.2002**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **10.09.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **17.06.2004**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **B24B 7/24**

**B24D 3/32, B24D 3/34, B24D 11/00**

(30) Unionspriorität:

<b>130813 P</b>	<b>23.04.1999</b>	<b>US</b>
<b>553295</b>	<b>20.04.2000</b>	<b>US</b>

(73) Patentinhaber:

**3M Innovative Properties Co., Saint Paul, Minn.,  
US**

(74) Vertreter:

**Vossius & Partner, 81675 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB**

(72) Erfinder:

**VISSER, G., Robert, Saint Paul, US**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN ZUM SCHLEIFEN VON GLAS**

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

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

## Beschreibung

[0001] Diese Anmeldung beansprucht die Priorität der provisorischen US-Patentanmeldung Nr. 60/130,813, die am 23. April, 1999 eingereicht wurde.

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schleifen von Glas und anderen Oberflächen.

### Hintergrund der Erfindung

[0003] Glasgegenstände wie Linsen, Prismen, Spiegel, Kathodenstrahlröhren-Bildschirme und dergleichen können an irgendeinem einer Vielfalt von Stellen gefunden werden, einschließlich Wohnungen, Büros und Fabriken. Glasoberflächen an solchen Gegenständen können eben oder profiliert sein. Einige Glasgegenstände weisen Oberflächen auf, die mit optischen oder mechanischen Komponenten verwendet werden, die es erfordern, daß die Oberfläche optisch klar ohne sichtbare Fehler oder Mängel, wie Kratzer und/oder mikroskopische Grübchen und dergleichen ist. Profilierte oder gekrümmte Glasoberflächen, wie zum Beispiel jene an Kathodenstrahlröhren-Bildschirmen, sind teilweise durch den Radius der profilierten Oberfläche gekennzeichnet, die im Glasformungsverfahren gebildet wird. Während des Formungsverfahrens können Fehler, wie Formlinien, raue Oberflächen, kleine Punkte und andere kleine Mängel auf der Außenfläche des Glases vorhanden sein. Diese Arten von Mängeln, wenn auch noch so klein, können die optische Klarheit des Glases oder seine gewünschte Oberflächenebenheit nachteilig beeinflussen, und es werden verbreitet bekannte Verfahren verwendet, um diese Mängel zu entfernen. Diese Verfahren weisen typischerweise Schleifnachbearbeitungsverfahren auf, die als Schleifen, Läppen, Feinen und Polieren kategorisiert werden können.

[0004] Das Schleifverfahren kann verwendet werden, um eine gekrümmte Kontur zu verfeinern oder die Ebenheit einer Glasoberfläche zu verbessern und um Gießfehler zu entfernen. Dies wird durch ein Grobschleifverfahren auf der Glasoberfläche unter Verwendung eines Schleifwerkzeugs erreicht. Das Schleifwerkzeug enthält typischerweise Superschleifeteilchen, wie Diamant, Wolframkarbid, kubisches Bornitrid oder deren Kombinationen. Das Schleifverfahren wird verwendet, um schnell große Mengen von Glas zu entfernen, während ein so feines Kratzmuster hinterlassen wird, wie es die Bearbeitungs- und Schleifmaterialien zulassen. Kratzer und andere Oberflächenmängel, die vom Grobschleifverfahren hinterlassen werden, werden dann während nachfolgender Bearbeitungsschritte entfernt, die als „Feinen“ und „Polieren“ bekannt sind. Ein Problem, das mit dem Grobschleifverfahren verbunden ist, ist daß es grobe Kratzer und muschelige Brüche in der geschliffenen Glasoberfläche ergeben kann, ebenso wie es Brüche unter der Oberfläche verursachen kann. Diese an und unter der Oberfläche liegenden Mängel können sich in einem bedeutenden Abstand unter der geschliffenen Oberfläche erstrecken. Als Ergebnis dieser zurückbleibenden Mängel ist die resultierende Glasoberfläche nach dem Schleifen typischerweise nicht glatt genug für einen direkten Polierschritt.

[0005] Als Alternative zu dem oben beschriebenen Grobschleifverfahren, ist das sogenannte „duktile Schleifen“ für Glas entwickelt worden und hat gewisse Ansätze für das Schleifen von Glas und anderen Materialien, wie zum Beispiel Keramik gezeigt. Das duktile Schleifverfahren ist bestrebt, den Betrag der Schleifkraft, die auf eine Glasoberfläche ausgeübt wird, sorgfältig zu steuern, um dadurch den Schleifschritt ohne die sich ergebenden Brüche durchzuführen, die normalerweise während des Grobschleifschritts zu sehen sind. In einer Betriebsart ist ein duktils Hochgeschwindigkeitsschleifverfahren unter Verwendung von Schleifscheiben durchgeführt worden, die auf einer Hochgeschwindigkeitsmaschinerie montiert waren, wobei die Schleifscheiben aus sehr feinem Schleifkorn bestanden. Während des Verfahrens schleift die Schleifscheibe die Glasoberfläche mit einer sorgfältigen Steuerung der Kraft, die durch das Schleifkorn in den Scheiben auf die Glasoberfläche ausgeübt wird. Es ist bekannt, daß der Kraftbetrag, den das Glas ohne Bruch aushalten kann, durch die Art des verwendeten Glases, die Form der einzelnen Schleifmittelteilchen und die Schleifumgebung beeinflusst wird. Eine geeignete Steuerung der Kraft, die durch die Schleifscheibe ausgeübt wird, ist durch die sorgfältige Positionierung der Schleifscheibe auf der Glasoberfläche und durch Begrenzen der Kraft erhalten worden, die durch die Schleifscheibe gegen die Oberfläche ausgeübt wird. Andere Arten des duktilen Schleifens sind ebenfalls bekannt, die typischerweise einen flexiblen Schleifgegenstand benötigen, der bei niedrigen Geschwindigkeiten betrieben wird, wobei die damit verbundenen Materialentfernungsraten ebenfalls sehr niedrig sind.

[0006] Duktils Schleifen kann wünschenswert sein, da es dazu beiträgt, einen großen Teil der Beschädigung zu vermeiden, die das Grobschleifverfahren kennzeichnet, insbesondere die Kratzer und Brüche, die sich unter die Oberfläche des Glases erstrecken. Obwohl duktils Schleifen bei der Vermeidung bestimmter Oberflächenfehler effektiv gewesen ist, ist das duktile Schleifverfahren verglichen mit anderen Grobschleifverfahren von sich aus ineffizient und/oder zu kostspielig gewesen. Zum Beispiel erfordert die Verwendung der obenerwähnten Schleifscheiben eine Hochgeschwindigkeitsmaschinerie, die nach einer bestimmten Anzahl von Betriebsstunden ausfallen kann, wodurch der kostspielige Austausch wesentlicher Teile der Maschinerie notwendig wird. Andere duktile Schleifverfahren, die flexible Schleifgegenstände nutzen (z.B. endlose Bänder oder flexible Scheiben) sind uneffizient gewesen, da das Schleifverfahren langsam ist mit einer sehr niedrigen Materialentfernungsraten.

[0007] Anschließend an den Grobschleifschritt können Feinen und Polieren des Glases mit einem lockeren Schmirgelbrei durchgeführt werden, der mehrere Schleifteilchen aufweist, die in einem Flüssigkeitsmedium (z.B. Wasser) dispergiert sind. In diesen bekannten Nachbearbeitungsverfahren wird ein Brei zwischen die Glasoberfläche und ein Läppolster gepumpt, das typischerweise aus Gummi, Schaum, Polymermaterial oder dergleichen besteht. Sowohl das Glaswerkstück als auch das Läppolster können relativ zueinander gedreht werden, und dieses Schleifverfahren kann einen oder mehrere Schritte aufweisen, wobei jeder Schritt eine zunehmend feinere Oberflächenbeschaffenheit auf dem Glas erzeugt. Das Feinverfahren ist erforderlich gewesen, um die oben beschriebenen auf der Oberfläche und unter der Oberfläche liegenden Mängel zu entfernen, die durch das Grobschleifverfahren erzeugt werden.

[0008] Es ist wünschenswert, das duktile Schleifverfahren weiter zu verfeinern, um ein Hochgeschwindigkeitsschleifen mit verhältnismäßig kostengünstigen Schleifmitteln zuzulassen, während ein Maschinenausfall vermieden wird. Es ist auch wünschenswert, ein Glasnachbearbeitungsverfahren bereitzustellen, das duktile Schleifen für Hochgeschwindigkeitsarbeitsgänge umfaßt, mit vermindertem Maschinerieausfall und mit einer Oberflächenbeschaffenheit, die während des „Polier“-Schritts schnell weiter bearbeitet werden kann. Es ist auch wünschenswert, ein Verfahren zum Schleifen von Glas bereitzustellen, das effizient und wirtschaftlich ist.

[0009] In WO 97/06928 wird ein Verfahren zur Herstellung eines Schleifgegenstands beschrieben, der mindestens zwei Schleifbeschichtungen aufweist, die unterschiedliche Schleifeigenschaften aufweisen.

### Zusammenfassung der Erfindung

[0010] Die vorliegende Erfindung ist auf ein Verfahren zum Schleifen von Glasoberflächen gerichtet. In einem Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Schleifen eines Glaswerkstücks bereitgestellt, das die Schritte aufweist: in Kontakt bringen einer Schleifschicht eines flexiblen Schleifgegenstands mit der Oberfläche eines Glaswerkstücks, wobei die Schleifschicht ein Schleifmittel bzw. ein Schleifkorn aufweist, das in einer Bindematrix dispergiert ist, wobei die Matrix an einen flexiblen Träger angebracht ist; und Bewegen der Schleifschicht des flexiblen Schleifgegenstands und der Oberfläche des Glaswerkstücks relativ zueinander mit einer Geschwindigkeit von mindestens etwa 16,5 Metern pro Sekunde, um eine Endoberflächenrauigkeit Ra bereitzustellen, die kleiner als etwa 0,030 Mikrometer ist.

[0011] Vorzugsweise wird das Schleifverfahren der Erfindung mit einem flüssigen Kühlmittel und/oder Schmiermittel zwischen der Oberfläche des Werkstücks und der Schleifschicht des Schleifgegenstands durchgeführt. Eine geeignete Flüssigkeit ist eine Mischung von 20 Gew.% Glycerol in Wasser. Der flexible Schleifgegenstand liegt vorzugsweise in der Form eines endlosen Bands, einer Bahn oder eines Schleifpolsters vor, und die Schleifschicht des flexiblen Schleifgegenstands weist vorzugsweise Verbundstoffe auf, die aus Schleifmittel in einer Bindematrix bestehen, wobei die Bindematrix an einem flexiblen Träger befestigt oder angeheftet ist. Die Verbundstoffe (die hierin weiter beschrieben werden) liegen vorzugsweise in der Form von Pyramidenstümpfen vor, können jedoch in irgendeiner einer Vielzahl von Gestaltungen vorliegen. Das Schleifmittel kann aus irgendeinem einer Vielfalt von Materialien bestehen, ist jedoch typischerweise ein Superschleifmaterial und weist vorzugsweise entweder einzelne Diamanten oder mehrere Diamantperlenschleifteilchen auf. Nützliche Bindemittel weisen vorzugsweise ein Füllmittel in einer Menge von etwa 40 bis etwa 60 Gew.% der Schleifschicht auf. Diamantperlenschleifteilchen weisen vorzugsweise etwa 6% bis 65 Vol% Diamantteilchen auf, die einen effektiven Durchmesser von 25 Mikrometer oder weniger aufweisen, wobei die Diamantteilchen über etwa 35% bis 94 Vol% einer mikroporösen, nicht geschmolzenen Metalloxidmatrix verteilt sind. Anschließend an den Schleifschritt, kann die Oberfläche des Glaswerkstücks poliert werden, um eine optisch klare Oberfläche bereitzustellen.

[0012] In einem anderen Aspekt stellt die Erfindung ein Verfahren zum Schleifen eines Glaswerkstücks bereit, das die Schritte aufweist:

in Kontakt bringen einer Schleifschicht eines flexiblen Schleifgegenstands mit der Oberfläche eines Glaswerkstücks, wobei die Schleifschicht ein Schleifmittel aufweist, das in einer Bindematrix dispergiert ist, wobei die Matrix an einen flexiblen Träger angebracht ist; und

Bewegen der Schleifschicht des flexiblen Schleifgegenstands und der Oberfläche des Glaswerkstücks relativ zueinander, um eine Abtragungsrate, die größer als etwa 7 Mikrometer pro Minute ist, und eine Endoberflächenrauigkeit Ra bereitzustellen, die kleiner als etwa 0,030 Mikrometer ist.

[0013] Die Verwendung einer bestimmten Terminologie, die hierin verwendet wird, soll so verstanden werden, daß sie Definitionen aufweist, die mit folgenden im Einklang stehen: „Präzise geformt“ bezeichnet Schleifverbundstoffe, die durch Aushärten eines Bindemittelvorläufers in einem Hohlraum eines Herstellungswerkzeugs gebildet werden. Präzise geformte Schleifverbundstoffe weisen eine dreidimensionale Form auf, die durch verhältnismäßig glattflächige Seiten definiert wird, die durch und an scharfen Kanten gebunden und verbunden sein können, die unterschiedliche Kantenlängen aufweisen, mit Endpunkten, die durch die Schnittlinien der verschiedenen Seiten definiert werden. Jedoch können die Schleifverbundstoffe wie irgendeine einer Vielfalt von Formen mit oder ohne die obenerwähnten Kanten geformt sein. Beispielhafte Formen umfassen Zylinder,

Kuppeln, Pyramiden, Rechtecke, Pyramidenstümpfe, Prismen, Würfel, Kegel, Kegelstümpfe und dergleichen. Typischerweise werden die Schleifverbundstoffe einen Querschnitt in der Form eines Dreiecks, Quadrats, Kreises, Rechtecks, Hexagons, Oktagons oder dergleichen aufweisen.

[0014] Die Schleifverbundstoffe können auch darin unregelmäßig geformt sein, daß die Seiten oder Begrenzungen der Verbundstoffe zusammengesackt und nicht präzise sind. Ein unregelmäßig geformter Schleifverbundstoff kann herkömmlichen Formen ähneln, wie dem obenerwähnten Zylindern, Kuppeln, Pyramiden, Rechtecken, Pyramidenstümpfen, Prismen, Würfeln, Kegeln, Kegelstümpfen und dergleichen. Jedoch kann der unregelmäßig geformte Schleifverbundstoff etwas deformiert oder nicht voll-ständig geformt erscheinen. Alternativ kann ein unregelmäßig geformter Schleifverbundstoff darin eine dreidimensionale Form aufweisen, daß er eine Höhen-, Dicken- und eine Grundflächenabmessung aufweist, während er keiner der vorhergehenden herkömmlichen Formen ähnelt. Bei der Bildung eines unregelmäßig geformten Schleifverbundstoffs kann der Schmirgelbrei zuerst zu einer gewünschten Form und/oder Muster geformt werden. Sobald der Schmirgelbrei gebildet ist, wird der Bindemittelvorläufer im Schmirgelbrei typischerweise ausgehärtet oder erstarren gelassen. Es gibt im allgemeinen eine Unterbrechung zwischen der Bildung der Form und dem Aushärten des Bindemittelvorläufers. Während dieser Unterbrechung ist der Schmirgelbrei noch fließfähig. Schleifverbundstoffe können auch in ihrer Größe, Teilung oder Form in einem einzelnen Schleifgegenstand variieren, wie in WO 95/07797, die am 23. März 1995 veröffentlicht wurde, und WO 95/22436 beschrieben, die am 24. August 1995 veröffentlicht wurde.

[0015] „Textur“, wie es hierin verwendet wird, bezeichnet eine Schleifschicht auf einem Schleifgegenstand, der irgendeine der obenerwähnten dreidimensionalen Verbundstoffe aufweist, sei es, daß die einzelnen dreidimensionalen Verbundstoffe präzise geformt sind, unregelmäßig geformt sind oder eine Kombination von präzise geformten und unregelmäßig geformten Verbundstoffen aufweisen. Die Textur kann aus mehreren Schleifverbundstoffen bestehen, die im wesentlichen alle dieselbe Form aufweisen. Entsprechend kann die Textur in einem zufälligen Muster vorliegen, wo sich die Formen der Schleifverbundstoffe im selben Schleifgegenstand voneinander unterscheiden.

[0016] „Ra“ wie es hierin verwendet wird, bezeichnet eine Oberflächenrauheitsmessung, die zum Beispiel mit einem Tencor P2 Long Scan Profiler (KLA Tencor; Mountain View, CA) vorgenommen wird, mit einem Taster von 0,2 Mikrometern und einer Tasterkraft von 40 Milligramm. Die Abtastgeschwindigkeit beträgt 0,02 Millimeter/Sekunde, und die Abtastprüflänge beträgt 0,25 Millimeter mit einer Auswertungslänge von 1,25 Millimetern. Die Grenzwellenlänge beträgt 0,25 Millimeter. Im allgemeinen ist die Beschaffenheit um so glatter je niedriger der Ra-Wert ist.

[0017] „Muscheliger Bruch“ bedeutet einen Bruch in einer Glasoberfläche, der eine Form aufweist, die grob einer Muschelschalenhälfte oder deren sich überlappenden Abschnitten ähnelt.

[0018] „Duktil“, wie es in bezug auf das Schleifverfahren verwendet wird, bezeichnet das glatte Entfernen von Material mit einem Schleifwerkzeug, das zu einer Oberfläche führt, die feine Riefen enthält.

[0019] In noch einem anderen Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren für das Schleifen eines Werkstücks bereitgestellt, das die Schritte aufweist:

in Kontakt bringen einer Schleifschicht eines flexiblen Schleifgegenstands mit der Oberfläche des Werkstücks, wobei die Schleifschicht ein Schleifmittel aufweist, das in einer Bindematrix dispergiert ist, wobei die Matrix an einen flexiblen Träger angebracht ist; und

Bewegen der Schleifschicht des flexiblen Schleifgegenstands und der Oberfläche des Werkstücks relativ zueinander mit einer Geschwindigkeit von mindestens etwa 16,5 Metern pro Sekunde, um eine Endoberflächenrauigkeit Ra bereitzustellen, die kleiner als etwa 0,030 Mikrometer ist.

[0020] Diese und andere Aspekte der Erfindung werden durch Fachleute bei weiterer Betrachtung des Rests der Offenbarung vollständiger verstanden werden, die die detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen und die beigefügten Ansprüche einschließt.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0021] Bei der Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird auf die verschiedenen Figuren Bezug genommen, wobei:

[0022] **Fig. 1** ein vergrößerter Querschnitt einer bevorzugten Schleifgegenstands ist, der im Verfahren der Erfindung nützlich ist; und

[0023] **Fig. 2** ein vergrößerter Querschnitt eines weiteren bevorzugten Schleifgegenstands ist, der im Verfahren der Erfindung nützlich ist.

#### Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform

[0024] Die vorliegende Erfindung stellt ein Verfahren zur Verfeinerung (z.B. Schleifen) der Oberfläche eines Glaswerkstücks mit einem flexiblen Schleifgegenstand bereit, der einen Träger und mindestens eine dreidi-

mensionale Schleifschicht aufweist, die vorzugsweise Diamantteilchen aufweist, die in einer Matrix dispergiert sind und an einer Oberfläche des Trägers befestigt sind. Vorzugsweise nutzt das Verfahren der Erfindung einen flexiblen Schleifgegenstand mit kugelförmig geformten Schleifteilchen, wobei jedes Teilchen aus einer Metalloxidmatrix mit einem Superschleifkorn (z.B. Diamant) besteht, das in der Metalloxidmatrix dispergiert ist. Es werden nun Details der bevorzugten Verfahren beschrieben.

[0025] Glasgegenstände können in Wohn- oder kommerziellen Umgebungen für zum Beispiel dekorative oder für bauliche Zwecke verwendet werden. Bei der Herstellung solcher Glasgegenstände kann mindestens eine Oberfläche derselben zu einer verhältnismäßig ebenen Oberfläche oder zu einer geringfügig profilierten Oberfläche poliert werden. Glasgegenstände mit zwei sehr ebenen und parallel polierten Oberflächen umfassen Computerfestplatten-Glassubstrate und Glasplatten für Flachbildschirme, die in tragbaren Computern, platzsparenden Tisch-Computeranzeigen und Flachbildschirm-Fernsehmultiplexern verwendet werden. Glasgegenstände, die profilierte Oberflächen aufweisen, umfassen optische Komponenten wie Linsen, Prismen, Spiegel, CRT- (Kathodenstrahlröhren)-Bildschirme und dergleichen. Kathodenstrahlröhren-Bildschirme sind verbreitet bei Anzeigebildschirmen vorzufinden, die in Geräten wie Fernsehgeräten, Computermonitoren, Computerterminals und dergleichen verwendet werden. Kathodenstrahlröhren-Bildschirme können in ihrer Größe (längs der Diagonalen gemessen) von etwa 10 Zentimeter (vier Inch) bis etwa 100 Zentimeter (40 Inch) oder mehr reichen. Kathodenstrahlröhren-Bildschirme weisen typischerweise eine konvexe Außenfläche auf, die zwei Krümmungsradien aufweist. Bei der Herstellung solcher Kathodenstrahlröhren-Bildschirme wird ein Schleifverfahren eingesetzt, um den Bildschirm anfänglich zu schleifen und anschließend zu polieren, um ein optisch klares Fertigprodukt bereitzustellen.

[0026] Das Verfahren der vorliegenden Erfindung nutzt Schleifgegenstände bei der Ausführung des oben erwähnten Schleifverfahrens. Insbesondere stellt das Verfahren der vorliegenden Erfindung ein „duktils“ Hochgeschwindigkeitsschleifverfahren für Glaswerkstücke, wie das oben erwähnte Computerplattensubstrat, Flachbildschirme und konvexe Kathodenstrahlröhren-Bildschirme bereit. Im Verfahren der Erfindung werden flexible Schleifgegenstände genutzt, vorzugsweise in der Form endloser Bänder, um den Schleifschritt auszuführen. Diese Schleifgegenstände weisen eine Schleifoberfläche auf, die typischerweise an einen flexiblen Träger befestigt ist. In einer Ausführungsform weist der Schleifgegenstand einen Träger und eine dreidimensionale Schleifschicht oder eine Schleifschicht auf, die angeklebt oder anders an dem Träger befestigt ist, wobei die Beschichtung Diamantperlen aufweist, die in einem Bindemittel dispergiert sind und an eine Oberfläche des Trägers gebunden sind. Die Schleifschicht weist vorzugsweise ein Bindemittel, das aus einem Bindemittelvorläufer gebildet wird, mehrere Diamantperlenschleifteilchen und ein Füllmittel auf, das etwa 40 bis etwa 60 Gew.% der Schleifschicht aufweist. Es werden nun einzelne Komponenten des Schleifgegenstands detaillierter beschrieben.

#### Bindemittel

[0027] Das Bindemittel wird aus einem Bindemittelvorläufer gebildet. Der Bindemittelvorläufer weist ein Harz auf, das sich in einem unausgehärteten oder unpolymersierten Zustand befindet. Während der Herstellung des Schleifgegenstands wird das Harz im Bindemittelvorläufer vollständig polymerisiert, gehärtet oder ausgehärtet, so daß ein Bindemittel gebildet wird. Der Bindemittelvorläufer kann ein kondensationsaushärtendes Harz, ein additionspolymerisierendes Harz, ein radikalisch härtendes Harz und/oder deren Kombinationen und Mischungen aufweisen.

[0028] Die bevorzugten Bindemittelvorläufer sind Harze, die über einen radikalischen Mechanismus polymerisieren. Das Polymerisationsverfahren wird eingeleitet, indem der Bindemittelvorläufer zusammen mit einem geeigneten Katalysator einer Energiequelle, wie thermischer Energie oder Strahlungsenergie ausgesetzt wird. Beispiele der Strahlungsenergie schließen Elektronenstrahlen, ultraviolettes Licht oder sichtbares Licht ein.

[0029] Beispiele radikalisch aushärtender Harze schließen akrylierte Urethane, akrylierte Epoxide, akrylierte Polyester, ethylenisch ungesättigte Verbindungen, Aminoplastderivate, die ungesättigte Seiten-Carbonylgruppen aufweisen, Isocyanatderivate, die mindestens eine Seitenacrylatgruppe aufweisen, Isocyanatderivate, die mindestens eine Seiten-Acrylatgruppe aufweisen, und deren Mischungen und Kombinationen ein. Der Ausdruck Acrylat umfaßt Acrylate und Methacrylate.

[0030] Akrylierte Urethane sind ebenfalls Acrylatester von isocyanatgestrecktem Polyester oder Polyether mit endständiger Hydroxylgruppe. Sie können aliphatisch oder aromatisch sein. Beispiele kommerziell erhältlicher akrylierter Urethane umfassen jene, die durch die Handelsbezeichnungen PHOTOMER (z.B. PHOTOMER 6010) von Henkel Corp. Hoboken, NJ; EBECRYL 220 (hexafunktionelles aromatisches Urethanacrylat mit Molekulargewicht 1000), EBECRYL 284 (aliphatisches Urethandiacylat mit Molekulargewicht 1200, verdünnt mit 1,6-Hexandioldiacrylat), EBECRYL 4827 (aromatisches Urethandiacylat mit Molekulargewicht 1600), EBECRYL 4830 (aliphatisches Urethandiacylat mit Molekulargewicht 1200, verdünnt mit Tetraethylenglycoldiacrylat), EBECRYL 6602 (trifunktionelles aromatisches Urethanacrylat mit Molekulargewicht 1300, verdünnt mit Trimethylolpropanethoxytriacylat), und EBECRYL 840 (aliphatisches Urethandiacylat mit Molekularge-

wicht 1000) von UCB Radcure Inc. Smyrna, GA; SARTOMER (z.B. SARTOMER 9635, 9645, 9655, 963-B80, 966-A80, etc.) von Sartomer Co., West Chester, PA, und UVITHANE (z.B. UVITHANE 782) von Morton International, Chicago, 111 bekannt sind.

[0031] Ein Urethanacrylatoligomer kann mit einem ethylenisch ungesättigten Monomer, wie monofunktionellen Acrylatmonomeren, difunktionellen Acrylatmonomeren, trifunktionellen Acrylatmonomere oder deren Kombinationen vermengt werden.

[0032] Die ethylenisch ungesättigten Monomere oder Oligomere, oder Acrylatmonomere oder Oligomere können monofunktionell, difunktionell, trifunktionell, tetrafunktionell oder höher funktionell sein. Der Ausdruck Acrylat umfaßt sowohl Acrylate und Methacrylate. Ethylenisch ungesättigte Bindemittelvorläufer umfassen sowohl monomere und polymere Verbindungen, die Atome von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff und optional Stickstoff und die Halogene enthalten. Sauerstoff- oder Stickstoffatome oder beide sind im allgemeinen in Ether-, Ester-, Urethan-, Amid- und Harnstoffgruppen vorhanden. Ethylenisch ungesättigte Verbindungen weisen vorzugsweise ein Molekulargewicht von weniger als etwa 4000 auf und sind vorzugsweise Ester, die aus der Reaktion von Verbindungen hergestellt werden, die aliphatische Monohydroxygruppen oder aliphatische Polyhydroxygruppen und ungesättigte Karbonsäuren, wie Acrylsäure, Methacrylsäure, Itakonsäure, Crotonsäure, Isocrotonsäure, Maleinsäure und dergleichen enthalten. Repräsentative Beispiele ethylenisch ungesättigter Monomere schließen Methylmethacrylat, Ethylmethacrylat, Styrol, Divinylbenzen, Hydroxyethylacrylat, Hydroxyethylmethacrylat, Hydroxypropylacrylat, Hydroxypropylmethacrylat, Hydroxybutylacrylat, Hydroxybutylmethacrylat, Vinyltoluen, Ethylenglycoldiacrylat, Polyethylenglycoldiacrylat, Ethylenglycoldimethacrylat, Hexandioldiacrylat, Triethylenglycoldiacrylat, Trimethylolpropantriacyrat, Glyceroltriacyrat, Pentaerythritoltriacyrat, Pentaerythritoltrimethacrylat, Pentaerythritoltetraacyrat und Pentaerythritoltetramethacrylat ein. Andere ethylenisch ungesättigte Harze schließen Monoallyl-, Polyallyl- und Polymethallylester und Amide von Karbonsäuren, wie Diallylphthalat, Diallyladipat und N,N-diallyladipamid ein. Noch weitere stickstoffhaltige Verbindungen schließen Tris(2-acryl-oxyethyl)isocyanurat, 1,3,5-tri(2-methaeryloxyethyl)-s-triazin, Acrylamid, Methylacrylamid, N-methyl-acrylamid, N,N-dimethylacrylamid, N-Vinylpyrrolidon und N-vinylpiperidon und CMD 3700 ein, das von Radcure Specialties erhältlich ist. Beispiele von ethylenisch ungesättigten Verdünnern oder Monomeren können in den US-Patenten Nr. 5,236,472 (Kirk et al.) und 5,580,647 (Larson et al.) gefunden werden.

[0033] Zusätzliche Informationen hinsichtlich anderer potentiell nützlicher Bindemittel und Bindemittelvorläufer können in der mitanhängigen Patentanmeldung Seriennr. 08/694,014 (eingereicht am . August 1996) des Rechtsnachfolgers gefunden werden, die eine teilweise Fortführung der Patentanmeldung Seriennr. 08/557,727 (eingereicht am 13. November 1995) (Bruxvoort u.a.) und des US-Patents Nr. 4,773,920 (Chasman et al.) ist.

[0034] Akrylierte Epoxide sind Diacrylatester von Epoxidharzen, wie Diacrylatester von Bisphenol-A-Epoxidharz. Beispiele kommerziell erhältlicher akrylierter Epoxide schließen CMD 3500, CMD 3600 und CMD 3700 ein, die von Radcure Specialties erhältlich sind, und CN103, CN104, CN111, CN112 und CN114, die von Sartomer, West Chester, PA kommerziell erhältlich sind.

[0035] Beispiele von Polyesteracrylaten schließen Photomer 5007 und Photomer 5018 von Henkel Corporation, Hoboken, NJ ein. Die Aminoplastharze weisen mindestens eine alpha, betaungesättigte Seiten-Carbonylgruppe pro Molekül oder Oligomer ein. Diese ungesättigten Carbonylgruppen können Acrylat-, Methacrylat- oder Acrylamid-Gruppen sein. Beispiele solcher Materialien schließen N-(hydroxymethyl)-acrylamid, NN'-oxydimethylenbisacrylamid, Ortho- und Para-acrylamidmethyliertes Phenol, acrylamidmethyliertes Phenol-Novolak und deren Kombinationen ein. Diese Materialien werden ferner in den US-Patenten Nr. 4,903,440 (Larson et al.) und 5,236,472 (Kirk et al.) beschrieben.

[0036] Isocyanuratderivate, die mindestens eine Seiten-Acrylatgruppe aufweisen, und Isocyanatderivate, die mindestens eine Seiten-Acrylatgruppe aufweisen, werden ferner im US-Patent Nr. 4,652,27 (Boettcher) beschrieben.

[0037] Der Bindemittelvorläufer kann auch ein Epoxidharz aufweisen. Epoxidharze weisen ein Oxiran auf und werden durch Ringöffnung polymerisiert. Solche Epoxidharze schließen monomere Epoxidharze und polymere Epoxidharze ein. Beispiele von Epoxidharzen schließen 2,2-bis[4-(2,3-epoxypropoxy)-phenyl]propan, einen Diglycidylether von Bisphenol, kommerziell erhältliche Materialien, die unter der Handelsbezeichnung EPON 828, EPON 1004 und EPON 100IF von Shell Chemical Co. erhältlich sind, und DER-331, DER-332 und DER-334 ein, die von Dow Chemical Co. erhältlich sind. Andere Epoxidharze schließen cycloaliphatische Epoxide, Glycidylether von Phenolformaldehyd-Novolak (z.B. DEN-431 und DEN-428, die von Dow Chemical Co. erhältlich sind) ein. Eine Mischung von radikalisch aushärtenden Harzen und Epoxidharzen wird ferner in den US-Patenten Nr. 4,751,138 (Turney et al.) und 5,256,170 (Harmer et al.) beschrieben.

#### Trägermaterialien

[0038] Träger dienen der Funktion, einen Halt für die Schleifschicht bereitzustellen. Träger, die in der Erfin-

dung nützlich sind, müssen in der Lage sein, am Bindemittel zu haften, nachdem der Bindemittelvorläufer Aushärtungsbedingungen ausgesetzt wird, und sind vorzugsweise nach dem Ausgesetztsein flexibel, so daß die im erfinderischen Verfahren verwendeten Gegenstände sich den Oberflächenkonturen, Radien und Unregelmäßigkeiten im Werkstück anpassen können.

[0039] In vielen Polieranwendungen muß der Träger fest und haltbar sein, so daß der resultierende Schleifgegenstand lang haltbar ist. Zusätzlich muß in einigen Polieranwendungen der Träger fest und flexibel sein, so daß sich der Schleifgegenstand dem Glaswerkstück gleichmäßig anpassen kann. Dies gilt typischerweise dann, wenn das Werkstück eine Form oder Kontur aufweist, die ihm zugeordnet ist. Der Träger kann ein Polymerfilm, Papier, Vulkanfiber, ein behandelter Vliesstoffträger oder ein behandelter Gewebeträger sein, um diese Eigenschaften von Festigkeit und Formanpassungsvermögen bereitzustellen. Beispiele des Polymerfilms schließen Polyesterfilm, Copolyesterfilm, Polyimidfilm, Polyamidfilm und dergleichen ein. Ein besonderer Filmtträger ist ein Polyesterfilm, der eine Grundierung aus Ethylenacrylsäure auf mindestens einer Oberfläche aufweist, um die Adhäsion der Schleifschicht am Träger zu unterstützen.

[0040] Ein Vliesstoff, einschließlich Papier, kann entweder mit einem wärmehärtenden oder thermoplastischen Material getränkt sein, um die nötigen Eigenschaften bereitzustellen.

[0041] Gewebeträger können ebenfalls für einen Schleifgegenstand der vorliegenden Erfindung geeignet sein. Das Gewebe kann ein J-Gewicht, X-Gewicht, Y-Gewicht oder M-Gewicht-Gewebe sein. Die Fasern oder Garne, die das Gewebe bilden, können aus der Gruppe ausgewählt werden, die aus Polyester, Nylon, Reyon, Baumwolle, Fiberglas und deren Kombinationen besteht. Das Gewebe kann ein gewirktes oder gewebtes Gewebe sein (z.B. Drell-, Köper- oder Satin-Webarten) oder es kann nähgewirkt oder ein Schußeintragsgewebe sein. Das naturfarbene Gewebe kann texturiert, gasiert, entschlichtet oder irgendeiner herkömmlichen Behandlung für ein naturfarbene Gewebe unterzogen werden. Es wird häufig bevorzugt, einen Gewebeträger mit Polymermaterial zu behandeln, um das Gewebe abzudichten und dadurch die Gewebefasern zu schützen. Die Behandlung kann eine oder mehrere der folgenden Behandlungen umfassen: eine Vorappretur, ein Imprägniermittel oder eine Rückappretur. Eine solche Behandlung beinhaltet, daß zuerst eine Vorappreturbeschichtung aufgetragen wird, gefolgt von einer Rückappreturbeschichtung. Alternativ eine Imprägniermittelbeschichtung, gefolgt durch eine Rückappreturbeschichtung. Die Vorderseite des Trägers sollte verhältnismäßig glatt sein. Ebenso sollte(n) die Behandlungsbeschichtung(en) dazu führen, daß der Gewebeträger wasserdicht ist, da Glaspolieren typischerweise in der Gegenwart von Wasser durchgeführt wird. Entsprechend sollte(n) die Behandlungsbeschichtung(en) dazu führen, daß der Gewebeträger eine ausreichende Festigkeit und Flexibilität aufweist. Eine Trägerbehandlung weist ein vernetztes Urethanacrylatoligomer auf, das mit einem Acrylatmonomerharz vermischt ist. Es liegt im Rahmen dieser Erfindung, daß die Gewebebehandlungsschemie mit der Chemie des Bindemittels in ihrer Natur identisch oder ähnlich ist. Die Gewebebehandlungsschemie kann ferner Zusatzstoffe aufweisen wie: Füllmittel, Farbstoffe, Pigmente, Benetzungsmittel, Haftmittel, Weichmacher und dergleichen.

[0042] Andere Behandlungsbeschichtungen schließen wärmehärtende und thermoplastische Harze ein. Beispiele typischer wärmehärtender Harze schließen Phenolharze, Aminoplastharze, Urethanharze, Epoxidharze, ethylenisch ungesättigte Harze, akrylierte Isocyanuratharze, Harnstoff-Formaldehyd-Harze, Isocyanuratharze, akrylierte Urethanharze, akrylierte Epoxidharze, Bismaleimidharze und deren Mischungen ein. Beispiele thermoplastischer Harze schließen Polyamidharze (z.B. Nylon), Polyesterharze und Polyurethanharze (Polyurethan-Harnstoff-Harze) ein. Ein thermoplastisches Harz ist ein Polyurethan, das von dem Reaktionsprodukt eines Polyesterpolyols und eines Isocyanats abgeleitet wird.

#### Schleifeteilchen

[0043] Für Glasschleifen wird es bevorzugt, daß der Schleifgegenstand, der im Verfahren der Erfindung verwendet wird, Diamantschleifperlen, einzelne Diamantschleifeteilchen oder Schleifagglomerate, die Diamanten aufweist. Diese Diamantschleifeteilchen können natürliche oder synthetisch hergestellte Diamanten sein und können als „harzgebundene Diamanten“, „Sägeblatt-Qualitätsdiamanten“ oder „metallgebundene Diamanten“ betrachtet werden. Die einzelnen Diamanten können eine Blockform, die mit ihnen verbunden ist, oder alternativ eine nadelförmige Form aufweisen. Die einzelnen Diamantteilchen können eine Oberflächenbeschichtung wie eine Metallbeschichtung (zum Beispiel Nickel, Aluminium, Kupfer oder dergleichen), eine anorganische Beschichtung (zum Beispiel Silika) oder eine organische Beschichtung aufweisen. Der Schleifgegenstand der Erfindung kann eine Mischung von Diamanten mit anderen Schleifeteilchen enthalten.

[0044] Die Schleifschicht des Schleifgegenstands ist vorzugsweise eine dreidimensionale Schleifschicht, die aus den Schleifverbundstoffen besteht. Die Verbundstoffe können irgendwo zwischen etwa 0,1 Gewichtsteilen Schleifteilchen oder Agglomerate bis zu 90 Gewichtsteilen Schleifteilchen oder Agglomerate und 10 Gewichtsteile Bindemittel bis zu 99,9 Gewichtsteile Bindemittel aufweisen, wobei der Ausdruck „Bindemittel“ alle Füllmittel und/oder andere Zusatzstoffe einschließt, die sich von den Schleifteilchen unterscheiden. Jedoch wird es infolge der Unkosten, die mit Diamantschleifteilchen verbunden sind, bevorzugt, daß die Schleifschicht etwa

0,1 bis 50 Gewichtsteile Diamant oder diamanthaltige Teilchen oder Agglomerate und etwa 50 bis 99,9 Gewichtsteile Bindemittel aufweist. Bevorzugter weist die Schleifschicht etwa 1 bis 30 Gewichtsteile Diamant oder diamanthaltige Teilchen oder Agglomerate und etwa 70 bis 99 Gewichtsteile Bindemittel auf, und noch bevorzugter weist die Schleifschicht etwa 1,5 bis 10 Gewichtsteile Diamant oder diamanthaltige Teilchen oder Agglomerate und etwa 90 bis 98,5 Gewichtsteile Bindemittel auf.

[0045] Die Schleifschicht eines Schleifgegenstands der vorliegenden Erfindung kann mehrere Diamantperlenschleifeteilchen aufweisen. Vorzugsweise weisen die Diamantperlenschleifeteilchen, die in den Gegenständen der Erfindung verwendet werden, von etwa 6% bis 65 Vol% Diamantschleifeteilchen auf, die einen effektiven Durchmesser von 25 Mikrometer oder weniger aufweisen, die in der gesamten Matrix verteilt sind. Die Diamantperlenschleifeteilchen weisen von etwa 35% bis 94 Vol% der Matrix auf, die typischerweise eine mikroporöse, nicht geschmolzene Metalloxidmatrix ist, die eine Knoop-Härte von weniger als 1000 aufweist, wobei die Matrix mindestens ein Oxid aufweist, das vorzugsweise aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Zirkondioxid, Silika, Aluminiumoxid, Magnesiumoxid und Titandioxid besteht. Andere Formulierungen für die Matrix werden ebenfalls erwogen, und die Erfindung ist nicht auf die Verwendung irgendeines bestimmten Matrixmaterial gegenüber einem anderen beschränkt.

[0046] Diamantperlenschleifeteilchen werden im US-Patent Nr. 3,916,584 (Howard et al.) beschrieben, dessen Offenbarung hierin als Verweis aufgenommen ist. In einem bevorzugten Verfahren zur Herstellung werden Diamantschleifeteilchen in ein wässriges Sol eines Metalloxids (oder Oxidvorläufers) gemischt, und der resultierende Brei wird wiederum einer gerührten wasserentziehenden Flüssigkeit (z.B. 2-ethyl-hexanol) zugegeben. Es wird Wasser aus dem dispergierten Brei entfernt und die Oberflächenspannung zieht den Brei zu kugelförmigen Verbundstoffen, die danach ausgefiltert, getrocknet und gebrannt werden. Die resultierenden Diamantperlenschleifeteilchen sind in ihrer Form im allgemeinen kugelförmig und weisen eine Größe auf, die mindestens das Doppelte der Diamantteilchen beträgt, die verwendet werden, um die Diamantperlenschleifeteilchen herzustellen. Typischerweise werden die einzelnen Diamanten eine Größe aufweisen, die zwischen etwa 0,25 und 25 Mikrometer liegt, bevorzugter zwischen etwa 0,5 bis 6 Mikrometer liegt. Die Diamantperlenschleifeteilchen sind typischerweise etwa 5 bis etwa 200 Mikrometer groß, wobei sie bevorzugter etwa 12 bis etwa 50 Mikrometer groß sind. Wenn Diamantperlenschleifeteilchen für Zwecke der vorliegenden Erfindung in einen Schleifgegenstand eingebaut werden, wird die Schleifschicht des Gegenstands typischerweise etwa 1 bis etwa 30 Gew.% Diamantperlenschleifeteilchen, mehr typischerweise etwa 2 bis etwa 25 Gew.% Diamantperlenschleifeteilchen aufweisen. Vorzugsweise weist die Schleifschicht etwa 5 bis etwa 15 Gew.% Diamantperlenschleifeteilchen auf, wobei sie bevorzugter etwa 7 bis etwa 13 Gew.% Diamantperlenschleifeteilchen aufweist.

[0047] Fachleute werden erkennen, daß die Gegenstände der Erfindung andere Schleifagglomerate enthalten können, als die obenerwähnten Diamantperlenschleifeteilchen. Vorzugsweise werden die hierin verwendeten Agglomerate Diamanten oder ein anderes geeignetes hartes Schleifmittel aufweisen. Schleifagglomerate können durch bekannte Verfahren hergestellt werden, wie jene, die in den US-Patenten Nr. 4,311,489; 4,652,275, 4,799,939 und 5,500,273 detailliert dargestellt werden.

#### Füllmittel

[0048] Die Schleifschicht eines Schleifgegenstands der vorliegenden Erfindung weist ferner ein Füllmittel auf. Ein Füllmittel ist ein teilchenförmiges Material und weist im allgemeinen eine Teilchengrößenbereich zwischen 0,01 und 50 Mikrometer auf, typischerweise zwischen 0,1 und 40 Mikrometer. Es wird der Schleifschicht ein Füllmittel zugegeben, um die Abtragungsrate der Schleifschicht zu kontrollieren. Eine kontrollierte Abtragungsrate der Schleifschicht während des Polierens ist wichtig, um ein Gleichgewicht zwischen einer hohen Abtragungsrate, einer konsistenten Abtragungsrate und einer langen Nutzungsdauer zu erzielen. Wenn die Füllmittelbeladung zu hoch ist, wird die Schleifschicht mit einer Rate abgetragen, die zu schnell ist, wodurch es zu einer uneffizienten Polieroperation kommt (z.B. einem niedrigen Abtrag und einer mangelhaften Nutzlebensdauer des Schleifgegenstands). Wenn im Gegensatz dazu die Füllmittelbeladung zu niedrig ist, kann die Schleifschicht mit einer Rate abgetragen werden, die zu langsam ist, wodurch es zugelassen wird, daß die Schleifeteilchen stumpf werden, was zu einer niedrigen Abtragungsrate führt. Die Schleifschicht eines Schleifgegenstands der vorliegenden Erfindung weist etwa 40 bis etwa 60 Gew.% Füllmittel auf. Bevorzugter weist die Schleifschicht etwa 45 bis etwa 60 Gew.% Füllmittel auf. Am bevorzugtesten weist die Schleifschicht etwa 50 bis etwa 60 Gew.% Füllmittel auf.

[0049] Beispiele von Füllmitteln, die zur Verwendung in einem Schleifgegenstand der vorliegenden Erfindung geeignet sein können, schließen ein: Metallkarbonate (wie Kalziumkarbonat (Kreide, Calcit, Tonmergel, Travertin, Marmor und Kalkstein), Kalzium-Magnesiumkarbonat, Natriumkarbonat, Magnesiumkarbonat), Silika (wie Quarz, Glasperlen, Glasblasen und Glasfasern), Silikate (wie Talk, Tone (Montmorillonit), Feldspat, Mika, Kalziumsilikat, Kalziummetasilikat, Natriumaluminosilikat, Natriumsilikat, Lithiumsilikat und Kaliumsilikat), Metallsulfate (wie Kalziumsulfat, Bariumsulfat, Natriumsulfat, Aluminium-Natriumsulfat, Aluminiumsulfat), Gips, Vermiculit, Holzmehl, Aluminiumtrihydrat, Ruß, Metalloxide (wie Kalziumoxid (Ätzkalk), Aluminiumoxid, Zinno-



xid (zum Beispiel Zinnasche), Titandioxid) und Metallsulfite (wie Kalziumsulfid), thermoplastische Teilchen (Polycarbonat, Polyetherimid, Polyester, Polyethylen, Polysulfon, Polystyrol, Acrylnitril-Butadien-Styrol-Blockcopolymer, Polypropylen, Acetalpolymere, Polyurethane, Nylonteilchen) und wärmehärtende Teilchen (wie Phenolblasen, Phenolperlen, Polyurethanschaum-Teilchen) und dergleichen. Das Füllmittel kann auch ein Salz wie ein Hologensalz sein. Beispiele von Hologensalzen schließen Natriumchlorid, Kaliumkryolith, Natriumkryolith, Ammoniumkryolith, Kaliumtetrafluorborat, Natriumtetrafluorborat, Siliziumfluoride, Kaliumchlorid, Ammoniumchlorid und Magnesiumchlorid ein. Beispiele von Metallfüllmitteln schließen Zinn, Blei, Wismut, Kobalt, Antimon, Cadmium, Eisentitan ein. Andere zusätzliche Füllmittel schließen Schwefel, organische Schwefelverbindungen, Graphit und Metallsulfide.

[0050] Bevorzugte Füllmittel, um der Schleifschicht die erwünschte Abtragbarkeit zu verleihen, umfassen Kalziummetasilikat, weißes Aluminiumoxid, Kalziumkarbonat, Ammoniumchlorid und Silika. Kombinationen von Füllmitteln können verwendet werden, die Kalziummetasilikat kombiniert mit weißem Aluminiumoxid oder Kalziumkarbonat enthalten. Das Kalziumsilikat kann der Schleifschicht mit einer Konzentration zwischen 20 und 30 Gew.% zugegeben werden, und das weiße Aluminiumoxid kann mit einer Konzentration zwischen 25 und 35 Gew.% zugegeben werden. Wenn eine feine Oberflächenbeschaffenheit erwünscht ist, kann es wünschenswert sein, ein weiches Füllmittel zu verwenden, das in einer kleinen mittleren Teilchengröße erhältlich ist.

#### Zusatzstoff

[0051] Die Schleifschicht eines Schleifgegenstands der vorliegenden Erfindung kann ferner optionale Zusatzstoffe aufweisen, wie Zusatzstoffe zur Modifikation der Schleifteilchenoberfläche, Haftmittel, Füllmittel, Treibmittel, Fasern, Antistatikmittel, Aushärtungsmittel, Suspensionsmittel, Photosensibilisatoren, Benetzungsmittel, Tenside, Pigmente, Farbstoffe, W-Stabilisatoren und Antioxidationsmittel. Die Mengen dieser Materialien werden so ausgewählt, daß sie die gewünschten Eigenschaften bereitstellen.

#### Haftmittel

[0052] Ein Haftmittel kann eine Assoziationsbrücke zwischen dem Bindemittel und den Schleifteilchen bereitstellen. Zusätzlich kann das Haftmittel eine Assoziationsbrücke zwischen dem Bindemittel und den Füllmitteleilchen bereitstellen. Beispiele von Haftmitteln schließen Silane, Titanate und Zircoaluminate ein. Es gibt verschiedene Mittel, das Haftmittel einzubauen, die Fachleuten bekannt sind, und die vorliegende Erfindung ist nicht so aufzufassen, daß sie den Einschluß eines Haftmittels oder die Zugabe eines solchen Mittels in irgendeiner bestimmten Weise einschränkt oder erfordert. Zum Beispiel kann das Haftmittel dem Bindemittelvorläufer für die Schleifschicht direkt hinzugegeben werden. Die Schleifschicht kann irgendwo zwischen etwa 0 und 30%, vorzugsweise zwischen 0,1 und 25 Gew.% Haftmittel enthalten. Alternativ kann das Haftmittel auf die Oberfläche der Füllmitteleilchen aufgetragen werden. In noch einer anderen Art wird das Haftmittel auf die Oberfläche der Schleifteilchen aufgetragen, bevor sie in den Schleifgegenstand eingebaut werden. Die Schleifteilchen kann beruhend auf dem Gewicht der Schleifteilchen und des Haftmittels irgendwo zwischen etwa 0 und 3 Gew.% Haftmittel enthalten. Beispiele kommerziell erhältlicher Haftmittel schließen „A174“ und „A1230“ von OSI ein. Noch ein anderes Beispiel eines kommerziellen Haftmittels ist ein Isopropyltriisosteroyltitanat, das von Kenrich Petrochemicals, Bayonne, NJ, unter der Handelsbezeichnung „KR-TTS“ kommerziell erhältlich ist. Suspensionsmittel Ein Beispiel eines geeigneten Suspensionsmittels ist ein amorphes Silikateilchen, das eine Oberflächengröße aufweist, die kleiner als 150 Quadratmeter/Gramm ist, das von DeGussa Corp., Ridgefield Park, NJ, unter dem Handelsnamen „OX-50“ kommerziell erhältlich ist. Die Zugabe eines Kleinteilchen-Suspensionsmittels zum Schmirgelbrei erhöht das effektive Volumen des Fluids um annähernd das Gesamtvolumen der kleinen Teilchen und kann die mittlere bis hohe Scherviskosität der Dispersion senken. Mäßige Scherung während des Pumpens und der Beschichtung des Schmirgelbreis bricht Verkettungen von kleinen Teilchen und/oder lockere Flocken auf und senkt die Viskosität des Breis, um eine beschichtungsfähige Dispersion bereitzustellen. Hysterese (Thixotropie) kann die gesenkte Viskosität für eine ausreichende Zeit bewahren, um eine Einebnung der Schleifschicht zu erzielen. Die Verwendung eines Suspensionsmittels wird in der Technik ferner beschrieben, wie zum Beispiel im US-Patent Nr. 5,368,619.

#### Härtungsmittel

[0053] Der Bindemittelvorläufer kann ferner ein Härtungsmittel aufweisen, um das Polymerisations- oder Vernetzungsverfahren einzuleiten und zu vollenden, so daß der Bindemittelvorläufer für die Schleifschicht in ein steiferes Bindemittel umgewandelt wird. Der Ausdruck Härtungsmittel umfaßt Initiatoren, Photoinitiatoren, Katalysatoren und Aktivatoren. Die Menge und Art des Härtungsmittels wird zum größten Teil von der Chemie des Bindemittelvorläufers abhängen.

## Radikalischer Initiator

[0054] Die Polymerisation des bzw. der bevorzugten ethylenisch ungesättigten Monomers bzw. Monomere oder Oligomers bzw. Oligomere findet über einen radikalischen Mechanismus statt. Wenn eine Energiequelle ein Elektronenstrahl ist, erzeugt der Elektronenstrahl freie Radikale, die die Polymerisation einleiten. Jedoch liegt es im Rahmen dieser Erfindung, Initiatoren selbst dann zu verwenden, wenn der Bindemittelvorläufer einem Elektronenstrahl ausgesetzt wird. Wenn die Energiequelle Wärme, ultraviolettes Licht oder sichtbares Licht ist, kann es sein, daß ein Initiator vorhanden sein muß, um freie Radikale zu erzeugen. Beispiele von Initiatoren (d.h. Photoinitiatoren), die freie Radikale erzeugen, wenn sie ultraviolettem Licht oder Wärme ausgesetzt sind, schließen organische Peroxide, Azo-Verbindungen, Chinone, Nitrosoverbindungen, Acylhalogenide, Hydrazone, Mercapto-Verbindungen, Pyrylium-Verbindungen, Imidazole, Chlortriazine, Benzoin, Benzoinalkylether, Diketone, Phenone und deren Mischungen ein, sind jedoch nicht auf sie beschränkt. Beispiele kommerziell erhältlicher Photoinitiatoren, die bei Belichtung mit ultraviolettem Licht freie Radikale erzeugen, schließen IRGACURE 651 und IRGACURE 184 (die von Ciba Geigy Company, Hawthorne, NJ kommerziell erhältlich sind), und DAROCUR 1173 (das von Merck kommerziell erhältlich ist) ein. Beispiele von Initiatoren, die bei Belichtung mit sichtbarem Licht freie Radikale erzeugen, können im US-Patent Nr. 4,735,632 gefunden werden. Andere Photoinitiatoren, die bei Belichtung mit sichtbarem Licht freie Radikale erzeugen, sind unter dem Handelsnamen IRGACURE 369 und IRGACURE 819 kommerziell erhältlich (die beide von Ciba Geigy Company kommerziell erhältlich sind).

[0055] Typischerweise wird der Initiator in Mengen verwendet, die beruhend auf dem Gewicht der Bindemittelvorläufer zwischen 0,1% und 10 Gew.% und vorzugsweise zwischen 0,5% und 2 Gew.% liegen.

[0056] Zusätzlich wird es bevorzugt, den Initiator im Bindemittelvorläufer vor der Zugabe irgendeines teilchenförmigen Materials, wie den Schleifeteilchen und/oder dem Füllmittel zu dispergieren, vorzugsweise gleichmäßig zu dispergieren.

[0057] Im allgemeinen wird es bevorzugt, daß der Bindemittelvorläufer einer Strahlungsenergie, vorzugsweise ultraviolettem Licht oder sichtbarem Licht ausgesetzt wird. In einigen Fällen werden bestimmte Zusatzstoffe und/oder Schleifeteilchen ultraviolettes und sichtbares Licht absorbieren, was es schwierig macht, den Bindemittelvorläufer richtig zu härten. Diese Erscheinung trifft insbesondere auf Zerdioxid-Schleifeteilchen und Siliziumcarbid-Schleifeteilchen zu. Es ist ziemlich unerwartet herausgefunden worden, daß die Verwendung von phosphathaltigen Photoinitiatoren, insbesondere von acylphosphinoxidhaltigen Photoinitiatoren, dazu beiträgt, das Problem zu überwinden. Ein Beispiel eines solchen Photoinitiators ist 2,4,6-Trimethylbenzoyldiphenylphosphinoxid, das von BASF Corporation, Charlotte, NC, unter der Handelsbezeichnung LUCIRIN TPO kommerziell erhältlich ist. Andere Beispiele kommerziell erhältlicher Acylphosphinoxide schließen DAROCUR 4263 und DAROCUR 4265 ein, die beide von Merck kommerziell erhältlich sind.

## Photosensibilisatoren

[0058] Optional kann die Schleifschicht Photosensibilisatoren oder Photoinitatorsysteme enthalten, die eine Polymerisation entweder in Luft oder in einer Inertatmosphäre, wie Stickstoff bewirken. Diese Photosensibilisatoren oder Photoinitatorsysteme umfassen Verbindungen, die Carbonylgruppen oder tertiäre Aminogruppen und deren Mischungen aufweisen. Unter den bevorzugten Verbindungen, die Carbonylgruppen aufweisen, befinden sich Benzophenon, Acetophenon, Benzil, Benzaldehyd, o-Chlorbenzaldehyde, Xanthon, Thioxanthon, 9,10-anthracinon und andere aromatische Ketone, die als Photosensibilisatoren dienen können. Unter den bevorzugten tertiären Aminen befinden sich Methyldiethanolamin, Ethyldiethanolamin, Triethanolamin, Phenylmethylethanolamin und Dimethylaminoethylbenzoat. Im allgemeinen kann die Menge des Photosensibilisators oder Photoinitatorsystems beruhend auf dem Gewicht der Bindemittelvorläufer von etwa 0,01 Gew.% bis etwa 10 Gew.%, bevorzugter von etwa 0,25 bis etwa 4,0 Gew.% variieren. Beispiele von Photosensibilisatoren umfassen QUANTICURE ITX, QUANTICURE QT-X, QUANTICURE PTX, QUANTICURE EPD, die alle von Biddle Sawyer Corp. kommerziell erhältlich sind.

## Schleifgegenstand

[0059] Der erfindungsgemäße Schleifgegenstand weist eine Schleifschicht auf. Vorzugsweise ist die Schleifschicht an einem Träger gebunden, angeklebt oder anders befestigt. Die Schleifschicht ist vorzugsweise in einer gewissen Weise texturiert, wie zum Beispiel dadurch, daß die Schleifschicht mehrere geformte Schleifverbundstoffe aufweist. Schleifverbundstoffe können präzise geformt oder unregelmäßig geformt sein und die Schleifschicht kann eine Kombination präzise geformter Verbundstoffe und unregelmäßig geformter Verbundstoffe aufweisen. Es wird bevorzugt, daß die Schleifverbundstoffe präzise geformt sind.

[0060] Nun auf die Zeichnungsfiguren beziehend, werden die Merkmale einer bevorzugten Ausführungsform eines Schleifgegenstands **10** zur Verwendung im Verfahren der Erfindung in **Fig. 1** dargestellt. Der

Gegenstand **10** kann in irgendeiner einer Vielfalt von Formen, wie ein endloses Band, ein Polster oder in einem bahnförmigen Format bereitgestellt werden, die Fachleuten alle bekannt sind. Wie gezeigt, weist der Schleifgegenstand **10** einen Träger **12** auf, der auf einer Hauptoberfläche desselben eine Schleifschicht trägt, die aus mehreren Schleifverbundstoffen **16** besteht. Die Schleifverbundstoffe **16** weisen ein Schleifmittel bzw. Schleifkorn auf, das in einer Bindematrix, wie einem Bindemittel **15** dispergiert ist. In einem Aspekt besteht das Schleifmittel aus Diamantperlenschleifteilchen **14**, die im Bindemittel **15** dispergiert sind. Die Schleifverbundstoffe **16** enthalten ferner von etwa 40% bis etwa 60% (nicht gezeigtes) Füllmittel. Vorzugsweise weist das Bindemittel multifunktionelle Acrylate auf, am bevorzugtesten eine Mischung aus Tris(hydroxyethyl)isocyanurat und Trimethylolpropantriacylat. Das Bindemittel **15** bindet typischerweise die Schleifverbundstoffe **16** am Träger **12**. Optional kann eine Vorappretur-Beschichtung oder Haftschrift **13** zwischen den Schleifverbundstoffen **16** und dem Träger **12** angeordnet sein. Die Schleifverbundstoffe **16** weisen vorzugsweise eine erkennbare Form auf. Anfänglich wird es bevorzugt, daß die Diamantperlenschleifteilchen **14** nicht über die Oberfläche des Bindemittels **15** hinaus vorstehen. Wenn der Schleifgegenstand **10** verwendet wird, um eine Oberfläche zu schleifen, löst sich der Schleifverbundstoff auf, um unbenutzte Diamantperlenschleifteilchen **14** freizulegen, die zum Schleifen zur Verfügung stehen.

[0061] Der Schleifverbundstoff kann in irgendeiner einer Vielfalt von Formen hergestellt werden. Typischerweise ist der Wert der Querschnitt-Oberflächengröße auf der Grundseite der Form, die in Kontakt mit dem Träger steht, größer als das distale Ende des Verbundstoffs, der vom Träger beabstandet ist. Die Form des Verbundstoffs kann aus irgendeiner einer Vielfalt von Formen ausgewählt werden, wie zum Beispiel aus würfelförmig, blockförmig, zylindrisch, prismatisch, ein Pfeiler mit rechteckigem Querschnitt, pyramidenförmig, pyramidenstumpfförmig, kegelförmig, kegelstumpfförmig, kreuzförmig, pfeilerförmig mit einer ebenen Oberseite. Eine andere Form ist halbsphärisch, und dies wird ferner in PCT WO 95/22436 beschrieben. Der resultierende Schleifgegenstand kann eine Mischung aus unterschiedlichen Schleifverbundstoffformen aufweisen.

[0062] Die Grundflächen der Schleifverbundstoffe können aneinander anstoßen, oder alternativ können die Grundflächen benachbarter Schleifverbundstoffe um einen gewissen festgelegten Abstand getrennt sein. Es ist zu verstehen, daß diese Definition des Aneinanderstoßens auch eine Anordnung abdeckt, wo aneinandergrenzende Verbundstoffe einen gemeinsamen Materialsteg oder eine brückenförmige Struktur teilen, die gegenüberliegende Seitenwände der Verbundstoffe berührt und sich zwischen ihnen erstreckt. Das Materialsteg kann aus demselben Schmirgelbrei gebildet werden, der verwendet wird, um die Schleifverbundstoffe zu bilden.

[0063] Eine bevorzugte Form der Schleifverbundstoffe **16** ist im allgemeinen ein Pyramidenstumpf, der eine ebene Oberseite **18** und eine Grundseite **20** aufweist, die nach außen ausgestellt ist, wie in **Fig. 1** gezeigt. Es wird bevorzugt, daß die Höhe *H* der Schleifverbundstoffe **16** über den beschichteten Schleifgegenstand **10** konstant ist, jedoch ist es möglich, Schleifverbundstoffe mit variierenden Höhen zuzulassen. Die Höhe *H* der Verbundstoffe kann einen Wert von etwa 10 bis etwa 1500 Mikrometer, vorzugsweise etwa 25 bis etwa 1000 Mikrometer, bevorzugter von etwa 100 bis etwa 600 Mikrometer und am bevorzugtesten von etwa 300 bis etwa 500 Mikrometer aufweisen.

[0064] Es wird bevorzugt, daß die Grundflächen **20** benachbarter Schleifverbundstoffe durch einen Stegbereich **22** voneinander getrennt sind. Es wird angenommen, daß dieser Stegbereich **22** oder diese Trennung ein Mittel bereitstellt, es zuzulassen, daß das Fluidmedium frei zwischen den Schleifverbundstoffen fließt, was folglich zu einer besseren Abtragungsrate, Oberflächenbeschaffenheit oder erhöhten Glasoberflächen-Ebenheit beiträgt. Der Abstand der Schleifverbundstoffe kann von etwa 0,3 Schleifverbundstoffen pro linearen cm bis etwa 100 Schleifverbundstoffe pro linearen cm, vorzugsweise zwischen etwa 0,4 Schleifverbundstoff pro linearen cm bis etwa 20 Schleifverbundstoffe pro linearen cm, bevorzugter zwischen etwa 0,5 Schleifverbundstoffe pro linearen cm bis etwa 10 Schleifverbundstoffe pro linearen cm, und am bevorzugtesten zwischen etwa 6 Schleifverbundstoffe pro linearen cm bis etwa 7 Schleifverbundstoffe pro linearen cm variieren.

[0065] In einem Aspekt des Schleifgegenstands gibt es eine Flächenabstandsdichte von mindestens 5 Schleifverbundstoffe/cm<sup>2</sup> und vorzugsweise mindestens 30 Schleifverbundstoffe/cm<sup>2</sup>. In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung liegt die Flächenabstandsdichte der Verbundstoffe zwischen etwa weniger als 1 bis etwa 12000 Schleifverbundstoffe/cm<sup>2</sup>.

[0066] Wo ein Pfeiler mit rechteckigem Querschnitt oder pyramidenstumpfförmiger Form verwendet wird, weist die Grundfläche **20** im allgemeinen eine Länge von etwa 100 bis etwa 500 Mikrometer auf. Die Seiten, die die Schleifverbundstoffe bilden, können gerade oder spitz zulaufend sein. Wenn die Seiten spitz zulaufend sind, ist es im allgemeinen leichter, die Schleifverbundstoffe **16** aus den Hohlräumen der Herstellungswerkzeugs zu entfernen, wie unten erläutert wird. Der Winkel „A“ in **Fig. 1** wird von einer imaginären vertikalen Linie gemessen, die die Grundfläche **20** der Schleifverbundstoffs **16** an dem Punkt schneidet, wo sie den Stegbereich **22** zwischen den Schleifverbundstoffen **16** trifft, (d.h. die imaginäre Linie ist normal zum Stegbereich **22**). Der Winkel „A“ kann zwischen etwa 1 Grad und etwa 75 Grad, vorzugsweise zwischen etwa 2 Grad und etwa 50 Grad, bevorzugter zwischen etwa 3 Grad und etwa 35 Grad, und am bevorzugtesten zwischen etwa 5 Grad und etwa 15 Grad liegen.

[0067] In einem Schleifverfahren kann der Schleifgegenstand in der Form eines Polsters vorgesehen sein und der Träger **12** des Gegenstand **10** kann, wie mit einem Haftklebemittel, an einen Unterpolster, das aus Polymermaterial, wie zum Beispiel Polycarbonat besteht, oder an ein Urethan-Trägerpolster oder ein Silikon-schaumpolster angebracht sein. Das Polster ist typischerweise an einem weicheren Schaumpolster angebracht, das für den Schleifgegenstand während des Polierens ein Kissen bereitstellt. Das Schaumpolster wird dann einschließlich des Schleifgegenstands auf einem Poliermaschinentisch montiert oder kann direkt einem Poliermaschinentisch angebracht werden.

[0068] Nun auf **Fig. 2** beziehend, wird eine weitere bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schleifgegenstands **10'** in einer Schnittansicht dargestellt. In dieser Ausführungsform sind die Schleifverbundstoffe **16'** abgeschnittene Kugeln. Der Schleifgegenstand **10'** weist einen gewebten Polyesterträger **12'** auf, der auf einer Hauptoberfläche mit einer thermoplastischen Polyester-Vorappreturbeschichtung **13'** versiegelt ist. Auf die gehärtete Vorappreturbeschichtung **13'** wird ein Brei durch ein (nicht gezeigtes) Sieb aufgetragen, wobei der Brei Schleifeteilchen und den Bindemittelvorläufer aufweist. Die Verbundstoffe **16'** können in ihrer Größe und Form variieren und können zufällig oder gleichmäßig auf der Vorappreturbeschichtung **13'** verteilt sein. Vorzugsweise erscheinen die Verbundstoffe **16'** in der Draufsicht kreisförmig und weisen denselben Durchmesser auf.

[0069] Unabhängig von der Form der einzelnen Schleifverbundstoffe werden vorzugsweise etwa 20% bis etwa 90%, bevorzugter etwa 40% bis etwa 70%, und am bevorzugtesten etwa **50a** bis etwa 60% der Oberflächengröße des Trägers durch Schleifverbundstoffe bedeckt sein. Zusätzlich weisen die präzise geformten Verbundstoffe einen Bodenabschnitt auf, der eine Oberflächengröße definiert, die nicht mehr als 50%, bevorzugter nicht mehr als 25% und am bevorzugtesten nicht mehr als 15% größer als die Größe der äußersten Oberfläche der Verbundstoffe ist. Die äußerste Oberfläche der Verbundstoffe stellt eine Arbeitsfläche der Schleifschicht darin bereit, daß die äußerste oder Arbeitsfläche das Werkstück während des hierin beschriebenen Schleifverfahrens berühren wird. Wenn das Schleifverfahren durchgeführt wird, werden sich die Verbundstoffe allmählich abnutzen, wodurch frische oder unbenutzte Schleifeteilchen zum fortgesetzten Schleifen freigelegt werden, während gleichzeitig die Arbeitsfläche des Schleifgegenstands neu definiert wird.

[0070] Wie erwähnt, können Schleifgegenstände, die in der Erfindung nützlich sind, in der Form von Schleifpolstern, endlosen Bändern oder in einem Bahnformat vorliegen. Andere Ausführungsformen können Fachleute bekannt sein, und die Erfindung soll nicht auf die Verwendung eines Typs Schleifgegenstand gegenüber einem anderen begrenzt sein. Es sollte erkannt werden, daß Schleifgegenstände, die in der Erfindung nützlich sind, herkömmlicher beschichtete Schleifgegenstände darin aufweisen kann, daß die Gegenstände eine Schleifschicht aufweisen können, die die obenerwähnten Verbundstoffe nicht enthält. Typischerweise wird der Schleifgegenstand eine Schleifschicht aufweisen, die in einer gewissen Weise texturiert ist, um eine äußerste Oberfläche mit diskreten Flächen darauf, die in der Lage sind, die Oberfläche des Werkstücks zu berühren, und Kanäle oder Flächen in der Schleifschicht bereitzustellen, die so dimensioniert sind, daß sie Abfall oder „Schleifabfall“ von der Oberfläche des Werkstücks wegführen. Beispielhafte Gegenstände werden eine Schleifschicht aufweisen, die mehrere Berührungsmerkmale mit einer Dimension aufweist, die größer als etwa 0,02 mm und kleiner als etwa 5 mm sind, gemessen in die Richtung der Relativbewegung des Gegenstands im Schleifverfahren. Ein solcher Gegenstand kann mehrere Berührungsflächen im Arbeitsbereich des Gegenstands aufweisen, wobei die Berührungsflächen weniger als 75%, vorzugsweise weniger als 50% der Fläche der gesamten Schleifschicht aufweisen. Typischerweise mindestens 5%, vorzugsweise mindestens 25% der Schleifschicht werden Merkmale aufweisen, die mindestens 10 Mikrometer unter der Berührungsfläche liegen.

[0071] Verfahren zur Herstellung des Schleifgegenstands, der präzise geformte Schleifverbundstoffe aufweist Ein Schleifgegenstand der vorliegenden Erfindung kann hergestellt werden, indem zuerst ein Schmirgelbrei hergestellt wird, indem ein Bindemittelvorläufer und Schleifeteilchen, vorzugsweise Diamant oder Diamantperlschleifeteilchen, ein Füllmittel und erwünschte optionale Zusatzstoffe durch irgendeine geeignete Mischtechnik miteinander kombiniert werden. Beispiele von Mischtechniken umfassen Mischen mit niedriger Scherung und hoher Scherung, wobei Mischen mit hoher Scherung bevorzugt wird. Es kann auch Ultraschallenergie in Kombination mit dem Mischungsschritt genutzt werden, um die Viskosität des Schmirgelbreis zu senken. Typischerweise werden die Schleifeteilchen allmählich dem Bindemittelvorläufer hinzugegeben. Es wird bevorzugt, daß der Schmirgelbrei eine homogene Mischung des Bindemittelvorläufers, der Schleifeteilchen, des Füllmittels und der optionalen Zusatzstoffe ist. Falls notwendig, kann Wasser und/oder ein Lösungsmittel hinzugegeben werden, um die Viskosität zu senken. Die Menge der Luftblasen im Schmirgelbrei kann minimiert werden, indem entweder während oder nach dem Mischungsschritt durch Absaugen ein Unterdruck erzeugt wird. In einigen Fällen wird es bevorzugt, den Schmirgelbrei im allgemeinen im Bereich von etwa 30°C bis etwa 70°C zu erwärmen, um die Viskosität zu senken. Es ist wichtig, daß der Schmirgelbrei vor der Beschichtung überwacht wird, um eine Rheologie sicherzustellen, die gut beschichtet und in der sich die Schleifeteilchen und anderen Füllmittel vor der Beschichtung nicht absetzen.

[0072] Um eine präzise geformte Schleifschicht zu erhalten, wird der Bindemittelvorläufer im wesentlichen erstarrt oder aushärten gelassen, während der Schmirgelbrei in den Hohlräumen eines Herstellungswerkzeugs

vorhanden ist. Alternativ wird das Herstellungswerkzeug vor dem wesentlichen Aushärten vom Bindemittelvorläufer entfernt, was zu zusammengesackten, etwas unregelmäßig geformten Seitenwänden führt.

[0073] Das bevorzugte Verfahren zur Herstellung des Schleifgegenstands, der präzise geformte Schleifverbundstoffe aufweist, verwendet ein Herstellungswerkzeug, das mehrere Hohlräume enthält, die so geformt sind, daß sie die gewünschten Schleifverbundstoffe bereitstellen. Die Anzahl der Hohlräume pro Einheitsfläche führt zu einem Schleifgegenstand, der eine entsprechende Anzahl von Schleifverbundstoffen innerhalb der gleich großen Einheitsfläche aufweist. Diese Hohlräume können irgendeine geometrische Form, wie ein Zylinder, eine Kuppel, Pyramide, Pfeiler mit rechteckigem Querschnitt, Pyramidenstumpf, Prisma, Würfel, Kegel, Kegelstumpf oder dergleichen aufweisen. Die Hohlräume können in jeder geeigneten Form bereitgestellt werden, um die hierin beschriebenen Verbundstoffe bereitzustellen. Die Abmessungen der Hohlräume werden so ausgewählt, daß die gewünschte Anzahl Schleifverbundstoffe pro Einheitsfläche erzielt wird. Die Hohlräume des Herstellungswerkzeugs können in einem punktförmigen Muster mit Zwischenräumen zwischen benachbarten Hohlräumen vorliegen, oder die Hohlräume können aneinander anstoßen. Hohlraummerkmale benachbarter Reihen oder Spalten von Hohlräumen können miteinander verzahnt sein, oder es kann Lücken zwischen benachbarten Reihen oder Spalten geben, vorausgesetzt, daß die Hohlräume in Reihen oder Spalten angeordnet sind. Die Reihen oder Spalten der Hohlräume, falls vorhanden, brauchen nicht orthogonal zu sein.

[0074] Der Schmirgelbrei kann in die Hohlräume des Herstellungswerkzeugs durch irgendeine herkömmliche Technik, wie Düsenbeschichtung, Unterdruck-Düsenbeschichtung, Sprühen, Walzenbeschichtung, Übertragungsbeschichtung, Rakelbeschichtung und dergleichen aufgetragen werden. Wenn das Herstellungswerkzeug Hohlräume enthält, die entweder ebene Oberseiten oder verhältnismäßig gerade Seitenwände aufweisen, dann wird es bevorzugt, Unterdruck während der Beschichtung zu verwenden, um den Lufteinschluß in oder benachbart zu dem Harz zu minimieren, das in den Hohlräumen des Werkzeugs abgeschieden wird.

[0075] Das Herstellungswerkzeug kann ein Band, eine Platte, eine durchgehende Platte oder Bahn, eine Beschichtungswalze, wie eine Tiefdruckwalze, eine Buchse, die an einer Beschichtungswalze angebracht ist, oder ein Stempel sein. Das Herstellungswerkzeug kann aus Metall bestehen, das eine nickelplattierte Oberfläche aufweist, Metallegierungen, Keramik oder Kunststoff bestehen. Weitere Informationen über Herstellungswerkzeuge, ihre Herstellung, Materialien, usw. können in den US-Patenten Nr. 5,152,917 (Pieper et al.) und 5,435,816 (Spurgeon et al.) gefunden werden. Ein bevorzugtes Herstellungswerkzeug ist ein thermoplastisches Herstellungswerkzeug, das durch eine Metallurform geprägt wird.

[0076] Wenn der Schmirgelbrei einen wärmehärtenden Bindemittelvorläufer aufweist, muß der Bindemittelvorläufer ausgehärtet oder polymerisiert werden. Diese Polymerisation wird im all-gemeinen eingeleitet, indem er einer Energiequelle ausgesetzt wird. Im allgemeinen hängt die Energiemenge von verschiedenen Faktoren, wie der Bindemittelvorläuferchemie, den Abmessungen des Schmirgelbreis, der Menge und Art der Schleifteilchen, der Menge und Art des Füllmittels und der Menge und Art der optionalen Zusatzstoffe ab. Strahlungsenergie ist die bevorzugte Energiequelle. Geeignete Strahlungsenergiequellen schließen Elektronenstrahlen, ultraviolettes Licht oder sichtbares Licht ein. Elektronenstrahlung kann mit einem Energiepegel von etwa 0,1 bis etwa 10 Mrad verwendet werden. Ultraviolette Strahlung bezeichnet nicht teilchenförmige Strahlung, die eine Wellenlänge innerhalb des Bereichs von etwa 200 bis etwa 400 Nanometern, vorzugsweise innerhalb des Bereichs von etwa 250 bis 400 Nanometern aufweist. Die bevorzugte Ausgangsleistung der Strahlungsquelle beträgt 118 bis 236 Watt/cm. Sichtbare Strahlung bezeichnet nicht teilchenförmige Strahlung, die eine Wellenlänge innerhalb des Bereichs von etwa 400 bis etwa 800 Nanometern, vorzugsweise im Bereich von etwa 400 bis etwa 550 Nanometern aufweist.

[0077] Nachdem das Herstellungswerkzeug beschichtet ist, werden der Träger und der Schmirgelbrei durch irgendeine geeignete Einrichtung in Kontakt gebracht, so daß der Schmirgelbrei die Vorderseite des Trägers benetzt. Der Schmirgelbrei wird dann zum Beispiel mittels einer Kontaktquetschwalze mit dem Träger in Kontakt gebracht. Danach wird eine gewisse Form Energie, wie hierin beschrieben, durch eine Energiequelle in den Schmirgelbrei übertragen, um mindestens teilweise den Bindemittelvorläufer zu härten. Zum Beispiel kann das Herstellungswerkzeug aus einem transparenten Material (z.B. Polyester, Polyethylen oder Polypropylen) bestehen, um Lichtstrahlung zu dem Brei durchzulassen, der in den Hohlräumen im Werkzeug enthalten ist. Mit den Ausdruck „teilweise härten“ wird gemeint, daß der Bindemittelvorläufer zu einem solchen Zustand polymerisiert wird, daß der Schmirgelbrei nicht fließt, wenn der Schmirgelbrei vom Herstellungswerkzeug entfernt wird. Der Bindemittelvorläufer, falls er nicht voll-ständig ausgehärtet ist, kann durch irgendeine Energiequelle vollständig ausgehärtet werden, nachdem er vom Herstellungswerkzeug entfernt ist. Weitere Details der Verwendung eines Herstellungswerkzeugs, um den Schleifgegenstand gemäß diesem bevorzugten Verfahren herzustellen, werden ferner in den US-Patenten Nr. 5,152,917 (Pieper et al.) und 5,435,816 (Spurgeon et al.) beschrieben.

[0078] In einer weiteren Variation dieses ersten Verfahrens kann der Schmirgelbrei auf den Träger und nicht in die Hohlräume des Herstellungswerkzeugs beschichtet werden. Der mit Schmirgelbrei beschichtete Träger wird dann in Kontakt mit dem Herstellungswerkzeug gebracht, so daß der Schmirgelbrei in die Hohlräume des Herstellungswerkzeugs fließt. Die restlichen Schritte, den Schleifgegenstand herzustellen, sind dieselben, wie

oben detailliert dargestellt. In Bezug auf dieses Verfahren wird es bevorzugt, daß der Bindemittelvorläufer durch Strahlungsenergie ausgehärtet wird. Die Strahlungsenergie kann durch den Träger und/oder durch das Herstellungswerkzeug durchgelassen werden. Wenn die Strahlungsenergie entweder durch den Träger oder das Herstellungswerkzeug durchgelassen wird, dann sollten der Träger oder das Herstellungswerkzeug die Strahlungsenergie nicht nennenswert absorbieren. Zusätzlich sollte die Strahlungsenergiequelle den Träger oder das Herstellungswerkzeug nicht nennenswert beeinträchtigen. Zum Beispiel kann ultraviolettes Licht durch einen Polyesterfilmträger durchgelassen werden.

[0079] Alternativ kann, wenn das Herstellungswerkzeug aus bestimmten Materialien, wie Polyethylen, Polypropylen, Polyester, Polycarbonat, Poly(ethersulfon), Poly(Methylmethacrylat), Polyurethanen, Polyvinylchlorid oder deren Kombinationen besteht, ultraviolettes oder sichtbares Licht durch das Herstellungswerkzeug und in den Schmirgelbrei durchgelassen werden. In einigen Fällen wird es bevorzugt, W-Stabilisatoren und/oder Antioxidationsmittel in das thermoplastische Herstellungswerkzeug einzubauen. Für auf Thermoplasten beruhende Herstellungswerkzeuge sollten die Arbeitsbedingungen zur Herstellung des Schleifgegenstands so eingestellt werden, daß keine übermäßige Wärme erzeugt wird. Wenn übermäßige Wärme erzeugt wird, kann diese das thermoplastische Werkzeug verzerren oder schmelzen.

[0080] Nachdem der Schleifgegenstand hergestellt ist, kann er gebogen und/oder angefeuchtet werden, bevor er in eine geeignete Form/Gestalt umgearbeitet wird, bevor der Schleifgegenstand verwendet wird.

[0081] Verfahren zur Herstellung eines Schleifgegenstands, der nicht-präzise geformte Schleifverbundstoffe aufweist Ein weiteres Verfahren zur Herstellung des Schleifgegenstands betrifft ein Verfahren, in dem die Schleifverbundstoffe nicht-präzise bzw. unpräzise geformt sind oder unregelmäßig geformt sind. In diesem Verfahren wird der Schmirgelbrei einer Energiequelle ausgesetzt, sobald der Schmirgelbrei vom Herstellungswerkzeug entfernt ist. Der erste Schritt ist es, die Vorderseite des Trägers mit einem Schmirgelbrei durch irgendeine herkömmliche Technik zu beschichten, wie durch eine Tropfdüsen-Auftragmaschine, Walzenauftragmaschine, Rakelauftragmaschine, Gießauftragmaschine, Unterdruckdüsen-Auftragmaschine oder eine Düsenauftragmaschine. Falls erwünscht, ist es möglich, den Schmirgelbrei zu erwärmen und/oder den Brei vor der Beschichtung Ultraschallwellen auszusetzen, um die Viskosität zu senken. Danach wird die Schmirgelbrei-/Träger-Kombination in Kontakt mit einem Herstellungswerkzeug gebracht. Das Herstellungswerkzeug kann derselbe Typ Herstellungswerkzeug sein, der oben beschrieben wurde. Das Herstellungswerkzeug weist eine Reihe von Hohlräumen auf, und der Schmirgelbrei fließt in die Hohlräume. Nach der Entfernung des Schmirgelbreis aus dem Herstellungswerkzeug wird der Schmirgelbrei ein Muster aufweisen, das damit verbunden ist; das Muster der Schleifverbundstoffe wird aus den Hohlräumen im Herstellungswerkzeug gebildet. Anschließend an die Entfernung wird der mit Schmirgelbrei beschichtete Träger einer Energiequelle ausgesetzt, um die Polymerisation des Bindemittelvorläufers einzuleiten und so die Schleifverbundstoffe zu bilden. Es wird im allgemeinen bevorzugt, daß die Zeit zwischen dem Lösen des mit Schmirgelbrei beschichteten Trägers aus dem Herstellungswerkzeug bis zum Aushärten des Bindemittelvorläufers verhältnismäßig minimal ist. Wenn diese Zeit zu lang ist, wird der Schmirgelbrei fließen und das Muster wird in einem solchen Maß verzerrt, daß das Muster im wesentlichen verschwindet.

[0082] In einer weiteren Variation dieses Verfahrens kann der Schmirgelbrei in die Hohlräume des Herstellungswerkzeugs und nicht auf den Träger beschichtet werden. Der Träger wird dann mit dem Herstellungswerkzeug in Kontakt gebracht, so daß der Schmirgelbrei den Träger benetzt und an ihm haftet. In dieser Variation kann zum Beispiel das Herstellungswerkzeug eine Tiefdruckwalze sein. Die restlichen Schritte, den Schleifgegenstand herzustellen, sind dieselben, wie oben detailliert dargestellt.

[0083] Noch eine weitere Variation ist es, den Schmirgelbrei durch ein Sieb zu sprühen oder zu beschichten, um ein Muster zu erzeugen. Dann wird der Bindemittelvorläufer ausgehärtet oder erstarren gelassen, um die Schleifverbundstoffe zu bilden.

[0084] Eine weitere Technik, einen Schleifgegenstand herzustellen, der eine Schleifschicht mit einem zugehörigen Muster oder einer Textur aufweist, ist es, einen Träger bereitzustellen, der geprägt ist, und dann den Schmirgelbrei über den Träger zu beschichten. Die Schleifschicht folgt der Kontur des geprägten Trägers, um ein Muster oder eine texturierte Beschichtung bereitzustellen.

[0085] Noch ein weiteres Verfahren, einen Schleifgegenstand herzustellen, wird im US-Patent Nr. 5,219,462 beschrieben. Ein Schmirgelbrei wird in die Vertiefungen eines geprägten Trägers beschichtet. Der Schmirgelbrei enthält Schleifteilchen, Bindemittelvorläufer und ein Treibmittel. Der resultierende Aufbau wird solchen Bedingungen ausgesetzt, daß das Treibmittel bewirkt, daß sich der Schmirgelbrei über die Vorderseite des Trägers ausdehnt. Danach wird der Bindemittelvorläufer erstarren gelassen, um ein Bindemittel zu bilden, und der Schmirgelbrei wird in Schleifverbundstoffe umgearbeitet.

[0086] Der Schleifgegenstand kann abhängig von der gewünschten Anordnung zum Glaspolieren in jede gewünschte Gestalt oder Form umgearbeitet werden. Dieses Umarbeiten kann durch Spalten, Abstanzen, Wasserstrahl schneiden oder irgendein geeignetes Mittel durchgeführt werden.

[0087] Es wird auch erkannt werden, daß noch andere Schleifgegenstände zur Verwendung im Verfahren der Erfindung geeignet sein können. Ein weiteres Verfahren, einen Schleifgegenstand herzustellen, ist es, mehrere

Schleifagglomerate an einen Träger zu binden. Diese Schleifagglomerate weisen mehrere Schleifeteilchen auf, die miteinander verbunden sind, um mittels eines ersten Bindemittels eine geformte Masse zu bilden. Die resultierenden Schleifagglomerate werden dann in einem zweiten Bindemittelvorläufer dispergiert und auf einen Träger beschichtet. Der zweite Bindemittelvorläufer kann auf den Träger durch Rakelbeschichtung, Walzenbeschichtung, Sprühen, Gravurbeschichtung, Düsenbeschichtung, Gießbeschichtung oder andere herkömmliche Beschichtungstechniken aufgetragen werden, und wird danach einer Energiequelle ausgesetzt, um den Bindemittelvorläufer erstarren zu lassen, um ein ausgehärtetes oder gehärtetes Bindemittel zu bilden.

[0088] Eine weitere Ausführungsform des Schleifgegenstands ist jene, die in der US-Patenturkunde Nr. 5,341,609 von Gorsuch et al. beschrieben wird, deren Offenbarung als Verweisquelle hierin aufgenommen wird. Entsprechend können Schleifbänder, die unter der Handelsbezeichnung 3MTM Flexible Diamond Belts kommerziell erhältlich sind, und von Minnesota Mining and Manufacturing Company of St. Paul, Minnesota erhältlich sind, im Verfahren der Erfindung nützlich sein. Diese Bänder stellen typischerweise eine Schleiffläche bereit, die an einem Träger befestigt ist, wobei das Schleifmittel ein beschichtetes Schleifband ist, das einen Schleifschicht aufweist, die an einem flexiblen Trägermaterial angebracht ist. Der Träger weist mindestens eine flexible Unterlage und eine Heißschmelz-Klebmittelschicht auf und liegt in der Form eines länglichen Streifens vor, der aneinanderstoßenden komplementäre Enden aufweist, wobei die Heißschmelz-Klebmittelschicht über die aneinanderstoßenden Enden kontinuierlich ist, um eine Klebestelle bereitzustellen. Dieses beschichtete Schleifband weist über seine gesamte Länge im wesentlichen dieselbe Dicke auf. Die Breite des beschichteten Schleifgegenstands weist eine Breite auf, die gleich der Breite des länglichen Streifens ist. Die Schleifschicht besteht aus einer Schicht eines Maschenmaterials, auf das eine Schicht aus Metall (z.B. Nickel) galvanisch abgeschieden wird, und in die Schleifkörner eingebettet sind. Das beschichtete Maschenmaterial wird typischerweise auf eine Hauptoberfläche des Trägermaterials oder im Fall eines Einzelschichtträgers alternativ auf die Klebmittelschicht laminiert. Besondere 3MTM Flexible Diamond Belts, von denen erwartet wird, daß sie in der Praxis der Erfindung eine Gebrauchseignung zeigen, sind Bänder, die Diamanten von 20, 10 und 6 Mikrometern aufweisen, wie das 3MTM Flexible Diamond Belt Modell 3M 6459J Typ TW/P/18.

[0089] Bei der erfindungsgemäßen Behandlung von Glasoberflächen erreicht das erfinderische Verfahren den Schleifabschnitt des Glasnachbearbeitungsverfahrens, wobei das Glas im wesentlichen ohne den muscheligen Bruch geschliffen wird, der normalerweise beim groben Glasschleifen zu sehen ist. Dies wird in der vorliegenden Erfindung durch die Verwendung der oben erwähnten flexiblen Schleifmaterialien und die Anwendung der Schleifmittel auf eine Glasoberfläche mit hohen Geschwindigkeiten erreicht, um hohe Abtragsraten bereitzustellen. Insbesondere wird das Verfahren der vorliegenden Erfindung erreicht, indem die Schleifoberfläche eines flexiblen Schleifgegenstands mit der Oberfläche eines Glaswerkstücks in Kontakt gebracht wird und danach die Glasoberfläche geschliffen wird, indem das Werkstück relativ zur Schleifschicht des flexiblen Schleifgegenstands bewegt wird. In diesem Verfahren beträgt die Relativgeschwindigkeit des Schleifgegenstands relativ zur Oberfläche des Glases mindestens etwa 16,5 Metern pro Sekunde (m/s) oder eine Umfangsgeschwindigkeit von 3300 ft/min (sfpm), typischerweise zwischen etwa 16,5 m/s und etwa 55 m/s (10000 sfpm) und vorzugsweise mehr als etwa 33 m/s (6700 sfpm).

[0090] Fachleute werden verstehen, daß die Erfindung nicht auf eine spezifische Oberflächengeschwindigkeit beschränkt ist und daß andere Oberflächengeschwindigkeiten geeignet sein können. Jedoch sollte die Relativgeschwindigkeit der Glasoberfläche und des Schleifgegenstands im allgemeinen ausreichend sein, um eine Abtragsrate von mehr als etwa 1 Mikrometer pro Minute, vorzugsweise zwischen etwa 7 Mikrometer pro Minute und etwa 150 Mikrometer pro Minute bereitzustellen, um eine mittlere Endoberflächenrauigkeit  $R_a$  auf dem Glaswerkstück von weniger als etwa 0,030 Mikrometer bereitzustellen.

[0091] Nachdem das Schleifen vollendet ist, kann die Oberfläche des geschliffenen Glases unter optischer Differential-Interferenzkontrast-Mikroskopie untersucht werden. Vorzugsweise wird die geschliffene Oberfläche bei 500× Vergrößerung ein Muster von feinen Riefen mit einem kleinen oder keinen beobachtbaren muscheligen Bruch oder anderen tiefen Kratzern zeigen, die sich unter die behandelte Oberfläche des Glases erstrecken. Typischerweise wird die mittlere Endoberflächenrauigkeit  $R_a$  kleiner als 0,20 Mikrometer, vorzugsweise kleiner als 0,10 Mikrometer und bevorzugter kleiner als etwa 0,030 Mikrometer sein.

[0092] Das Schleifverfahren wird vorzugsweise in die Anwesenheit einer Flüssigkeit durchgeführt, die zwischen den Schleifgegenstand und die Glasoberfläche eingeleitet wird. Die Flüssigkeit dient dazu, eine übermäßige Erwärmung während des Schleifverfahrens zu verhindern, während sie auch die Grenzfläche zwischen dem Gegenstand und dem Werkstück während des Schleifens kühlt. Die Flüssigkeit wäscht auch den Schleifabfall von der Poliergrenzfläche ab. „Schleifabfall“ wird verwendet, um das tatsächliche Schleifmehl zu beschreiben, das durch den Schleifgegenstand abgeschliffen wird. Folglich ist es wünschenswert, den Schleifabfall von der Grenzfläche zu entfernen. Polieren in der Gegenwart einer Flüssigkeit kann auch zu einer feineren Beschaffenheit auf der Werkstückoberfläche führen.

[0093] Geeignete Flüssigkeiten weisen auf Wasser beruhende Lösungen auf, die eines oder mehreres des folgenden aufweisen: Amine, Mineralöl, Waschpetroleum, Leichtbenzin, wasserlösliche Emulsionen von Ölen, Polyethylenimin, Ethylenglykol, Monoethanolamin, Diethanolamin, Triethanolamin, Propylenglykol, Aminborat,

Borsäure, Amincarboxylat, Pineöl, Indole, Thioaminsalz, Amide, Hexahydro-1,3,5-triethyltriazin, Karbonsäuren, Natrium-2-mercaptobenzothiazol, Isopropanolamin, Triethylendiamin-Tetraessigsäure, Propylenglykolmethylether, Benzotriazol, Natrium-2-pyridinethiol-l-oxid, Hexylenglykol.

[0094] Kommerziell erhältliche Schmiermittel schließen zum Beispiel jene ein, die bekannt sind unter den Handelsbezeichnungen BUFF-O-MINT (kommerziell erhältlich von Ameratron Products), CHALLENGE 300HT oder 605HT (kommerziell erhältlich von Intersurface Dynamics), CIMTECH GL2015, CIMTECH CX-417 und CIMTECH 100 (CIMTECH ist von Milacron kommerziell erhältlich), DIAMOND KOOL oder HEAVY DUTY (kommerziell erhältlich von Rhodes), K-40 (kommerziell erhältlich von LOH Optical), QUAKER 101 (kommerziell erhältlich von Quaker State), SYNTILO 9930 (kommerziell erhältlich von Castrol Industrial), TRIM HM oder TRIM VHP E320 (kommerziell erhältlich von Master Chemical), LONG-LIFE 20/20 (kommerziell erhältlich von NCH Corp), BLASECUT 883 (kommerziell erhältlich von Blaser Swisslube), ICF-31NF (kommerziell erhältlich von Du Bois), SPECTRA-COOL (kommerziell erhältlich von Salem), SUBCOOL K-11 (kommerziell erhältlich von Texas Ntal), Chem Cool 9016 (kommerziell erhältlich von Brent America), AFG-T (kommerziell erhältlich von Noritake), SAFETY-COOL 130 (kommerziell erhältlich von Castrol Industrial), und RUSTLICK (kommerziell erhältlich von Devoon). Diese Flüssigkeiten können zur Verwendung mit Wasser gemischt werden.

### Befestigungseinrichtung

[0095] Wenn der Schleifgegenstand in der Form eines Polsters vorliegt, kann der Gegenstand am Unterpolster oder Schleiftisch durch eine Befestigungseinrichtung, wie ein Haftklebemittel, eine Haken- und Schlingen-Befestigung, eine mechanische Befestigung oder ein Dauerklebemittel befestigt werden.

[0096] Die Befestigungseinrichtung sollte so gestaltet sein, daß der Schleifgegenstand fest am Unterlagepolster befestigt werden und die Härten des Glaspolierens (nasse Umgebung, Wärmeerzeugung und Drücke) überstehen kann.

[0097] Repräsentative Beispiele von Haftklebemitteln, die für diese Erfindung geeignet sind, schließen Latexkrepp, Kolophonium, Acrylpolymere und Copolymere, zum Beispiel Polybutylacrylat, Polyacrylatester, Vinylether (z.B. Polyvinyl-nbutylether), Alkydklebemittel, Gummiklebemittel (z.B. Naturgummi, synthetischen Gummi, Chlorgummi) und deren Mischungen ein. Das Haftklebemittel kann aus Wasser oder einem organischen Lösungsmittel heraus beschichtet werden. In einigen Fällen wird es bevorzugt, ein auf Gummi beruhendes Haftklebemittel zu verwenden, das aus einem unpolaren organischen Lösungsmittel heraus beschichtet wird. Alternativ kann das Haftklebemittel ein Abziehband sein.

[0098] Alternativ kann der Schleifgegenstand ein Heiken- und Schlingen-Befestigungssystem aufweisen, um den Schleifgegenstand am Unterlagepolster oder Poliermaschinentisch zu befestigen. Das Schlingengewebe kann sich auf der Rückseite des beschichteten Schleifmittels mit Haken am Unterstützungspolster befinden. Alternativ können sich die Haken auf der Rückseite des Schleifgegenstands mit den Schlingen auf dem Unterpolster oder Poliermaschinentisch befinden. Dieses Haken- und Schlingen-Befestigungssystem wird in den US-Patenten Nr. 4,609,581; 5,254,194 und 5,505,747 und PCT WO 95/19242 weiter beschrieben.

[0099] Weitere Details der bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung werden in den folgenden nicht einschränkenden Beispielen dargestellt. Wenn nicht anders angegeben, beziehen sich alle Gewichtsteile, Prozentsätze, Verhältnisse und dergleichen auf das Gewicht.

### Beispiele Beschreibung der Materialien

[0100] Die folgenden Abkürzungen werden bei der Identifikation der Materialien verwendet.

[0101] APS ein anionisches Polyestertensid, das von ICI Americas, Inc., Wilmington, DE, unter der Handelsbezeichnung „ZEPHYR PD9000“ kommerziell erhältlich ist; OX-50 ein Silika-Suspensionsmittel, das eine Oberflächengröße von 50 Quadratmeter/Gramm aufweist und von DeGussa Corporation, Dublin, OH, unter der Handelsbezeichnung „OX-50“ kommerziell erhältlich ist; CC Kalziumkarbonat-Füllmittel, kommerziell erhältlich von ECC International, Sylacauga, AL, unter der Handelsbezeichnung „Micro-White 25“; IRG819 Phosphinoxid, Phenylbis-(2,4,6-trimethylbenzoyl)-Photoinitiator, kommerziell erhältlich von Ciba Geigy Corp., Greensboro, NC, unter der Handelsbezeichnung „IRGACURE 819“; SR368D Acrylatestermischung, kommerziell erhältlich von Sartomer Company, West Chester, PA, unter der Handelsbezeichnung „SR368D“; DIA industrielle Diamantteilchen mit einer mittleren Volumengröße von 2,3 Mikrometern, kommerziell erhältlich von Warren Diamond Powder Co., Inc., Olyphant, PA, unter der Handelsbezeichnung „RB DIAMOND“.

[0102] Herstellung der Diaraantperlenschleifteilchen Ein Brei von 200 g Ludox LS kolloidaler Silikadisersion (kommerziell erhältlich von Dupont Co., Wilmington, DE), 0,6 g AY-50-Tensid (kommerziell erhältlich von American Cyanamid, Wayne, NJ) und 30 g DIA wurden bei 825-1350 U/min für 30 Minuten mit einem Sägezahnmesser mit hoher Scherung und einem Schaufeldurchmesser von drei Inch gemischt. Annähernd 18 Liter (4,75 Gallonen) 2-Ethylhexanol wurden einem Behälter zusammen mit 20 g AY-50-Tensid zugegeben. Dem Brei wurde zu dem 2-Ethylhexanol unter dauernden Rühren zugegeben, und die Mischung wurde für 30 Minuten be-



wegt. Das 2-Ethylhexanol wurde abgezogen, und die Perlen wurden mit Aceton gewaschen, das auf 550°C erwärmt war, und grössensortiert. In diesem Fall waren die Perlen im Durchmesser kleiner als 37 µm.

#### Herstellungswerkzeug

[0103] Der Schleifgegenstand wurde so hergestellt, daß er Schleifverbundstoffe enthielt, die in einem Herstellungswerkzeug hergestellt wurden. Das Werkzeug wurde gemäß dem Verfahren hergestellt, das im US-Patent Nr. 5,672,097 offenbart wird. Das Herstellungswerkzeug war eine kontinuierliche Bahn, die aus Polypropylenfolienmaterial bestand und von Exxon unter der Handelsbezeichnung „Polypro 3445“ kommerziell erhältlich ist. Das Werkzeug wurde von einem nickelplattierten Bezugsformstück abgeprägt. Das Bezugsformstückwerkzeug wurde hergestellt, indem ein Muster von Rillen variierender Abmessungen und Vertiefungen gemäß den vier Computerprogrammen diamantgeschnitten, die im Anhang des obenerwähnten '097-Patents beschrieben werden, und dann nickelplattiert wurde. Das Herstellungswerkzeug wies eine Anordnung von Hohlräumen auf, die als invertierte fünfseitige Pyramiden ausgebildet waren, wobei die Öffnung des Hohlraums die „Grundfläche“ bildete. Jeder Hohlraum wies eine Tiefe von etwa 508 Mikrometer auf, jedoch variierten die Abmessungen benachbarter Hohlräume hinsichtlich der Winkel, die durch Seitenflächen mit der Schnittlinie einer Ebene hergestellt werden, die sich normal zur Ebene des Werkzeugs erstreckt, zwischen 15 und 45 Grad, und der Materialwinkel oder Spitzenwinkel jedes Verbundstoffs betrug mindestens 60 Grad. Die gemessenen Breiten der Grundflächen der Pyramiden, die in den Herstellungswerkzeugen verwendet werden, betragen 670,7, 739,1, 800, 817,7, 878,5, bzw. 1025,5 Mikrometer.

#### Prüfverfahren

[0104] Es wurde eine Schleifanlage verwendet, die aus einem Schleifband-Antriebssystem und einem Glaswerkstück-Führungssystem bestand, das an einer Moore Werkzeugbasis (von Moore Specialty Tool Company, Bridgeport, CT) montiert war, um die Positionierung und Translationsbewegung des Werkstücks vor dem sich bewegenden Schleifband zuzulassen. Das Schleifband-Antriebssystem war direkt auf der festen Werkzeugbasis montiert, wobei das Werkstückführungssystem auf der translationsbeweglichen Arbeitstisch montiert war.

[0105] Das Schleifbandantrieb war ein 25,4 mm breites, diamantgedrehtes Aluminium-Kontaktrad mit einem Durchmesser von 203 mm, das durch eine, durch einen Wechselstrommotor mit variabler Geschwindigkeit angetriebene, luftgelagerte Spindel angetrieben wurde (die von Professional Instruments Company, Minneapolis, MN erhältlich ist). Die Bandleerlaufrolle bestand aus einem balligen 25,4 mm (1 Inch) breiten Aluminiumrad mit 203 mm (8 Inch) Durchmesser, das mit einer luftgelagerten Spindel ohne eine Antriebseinheit verbunden war. Das Leerlauftrad und seine luftgelagerter Spindel waren auf einem Schwenkarm angebracht, der durch sein Eigengewicht belastet war, um eine Bandspannung bereitzustellen. Das Kontaktrad und die Leerlaufrolle waren voneinander beabstandet, um ein 1067 mm (42 Inch) langes, 25,4 mm (1 Inch) breites Schleifband zu verwenden. Das Band wurde konditioniert, indem die Schleifmerkmale von der Vorderseite in dem Bereich der Klebestelle abgeschliffen wurden, um ein Bandflattern zu beseitigen, das durch die vergrößerte Stärke des Bandes an der Klebestelle verursacht wird. Die Bandgeschwindigkeit betrug 33,3 m/s.

[0106] Das Kontaktrad, das Schleifband und das Leerlauftrad waren alle in einem Gehäuse eingeschlossen. Es wurde ein Kühlmittel, das mit 10 Gew.% TRIM VHP E320 (Master Chemical Corporation; 501 West Boundary; Perrysburg, OH 43551-1263) in Wasser hergestellt wurde, an der Grenzfläche zwischen dem Band und dem Glaswerkstück mit einer Menge von 4,2 Liter/Minute aufgebracht. Das Kühlmittel wurde vom Schleifgehäuse zurückgewonnen, gefiltert und während der Dauer der Prüfung wiederverwendet.

[0107] Das Werkstückführungssystem bestand aus einer rotierenden luftgelagerten, durch einen Wechselstrommotor mit variabler Geschwindigkeit angetriebenen Schleifspindel. Es wurde ein eisenarmes Natrium-Kalk-Silikat-Glaswerkstück verwendet. Die Außen- und Innendurchmesser des Glaswerkstücks betrugen 52,4 mm bzw. 9,5 mm. Das Glaswerkstück wurde auf dieser Spindel angebracht und mit 400 U/min um seine Achse gedreht. Das Glaswerkstück wurde vor dem Band angeordnet, so daß die Linie des Kontakts mit dem Schleifband annähernd durch die Mitte der Glaswerkstückscheibe ging. Jede Seite dieser Scheibe wurde für 2 Minuten geschliffen. Es wurden eine Vorschubbewegung von 7,5 Mikrometern/Minute und eine Planschubbewegung von 5 mm/Minute durch Motorantriebe bereitgestellt, die an den Positionierungsschrauben am Moore Werkzeugbasis-Translationsbewegungstisch angebracht waren. Die Oberflächenrauigkeit des Glaswerkstücks nach dem Schleifen wurde durch einen Tencor P2 – Long Scan Profiler (von KLA-Tencor; Mountain View, CA) gemessen.

## Beispiel 1

Tabelle 1

Bestandteile	Beispiel 1
SR368D	32,0
OX-50	0,64
IRG819	0,32
APS	0,86
CC	58,74
Diamant Perle	7,5

[0108] Ein kontinuierliches Schleifband wurde aus der Breiformulierung in Tabelle 1 unter Verwendung des Herstellungswerkzeugs hergestellt. Zuerst wurden die Hohlräume des Herstellungswerkzeugs mit dem gewünschten Schmirgelbrei gefüllt. Eine Folie aus Polyesterfilm mit einer Dicke von 0,127 mm und einer Ethylen-Acrylsäure-Grundierungsbeschichtung wurde auf das mit Schmirgelbrei gefüllte Werkzeug unter Verwendung von Gummiabquetschwalzen laminiert. Zwei Mitteldruck-Quecksilberlampen mit 400 Watt pro Inch wurden nacheinander verwendet, um den Bindemittelvorläufer des Schmirgelbreis zu härten. Der Film bzw. das Herstellungswerkzeuglaminat wurde unter den UV-Lampen zweimal mit einer Geschwindigkeit von 0,178 m/s hindurch geschickt. Der Filmträger mit der an ihn angehefteten strukturierten Schleifschicht wurde dann vom Herstellungswerkzeug getrennt. Ein 1067 mm (42 Inch) langes, 25,4 mm (1 Inch) breites Schleifband wurde aus dem resultierenden beschichteten Schleifmittel hergestellt. Das Schleifband wurden dann unter Verwendung des Prüfverfahrens geprüft.

[0109] Die Oberflächenbeschaffenheit wurde mit einem Diamanttaster-Oberflächenmeßgerät bewertet, das kommerziell unter der Handelsbezeichnung P-2 von KLA Tencor erhältlich ist. Der mittlere Ra-Wert aus zehn Messungen betrug 0,026 Mikrometer.

[0110] Die bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist hauptsächlich als ein Verfahren für das duktile Schleifen von Glasoberflächen unter Verwendung flexibler Schleifgegenstände, wie Schleifbänder, Polster und Bahnen beschrieben worden. Fachleute werden erkennen, daß die Erfindung in ihren breiteren Aspekten die Schleifbehandlung irgendwelcher einer Vielfalt von spröden Substraten unter Verwendung eines flexiblen Gegenstands umfaßt, der sich mit einer hohen Oberflächengeschwindigkeit bewegt. Insbesondere spröde Materialien, wie Keramik und sogar Siliziumwafer können gemäß dem hierin beschriebenen Verfahren behandelt werden. Es wird erkannt werden, daß Modifikationen der beschriebenen Ausführungsformen Fachleute deutlich sein werden, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen, wie er in den Patentansprüchen angegeben wird.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Schleifen eines Glaswerkstücks, das die Schritte aufweist: in Kontakt bringen einer Schleifschicht eines flexiblen Schleifgegenstands (**10**) mit der Oberfläche eines Glaswerkstücks, wobei die Schleifschicht ein Schleifmittel aufweist, das in einer Bindematrix dispergiert ist, wobei die Matrix an einen flexiblen Träger (**12**) angebracht ist; und Bewegen der Schleifschicht des flexiblen Schleifgegenstands und der Oberfläche des Glaswerkstücks relativ zueinander mit einer Geschwindigkeit von mindestens etwa 16,5 Metern pro Sekunde, um eine Endoberflächenrauigkeit Ra von weniger als etwa 0,030 Mikrometer bereitzustellen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der flexible Schleifgegenstand (**10**) aus der Gruppe ausgewählt wird, die aus einem endlosen Band, einer Bahn und einem Polster besteht.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei der flexible Schleifgegenstand (**10**) ein endloses Band ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Schleifschicht Schleifverbundstoffe (**16**) aufweist, wobei die Verbundstoffe aus dem Schleifmittel bestehen, das in der Bindematrix dispergiert ist.

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Schleifmittel mehrere Diamantperlenschleifteilchen (**14**) aufweist

und die Schleifschicht ferner ein Füllmittel in einer Menge von etwa 40 bis etwa 60 Gew.% der Schleifschicht aufweist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die Diamantperlenschleifteilchen (**14**) etwa 6 Vol% bis 65 Vol% Diamantteilchen aufweisen, die einen effektiven Durchmesser von 25 Mikrometern oder weniger aufweisen, wobei die Diamantteilchen über etwa 35 Vol% bis 94 Vol% einer mikroporösen, nicht-geschmolzenen Metalloxidmatrix verteilt sind.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei die Metalloxidmatrix eine Knoop-Härte von weniger als 1000 aufweist und mindestens ein Metalloxid aufweist, das aus der Gruppe ausgewählt wird, die aus Zirkonoxid, Siliziumoxid, Aluminiumoxid, Magnesiumoxid und Titanoxid besteht.

8. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die Diamantperlenschleifteilchen (**14**) zwischen etwa 12 und etwa 50 Mikrometer groß sind.

9. Verfahren nach Anspruch 5, wobei das Füllmittel aus der Gruppe ausgewählt wird, die aus Kalzium-Metasilikat, weißem Aluminiumoxid, Kalziumkarbonat, Silika und Kombinationen der vorhergehenden besteht.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei das Füllmittel Kalziumkarbonat ist.

11. Verfahren nach Anspruch 5, wobei das Füllmittel von etwa 40 bis etwa 70 Gew.% der Schleifschicht aufweist.

12. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Träger (**12**) aus der Gruppe ausgewählt wird, die aus Polymerfilm, Papier, Vulfkanfiber, behandeltem Vliesstoff und behandeltem Gewebe besteht.

13. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Bindematrix ein ausgehärteter Bindemittelvorläufer ist, der aus der Gruppe ausgewählt wird, die aus monofunktionellen Acrylatmonomeren, difunktionellen Acrylatmonomeren, trifunktionellen Acrylatmonomeren und deren Mischungen besteht.

14. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Schleifschicht mehrere präzise geformte Schleifverbundstoffe (**16**) aufweist.

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei die präzise geformten Schleifverbundstoffe (**16**) Pyramidenstümpfe sind.

16. Verfahren nach Anspruch 15, wobei die Pyramidenstümpfe eine Unterseite (**20**), die eine Unterseitenflächengröße definiert, und eine Oberseite (**18**), die eine Oberseitenflächengröße definiert, aufweisen, wobei die Unterseitenflächengröße um nicht mehr als etwa 15% größer als die Oberseitenflächengröße ist.

17. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Bindematrix ein Metall aufweist.

18. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Bewegen der Schleifschicht des flexiblen Schleifgegenstands und der Oberfläche des Glaswerkstücks relativ zueinander mit einer Geschwindigkeit von mindestens etwa 33 Metern pro Sekunde stattfindet.

19. Verfahren nach Anspruch 1, das ferner das Einleiten einer Flüssigkeit zwischen die Schleifschicht des flexiblen Schleifgegenstands (**10**) und die Oberfläche des Glaswerkstücks vor dem Bewegen der Schleifschicht des Schleifgegenstands (**10**) und der Oberfläche des Glaswerkstücks relativ zueinander aufweist.

20. Verfahren nach Anspruch 19, wobei die Flüssigkeit 10 Gew.% eines ölhaltigen Kühlmittelzusatzstoffes, der in Wasser dispergiert ist, aufweist.

21. Verfahren nach Anspruch 1, das ferner das Polieren der Oberfläche des Glaswerkstücks aufweist, um eine optisch klare Oberfläche bereitzustellen.

22. 22. Verfahren nach Anspruch 1, das ferner das Bewegen der Schleifschicht des flexiblen Schleifgegenstands (**10**) und der Oberfläche des Glaswerkstücks relativ zueinander aufweist, um eine Abtragsrate bereitzustellen, die größer als etwa 7 Mikrometer pro Minute ist.

23. Verfahren nach Anspruch 22, wobei die Schleifschicht mehrere Diamantperlenschleifteilchen (**14**) aufweist und das Bindemittel (**15**) ein Füllmittel in einer Menge von etwa 40 bis etwa 60 Gew.% der Schleifschicht aufweist.

24. Verfahren nach Anspruch 19, wobei die Flüssigkeit 20 Gew.% eines ölhaltigen Kühlmittelzusatzstoffes, der in Wasser dispergiert ist, aufweist.

25. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die Schleifschicht mehrere Berührungsmerkmale aufweist, die eine Abmessung aufweisen, die zwischen etwa 0,02 mm und etwa 5 mm mißt.

26. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Berührungsmerkmale mehrere Berührungsflächen zum Berühren des Werkstücks während des Schleifens aufweisen, wobei die Berührungsmerkmale weniger als 75% der Fläche der Schleifschicht aufweisen.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

