



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 28 791 T2** 2005.04.28

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 949 986 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 28 791.2**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US97/23795**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 952 613.4**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 98/029217**

(86) PCT-Anmeldetag: **22.12.1997**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **09.07.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **20.10.1999**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **21.04.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **28.04.2005**

(51) Int Cl.⁷: **B24D 3/28**

B24D 11/00, B24D 13/02

(30) Unionspriorität:

778501 03.01.1997 US

(73) Patentinhaber:

**Minnesota Mining and Manufacturing Co., St.
Paul, Minn., US**

(74) Vertreter:

Vossius & Partner, 81675 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, NL

(72) Erfinder:

**LAMPHERE, F., Craig, Saint Paul, US; KIM, Yong,
Chong, Saint Paul, US; KAISAKI, A., David, Saint
Paul, US; KRANZ, K., Heather, Saint Paul, US;
WILLIAMS, P., Julia, Saint Paul, US**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON GLASOBERFLÄCHEN MIT OPTISCHER QUALITÄT**

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

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

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum schnellen Polieren einer Glaswerkstückoberfläche, wobei ein fester Schleifgegenstand verwendet wird, der Zeroxid-Teilchen enthält, die in einem Bindemittel dispergiert sind.

[0002] Glasgegenstände können verbreitet in Haushalten, Büros und Fabriken in der Form von Linsen, Prismen, Spiegeln, Kathodenstrahlröhren, Flachanzeigenglas, Fahrzeugwindschutzscheiben, Computer-Plattensubstraten, Möbelglas, Kunstglas und dergleichen vorgefunden werden. Das Schleifen, die Endbearbeitung und das Polieren dieser Arten von Glasgegenständen zu einer optischen Klarheit ist von äußerster Wichtigkeit. Falls vorhanden, können Fehler, Mängel und sogar kleinere Kratzern die optische Klarheit des Glasgegenstands behindern und können sogar die Fähigkeit behindern, richtig durch das Glas zu sehen. Folglich ist es erwünscht, daß das Glas im wesentlichen frei von irgendwelchen Fehlern, Mängeln, Kratzern ist und optisch klar ist.

[0003] Viele optische Komponenten weisen eine gewisse Art Krümmung oder Radius auf, der mit den Glasgegenständen verbunden ist. Es gibt mehrere unterschiedliche Mittel, eine Krümmung/Radius auf einer Glasoberfläche zu erzeugen. Ein Mittel ist es, Schleifgegenstände zu verwenden, und im allgemeinen gibt es drei Hauptprozesse für eine solche Formerzeugung: Grobschleifen, Feinen und Polieren.

[0004] Der erste Schritt ist es, durch Grobschleifen der optischen Komponente mit einem Schleifwerkzeug die gewünschte Krümmung oder den gewünschten Radius zu erzeugen. Typischerweise enthält dieses Schleifwerkzeug ein superhartes Schleifteilchen, wie Diamant, Wolframkarbid oder kubisches Bornitrid. Die resultierende Glasoberfläche weist üblicherweise die geeignete Krümmung auf, die erforderlich ist. Das Schleifmittelwerkzeug in diesem Grobschleifprozeß wird tiefe Kratzer in die Glasoberfläche machen, so daß die resultierende Glasoberfläche weder präzise genug noch glatt genug ist, um sie direkt zu einem optisch klaren Zustand zu polieren.

[0005] Der Zweck des Feinungsschrittes ist es, die groben Kratzer zu verfeinern, die durch den Grobschleifprozeß erzeugt werden. Im allgemeinen entfernt der Feinungsprozeß die tiefen Kratzer, die nach dem Grobschleifen zurückbleiben, und liefert eine im wesentlichen glatte, jedoch nicht polierte Oberfläche. Der Feinungsprozeß sollte auch zu einer ausreichenden Entfernung der groben Kratzer führen, so daß die Glasoberfläche zu einer optisch klaren Oberfläche poliert werden kann. Wenn der Feinungsprozeß nicht alle groben Kratzer entfernt, dann kann es äußerst schwierig für den Polierschritt sein, diese Kratzer zu entfernen, um eine optisch klare Oberfläche zu erzeugen. Im Fall von Augenlinsen wird dieser Läuterungsprozeß typischerweise in der Gegenwart eines flüssigen Mediums, wie Wasser, mit einem herkömmlichen beschichteten Schleifgegenstand, einem beschichteten Läppschleifgegenstand oder einer Kombination herkömmlicher beschichteter Schleifmittel und beschichteter Läppschleifgegenstände durchgeführt. Der herkömmliche beschichtete Schleifgegenstand weist einen Träger auf, der eine erste Bindemittelschicht aufweist, die für gewöhnlich als eine Grundbeschichtung bezeichnet wird, die auf den Träger aufgetragen ist. Es sind mehrere Schleifteilchen mindestens teilweise in die Grundbeschichtung eingebettet. Über den Schleifteilchen/der Grundbeschichtung befindet sich eine zweite Bindemittelschicht, die für gewöhnlich als eine Deckbeschichtung bezeichnet wird, und diese Deckbeschichtung verstärkt die Schleifteilchen. Ein beschichteter Läppschleifgegenstand weist einen Träger auf, der eine Schleifbeschichtung aufweist, die an den Träger gebunden ist. Diese Schleifbeschichtung weist mehrere Schleifteilchen auf, die in einem Bindemittel dispergiert sind. Es gibt mindestens einen Feinungsschritt, typischerweise zwei oder mehr Feinungsschritte, wobei jeder nachfolgende Feinungsschritt einen Schleifgegenstand nutzt, der eine kleinere oder feinere Schleifteilchengröße als der vorhergehende Schritt enthält. Im Fall anderer Glasoberflächen, wie einem Kathodenstrahlröhrenglas, geschieht dieses Feinen typischerweise mit Schleifmittelbreien. Frühere Versuche, feste Schleifgegenstände zu verwenden, sind im allgemeinen auf einer kommerziellen Basis im großen Maßstab erfolglos geblieben.

[0006] Der erste Feinungsschritt verwendet üblicherweise abhängig von der Oberflächenbeschaffenheit, die durch den Grobschleifschritt erzeugt wird, Schleifteilchen mit einer durchschnittlichen Teilchengröße von 15 bis 40 Mikrometer. Der zweite Feinungsschritt verwendet üblicherweise Schleifteilchen, die mindestens etwa 50% kleiner oder feiner als die ersten sind, üblicherweise eine durchschnittliche Teilchengröße von 4 bis 12 Mikrometer. Die für die beiden Feinungsschritte benötigte Zeit beträgt üblicherweise von etwa einer Minute bis zwei Minuten pro Schritt, abhängig von der Anfangsoberflächenbeschaffenheit, der Schleifteilchengröße und der gewünschten Oberflächenbeschaffenheit. Die Oberflächenbeschaffenheit der optischen Komponente nach diesem Feinungsprozeß liegt typischerweise irgendwo zwischen etwa 0,06 und 0,13 Mikrometer (Ra) und/oder bei einem R_{tm}, das größer als etwa 0,40 bis 1,4 Mikrometer ist.

[0007] Die Rauigkeit einer Oberfläche ist typischerweise auf Kratzer oder ein Kratzmuster zurückzuführen, das mit dem bloßen Auge sichtbar sein kann oder nicht sichtbar sein kann. Ein Kratzmuster kann als eine Reihe von Spitzen und Tälern längs der Oberfläche definiert werden. Rtm ist ein übliches Maß der Rauigkeit, das in der Schleifmittelindustrie verwendet wird, jedoch kann das genaue Meßverfahren mit dem Typ der Anlage variieren, die bei der Bewertung der Oberflächenrauigkeit genutzt wird. Wie sie hierin verwendet werden, beruhen Rtm-Messungen auf Verfahren, die mit dem Oberflächenmeßgerät von Rank Taylor Hobson befolgt werden, das unter der Handelsbezeichnung SURTRONIC 3 erhältlich ist. Innerhalb des Anwendungsgebiets von Rank Taylor Hobson ist Rt als die maximale Spitzen-Tal-Höhe innerhalb einer Bewertungslänge definiert, die durch das Rank-Taylor-Hobson-Instrument festgelegt wird. Rtm ist der Durchschnitt der maximalen Spitze-Tal-Höhe in jeder Bewertungslänge, der über fünf aufeinanderfolgende Bewertungslängen gemessen wird. Rtm wird mit einer Oberflächenmeßgerätsende gemessen, die für das SURTRONIC 3 ein Diamantspitzen-Taster mit 5 Mikrometer Radius ist, und die Ergebnisse werden in Mikrometern (μm) aufgezeichnet. Im allgemeinen ist die Beschaffenheit um so glatter, je niedriger der Rtm-Wert ist. Es kann eine leichte Variation des absoluten Rtm-Wertes, jedoch nicht notwendigerweise, auftreten, wenn die Messung an derselben vollendeten Glasoberfläche mit verschiedenen Marken kommerziell erhältlicher Oberflächenmeßgeräte durchgeführt wird.

[0008] Ra ist definiert als ein durchschnittlicher Rauigkeitshöhenwert eines arithmetischen Durchschnitts der Abweichungen des Oberflächenrauigkeitsprofils von einer Mittellinie auf der Oberfläche, ebenfalls gemessen in Mikrometern (μm).

[0009] Der dritte Schritt ist der Polierschritt, der die optisch klare Oberfläche auf dem Glasgegenstand erzeugt. In vielen Fällen geschieht dieser Polierschritt mit einem losen Schleifmittelbrei. Lose Schleifmittelbreie enthalten typischerweise mehrere sehr kleine Schleifeteilchen (das heißt, kleiner als etwa 10 Mikrometer, üblicherweise kleiner als etwa 5 Mikrometer), die in einem flüssigen Medium wie Wasser dispergiert sind. Der lose Schleifmittelbrei kann optional andere Additive, wie Dispersionsmittel, Schmiermittel, Entschäumungsmittel und dergleichen enthalten. Lose Schleifmittelbreie sind für gewöhnlich die bevorzugten Mittel, um die endgültige Politur zu erzeugen, aufgrund der Fähigkeit der losen Schleifmittelbreie, im wesentlichen alle restlichen Kratzer zu entfernen, um eine optisch klare Oberfläche zu erzeugen, die im wesentlichen frei von irgendwelchen Fehlern, Mängeln und/oder kleineren Kratzern ist.

[0010] Es ist wohlbekannt, daß kleine Unterschiede in den Rtm- oder Ra-Werten einen bedeutenden Einfluß auf die Klarheit der polierten Glasoberfläche haben, das heißt, ein kleiner Unterschied von Rtm kann den Unterschied zwischen einer optisch klaren Oberfläche und einer trüben Oberfläche bedeuten. Die Eingangsbeschaffenheit zum endgültigen Polieren (das heißt, zur optischen Klarheit) kann ebenfalls abhängig vom Prozeß beträchtlich variieren. Zum Beispiel könnten Anfangsbeschaffenheiten vor dem Polieren Ra-Werte von etwa 0,05 bis etwa 0,2 Mikrometer und Rtm-Werte von etwa 1,0 bis etwa 2,0 Mikrometer aufweisen. Es können andere Werte außerhalb dieser Bereiche vor dem Polieren angetroffen werden.

[0011] Eine Poliermaschinerie hängt großteils von der Anwendung und dem Material ab, das poliert wird. Zum Beispiel können Augenlinsen poliert werden, wobei Poliermaschinen wie eine Zylindermaschine Coburn 5000 oder eine Coburn 5056 oder eine Flachläppmaschine Coburn 507 genutzt werden, die alle von Coburn Optical Industries Inc., Muskogee, OK erhältlich sind. Diese Maschinen beruhen auf einer festen Bewegung, die orbital oder eine Bewegung in der Form einer 8 sein kann, eines Schleifmittelmateri als, während die Linse über das Schleifmittel gleiten gelassen wird. Drücke von etwa 35 kPa (5 psi) bis etwa 350 kPa (50 psi) könnten verwendet werden, jedoch sind Drücke von etwa 70 kPa (10 psi) bis etwa 210 kPa (30 psi) typisch. Das feste Schleifmittel könnte in diesem Fall eine sogenannte Gänseblümchen-Anordnung aufweisen, so daß das feste Schleifpolster imstande ist, sich einem gekrümmten Polierarm anzupassen, so daß es keine Falten oder Falze im festen Schleifpolster gibt.

[0012] Zum Beispiel offenbart die EPO-Veröffentlichung Nr. 650803 von Lindholm u.a. ein Verfahren zum Polieren einer Oberfläche mit optischen Qualität, wie einer ophthalmischen Linse, wobei Schleifverbundstoffe ohne einen Schleifmittelbrei verwendet werden. Im wesentlichen werden alle Schleifeteilchen, die aus den Schleifverbundstoffen erodiert werden, von der Grenzfläche zwischen der zu polierenden Oberfläche und dem Schleifgegenstand entfernt. Die Erosion der Schleifeteilchen aus den Schleifverbundstoffen bringt eine kontinuierliche Zufuhr von neuen Schleifeteilchen in den Schleifverbundstoffen in Eingriff mit der Oberfläche, die poliert wird. Folglich wird das Polieren im wesentlichen durch die Schleifeteilchen bewirkt, die in dem Bindemittel gehalten werden, nicht durch die erodierten Schleifeteilchen.

[0013] Kathodenstrahlröhren-Frontplatten werden gegenwärtig auf großen halbsphärischen Drehläppmaschinen geschliffen und vollendet, die verschiedene Typen von Schleifmittelbreien und Polstern verwenden.

Der endgültige Polierschritt (das heißt, um optische Klarheit bereitzustellen) nutzt typischerweise einen Zerdioxid-Brei auf einem segmentierten Filzpolster. Der Brei wird auf die Polster-Glasplatten-Grenzfläche gepumpt. Industrielles Flachlappen von Computer-Dünnscheibenwafern wird ziemlich auf dieselbe Art durchgeführt, wobei eher ein Präzisionsflachlappwerkzeug (das einen Durchmesser von 12 bis 60 Inch (etwa 30 bis 152 cm) aufweist) als das halbsphärische Lappwerkzeug mit dem Schleifmittelbrei verwendet wird.

[0014] Lose Schleifmittelbreie werden verbreitet in den endgültigen Polierschritten von Glasgegenständen verwendet, jedoch sind viele Nachteile mit ihnen verbunden. Diese Nachteile umfassen die Unannehmlichkeit der Handhabung des erforderlichen großen Volumen des Breis, das erforderliche Rühren, um das Absetzen der Schleifeteilchen zu verhindern und um eine einheitliche Konzentration der Schleifeteilchen an der Poliergrenzfläche sicherzustellen, und die Notwendigkeit einer zusätzlichen Anlage, um den losen Schleifmittelbrei herzustellen, zu behandeln und außerdem zurückzugewinnen und wiederzuverwerten. Zusätzlich muß der Brei selbst periodisch analysiert werden, um seine Qualität und Dispersionsstabilität sicherzustellen, was zusätzliche kostspielige Arbeitsstunden erfordert. Außerdem zeigen Pumpköpfe, Ventile, Speiseleitungen, Schleiflappwerkzeuge und andere Teile der Breizufuhranlage, die mit dem losen Schleifmittelbrei in Kontakt kommen, schließlich einen unerwünschten Verschleiß. Ferner ist der Poliervorgang während des Gebrauchs üblicherweise sehr unordentlich, da der lose Schleifmittelbrei, der üblicherweise als eine viskose Flüssigkeit auf ein weiches Polster aufgetragen wird, leicht spritzt und schwierig unter Kontrolle zu halten ist.

[0015] Verständlicherweise sind Versuche mit einem gewissen Maß an Erfolg unternommen worden, die Poliersysteme mit losem Schleifmittelbrei durch beschichtete Lappschleifmittel zu ersetzen. Zum Beispiel offenbaren die US-Patente Nr. 4,255,164 (Butzke u.a.), 4,576,612 (Shukla u.a.) und 4,733,502 (Braun) verschiedene Schleifgegenstände und Polierprozesse. Andere Verweisquellen, die beschichtete Lappschleifgegenstände lehren, schließen die US-Patente Nr. 4,644,703 (Kaczmarek u.a.), 4,773,920 (Chasman u.a.) und 5,014,468 (Ravipati u.a.) ein. Jedoch haben beschichtete Lappschleifmittel lose Schleifmittelbreie nicht kommerziell ersetzt. In einigen Fällen polieren beschichtete Lappschleifmittel den Glasgegenstand nicht vollständig, so daß die resultierende Oberfläche nicht optisch klar und im wesentlichen frei von Fehlern, Mängeln und kleineren Kratzern ist. In anderen Fällen erfordert ein beschichtetes Lappschleifmittel eine längere Zeit, um den Glasgegenstand zu polieren, wodurch es kostengünstiger ist, einen losen Schleifmittelbrei zu verwenden.

[0016] Sehr viel weniger wird technisches industrielles Glas von Hand poliert. Dieser Prozeß nutzt typischerweise eine Filzpolierscheibe mit 7 bis 12 Inch (etwa 17 bis 30 cm) Durchmesser, die an einer Backstand-Schleifmaschine angebracht ist. Ein auf Zerdioxid beruhender Brei oder Verbindungspoliermittel sind die Schleifmittel, die typischerweise beim Polieren von Hand verwendet werden. Die Drehzahlen liegen typischerweise zwischen etwa 500 und etwa 1500 U/min mit angewendeten Drücken von etwa 70 kPa (10 psi) bis etwa 420 kPa (60 psi). Zusätzlich werden zufällige Kratzer im Glas ebenfalls durch Polieren von Hand entfernt, wobei Rechtwinkel-Schleifmaschinen verwendet werden, die Polster von 12,5 bis 25 cm (5 bis 10 inch) mit Zerdioxid-Breien oder Verbindungen halten. Wie oben erläutert, weisen auf Brei beruhende Polierverfahren bedeutende Nachteile auf.

[0017] Ferner hat in der Vergangenheit das Polieren eines Glaswerkstücks typischerweise vor der effizienten Verwendung der gegenwärtig erhältlichen Poliermatrizen, wie Schleifmittelbreie und Lappfilme, eine Schulung des Maschinenarbeiters erfordert. Eine Schulung des Maschinenarbeiters ist von Bedeutung, da die Technik des Maschinenarbeiters eine Poliermatrixauflösung beeinflusst, die zur Freisetzung von Schleifeteilchen führt. Eine langsame Anfangsauf Lösungszeit führt zu langsameren Poliergeschwindigkeiten. Diese Erscheinung hat zu einer geringen Verbraucherakzeptanz eines Polierverfahrens, das ein Schleifprodukt mit einem Zerdioxid-Polster verwendet, gegenüber ihren gegenwärtigen Verfahren geführt, die Polierpolster und Zerdioxid-Breie oder Pasten verwenden.

[0018] Das erfindungsgemäße Verfahren zum schnellen Polieren eines Glaswerkstücks wird im Anspruch 1 definiert.

[0019] Der Schleifgegenstand, der zum schnellen Polieren eines Glaswerkstücks verwendet wird, weist einen Träger und mindestens eine Polierschicht auf. Die Polierschicht weist Schleifeteilchen auf, die in einem Bindemittel dispergiert sind. Vorzugsweise wird das Bindemittel aus einem Bindemittelvorläufer gebildet, bevorzugter enthält der Bindemittelvorläufer ein multifunktionelles Acrylharz(e), ein monofunktionelles Acrylharz(e) und deren Mischungen. Der Schleifgegenstand ist imstande, ein anfängliches R_{tm} von etwa 0,8 µm oder größer auf einem Prüfglasrohling in etwa einer Minute auf ein endgültiges R_{tm} von etwa 0,3 µm oder weniger zu reduzieren, wobei ein hierin definiertes RPE-Verfahren verwendet wird. Die Schleifeteilchen haben vorzugsweise eine chemomechanische Wirkung auf das Glas, am bevorzugtesten sind die Schleifeteilchen Zerdioxid-Teilchen,

die in einem Bindemittel dispergiert sind.

[0020] Das „RPE-Verfahren“ (RPE) nutzt eine Poliermaschine COBURN 507, die von Coburn Optical Industries, Inc., Muskogee, OK, erhältlich ist, die so modifiziert wird, daß sie einen Prüfglasrohling von 5 cm (2 Inch) Durchmesser aufnimmt, und der Standardschleifträger wurde durch ein Aluminium-Flachläppwerkzeug mit 10 cm (4 Inch) Durchmesser ersetzt. Die Spindeldrehzahl wird auf 665 U/min eingestellt, der Schwunghub beträgt 0, und die Orbitalhublänge beträgt etwa 0,78 inch (oder ist auf „7“ eingestellt). Die Polierbewegung des Schleifträgers wird durch die Poliermaschine bestimmt. Das gesamte Polieren wird unter einer langsamen Flüssigkeitszufuhr durchgeführt, das heißt, Aufbringen von 0,25 Gramm Wasser auf die Schleifgegenstand-/ Prüfglasrohling-Grenzfläche alle 5 Sekunden. Ein typischer Kontaktdruck an der Grenzfläche zwischen dem Schleifgegenstand und dem Prüfglasrohling beträgt etwa 105 kPa (15 psi). Die Prüfglasrohlinge sind Glasringe PYREX 7740, die von Houde Glass Company, Newark, NJ erhältlich sind. Jeder Glasring weist einen Außendurchmesser von 5,015 cm (2,010 Inch), einen Innendurchmesser von 4,191 cm (1,650 Inch), eine Höhe von 1,27 cm (0,5 Inch) und eine Oberflächengröße von 13,567 cm² (1,03 Inch²) auf, die zum Polieren zur Verfügung steht. Die Oberfläche jedes Prüfglasrohlings kann vor dem Polieren auf ein endgültiges R_{tm} ein anfängliches oder Eingangs-R_{tm} von etwa 0,8 bis etwa 1,4 µm aufweisen.

[0021] Gemäß dem RPE-Verfahren wird eine Oberflächenbeschaffenheit auf dem Prüfglasrohling, die einer optischen Klarheit entspricht, unter Verwendung des Schleifgegenstands der vorliegenden Erfindung; in etwa 1 Minute oder weniger erreicht, vorzugsweise wird ein endgültiges R_{tm} von etwa 0,30 µm oder weniger in etwa 1 Minute oder weniger erreicht, bevorzugter wird ein endgültiges R_{tm} von etwa 0,20 µm oder weniger in etwa 1 Minute oder weniger erreicht, und am bevorzugtesten wird ein endgültiges R_{tm} von etwa 0,15 µm in etwa 1 Minute Polieren oder weniger erreicht.

[0022] Es wird zu verstehen sein, daß die tatsächliche Zeit (oder Geschwindigkeit), die notwendig ist, ein Glaswerkstück auf eine optische Klarheit zu polieren, abhängig von einer Anzahl von Faktoren variieren wird, wie der verwendeten Poliervorrichtung, dem zu polierenden Bereich der Oberfläche, dem Kontaktdruck, der Schleifteilchengröße, dem Zustand des anfänglichen zu polierenden Oberflächenbereichs usw. Das RPE-Verfahren stellt einfach eine grundlegende Leistungseigenschaft bereit, die verwendet werden kann, um das vorliegende Verfahren und den Gegenstand mit herkömmlichen Glaspoliertechniken zu vergleichen.

[0023] Die vorliegende Erfindung ist auf ein Verfahren zum Polieren eines Glaswerkstücks unter Verwendung des vorliegenden Schleifgegenstands gerichtet. Das Verfahren weist die Schritte auf, ein Glaswerkstück bereitzustellen, das eine erste Oberfläche mit einem anfänglichen R_{tm} von etwa 0,8 µm oder größer aufweist. Ein Schleifgegenstand, der eine bahn- bzw. bogenförmige Struktur aufweist, die mindestens eine Polierschicht aufweist, wird ebenfalls bereitgestellt. Die mindestens eine Polierschicht weist Zeroxid-Teilchen auf, die in einem Bindemittel dispergiert sind. Der Schleifgegenstand ist imstande, ein anfängliches R_{tm} von etwa 0,8 µm oder größer auf einem Prüfglasrohling in etwa einer Minute auf ein endgültiges R_{tm} von etwa 0,3 µm oder weniger zu reduzieren, wobei das RPE-Verfahren verwendet wird. Die erste Oberfläche des Glaswerkstücks wird mit der mindestens einen Polierschicht des Schleifmittels in Berührung gebracht. Das anfängliche R_{tm} der ersten Oberfläche des Glaswerkstücks wird auf ein endgültiges R_{tm} von etwa 0,30 µm oder weniger reduziert. Der Schritt der Reduzierung des anfänglichen R_{tm} des Prüfglasrohlings weist vorzugsweise das Reduzieren der anfänglichen R_{tm} auf ein endgültiges R_{tm} von etwa 0,20 µm oder weniger, und bevorzugter aus ein endgültiges R_{tm} von etwa 0,15 µm oder weniger auf.

[0024] Die obenerwähnte bogenförmige Struktur weist vorzugsweise einen Träger und mehrere Verbundstoffe auf, wobei die Verbundstoffe Zerdioxid-Teilchen und ein Bindemittel aufweist, wobei das Bindemittel vorzugsweise die Einrichtung zur Befestigung der Verbundstoffe an die Trägerschicht bereitstellt. Vorzugsweise wird das Bindemittel aus einem Bindemittelvorläufer gebildet und wird durch einen Additionspolymerisationsmechanismus gebildet, das heißt eine radikalische oder kationische Polymerisation eines Bindemittelvorläufers, und der Bindemittelvorläufer ist vorzugsweise imstande, polymerisiert zu werden, indem er, falls notwendig zusammen mit einem geeigneten Aushärtungsmittel, Strahlungsenergie ausgesetzt wird.

[0025] Vorzugsweise enthält der Bindemittelvorläufer ein multifunktionelles Acrylharz(e), ein monofunktionelles Acrylharz(e) und deren Mischungen.

[0026] Die Polierschicht kann mehrere geformte Schleifverbundstoffe aufweisen. Diese Schleifverbundstoffe können präzise geformt oder unregelmäßig geformt sein. Vorzugsweise sind die Schleifverbundstoffe präzise geformt.

[0027] „Präzise geformt“, wie es hierin verwendet wird, beschreibt die Schleifverbundstoffe, die durch Aushärten des Bindemittelvorläufers gebildet werden, während der Vorläufer sowohl auf einem Träger ausgebildet ist als auch einen Hohlraum auf der Oberfläche eines Herstellungswerkzeugs füllt. Diese Schleifverbundstoffe weisen eine dreidimensionale Form auf, die durch Seiten mit verhältnismäßig glatter Oberfläche definiert ist, die durch wohldefinierte scharfe Kanten begrenzt und verbunden sind, die klare Kantenlängen mit klaren Endpunkten aufweisen, die durch die Schnittpunkte der verschiedenen Seiten definiert sind. Der Schleifgegenstand wird in dem Sinne als „strukturiert“ bezeichnet, daß mehrere solche präzise geformten Schleifmittel eingesetzt werden.

[0028] „Begrenzung“, wie sie hierin verwendet wird, bezeichnet die freiliegenden Oberflächen und Kanten jedes Verbundstoffes, die die tatsächliche dreidimensionale Form jedes Schleifverbundstoffes begrenzen und definieren. Diese Begrenzungen sind leicht sichtbar und erkennbar, wenn ein Querschnitt eines Schleifgegenstandes unter einem Mikroskop betrachtet wird. Diese Begrenzungen trennen und unterscheiden einen Schleifverbundstoff von einem anderen, selbst wenn die Verbundstoffe längs einer gemeinsamen Grenze an ihren Basen aneinander anstoßen. Im Vergleich sind in einem Schleifgegenstand, der keine präzise Form aufweist, die Begrenzungen und Kanten nicht eindeutig, das heißt, der Schleifverbundstoff gibt vor der Vollendung seines Aushärtens nach. Diese Schleifverbundstoffe, seien sie präzise oder unregelmäßig geformt, können aus jeder geometrischen Form bestehen, die durch eine im wesentlichen klare und erkennbare Begrenzung definiert ist, wobei die präzise geometrische Form aus der Gruppe ausgewählt wird, die aus würfelförmig, prismatisch, kegelförmig, kegelstumpfförmig, pyramidenförmig, pyramidenstumpfförmig, zylindrisch und dergleichen besteht.

[0029] „Textur“, wie sie hierin verwendet wird, bezeichnet eine Polierschicht, die irgendeinen der obenerwähnten dreidimensionalen Verbundstoffe aufweist, seien die einzelnen dreidimensionalen Verbundstoffe präzise oder unregelmäßig geformt.

[0030] „Optisch klare Oberfläche“ bezeichnet eine Oberfläche, die im wesentlichen frei von irgendwelchen Fehlern, Mängeln und/oder kleineren Kratzern ist, die mit dem bloßen Auge sichtbar sind.

[0031] Das Verfahren der Erfindung ist ein benutzerfreundlicheres, dauerhaftes und schnelles Verfahren zum Polieren von Glasoberflächen mit optischer Qualität, das die Notwendigkeit beseitigt, Poliertechniken mit einem äußeren Schleifmittelbrei oder Gel zu verwenden, sondern statt dessen einen festen Schleifgegenstand verwendet, der die Zeit beseitigt, die benötigt wird, zu einer optischen Klarheit zu polieren, und den Schmutz reduziert, der durch das Polierverfahren erzeugt wird. Der Schleifgegenstand läuft sich schnell ein, was zu schnelleren anfänglichen Polieraten führt, und weist dennoch eine Polierlebensdauer auf, die mindestens gleich anderen Polierpolstermatrizen ist.

[0032] Andere Merkmale, Vorteile und weitere Verfahren, die Erfindung zu praktizieren, werden aus der folgenden Beschreibung der Figuren und der bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung besser verstanden werden.

[0033] Fig. 1 ist eine vergrößerte Querschnittansicht eines Schleifgegenstands.

[0034] Fig. 2 ist eine vergrößerte Querschnittansicht eines alternativen Schleifgegenstands.

[0035] Fig. 3 ist eine schematische Ansicht eines Systems zur Herstellung eines Schleifgegenstands zur Verwendung in dieser Erfindung.

[0036] Fig. 4 ist eine graphische Aufzeichnung der durchschnittlichen R_{tm} -Werte der Tabelle 4 als Funktion der Zeit.

[0037] Fig. 5 ist eine graphische Aufzeichnung der durchschnittlichen R_a -Werte der Tabelle 5 als Funktion der Zeit.

[0038] Diese Erfindung betrifft ein neuartiges Verfahren zum Verwenden eines Schleifgegenstands in Bahnen- bzw. Bogenform für den Schritt des endgültigen Polierens für Glaswerkstücke ohne die Notwendigkeit, einen von außen zugeführten Schleifkornbrei oder Gel zu verwenden. Materialien, die zum Polieren durch die Erfindung geeignet sind, umfassen zum Beispiel PYREX, Quarz, Borsilikat, Natron-Kalk, auf Tetraethylorthosilikat beruhendes Glas, auf Blei beruhendes Glas, und andere verschiedene Typen von Glas. Insbesondere wird ein Verfahren zum vorzugsweisen Polieren eines Glaswerkstücks, das einen anfänglichen Rauheits-

wert R_{tm} von mindestens etwa $0,8\text{ }\mu\text{m}$ aufweist, zu einem endgültigen Rauigkeitswert R_{tm} von etwa $0,30\text{ }\mu\text{m}$ oder weniger bereitgestellt, wobei der Schleifgegenstand imstande ist, den anfänglichen Rauigkeitswert R_{tm} eines Prüfglasrohlings von etwa $0,80\text{ }\mu\text{m}$ zu einem endgültigen Rauigkeitswert R_{tm} von etwa $0,30\text{ }\mu\text{m}$ oder weniger zu reduzieren, wobei ein RPE-Verfahren verwendet wird. Es wurde überraschend festgestellt, daß ein Verfahren zum Polieren eines Glaswerkstücks, das einen Schleifgegenstand nutzt, der Zeroxid-Teilchen aufweist, die in einem Bindemittel dispergiert sind, in einer wesentlich kürzeren Zeitspanne als gegenwärtig erhältliche Schleifgegenstände eine Oberfläche eines Glaswerkstücks zu einer optisch brauchbaren Klarheit poliert.

[0039] Ein solches Verfahren ist zum Beispiel auf dem Gebiet der Fernsehkathodenstrahlröhrenreparatur von besonderer Wichtigkeit. Es ist sehr wünschenswert, daß ein Fernsehkathodenstrahlröhren-Frontplattenglas schnell nach dem Zusammenbau während des Fernsehherstellungsprozesses ersetzt wird. Eine Anlage in der Röhrenherstellungsfabrik, die verwendet wird, um ein solches Glas zu polieren, poliert typischerweise mit einem wesentlich niedrigeren Druck als die Anlage, die bei der Herstellung eines neuen Kathodenstrahlröhren-glases verwendet wird, das heißt, ein solches Polieren kann durch Handpoliergeräte durchgeführt werden, wo der Maschinenarbeiter oder Techniker den Druck steuert, der auf die Oberfläche zum Polieren ausgeübt wird. Es wird erkannt werden, daß Oberflächenmängel in diesem Stadium des Herstellungsprozesses typischerweise nicht die gesamte Kathodenstrahlröhren-Glasoberfläche umfassen. Daher wird das Polieren dieser Mängel nicht das Polieren der gesamten Kathodenstrahlröhren-Glasoberfläche beinhalten, sondern statt dessen ein örtlicher Polierprozeß sein.

[0040] In einer Ausführungsform weist das Verfahren die Schritte auf, ein Glaswerkstück bereitzustellen, das eine erste Oberfläche mit einem anfänglichen Rauigkeitswert R_{tm} von etwa $0,8\text{ }\mu\text{m}$ oder größer aufweist. Ein Schleifgegenstand, der eine bahnenförmige Struktur aufweist, die mindestens eine Polierschicht aufweist, wird verwendet, um das Glaswerkstück zu polieren. Die mindestens eine Polierschicht weist Zeroxid-Teilchen auf, die in einem Bindemittel dispergiert sind. Der Schleifgegenstand ist imstande, in etwa einer Minute einen anfänglichen Rauigkeitswert R_{tm} von etwa $0,8\text{ }\mu\text{m}$ oder größer auf einem Prüfglasrohling zu einem endgültigen Rauigkeitswert R_{tm} von etwa $0,3\text{ }\mu\text{m}$ oder weniger zu reduzieren, wobei das RPE-Verfahren verwendet wird. Der anfängliche Rauigkeitswert R_{tm} der ersten Oberfläche des Glaswerkstücks wird auf einen endgültigen Rauigkeitswert R_{tm} von etwa $0,30\text{ }\mu\text{m}$ oder weniger reduziert. Es wird angenommen, daß eine fast unmittelbare Auflösung (oder unmittelbares Einlaufen) nach einem anfänglichen Kontakt zwischen dem Schleifgegenstand und der Glasoberfläche für den Schleifgegenstand der Erfindung typisch ist. Es wird ferner angenommen, daß in dieser Zeit vor Ort ein breiförmiger Zustand erreicht wird, der Zeroxid-Teilchen aus den Schleifverbundstoffen, Bruchstücke des Bindemittels und/ oder Zeroxid-Teilchen enthält, die an den Bindemittelbruchstücken haften, die aus dem Schleifgegenstand an der Grenzfläche zwischen dem Schleifgegenstand und der Glasoberfläche freigesetzt werden.

[0041] In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird das Bindemittel aus einem härtbaren Bindemittelvorläufer gebildet, der ein multifunktionelles Acrylharz(e), ein monofunktionelles Acrylharz(e) und deren Mischungen enthält. Vorzugsweise wird das Bindemittel aus einem Bindemittelvorläufer ausgehärtet, indem es Strahlungsenergie ausgesetzt wird. Ein geeignetes Polymerisationsmittel oder ein Aushärtungsmittel kann ebenfalls hinzugegeben werden.

[0042] Der Schleifgegenstand der vorliegenden Erfindung kann die Form jeder geeigneten Form annehmen, wie rund, oval oder rechteckig, abhängig von der besonderen Form des Läppwerkzeugpolsters (das heißt des Haltepolsters), das eingesetzt wird. In vielen Fällen wird der Schleifgegenstand in seiner Größe geringfügig größer als das Läppwerkzeugpolster sein. Ein Schleifgegenstand kann geschlitzt oder aufgeschlitzt sein, oder kann mit Perforationen versehen sein. Das Bahnen- bzw. Bogenmaterial kann durch herkömmliche Verfahren durch Spleißen der aneinanderstoßenden Enden eines länglichen Streifens des Bogenmaterials auch zu einem endlosen Band geformt werden. Zusätzlich kann der Schleifgegenstand zu jeder gewünschten Anordnung oder Form abgestanzt und/oder aufgeschnitten werden.

[0043] Bezugnehmend auf **Fig. 1**, wird eine Ausführungsform des Schleifgegenstands **30** der Erfindung detaillierter dargestellt und weist einen Träger **31** auf, der mehrere einzelne Schleifverbundstoffe **34**, die an die Vorderseite **32** des Trägers gebunden sind, und ein Befestigungssystem, wie einen druckempfindlichen Kleber **38**, auf der Rückseite **33** des Trägers aufweist. Die Schleifverbundstoffe **34** weisen mehrere Schleifteilchen **35** auf, die in einem Bindemittel **36** dispergiert sind. Wie gezeigt, weisen die Schleifverbundstoffe **34** eine präzise Form auf, die hier als Pyramidenstümpfe gezeigt wird. Eine optionale Schicht **37** ist eine geeignete Ablösekaschierung und kann abgezogen werden, um die druckempfindliche Kleber- (PSA)-Schicht **38** freizulegen, die auf die Rückseite **33** des Trägers **31** beschichtet ist.

[0044] Bezugnehmend auf **Fig. 2**, wird eine andere Ausführungsform des Schleifgegenstands **30'** der Erfindung detaillierter dargestellt. Wie gezeigt, weist der Schleifgegenstand **30'** einen Träger **31'** auf, der mehrere einzelne Schleifverbundstoffe **34'**, die an die Vorderseite **32'** des Trägers gebunden sind, und ein Befestigungssystem, wie ein druckempfindlicher Kleber **38'** auf der Rückseite **33'** des Trägers aufweist. Die Schleifverbundstoffe **34'** weisen mehrere Schleifteilchen **35'** auf, die in einem Bindemittel **36'** dispergiert sind. Wie gezeigt, weisen die Schleifverbundstoffe **34'** eine unpräzise oder unregelmäßige Form auf, die hier als zusammengesackte Verbundstoffe gezeigt wird. Die unregelmäßigen Schleifverbundstoffe **34'** sind nicht durch wohldefinierte Formkanten abgegrenzt, die bestimmte Kantenlängen mit bestimmten Endpunkten aufweisen. Die optionale Schicht **37'** ist eine geeignete Ablösekaschierung und kann abgezogen werden, um die druckempfindliche Kleber- (PSA)-Schicht **38'** freizulegen, die auf die Rückseite **33'** des Trägers **31'** beschichtet ist.

[0045] Für die Zwecke der vorliegenden Erfindung bedeutet die Terminologie „Polieren“ die Entfernung früherer Kratzer, um eine feine, spiegelförmige Beschaffenheit ohne visuell identifizierbare Kratzer in der Oberfläche des Glaswerkstücks bereitzustellen. Als weiteres Kriterium eines erfolgreichen Polierens im Verfahren der Erfindung weist die polierte Glasoberfläche einen Rtm-Wert von 0,30 Mikrometer oder weniger auf, der durch ein Oberflächenmeßgerät SURTRONIC 3 gemessen wird, das von Rank Taylor Hobson, Leicester, England erhältlich ist, das eine Spitze mit 5 Mikrometer Radius und eine Grenzlänge von etwa 0,8 mm aufweist. Diese Oberflächenbeschaffenheit wird benötigt, um sicherzustellen, daß die Glasoberfläche frei von heftigen Wirbeln und tiefen Kratzern ist, die die optischen Eigenschaften der Glasoberfläche beeinträchtigen würden.

[0046] Beispiele typischer Träger, die für den Polierschleifgegenstand verwendet werden können, der im Verfahren dieser Erfindung verwendet wird, schließen einen Polymerfilm, einen grundierten Polymerfilm, ein Gewebe, Papier, Vliesstoffe und deren behandelte Ausführungen und deren Kombinationen ein. Papier oder Gewebeträger sollten eine wasserabweisende Behandlung aufweisen, so daß sich der Träger während des Poliervorgangs nicht merklich verschlechtert, da typischerweise Wasser verwendet wird, um in der Praxis dieser Erfindung die Läppwerkzeugeinrichtung während des Polierens zu überschwemmen. Zum Beispiel kann eine Trägerschicht aus einer Papierschicht bestehen, die mit einem Acryllatexharz gesättigt ist und eine Dicke von etwa 255 bis 305 Mikrometern aufweist. Der Träger kann auch kompressibel sein. Vorzugsweise ist der Träger ein Polymerfilm. Bevorzugter weist der Polymerfilmträger eine Dicke von etwa 50 bis 100 µm, und am bevorzugtesten von etwa 75 µm auf.

[0047] Eine bevorzugte Art Träger sind Polymerfilme und Beispiele solcher Filme schließen Polyesterfilme, Polyester und Copolyester, Mikrohohlraum-Polyesterfilme, Polyimidfilme, Polyamidfilme, Polyvinylalkoholfilme, Polypropylenfilm, Polyethylenfilm und dergleichen ein. Es sollte außerdem eine gute Adhäsion zwischen dem Polymerfilmträger und der Schleifbeschichtung, das heißt der Polierschicht geben. In vielen Fällen werden die Polymerfilmträger grundiert.

[0048] Die Grundierung kann eine Oberflächenveränderung oder chemische Grundierung sein. Beispiele von Oberflächenveränderungen schließen eine Korona-Behandlung, UV-Behandlung, Elektronenstrahlbehandlung, Flammenbehandlung und einen Oberflächenverschleiß ein, um die Oberflächengröße zu erhöhen. Beispiel chemischer Grundierungen schließen ein Ethylen-Acrylsäure-Copolymer, wie im US-Patent Nr. 3,188,265 (Charbonneau u.a.) offenbart, eine Kolloiddispersion, wie im US-Patent Nr. 4,906,523 (Bilkadi u.a.) gelehrt, Aziridinmaterialien, wie im US-Patent Nr. 4,749,617 (Chanty) offenbart, und durch Strahlung aufgepfropfte Grundierungen ein, wie in den US-Patenten Nr. 4,563,388 (Bonk u.a.) und 4,933,234 (Kobe u.a.) gelehrt.

[0049] Der Träger kann auch eine Befestigungseinrichtung an seiner Rückseite aufweisen, um das resultierende beschichtete Schleifmittel an einem Haltepolster oder Unterstützungspolster zu befestigen. Die Befestigungseinrichtung kann ein druckempfindlicher Kleber (PSA) oder Band, ein Schlaufengewebe für eine Haken- und Schlaufenbefestigung oder ein ineinandergreifendes Befestigungssystem sein.

[0050] Der bevorzugte Schleifgegenstand zur Verwendung mit der vorliegenden Erfindung setzt eine Anordnung einzelner Schleifverbundstoffe ein, wobei jeder Verbundstoff Schleifteilchen aufweist, die in einem Bindemittelsystem dispergiert sind, im Gegensatz zu einer durchgehenden Polierschicht aus Schleifteilchen, die in einem Bindemittel dispergiert sind. Es wird bevorzugt, daß die Verbundstoffe dreidimensional sind, Arbeitsoberflächen aufweisen, die kein Teil einer integralen Schicht bilden, und die während des Gebrauchs unabhängig wirkende Schleifflächen aus anderen Verbundstoffen präsentieren. Der in dieser Erfindung verwendete Schleifgegenstand kann ein sogenannter „strukturierter Schleifgegenstand“ oder ein perlenförmiger Schleifgegenstand sein. Ein strukturierter Schleifgegenstand bedeutet einen Schleifgegenstand, in dem mehrere einzelne präzise geformte Verbundstoffe auf einem Träger angeordnet sind, wobei jeder Verbundstoff Schleifteilchen aufweist, die in einem Bindemittel dispergiert sind. Ein perlenförmiger Schleifgegenstand weist (im allgemeinen

kugelförmige und üblicherweise hohle) Perlen bzw. Kügelchen aus Bindemittel und Schleifeteilchen auf. Dieser Perlen werden dann mit einem Bindemittel an einen Träger geklebt. Jedoch wird das perlenförmige Schleifmittel weniger bevorzugt. Jedoch stellt das entweder präzise oder unregelmäßig geformte texturierte Schleifmittel, wie oben beschrieben, oder Perlenschleifmittel, Raum zur Schleifmehlentfernung bereit, stellt Raum zur Fluidwechselwirkung bereit, besitzt eine höheren Einheitsdruck/Verbundstoffauflösung und erzeugt weniger „Haftreibung“ als das perlenförmige Schleifmittel als eine durchgehende Polierschicht eines Läppfilms.

[0051] Wenn der Schleifgegenstand dieser Erfindung beim Polieren einer Glasoberfläche verwendet wird, erodieren die Schleifverbundstoffe allmählich. Die Erodierbarkeitsgeschwindigkeit hängt von vielen Faktoren ab, einschließlich der Schleifverbundstoff-Formulierung und den Polierbedingungen. Hinsichtlich der Schleifverbundstoff-Formulierung, können der Schleifteilchentyp, die Schleifteilchengröße, der Bindemitteltyp, optionale Additive, einzeln oder in Kombination die Erodierbarkeit des Schleifverbundstoffs beeinflussen. Zum Beispiel sind härtere Bindemittel, wie Phenolbindemittel, weniger erodierbar als weichere Bindemittel, wie aliphatische Epoxidbindemittel. Alternativ können bestimmte Additive oder Füllstoffe, wie Glasblasen, den Schleifverbundstoff erodierbarer machen.

[0052] Die Schleifverbundstoffe des Schleifgegenstands der Erfindung enthalten vorzugsweise Schleifteilchen, die in einem Bindemittel dispergiert sind. Die Schleifteilchen bestehen vorzugsweise aus Zeroxid oder Zerdioxid, seltenen Erdverbindungen oder deren Mischungen. Solche seltenen Erdverbindungen, die zum Polieren geeignet sind, können im US-Patent Nr. 4,529,410 (Khaladji u.a.) gefunden werden. Es wird angenommen, daß solche Schleifteilchen ein chemomechanisches Element für das Polierverfahren bereitstellen. Wie es hierin verwendet wird, bezeichnet chemomechanisch einen dualen Mechanismus, wo sowohl die Korrosionschemie als auch die Bruchmechanik eine Rolle beim Glaspolieren spielen. Insbesondere wird angenommen, daß Schleifteilchen, wie zum Beispiel Zeroxid und Zirkonoxid, ein chemisches Element für die Polierscheinung bereitstellen, wie in Cook, L.M., „Chemical Processes in Glass Polishing“, 120 J. of Non-Crystalline Solids 152–171, Elsevier Science Publ. B.V. (1990) erläutert. Während man nicht an eine bestimmte Theorie gebunden ist, wird angenommen, daß mindestens für wässrige Breie die Poliergeschwindigkeiten mit der Geschwindigkeit molekularer Wasserdiffusion in die Glasoberfläche, einer anschließenden Glasauflösung unter der Belastung, die durch das Polierteilchen ausgeübt wird, der Adsorptionsgeschwindigkeit der Auflösungsprodukte auf der Oberfläche der Polierkörnung, der Geschwindigkeit der Silikawiederablagerung zurück auf die Glasoberfläche, und der wässrigen Korrosionsgeschwindigkeit zwischen Teilchenstößen in Beziehung stehen.

[0053] Die Schleifteilchen können im Bindemittel einheitlich dispergiert sind, oder die Schleifteilchen können alternativ uneinheitlich dispergiert sein. Es wird bevorzugt, daß die Schleifteilchen einheitlich dispergiert sind, so daß die resultierende Schleifbeschichtung ein konsistentes Abtrags-/Poliervermögen bereitstellt.

[0054] Zum Glasoberflächenpolieren wird es bevorzugt, daß die durchschnittliche Teilchengröße der Schleifteilchen von etwa 0,001 bis 20 Mikrometer, typischerweise zwischen 0,01 bis 10 Mikrometer beträgt. In einigen Fällen weisen die Schleifteilchen vorzugsweise eine durchschnittliche Teilchengröße auf, die kleiner als 0,1 Mikrometer ist. In anderen Fällen wird es bevorzugt, daß die Teilchengrößenverteilung zu keinen oder verhältnismäßig wenigen Schleifteilchen führt, die eine Teilchengröße aufweisen, die größer als etwa 2 Mikrometer ist, vorzugsweise kleiner als etwa 1 Mikrometer und bevorzugter kleiner als etwa 0,75 Mikrometer. Bei diesen verhältnismäßig kleinen Teilchengrößen können die Schleifteilchen dazu neigen, durch Zwischenteilchen-Anziehungskräfte Aggregate zu bilden. So können diese Aggregate eine Teilchengröße aufweisen, die größer als etwa 1 oder 2 Mikrometer und sogar so groß wie 5 oder 10 Mikrometer ist. Es wird dann bevorzugt, diese Aggregate zu einer durchschnittlichen Größe von etwa 2 Mikrometer oder weniger aufzubrechen. Jedoch kann es in manchen Fällen schwierig sein, diese Aggregate „aufzubrechen“. Zusätzlich sind diese sehr kleinen Schleifteilchen vor der Zugabe zum Bindemittelvorläufer in einer Flüssigkeit dispergiert. Diese Dispersion kann in Wasser oder in einer basischen oder sauren Flüssigkeit vorliegen. Ferner kann diese Flüssigkeit auch einen grenzflächenaktiven Stoff, ein Haftmittel oder ein Benetzungsmittel enthalten. In einigen Fällen wird es bevorzugt, daß die Teilchengrößenverteilung eng kontrolliert wird, so daß der resultierende Schleifgegenstand eine sehr konsistente Oberflächenbeschaffenheit auf der Glasoberfläche nach dem Polieren bereitstellt.

[0055] Der Schleifgegenstand zur Verwendung im Verfahren der Erfindung kann optional zusätzlich zu Zeroxid andere Schleifteilchen aufweisen. Die optionalen Schleifteilchen können entweder harte oder weiche anorganische Schleifteilchen oder deren Mischungen sein. Beispiele harter Schleifteilchen schließen Aluminiumoxid, wärmebehandeltes Aluminiumoxid, weißes Schmelzaluminiumoxid, schwarzes Siliziumcarbid, grünes Siliziumcarbid, Titandiborid, Borcarbid, Wolframcarbid, Titancarbid, Diamant, kubisches Bornitrid, Granat, Schmelz-Aluminiumoxid-Zirkonoxid, Solgelschleifteilchen und dergleichen ein.

[0056] Weiche anorganische Teilchen schließen Silika, Chrom(III)-oxid, Eisenoxid, Zirkonerde, Titandioxid, Silikate und Zinnoxid ein. Der Schleifgegenstand kann eine Mischung von zwei oder mehreren unterschiedlichen Schleifteilchen aufweisen. Diese Mischung kann eine Mischung von harten anorganischen Schleifteilchen und weichen anorganischen Schleifteilchen aufweisen. In einer Mischung von zwei oder mehreren unterschiedlichen Schleifteilchen können die einzelnen Schleifteilchen dieselbe durchschnittliche Teilchengröße aufweisen, oder alternativ können die einzelnen Schleifteilchen eine andere durchschnittliche Teilchengröße aufweisen. Zum Beispiel kann der Schleifgegenstand der Erfindung Zeroxid-Teilchen und andere seltene Erdoxide, wie Zirkonerde, Silika und dergleichen enthalten. Es wird bevorzugt, daß alle optionalen Schleifteilchen die Poliereigenschaften des Zeroxids nicht zum Beispiel dadurch behindern, daß sie heftige Kratzer erzeugen.

[0057] Es liegt außerdem im Rahmen dieser Erfindung, daß eine Oberflächenbeschichtung vorhanden ist, die auf die Schleifteilchen beschichtet ist. Die Oberflächenbeschichtung kann viele unterschiedliche Funktionen haben. In einigen Fällen erhöhen Oberflächenbeschichtungen die Adhäsion an das Bindemittel, verändern die Schleifeigenschaften des Schleifteilchens und dergleichen.

[0058] Die Polierschicht kann ferner optionale Additive aufweisen, wie zum Beispiel Füllstoffe (einschließlich Schleifhilfen), Fasern, Schmiermittel, Benetzungsmittel, thixotrope Materialien, oberflächenaktive Stoffe, Pigmente, Farbstoffe, Antistatikmittel, Haftmittel, Weichmacher und Suspensionsmittel. Die Mengen dieser Materialien werden so ausgewählt, daß sie die gewünschten Eigenschaften bereitstellen.

[0059] Beispiele von Füllstoffen, die nur aufgrund ihrer Wirkungen auf die Erodierbarkeit verwendet werden, schließen Glasblasen, Aluminiumoxid-Blasen, Polymerkugeln, Tonblasen, Marmor, Mergel, Gips, Kreide, Koralle, Muschelkalk, Oolith ein, sind aber nicht darauf beschränkt.

[0060] Ein Haftmittel kann eine Verbindungsbrücke zwischen dem Bindemittelvorläufer und den Füllstoffteilchen oder Schleifteilchen bereitstellen. Beispiele von Haftmitteln schließen Silane, Titanate und Zircoaluminate ein. Außerdem enthält der Schleifmittelbrei vorzugsweise etwa 0,01 bis 3 Gew.% Haftmittel.

[0061] Ein Beispiel eines Suspensionsmittels ist ein amorphes Silikateilchen, das eine Oberflächengröße von weniger als 150 Quadratmeter/Gramm aufweist, das von DeGussa Corp. unter den Handelsnamen „Aerosil 130“ oder „OX-50“ kommerziell erhältlich ist.

[0062] Die Schleifteilchen werden in einem Bindemittel dispergiert, um den Schleifverbundstoff zu bilden. Das Bindemittel schließt ein wärmehärtendes oder vernetzendes Bindemittel ein, und vorzugsweise ein Bindemittel, das durch eine Additions(Kettenreaktions)-Polymerisation härtbar ist. Die Verwendung von Bindemittelsystemen in dieser Erfindung, die über einen Additionsmechanismus härten, stellt den Vorteil bereit, daß sie schnell und kontrollierbar ausgehärtet werden können, indem sie einer Strahlungsenergie ausgesetzt werden, um eine hohe Herstellungsgeschwindigkeit zuzulassen, während sie ein hohes Maß an Kontrolle über die endgültige Form der Schleifverbundstoffe gewähren. Das wärmehärtende Bindemittel wird vorzugsweise aus einem Bindemittel- oder Polymervorläufer gebildet.

[0063] Schleifteilchen werden mit dem Bindemittelvorläufer gemischt, um einen Schleifmittelbrei zu bilden. Während der Herstellung des Schleifgegenstands wird der Schleifmittelbrei einer Energiequelle ausgesetzt, die bei der Einleitung des Polymerisations- oder Aushärtungsprozesses des Bindemittelvorläufers hilft. Beispiele von Energiequellen schließen thermische Energie und Strahlungsenergie ein, die Elektronenstrahlen, UV-Licht und sichtbares Licht einschließt.

[0064] Beispiele geeigneter Bindemittelvorläufer, die über eine Additions- (Kettenreaktions-) Mechanismus härtbar sind, schließen Bindemittelvorläufer ein, die über einen freien Radikalmechanismus oder alternativ über einen kationischen Mechanismus polymerisieren. Diese Ausdrücke, wie „Additions“- oder „Kettenreaktions“-Mechanismus, Polymerisation über einen „freien Radikalmechanismus“ oder einen „kationischen“ Mechanismus haben wohlbekannte Bedeutungen, wie sie im Textbook of Polymer Science, dritte Auflage, F. Billmeyer, Jr., John Wiley & Sons, New York, NY, 1984 erläutert werden.

[0065] Insbesondere schließen geeignete Bindemittelvorläufer für diese Erfindung, die über einen freien Radikalmechanismus polymerisieren, acrylierte Urethane, acrylierte Epoxide, ethylenisch ungesättigte Verbindungen, einschließlich Acrylmonomerharz(e), Aminoplastderivate mit α,α -ungesättigten Seiten-Carbonylgruppen, Isocyanuratderivate mit mindestens einer Seitenacrylatgruppe, Isocyanatderivate mit mindestens einer Seiten-Acrylatgruppe, Epoxidharze, Vinylether und deren Mischungen und Kombinationen ein. Der Ausdruck Acrylat umfaßt Acrylate und Methacrylate.

[0066] Die ethylenisch ungesättigten Monomere oder Oligomere, oder Acrylatmonomere oder Oligomere können monofunktionell, difunktionell, trifunktionell, tetrafunktionell oder höher funktionell sein. Ethylenisch ungesättigte Bindemittelvorläufer schließen sowohl monomere und polymere Verbindungen ein, 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.

[0067] 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, Trimethylolpropantriacrylat, Glyceroltriacrylat, Pentaerythritoltriacrylat, Pentaerythritoltrimethacrylat, Pentaerythritoltetraacrylat 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-acryloxyethyl)isocyanurat, 1,3,5-tri(2-methacryloxyethyl)-s-triazin, Acrylamid, Methacrylamid, N-methyl-acrylamid, N,N-dimethyl-acrylamid, N-Vinylpyrrolidon und N-vinyl-piperidon 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 u.a.) und 5,580,647 (Larson u.a.) gefunden werden. Zusätzliche Informationen, die Bindemittel und Bindemittelvorläufer betreffen, können in PCT WO 97/11484 (Bruxvoort u.a.) und im US-Patent Nr. 4,773,920 (Chasman u.a.) gefunden werden.

[0068] Ein bevorzugter Bindemittelvorläufer der Erfindung enthält eine Mischung eines multifunktionellen Acrylharzes(en) mit einem monofunktionellen Acrylharz(en). Das multifunktionelle Acrylharz(e) kann ein trifunktionelles Acrylmonomerharz, ein tetrafunktionelles Acrylmonomerharz oder eine Kombination eines trifunktionellen und tetrafunktionellen Acrylmonomerharzes sein. Obwohl es nicht erwünscht ist, durch eine Theorie gebunden zu sein, wird angenommen, daß diese Kombination eines vernetzten multifunktionellen Acrylharzes(en) und eines monofunktionellen Acrylharzes(en) ein Bindemittel-/Harzsystem liefert, das dazu neigt spröde zu sein. Es wird angenommen, daß ein solches Bindemittel zerspringt, zerfällt, zerbricht, in Stücke zerbricht, splittert und die gewünschten Erodierbarkeitseigenschaften der Schleifverbundstoffe des Schleifgegenstands zum Glaspolieren in der vorliegenden Erfindung verleiht. Es wird ferner angenommen, daß das spröde Bindemittel vor Ort einen breiförmigen Zustand an der Grenzfläche zwischen dem Schleifgegenstand und der Glasoberfläche erzeugt. Der Brei enthält Zeroxid-Teilchen, Fragmente des Bindemittels und/oder der Zeroxid-Teilchen, die an den Bindemittelfragmenten haften, die vom Schleifgegenstand freigesetzt werden.

[0069] Im allgemeinen liegt das Gewichtsverhältnis zwischen diesen Acrylharz(en) zwischen etwa 5 bis etwa 95 Teilen multifunktionellem Acrylatmonomer zu etwa 95 bis 5 Teilen monofunktionellem Acrylatmonomer, vorzugsweise zwischen 25 bis etwa 75 Teile multifunktionellem Acrylatmonomer zu etwa 75 bis 25 Teilen monofunktionellem Acrylatmonomer, bevorzugter zwischen 40 bis etwa 60 Teilen multifunktionellem Acrylatmonomer zu etwa 60 bis 40 Teilen monofunktionellem Acrylatmonomer, und am bevorzugtesten zwischen etwa 50 Teilen multifunktionellem Acrylatmonomer zu etwa 50 Teilen monofunktionellem Acrylatmonomer.

[0070] Die Schleifbeschichtung kann von etwa 1 bis 90 Gewichtsteile Schleifteilchen auf etwa 99 bis 10 Gewichtsteile Bindemittel enthalten. Vorzugsweise enthält die Schleifbeschichtung von etwa 30 bis 85 Gewichtsteile Schleifteilchen auf etwa 70 bis 15 Gewichtsteile Bindemittel, bevorzugter von 40 bis 70 Gewichtsteile Schleifteilchen auf etwa 30 bis 60 Gewichtsteile Bindemittel.

[0071] Die Schleifbeschichtung kann außerdem ein oder mehrere Additive enthalten, die allgemein als Härtungsmittel kategorisiert werden können. Ein Härtungsmittel ist ein Material, das dabei hilft, den Polymerisations- oder Vernetzungsprozeß einzuleiten und zu vollenden, so daß der Bindemittelvorläufer in ein 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.

[0072] Die Polymerisation des bevorzugten ethylenisch ungesättigten Monomers(e) oder Oligomers(e) findet über einen freien Radikalmechanismus 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 (das heißt 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 IRGA-CURE 184, die beide von Ciba Geigy Company, Hawthorne, NJ kommerziell erhältlich sind, und DAROCUR 1173 ein, das von Merck kommerziell erhältlich ist. Beispiele von Initiatoren, die bei Belichtung mit sichtbarem Licht freie Radikale erzeugen, können im US-Patent Nr. 4,735,632 gefunden werden. Ein anderer Photoinitiator, der bei Belichtung mit sichtbarem Licht freie Radikale erzeugt, trägt den Handelsnamen IRGACURE 369, der von Ciba Geigy Company kommerziell erhältlich ist.

[0073] Typischerweise wird der Initiator in Mengen verwendet, die beruhend auf dem Gewicht des Bindemittelvorläufers zwischen 0,1 und 10 Gew.%, vorzugsweise zwischen 2 und 4 Gew.% liegen. Zusätzlich wird es bevorzugt, den Initiator im Bindemittelvorläufer vor der Zugabe irgendeines teilchenförmigen Materials, wie den Schleifteilchen und/oder den Füllstoffteilchen zu dispergieren, vorzugsweise gleichmäßig zu dispergieren.

[0074] Im allgemeinen wird es bevorzugt, daß der Bindemittelvorläufer einer Strahlungsenergie, vorzugsweise ultraviolettem Licht oder sichtbarem Licht ausgesetzt wird. In einigen Fällen werden bestimmte Schleifteilchen und/oder Zusatzstoffe ultraviolettes und sichtbares Licht absorbieren, was es schwierig macht, den Bindemittelvorläufer richtig zu härten. Diese Erscheinung trifft insbesondere auf Zerdioxid-Schleifteilchen und Siliziumcarbid-Schleifteilchen zu. Es ist ziemlich unerwartet herausgefunden worden, daß die Verwendung von phosphathaltigen Photoinitiatoren, insbesondere von Acylphosphinoxid-haltigen 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.

[0075] Optional können die härtbaren Zusammensetzungen Photosensibilisatoren oder Photoinitiatorsysteme enthalten, die eine Polymerisation entweder in Luft oder in einer Inertatmosphäre, wie Stickstoff bewirken. Diese Photosensibilisatoren oder Photoinitiatorsysteme schließen Verbindungen ein, die Carbonylgruppen oder tertiäre Aminogruppen und deren Mischungen aufweisen. Unter den bevorzugten Verbindungen, die Carbonylgruppen aufweisen, befinden sich Benzophenon, Acetophenon, Benzil, Benzaldehyd, o-Chlorbenzaldehyd, Xanthon, Thioxanthon, 9,10-Anthrachinon 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 Photoinitiatorsystems beruhend auf dem Gewicht des Bindemittelvorläufers von etwa 0,01 bis etwa 10 Gew.%, bevorzugt von etwa 0,25 bis etwa 4,0 Gew.% variieren. Beispiele von Photosensibilisatoren umfassen QUANTICURE ITX, QUANTICURE QTX, QUANTICURE PTX, QUANTICURE EPD, die alle von Biddle Sawyer Corp. kommerziell erhältlich sind.

[0076] Die Schleifbeschichtung kann optional einen Weichmacher enthalten. Im allgemeinen wird die Zugabe des Weichmachers die Erodierbarkeit der Schleifbeschichtung erhöhen und die Gesamtbindemittelhärte weich machen, falls er verwendet wird. Der Weichmacher sollte im allgemeinen mit dem Bindemittel kompatibel sein, so daß es keine Phasentrennung gibt. Beispiele von Weichmachern umfassen Polyvinylchlorid, Dibutylphthalat, Alkylbenzylphthalat, Polyvinylacetat, Polyvinylalkohol, Zelluloseester, Phthalat, Slikonöle, Adipat- und Sebacatester, Polyole, Polyolderivate, t-Butylphenyldiphenylphosphat, Tricresylphosphat, Rizinusöl, deren Kombinationen und dergleichen ein. Im allgemeinen kann die Weichmachermenge von etwa 15 Gew.% oder weniger, bevorzugt von etwa 10a bis etwa 5 Gew.% und am bevorzugtesten von etwa 2% bis etwa 0 Gew.% variieren.

[0077] Die Polierbeschichtung kann optional einen Füllstoff aufweisen. Der Füllstoff kann die Erodierbarkeit der Schleifverbundstoffe ändern. Ein Füllstoff ist ein teilchenförmiges Material und weist im allgemeinen einen durchschnittlichen Teilchengrößenbereich von etwa 0,1 bis etwa 50 Mikrometer, typischerweise von etwa 1 bis 30 Mikrometer auf. Beispiele nützlicher Füllstoffe für diese Erfindung schließen ein: Metallkarbonate (wie Kalziumkarbonat, das heißt, Kreide, Calcit, Tonmergel, Travertin, Marmor und Kalkstein), Kalzium-Magnesiumkarbonat, Natriumkarbonat, Magnesiumkarbonat, Silika (wie Quarz, Glasperlen, Glasblasen und Glasfasern), Si-

likate (wie Talk, Tone [Montmorillonit] Feldspat, Mika, Kalziumsilikat, Kalziummetasilikat, Natriumaluminosilikat, Natriumsilikat), Metallsulfate (wie Kalziumsulfat, Bariumsulfat, Natriumsulfat, Aluminium-Natriumsulfat, Aluminiumsulfat), Gips, Vermiculit, Holzmehl, Aluminiumtrihydrat, Ruß, Metalloxide (wie Kalziumoxid [Ätzkalk], Aluminiumoxid, Zinnoxid, Zinnasche, Titandioxid), Metallsulfite (zum Beispiel Kalziumsulfit), thermoplastische Teilchen (wie Polycarbonat, Polyetherimid, Polyester, Polyethylen, Polysulfon, Polystyrol, Acrylnitril-Butadien-Styrol-Blockcopolymer, Polypropylen, Acetalpolymere, Polyurethane, Nylonteilchen) und wärmehärtende Teilchen (wie Phenolblasen, Phenolperlen, Polyurethanschaum-Teilchen). Füllstoffe können außerdem Hologensalze enthalten, die einschließen: Natriumchlorid, Kaliumkryolith, Natriumkryolith, Ammoniumkryolith, Kaliumtetrafluorborat, Natriumtetrafluorborat, Siliziumfluoride, Kaliumchlorid, Magnesiumchlorid und dergleichen. Metalle können auch als Füllstoffe verwendet werden, wie Zinn, Blei, Wismut, Kobalt, Antimon, Cadmium, Eisen, Titan und dergleichen. Andere zusätzliche Füllstoffe schließen Schwefel, organische Schwefelverbindungen, Graphit, Metallsulfide und dergleichen ein.

[0078] Erfindungsgemäß weist die Polierschicht eine Schleifkonstruktion auf, wobei die oben beschriebene Schleifbeschichtung aus Schleifteilchen und Bindemittelvorläufer zu mehrere geformten Schleifverbundstoffen geformt wird. Jeder dieser geformten Schleifverbundstoffe kann entweder eine präzise Form oder eine unregelmäßige Form aufweisen. In einer Ausführungsform weist jeder Schleifverbundstoff eine präzise Form auf, die mit ihr verbunden ist. Die Form weist eine Oberfläche oder Begrenzung auf, die mit ihr verbunden ist, die dazu führt, daß ein Schleifverbundstoff in einem gewissen Maß von einem anderen angrenzenden Schleifverbundstoff getrennt ist. Das heißt, um einen einzelnen Schleifverbundstoff zu bilden, müssen die Ebenen und Begrenzungen, die die Form des Schleifverbundstoffes bilden, mindestens an den distalen Enden der oberen Abschnitte der Schleifverbundstoffformen voneinander getrennt sein.

[0079] Diese distalen Enden können sich alle zu einer gemeinsamen imaginären Ebene erstrecken, die sich parallel zum Träger erstreckt, oder können voneinander unabhängige Höhen aufweisen. Der untere oder Bodenabschnitt der Schleifverbundstoffe, jedoch nicht einschließlich der distalen Enden, kann an einen anderen anstoßen oder kann um einen vorbestimmten Abstand beabstandet sein. Es sollte verstanden werden, daß die Definition von anstoßen auch eine Anordnung abdeckt, wo aneinandergrenzende bzw. benachbarte Verbundstoffe sich einen gemeinsamen Schleifmaterialsteg oder eine brückenförmige Struktur teilen, die gegenüberliegende Seitenwände der Schleifverbundstoffe berührt und sich zwischen ihnen erstreckt. Der Schleifmaterialsteg besteht aus demselben Schleifmittelbrei (Schleifbeschichtung oder Polierschicht), der verwendet wird, um die Schleifverbundstoffe zu bilden. Die Verbundstoffe sind in dem Sinne „benachbart“, daß sich kein dazwischenliegender Verbundstoff auf einer direkte imaginären Linie befindet, die zwischen den Mitten der Verbundstoffe gezogen wird. In einer Ausführungsform der Erfindung sind die Schleifverbundstoffe in dem Sinne „einzeln“, daß sich mindestens die distalen Enden unterschiedlicher Verbundstoffe nicht miteinander verbinden. Es wird angenommen, daß diese Trennung eine Einrichtung bereitstellt, um es zuzulassen, daß ein Fluidmedium frei zwischen den Schleifverbundstoffen fließt. Es wird dann angenommen, daß dieser freie Fluß dazu führt, zu einer besseren Schneidgeschwindigkeit, Oberflächenbeschaffenheit oder einer erhöhten Ebenheit während des Glaspolierens beizutragen. Zum Beispiel sind bezugnehmend auf **Fig. 1** aneinandergrenzende Schleifverbundstoffe **34** nahe der Oberseite getrennt und stoßen nahe der Unterseite aneinander. Der Abstand der Schleifverbundstoffe kann von etwa 1 Verbundstoff pro linearen cm bis etwa 100 Schleifverbundstoffen pro linearen cm, vorzugsweise von etwa 5 Verbundstoffen pro linearen cm bis etwa 80 Verbundstoffen pro linearen cm, bevorzugter von etwa 10 Verbundstoffen pro linearen cm bis etwa 60 Verbundstoffen pro linearen cm, und am bevorzugtesten von etwa 15 Verbundstoffen pro linearen cm bis etwa 50 Verbundstoffen pro linearen cm variieren.

[0080] In einer Ausführungsform der Erfindung gibt es einen Flächenabstand von mindestens etwa 5 Verbundstoffe/cm², vorzugsweise mindestens etwa 100 Verbundstoffe/cm², bevorzugter mindestens etwa 500 Verbundstoffe/cm² und am bevorzugtesten mindestens etwa 1200 Verbundstoffe/cm². In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung liegt der Flächenabstand der Verbundstoffe zwischen etwa 1 bis etwa 12000 Schleifverbundstoffe/cm², vorzugsweise zwischen etwa 50 und etwa 7500 Verbundstoffe/cm² und bevorzugter zwischen etwa 50 und etwa 5000 Verbundstoffe/cm².

[0081] Die einzelnen Schleifverbundstoffformen können jede dreidimensionale Form aufweisen, jedoch bestehen sie vorzugsweise aus einer geometrischen Form wie einem Zylinder, einer Kugel, einer Pyramide, einem Pyramidenstumpf, einem Kegel, einem Kegelstumpf, einem Prisma, einem Würfel oder einem pfostenförmigen Merkmal mit einer Oberseitenform eines Dreiecks, Quadrats, Rechtecks, Sechsecks, Achtecks oder dergleichen. Eine andere Form ist halbsphärisch und wird ferner in der PCT-Veröffentlichung Nr. WO 95/22436 (Hoopman) beschrieben, die am 24. August 1995 veröffentlicht wurde. Außerdem kann der resultierende Schleifgegenstand eine Mischung unterschiedlicher Schleifverbundstoffformen aufweisen. Jedoch ist es möglich, daß

die mehreren Schleifverbundstoffe im wesentlichen dieselbe Form aufweisen, jedoch die Orientierung der einzelnen Schleifverbundstoffe sich voneinander unterscheiden kann.

[0082] Eine bevorzugte Form ist eine Pyramide oder ein Pyramidenstumpf. Die pyramidenförmige Form weist vorzugsweise vier bis fünf Seiten auf, wenn sie nicht abgestumpft ist, und fünf bis sechs Seiten, wenn sie abgestumpft ist (einschließlich der Grundseite), obwohl auch eine größere Anzahl von Seiten innerhalb des Rahmens der Erfindung liegt. Es wird bevorzugt, eine Höhe der Verbundstoffe vorzusehen, die über den Schleifgegenstand konstant ist, jedoch ist es möglich, Verbundstoffe mit veränderlichen Höhen zu erhalten. Die Höhe der Verbundstoffe kann einen Wert von etwa 10 bis etwa 1000 Mikrometer, vorzugsweise etwa 25 bis etwa 500 Mikrometer, bevorzugter von etwa 40 bis etwa 150 Mikrometer und am bevorzugtesten von etwa 50 bis etwa 80 Mikrometer aufweisen. Wo eine pyramidenförmige oder pyramidenstumpfförmige Form verwendet wird, weisen die Grundseiten im allgemeinen eine Länge von etwa 100 bis 500 Mikrometern auf. Die Seiten, die die Schleifverbundstoffe bilden, können gerade sein oder sie können sich verjüngen. Wenn sich die Seiten verjüngen, ist es leichter, den Schleifverbundstoff aus den Hohlräumen des Herstellungswerkzeugs zu entfernen. Der Winkel, der die Verjüngung bildet, kann zwischen etwa 1 und etwa 75 Grad, vorzugsweise zwischen etwa 2 und 50 Grad, bevorzugter zwischen etwa 3 und 35 Grad, und am bevorzugtesten zwischen etwa 5 und 15 Grad liegen.

[0083] Die einzelnen Schleifverbundstoffe können alternativ als Schleifagglomerate oder Perlen vorgesehen werden. Diese Schleifagglomerate bestehen im allgemeinen aus den Typen, die in den US-Patenten Nr. 4,311,489 (Kressner); 4,652,275 (Bloecher u.a.); 4,799,939 (Bloecher u.a.); und 5,500,273 (Holmes u.a.) beschrieben werden, die jedoch für die Zwecke dieser Erfindung modifiziert werden, um die Erodierbarkeit des Verbundstoffes durch die hierin beschriebenen Mittel zu erhöhen.

[0084] Fig. 3 ist eine schematische Darstellung der Herstellung eines bevorzugten Schleifgegenstands zur Verwendung mit der vorliegenden Erfindung. Der erste Schritt, den bevorzugten Schleifgegenstand herzustellen, ist es den Schleifmittelbrei herzustellen. Der Schleifmittelbrei wird hergestellt, indem durch irgendeine geeignete Mischtechnik der Bindemittelvorläufer, die Schleifteilchen und die optionalen Additive miteinander kombiniert werden. Beispiele von Mischtechniken umfassen Mischen mit niedriger Scherung und hoher Scherung, wobei Mischen mit hoher Scherung bevorzugt wird. Die Menge der Luftblasen im Schleifmittelbrei kann minimiert werden, indem während des Mischungsschrittes durch Absaugen ein Unterdruck erzeugt wird. Es ist wichtig, daß der Schmirgelbrei eine Rheologie aufweist, die gut beschichtet und in der sich die Schleifteilchen und anderen Additive aus dem Schleifmittelbrei nicht absetzen. Es können alle bekannten Techniken, um die Beschichtbarkeit zu verbessern, wie Ultraschall oder Erwärmung verwendet werden.

[0085] Ein erstes Verfahren ergibt im allgemeinen einen Schleifverbundstoff, der eine präzise Form aufweist. Um die präzise Form zu erhalten, wird der Bindemittelvorläufer im wesentlichen erstarren oder aushärten gelassen, während der Schleifmittelbrei in den Hohlräumen eines Herstellungswerkzeugs vorhanden ist. Ein zweites Verfahren ergibt im allgemeinen einen Schleifverbundstoff, der eine unregelmäßige Form aufweist. In diesem Verfahren wird das Herstellungswerkzeug vor dem Aushärten vom Bindemittelvorläufer entfernt, was zu einer zusammengesackten, unregelmäßigen Form führt.

[0086] Das bevorzugte Verfahren zur Herstellung eines Schleifgegenstands, um präzise geformte Schleifverbundstoffe zu bilden, verwendet ein Herstellungswerkzeug, das mehrere Hohlräume enthält. Diese Hohlräume weisen im wesentlichen die inverse Form des gewünschten Schleifverbundstoffs auf und sind dafür verantwortlich, die Form der Schleifverbundstoffe zu erzeugen. Die Anzahl der Hohlräume führt zu dem Schleifgegenstand mit einer entsprechenden Anzahl von Schleifverbundstoffen/Quadratereinheitsfläche. Diese Hohlräume können irgendeine geometrische Form, wie einen Zylinder, eine Kuppel, eine Pyramide, einen Pyramidenstumpf, ein Prisma, einen Würfel, einen Kegel, einen Kegelsegment oder ein pfostenförmiges Merkmal mit einer Oberseitenform eines Dreiecks, Quadrats, Rechtecks, Sechsecks, Achtecks oder dergleichen aufweisen. Die Abmessungen der Hohlräume werden so ausgewählt, daß sie die gewünschte Anzahl von Schleifverbundstoffen/Quadratzentimeter erzielen. Die Hohlräume können in einem punktförmigen Muster mit Zwischenräumen zwischen benachbarten Hohlräumen vorhanden sein oder die Hohlräume können aneinander anstoßen. Es wird bevorzugt, daß die Hohlräume aneinander anstoßen.

[0087] 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, 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 u.a.) und 5,435,816

(Spurgeon u.a.) gefunden werden. Ein bevorzugtes Herstellungswerkzeug ist ein thermoplastisches Herstellungswerkzeug, das von einer Metallurform abgeprägt wird.

[0088] Wenn der Schleifmittelbrei einen wärmehärtenden Bindemittelvorläufer aufweist, wird der Bindemittelvorläufer ausgehärtet oder polymerisiert. Diese Polymerisation wird im allgemeinen eingeleitet, wenn er einer Energiequelle ausgesetzt wird. Im allgemeinen hängt die Energiemenge von verschiedenen Faktoren, wie der Bindemittelvorläuferchemie, den Abmessungen des Schleifmittelbreis, der Menge und Art der Schleifteilchen, und der Menge und Art der optionalen Additive ab. Die Strahlungsenergiequellen schließen Elektronenstrahlen, ultraviolettes Licht oder sichtbares Licht ein. Elektronen- (ionisierende) Strahlung kann mit einem Energiepegel von etwa 0,1 bis etwa 10 Mrad (etwa 0,001 MJ/kg bis etwa 0,1 MJ/kg), vorzugsweise bei einem Energiepegel von etwa 0,1 bis etwa 10 Mrad (0,001 MJ/kg bis etwa 0,1 MJ/kg) verwendet werden. Ultraviolette Strahlung bezeichnet 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 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.

[0089] Ein Verfahren zur Herstellung des bevorzugten dreidimensionalen Schleifgegenstands wird in **Fig. 3** dargestellt. Ein Träger **51** verläßt eine Abwickelstation **52**, und zur selben Zeit verläßt das Herstellungswerkzeug (mit Hohlräumen versehenes Werkzeug) **56** eine Abwickelstation **55**. Das Herstellungswerkzeug **56** wird mittels einer Beschichtungsstation **54** mit Schleifmittelbrei beschichtet. Die Beschichtungsstation kann irgendeine herkömmliche Beschichtungseinrichtung, wie eine Tropfdüsen-Auftragmaschine, Rakelauftragmaschine, Gießauftragmaschine, Unterdruckdüsen-Auftragmaschine oder eine Düsenauftragmaschine sein. Während der Beschichtung sollte die Bildung von Luftblasen minimiert werden. Eine Beschichtungstechnik ist eine Flüssigkeitslager-Unterdruckdüse, die aus dem Typ bestehen kann, wie er in den US-Patenten Nr. 3,594,865; 4,959,265 und 5,077,870 beschrieben wird.

[0090] Nachdem das Herstellungswerkzeug beschichtet ist, werden der Träger **51** und der Schleifmittelbrei durch irgendeine geeignete Einrichtung in Kontakt gebracht, so daß der Schleifmittelbrei die Vorderseite des Trägers benetzt. In **Fig. 3** wird der Schleifmittelbrei mittels einer Kontaktquetschwalze **57** mit dem Träger in Kontakt gebracht. Danach drückt die Kontaktquetschwalze **57** außerdem die resultierende Konstruktion gegen eine Haltewalze **53**. Danach wird eine gewisse Form Strahlungsenergie, wie hierin beschrieben, durch eine Energiequelle **63** in den Schleifmittelbrei übertragen, um den Bindemittelvorläufer mindestens teilweise zu härten. Zum Beispiel kann das Herstellungswerkzeug aus einem transparenten Material (zum Beispiel Polyester, Polyethylen oder Polypropylen) bestehen, um Lichtstrahlung zu dem Brei durchzulassen, der in den Hohlräumen im Werkzeug enthalten ist, wenn das Werkzeug und der Träger über die Walze **53** gehen. Der Ausdruck teilweise härten bedeutet, daß der Bindemittelvorläufer zu einem solchen Zustand polymerisiert wird, daß der Schleifmittelbrei nicht fließt, wenn der Schleifmittelbrei aus dem Herstellungswerkzeug entfernt wird. Der Bindemittelvorläufer kann durch irgendeine Energiequelle vollständig ausgehärtet werden, nachdem er aus dem Herstellungswerkzeug entfernt ist. Anschließend daran wird das Herstellungswerkzeug auf einen Wickeldorn **59** wieder aufgewickelt, so daß das Herstellungswerkzeug **56** erneut wiederverwendet werden kann. Zusätzlich wird der Schleifgegenstand **60** auf einen Wickeldorn **61** gewickelt. Wenn der Bindemittelvorläufer nicht vollständig ausgehärtet ist, kann der Bindemittelvorläufer dann entweder mit der Zeit vollständig ausgehärtet werden, und/oder indem er einer Energiequelle ausgesetzt wird.

[0091] Weitere Details der Verwendung eines Herstellungswerkzeugs, um den Schleifgegenstand gemäß diesem bevorzugten Verfahren herzustellen, wird ferner in den US-Patenten Nr. 5,152,917 (Pieper u.a.), wo der beschichtete Schleifgegenstand, der hergestellt wird, eine inverse Kopie des Herstellungswerkzeugs ist, und 5,435,816 (Spurgeon u.a.) beschrieben.

[0092] In einer weiteren Variation dieses ersten Verfahrens kann der Schleifmittelbrei auf den Träger und nicht in die Hohlräume des Herstellungswerkzeugs beschichtet werden. Der mit Schleifmittelbrei beschichtete Träger wird dann in Kontakt mit dem Herstellungswerkzeug gebracht, so daß der Schleifmittelbrei in die Hohlräume des Herstellungswerkzeugs fließt. Die restlichen Schritte, den Schleifgegenstand herzustellen, sind dieselben, wie oben detailliert dargestellt. Bezüglich dieses Verfahrens 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 ultraviolet-

tes Licht durch einen Polyesterfilmträger durchgelassen werden.

[0093] Alternativ kann, wenn das Herstellungswerkzeug aus bestimmten thermoplastischen 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 Schleifmittelbrei durchgelassen werden. In einigen Fällen wird es bevorzugt, UV-Stabilisatoren und/oder Antioxidationsmittel in das thermoplastische Herstellungswerkzeug einzubauen. Das verformbarere Material führt zu einer leichteren Bearbeitung. 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.

[0094] 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.

[0095] Ein weiteres Verfahren, einen Schleifgegenstand herzustellen, ist es, mehrere Schleifagglomerate an einen Träger zu binden. Diese Schleifagglomerate weisen mehrere Schleifteilchen 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 wird erstarren gelassen, um ein Bindemittel zu bilden, und die Schleifagglomerate werden dann an den Träger gebunden.

[0096] Die Schleifagglomerate können die optionalen Additive enthalten, wie erläutert. Die Schleifagglomerate sollten eine gewünschte Erodierbarkeitgeschwindigkeit aufweisen, so daß sie während des Gebrauchs einlaufen. Wiederum kann diese Erodierbarkeitgeschwindigkeit durch den Schleifteilchentyp, durch den Typ des ersten Bindemittels, die Additivtypen und deren Verhältnissen bestimmt werden.

[0097] Schleifagglomerate können durch irgendeinen herkömmlichen Prozeß hergestellt werden, wie jenen, die in den US-Patenten Nr. 4,311,489; 4,652,275; 4,799,939 und 5,500,273 in Einzelheiten dargestellt werden.

[0098] Die Schleifagglomerate werden in einem zweiten Bindemittelvorläufer dispergiert, um einen Schleifmittelbrei zu bilden. Die restlichen Schritte, um den Schleifgegenstand herzustellen, können dieselben sein, wie hierin erläutert. Alternativ kann der Schleifmittelbrei auf den Träger durch Rakelbeschichtung, Walzenbeschichtung, Sprühen, Gravurbeschichtung, Düsenbeschichtung, Gießbeschichtung oder andere herkömmliche Beschichtungstechniken aufgetragen werden. Dann wird der Schleifmittelbrei einer Energiequelle ausgesetzt, um den Bindemittelvorläufer auszuhärten und den Schleifmittelbrei in einen Schleifverbundstoff umzuwandeln.

[0099] Ein weiteres Verfahren zur Herstellung eines Schleifgegenstands betrifft ein Verfahren, in dem die Schleifverbundstoffe, die gebildet werden, nicht präzise geformt sind, das heißt sie weisen eine unregelmäßige Form auf. In diesem Verfahren wird der Schleifmittelbrei einer Energiequelle ausgesetzt, sobald der Schleifmittelbrei vom Herstellungswerkzeug entfernt ist. Der erste Schritt ist es, eine Seite des Trägers durch irgendeine herkömmliche Technik mit einem Schleifmittelbrei zu beschichten, wie durch eine Tropfdüsen-Auftragmaschine, Gravurauftragmaschinenwalze, Rakelauftragmaschine, Gießauftragmaschine, Unterdruckdüsen-Auftragmaschine oder eine Düsenauftragmaschine. Falls erwünscht, ist es möglich, den Schleifmittelbrei zu erwärmen und/oder den Brei vor der Beschichtung Ultraschallwellen auszusetzen, um die Viskosität zu senken. Danach wird die Schleifmittelbrei-/Träger-Kombination in Kontakt mit einem Herstellungswerkzeug gebracht. Das Herstellungswerkzeug kann derselbe Typ Herstellungswerkzeug sein, der oben beschrieben wird. Wiederum weist es eine Reihe von Hohlräumen auf, und der Schleifmittelbrei fließt in die Hohlräume. Bei der Entfernung des Schleifmittelbreis/Trägers aus dem Herstellungswerkzeug wird der Schleifmittelbrei ein texturiertes Muster aufweisen, das mit diesem verbunden ist: das heißt, das Muster der Schleifverbundstoffe, die aus den Hohlräumen gebildet werden. Anschließend an die Entfernung wird der gemusterte Schleifmittelbrei/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 Entfernen des gemusterten Schleifmittelbreis/Trägers bis zum Aushärten des Bindemittelvorläufers verhältnismäßig minimal ist. Wenn diese Zeit zu lang ist, wird das Muster in einem solchen Maß verzerrt, daß das Muster im wesentlichen verschwindet.

[0100] Eine andere Ausführungsform dieses Verfahrens ist es, den Schleifmittelbrei zuerst auf die Hohlräume des Herstellungswerkzeugs aufzubringen. Der Träger wird dann mit dem beschichteten Herstellungswerkzeug

in Kontakt gebracht, so daß der Schleifmittelbrei den Träger benetzt und an ihm haftet. In dieser Ausführungsform kann das Herstellungswerkzeug eine Tiefdruckwalze sein. Die restlichen Schritte, den Schleifgegenstand herzustellen, sind von diesem Punkt an dieselben, wie oben beschrieben. Nachdem der Schleifgegenstand hergestellt ist, kann er gebogen und/oder angefeuchtet werden, bevor er umgearbeitet wird.

[0101] Noch eine andere Ausführungsform dieses Verfahrens ist es, den Schleifmittelbrei durch ein Sieb zu sprühen oder zu beschichten, um ein Muster und die Schleifverbundstoffe zu erzeugen. Der Bindemittelvorläufer wird dann ausgehärtet oder erstarren gelassen, um die Schleifverbundstoffe zu bilden.

[0102] Es gibt eine weitere Technik, einen Schleifgegenstand herzustellen, der ein Schleifmuster oder eine Textur aufweist, die damit verbunden ist. Es kann ein Träger bereitgestellt werden, der geprägt ist oder ein profiliertes Muster aufweist. Es wird ein Schleifmittelbrei über diesen Träger beschichtet und der Brei wird dem Profil des geprägten Trägers folgen, um ein Muster oder eine texturierte Beschichtung bereitzustellen. Zusätzliche Informationen über die Herstellung eines texturierten Schleifmittels, das einen geprägten Träger aufweist, können in den US-Patenten Nr. 3,246,430 (Hurst), 3,991,527 (Mayan) und 5,015,266 (Yamamoto) gefunden werden.

[0103] Noch ein anderes Verfahren, einen Schleifgegenstand herzustellen, wird im US-Patent Nr. 5,219,462 (Bruxvoort u.a.) beschrieben, das die Beschichtung eines Schleifmittelbreis in die Aussparungen eines geprägten Trägers beschreibt. Der Schleifmittelbrei enthält Schleifteilchen, Bindemittelvorläufer und ein Treibmittel. Die resultierende Konstruktion wird solchen Bedingungen ausgesetzt, daß das Treibmittel bewirkt, daß sich der Schleifmittelbrei über die Vorderseite des Trägers ausdehnt. Danach wird der Bindemittelvorläufer erstarren gelassen, um die Schleifverbundstoffe zu bilden.

[0104] In noch einem weiteren Verfahren wird der Schleifmittelbrei zu Kugeln oder Perlen geformt, wie sie in einem kommerziell erhältlichen Produkt 3M IMPERIAL BEADED MICROFINISHING FILM, erhältlich sind, das durch Minnesota Mining & Manufacturing Company („3M“), St. Paul, MN, USA hergestellt wird. Dieses Produkt weist Perlen aus Bindemittel und Schleifteilchen auf, die mittels einer Grund- und Deckbeschichtung an einen Träger geklebt sind.

[0105] Das Verfahren der vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren und einen Gegenstand zum schnellen Polieren einer Glaswerkstückoberfläche, wobei ein texturierter Schleifgegenstand verwendet wird, der Zeroxid-Teilchen aufweist, die in einem Bindemittel dispergiert sind. Das Schleifen und Polieren von Oberflächen mit optischer Qualität sind wichtige Prozesse bei der Produktion brauchbarer Oberflächen an optischen Komponenten, wie Linsen, Prismen, Spiegeln, Kathodenstrahlröhren, Windschutzscheiben, Fenstern, Glascomputerplatten, Photo- und Bilderrahmen aus Glas und dergleichen. Fenster und Windschutzscheiben können Autofenster, Busfenster, Zugfenster, Flugzeugfenster, Hausfenster, Bürofenster und dergleichen sein.

[0106] Im allgemeinen muß eine Oberflächenbeschaffenheit nach einem zweiten oder endgültigen Feinungsschritt, die ein Ra von etwa 0,06 bis 0,13 Mikrometer, oder ein Rtm von 0,40 bis 1,4 Mikrometer aufweist, bis zu einem Rtm von etwa 0,30 Mikrometer oder weniger nach dem Polierschritt gesenkt werden, damit die Oberfläche optisch brauchbar gemacht wird, oder so daß optionale Oberflächenüberzüge auf das polierte Glas aufgetragen werden können. Zusätzlich sind heftige Kratzer, Kreiselmarkierungen oder Eindrücke im allgemeinen unannehmbar. Eine Poliermaschine, die in der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann, kann jede Maschine sein, die so gestaltet ist, daß sie ein festes Schleifpolster aufnimmt, das heißt eine Läppwerkzeugeinrichtung. Beispiele von Läppmaschinen, die zum Durchführen des Polierens der vorliegenden Erfindung geeignet sind, umfassen eine Zylindermaschine Coburn 5000, eine Zylindermaschine Coburn 5056 oder Coburn 507, die alle von Coburn Optical Industries, Inc., Muskogee, OK, erhältlich sind, und andere bekannte Maschinen in der Industrie. Es wird angenommen, daß auf den Schleifgegenstand ausgeübter Druck bei der Auflösung oder Erosion des Schleifgegenstands hilft, der verwendet wird. Die Erosion wird über Typen des Schleifgegenstands variieren. Insgesamt wird der verwendete Druck von der verwendeten Polieranlage, der anfänglichen Oberflächenbeschaffenheit des Glaswerkstücks, der Schleifteilchengröße und der erwünschten endgültigen Oberflächenbeschaffenheit des Glaswerkstücks abhängen.

[0107] Für andere Arten von Glasmaterialien werden rotierende gerade oder halbsphärische Läppwerkzeuge verwendet. Diese Läppwerkzeuge sind Haltepolster für die Schleifgegenstände der Erfindung. In noch anderen Poliervorgängen werden verschiedene „Hand“-Schleifmaschinen oder Vorrichtungen verwendet. Diese Handschleifmaschinen können eine Fluid- oder Wasserzufuhr durch die Mitte der rotierenden Scheibe aufweisen, wie im US-Patent Nr. 4,523,411 (Freerks) beschrieben.

[0108] Die tatsächliche Zeit, die zum Glaswerkstückpolieren benötigt wird, hängt von der Größe des zu polierenden Oberflächenbereichs, dem verwendeten Druck, der anfänglichen Oberflächenbeschaffenheit des Glaswerkstücks, der Schleifmittel-Teilchengröße und der gewünschten endgültigen Oberflächenbeschaffenheit des Glaswerkstücks ab. Ein erfahrener Maschinenbediener wird in der Lage sein, die korrekte Zeit und den Druck zu bestimmen, die erforderlich sind, um die erwünschte endgültige Glaswerkstückbeschaffenheit zu erhalten.

[0109] Die Läppwerkzeugeinrichtung wird während des Polierverfahrens der vorliegenden Erfindung mit Wasser versorgt. Der wässrige Fluß, der bei der Verwendung des Polierbogens oder Polsters dieser Erfindung verwendet wird, ist vorzugsweise vorherrschend Wasser, kann jedoch auch andere Bestandteile enthalten, wie sie typischerweise beim Breipolieren oder bei der herkömmlichen Endbearbeitung mit beschichtetem Schleifmittel verwendet werden. Solche Additive können wasserlösliche Öle, emulgierbare Öle, Benetzungsmittel und dergleichen einschließen. Der wässrige Fluß ist mindestens im wesentlichen frei von Schleifteilchen, und enthält vorzugsweise keine Schleifteilchen.

[0110] Es ist zu verstehen, daß keine zusätzlichen Schleifteilchen auf die Flüssigkeit angewendet werden, das Polieren wird durch den Schleifgegenstand und den integralen Brei an der Glaswerkstück-/Schleifgegenstand-Grenzfläche durchgeführt. In jedem Fall sind keine Schleifgegenstände in der Flüssigkeit vorhanden, wenn sie anfänglich aufgebracht wird, das heißt von einer Quelle zugeführt wird, die außerhalb der Poliergrenzfläche liegt.

[0111] Nachdem das Glaswerkstück erfindungsgemäß auf eine Oberflächenbeschaffenheit mit einem R_{tm} von etwa 0,30 Mikrometer oder weniger poliert worden ist, kann optional auf die polierte Oberfläche des Glaswerkstücks ein Überzug aufgebracht werden, um die Beschaffenheit zu schützen. Dieser Überzug kann ein kratzfester Überzug, ein Antireflexionsüberzug, ein Anstrich oder ein dekorativer Überzug sein. Dieser Überzug wird natürlich von der Endverwendung der Glasoberfläche und den Anforderungen des Kunden/Endbenutzers des fertigen Produkts abhängen.

[0112] Die folgenden nichtbeschränkenden Beispiele werden die Erfindung weiter veranschaulichen. Alle Teile, Prozentsätze, Verhältnisse und dergleichen in den Beispielen beziehen sich auf das Gewicht, wenn nicht anders angegeben.

Beispiele

[0113] Die folgenden Abkürzungen werden durchweg verwendet:

TMPTA:	Trimethylolpropantriacyrlat, das von Sartomer unter der Handelsbezeichnung „SR 351“ erhältlich ist
PEG:	Polyethylenglykol, das von Union Carbide unter der Handelsbezeichnung CARBOWAX 600 kommerziell erhältlich ist
BP1:	ein Pentaerythritetraacrylat, das von Sartomer Co., Inc., Exton, PA, unter der Handelsbezeichnung 1SR 2951 kommerziell erhältlich ist
BP2:	2-Phenoxyethylacrylharz, das von Sartomer, Co., Inc., unter der Handelsbezeichnung 1SR 3391 kommerziell erhältlich ist
PH2:	2-benzyl-2-N,N-dimethylamino-1-(4-morpholino-phenyl)-1-butanon, das von Ciba Geigy Corp., unter der Handelsbezeichnung 1Irgacure 3691 kommerziell erhältlich ist
PPF:	ein 76 Mikrometer dicker (3 Milli-Inch dicker) Polyesterfilm, der eine Ethylen-Acrylsäure-Copolymer-Grundierung auf der Vorderseite enthält
CA1:	ein 3-Methacryloxypropyltrimethoxysilan-Haftmittel, das von OSI Specialities, Inc., Danbury, CT, unter der Handelsbezeichnung 1A-1741 kommerziell erhältlich ist
CA2:	ein Isopropyl-triisostearoyl-titanat-Haftmittel, das von Kenrich Petrochemicals I kommerziell erhältlich ist
HDDA:	Hexandioldiacrylat, das von Sartomer Co., Inc., unter der Handelsbezeichnung 1Sartomer 2381 kommerziell erhältlich ist
CACO:	Kalziumkarbonat-Füllstoff mit einer durchschnittlichen Teilchengröße von etwa einem Mikrometer, der von Pfizer Speciality Minerals, New York, NY, unter der Handelsbezeichnung 1Superflex 2001 kommerziell erhältlich ist

PH3:	2-Isopropylthioxanthon, das von Biddle-Sawyer Corp., New York, NY, (Großhändler für Octet Chemicals, Großbritannien) unter der Handelsbezeichnung „QUANTICURE ITX“ kommerziell erhältlich ist
PH4:	Ethyl-4-(dimethylamino)benzoat-Photoinitiator, der von Biddle-Sawyer Corp., unter der Handelsbezeichnung 1EPD1 kommerziell erhältlich ist
PH5:	2:1:2-Verhältnis von PH2:PH3:PH4
PH7:	flüssiger 2,4,6-Trimethylbenzoyl-diphenyl-phosphinoxid-Photoinitiator, der von BASF, Charlotte, NC, unter der Handelsbezeichnung 1Lucirin LR 88931 kommerziell erhältlich ist
CE01:	Zerdioxid-Schleifeteilchen, die eine durchschnittliche Teilchengröße von etwa 0,5 Mikrometern aufweisen, die von Rhone Poulenc, Shelton, CT, kommerziell erhältlich sind
SCA:	Silan-Haftmittel, 3-Methacryloxypropyl-trimethoxysilan, das von Union Carbide unter der Handelsbezeichnung „A-174“ kommerziell erhältlich ist
ASF1:	amorpher Silika-Füllstoff, der von DeGussa unter der Handelsbezeichnung „Aerosil 130“ kommerziell erhältlich ist
APS:	eine anionischer grenzflächenaktiver Stoff aus Polyester, der von ICI Americas, Inc., Wilmington, DE, unter Handelsbezeichnung 1FP41 und „PS4“ kommerziell erhältlich ist

R_{tm}

[0114] R_{tm} ist ein übliches Maß der Rauigkeit, das in der Schleifmittelindustrie verwendet wird, jedoch kann das genaue Meßverfahren mit dem Typ der Anlage variieren, die bei der Bewertung der Oberflächenrauigkeit genutzt wird. Wie sie hierin verwendet werden, beruhen R_{tm}-Messungen auf Verfahren, die mit dem Oberflächenmeßgerät von Rank Taylor Hobson befolgt werden, die in Leicester, England angesiedelt ist, das unter der Handelsbezeichnung SURTRONIC 3 erhältlich ist. Innerhalb des Anwendungsgebiets von Rank Taylor Hobson ist R_t als die maximale Spitze-Tal-Höhe innerhalb einer Bewertungslänge definiert, die durch das Rank-Taylor-Hobson-Instrument festgelegt wird. R_{tm} ist der Durchschnitt, der über fünf aufeinanderfolgende Bewertungslängen gemessen wird, der maximalen Spitze-Tal-Höhe in jeder Bewertungslänge. R_{tm} wird mit einer Oberflächenmeßgeräts-sonde gemessen, die für das SURTRONIC 3 ein Diamantspitzen-Taster mit 5 Mikrometer Radius ist, und die Ergebnisse werden in Mikrometern (µm) aufgezeichnet.

R_a

[0115] R_a ist als ein durchschnittlicher Rauigkeitshöhenwert eines arithmetischen Durchschnitts der Abweichungen des Oberflächenrauigkeitsprofils von einer Mittellinie auf der Oberfläche definiert, ebenfalls in Mikrometern (µm) gemessen.

Herstellung der Schleifgegenstände

[0116] Der Schleifgegenstand für Beispiel 1 wurde aus der Schleifmittelbrei-Formulierung hergestellt, die in Tabelle 1 beschrieben wird.

Tabelle 1

Material	Gewichts- %
BP1	6.85
BP2	6.85
CA1	0.84
APS	1.26
PH7	0.47
CE01	83.74

[0117] Der Schleifgegenstand für Beispiel 1 wurde aus dem Zerdioxid-Brei hergestellt, der die obige Formulie-

ung aufweist. Der Schleifmittelbrei wurde durch Mischen der obigen Bestandteile in einem Planetenmischer mit niedriger Scherung für 5–10 Minuten hergestellt, wobei die Reihenfolge der Zugabe der Bestandteile BP1, BP2, CA1, PH7 und APS war. Die Planetenschaufel-Drehzahl betrug 24 U/min, während die Mischdrehzahl etwa 1000 U/min betrug. Diese Mischung wurde bei einer Temperatur von etwa 40°C durchgeführt. Nachdem diese Bestandteile gründlich gemischt waren (5–10 min), wurde zu dieser Mischung allmählich CE01 hinzugegeben. Die Drehzahl des Mixers wurde auf 1800 U/min erhöht, so daß eine Mischung mit mittlerer Scherung stattfand. Diese Mischung wurde annähernd 10–20 Minuten gemischt. Sobald das CE01 gut dispergiert war, wurde die Drehzahl des Mixers auf 2587 U/min erhöht, und es wurde für annähernd 60 Minuten gemischt.

[0118] Es wurde ein Herstellungswerkzeug durch Gießen eines Polypropylenmaterials auf ein Metallurformwerkzeug mit einer Gießoberfläche hergestellt, die eine Ansammlung von aneinandergrenzenden Pyramidenstümpfen aufweist. Das resultierende Herstellungswerkzeug enthielt Hohlräume, die in der Form von Pyramidenstümpfen vorlag. Das pyramidenförmige Muster war so gestaltet, daß ihre aneinandergrenzenden Basen voneinander nicht mehr als etwa 510 Mikrometer (0,020 Inch) beabstandet waren. Die Höhe jedes Pyramidenstumpfes betrug etwa 80 Mikrometer, die Basis betrug etwa 178 Mikrometer pro Seite und die Oberseite betrug etwa 51 Mikrometer pro Seite. Es gab etwa 50 Linien/Zentimeter, die die Anordnung von Verbundstoffen umreißen.

[0119] Der Schleifgegenstand wurde auf einer Maschine hergestellt, die ähnlich zu der in **Fig. 3** dargestellten ist. Dieser Prozeß wurde in einem Reinraum der Klasse 10000 ausgeführt. Das oben hergestellte Herstellungswerkzeug wurde von einer Haspel abgewickelt. Der oben gemischte Schleifmittelbrei wurde bei Raumtemperatur beschichtet und in verschiedene Hohlräume des Herstellungswerkzeugs beschichtet, wobei eine Unterdruckschlitzdüsen-Auftragmaschine verwendet wurde. Danach wurde der PPF-Träger mit dem mit Schleifmittelbrei beschichteten Herstellungswerkzeug in Kontakt gebracht, so daß der Schleifmittelbrei die Vorderseite des Trägers benetzte, der die Ethylen-Acrylsäure-Copolymergrundierung aufwies. Eine UV-Lichtbestrahlung wurden dann durch den Träger und in den Schleifmittelbrei übertragen. Es wurden zwei unterschiedliche Ultraviolett- (UV)-Lampen in Reihe verwendet.

[0120] Die erste UV-Lampe war ein UV-Licht von Fusion System, das einen „V“-Kolben verwendete und mit 236,2 Watt/cm (600 Watt/Inch) betrieben wurde. Die zweite UV-Lampe war eine UV-Lampe von ATEK, die einen Mitteldruck-Quecksilberkolben verwendete und bei 157,5 Watt/cm (400 Watt/Inch) betrieben wurde. Bei Belichtung mit dem UV-Licht wurde der Bindemittelvorläufer in ein Bindemittel umgewandelt und der Schleifmittelbrei wurde in einen präzise geformten Schleifverbundstoff umgewandelt; wobei sie zusammen eine Polierschicht herstellten, die im Werkzeug ausgehärtet wurde.

[0121] Das Herstellungswerkzeug wurde dann von der Polierschicht entfernt, und das Herstellungswerkzeug wurde wieder aufgewickelt. Der präzise geformte Schleifverbundstoff/Träger bildete den Schleifgegenstand, und dieser wurde auf einen Kern gewickelt. Dieser Prozeß war ein kontinuierlicher Prozeß, der mit etwa 3 Meter/Minute (10 Fuß/Minute) arbeitete. Der Schleifgegenstand wurde dann für etwa 2 Minuten auf eine Temperatur von 110 bis 115,5°C (230–240°F) erwärmt, um die Grundierung auf dem PPF-Träger zu aktivieren. Wie oben angegeben, wies der auf diese Weise hergestellte Schleifgegenstand präzise geformte Schleifverbundstoffe auf.

[0122] Beispiel 2 verwendete dieselbe Formulierung, wie in Tabelle 1 gezeigt, und unter denselben Breiherstellungsparametern, wie im Beispiel 1. Jedoch wurde Beispiel 2 außerhalb des Werkzeugs ausgehärtet. Zuerst wurde der Brei, wie in Beispiel 1 beschrieben, in die Hohlräume des Herstellungswerkzeugs mit der Hand beschichtet, was umfaßte, den Brei hinter eine Raketbeschichtungsklinge mit einem Spalt von 25,4 Mikrometer (1 Milli-Inch) zwischen der Klinge und dem Herstellungswerkzeug zu gießen. Der PPF-Träger wurde in Kontakt mit dem mit Schleifmittelbrei beschichteten Herstellungswerkzeug gebracht. Der Brei benetzte die Vorderseite des PPF-Trägers, der die Grundierung aufweist. Der Schleifmittelbrei wurde dann aus den Hohlräumen entfernt, indem das Herstellungswerkzeug aus dem Brei-/Träger-Verbundstoff entfernt wurde. Dann wurde UV-Licht in den Schleifmittelbrei geleitet. Hier wurden, wie oben, zwei UV-Lampen verwendet, jedoch waren beide Lampen 2 V-Kolben (236,5 Watt/cm), die in Reihe verwendet wurden. Das Aushärten des Schleifgegenstands außerhalb des Werkzeugs bewirkt, daß die Schleifverbundstoffpyramiden zusammensackten, was vielmehr eine texturierte Polierschicht ergab, als daß präzise Schleifverbundstoffe erhalten wurden.

[0123] Es wurde ein Schleifgegenstand, Vergleichsbeispiel A, aus der Breiformulierung hergestellt, wie folgend in Tabelle 2 gezeigt.

Tabelle 2

Material	Gewichts-%
TMPTA	4.2
HDDA	12.6
PH5	1.1
CA2	1.4
CA1	4.2
CEO1	70.0
CACO	6.5

[0124] Der Schleifmittelbrei wurde hergestellt, indem zuerst TMPTA, HDDA, PH5 und CA2 bei niedriger Scherung für 20 Minuten gemischt wurden. Dann wurde CEO1 hinzugegeben und für 15 Minuten bei 1725 U/min gemischt. Dann wurde CA1 hinzugegeben und für 5 Minuten bei 1725 U/min gemischt, und dann wurde CACO hinzugegeben und für 10 Minuten bei 2400 U/min gemischt.

[0125] Es wurde unter Verwendung dieses Schleifmittelbreis ein Schleifgegenstand hergestellt, wie für Beispiel 1 beschrieben, das heißt, das Aushärten fand im Werkzeug statt, jedoch geschah die UV-Aushärtung vielmehr durch das Herstellungswerkzeug als durch den Träger, wie oben beschrieben. Das resultierende Produkt ist gegenwärtig von 3M, St. Paul, MN, unter der Handelsbezeichnung 3M 568XA CEO POLISH PAD erhältlich.

[0126] Ein anderer Schleifgegenstand, Vergleichsbeispiel B, wurde unter Verwendung der Formulierung hergestellt, die in Tabelle 3 gezeigt wird.

Tabelle 3

Material	Gewichts-%
TMPTA/PEG (70/30)	30.4
PH2	0.6
SCA	0.8
ASF1	1.2
CEO1	67.0

[0127] Der Schleifgegenstand wurde unter den Bedingungen hergestellt, wie für das Vergleichsbeispiel A beschrieben. Jedoch da das Vergleichsbeispiel B aus einer Formulierung angepaßt wurde, die weiße Aluminiumoxid-Schleifteilchen nutzt (wie in EP 650803 Seite 55 beschrieben). Die Menge der Zeroxid-Teilchen wurde berechnet, um denselben Volumenanteil wie die Formulierung mit weißem Aluminiumoxid zu ergeben (das heißt etwa 28% Volumen). Jedoch war die Formulierung mit Zeroxid-Teilchen in dieser Menge nicht mischbar, und daher wurde die Menge der Zeroxid-Teilchen reduziert, bis die Formulierung mischbar wurde, was etwa 67,0 Gew.% waren, wie in Tabelle 3 gezeigt.

Polierprüfverfahren

[0128] Das folgende Prüfverfahren wurde verwendet, um die Polierfähigkeiten der Schleifgegenstände zu bewerten. Eine Poliermaschine COBURN 507, die von Coburn Optical Industries, Inc., Muskogee, OK, erhältlich ist, wurde modifiziert, um einen Prüfglasrohlingring mit 5 cm (2 Inch) Durchmesser aufzunehmen, und das Standard-Schleifträgerpolster wurde durch ein Aluminium-Geradlappwerkzeug mit 10 cm (4 Inch) Durchmesser ersetzt. Die Spindeldrehzahl betrug 665 U/min, die Hublänge wurde auf 0 eingestellt, und die Orbitalhublänge betrug etwa 0,78 inch, was eine Einstellung von 7 war. Das gesamte Polieren wurde unter einer langsamen

men Flüssigkeitszufuhr durchgeführt, das heißt, es wurden alle 5 Sekunden 0,25 Gramm Wasser auf die Schleifgegenstand-/Prüfglasrohling-Grenzfläche gespritzt. Das Polieren wurde bei einem Kontaktdruck von 105 kPa (15 psi) an der Grenzfläche zwischen dem Schleifgegenstand und dem Prüfglasrohling durchgeführt.

[0129] Ein Prüfglasrohling wurde in der Poliermaschine COBURN 507 angeordnet. Die verwendeten Prüfglasrohlinge bestanden aus einem Glasring PYREX 7740, der von Houde Glass Company, Newark, NJ erhältlich ist. Jeder Glasring wies einen Außendurchmesser von 5,015 cm (2,010 inch), einen Innendurchmesser von 4,191 cm (1,650 inch), eine Oberflächengröße von 13,567 cm² (1,03 Inch²) und eine Höhe von 1,27 cm (0,5 Inch) auf.

[0130] Der Prüfglasrohling wurde anfänglich für annähernd 2 Minuten mit einem 30 Mikrometer-Siliziumcarbid-Schleifgegenstand geschliffen, der von 3M, St. Paul, MN, unter der Handelsbezeichnung IMPERIAL MICROFINISHING FILM 468 L kommerziell erhältlich ist. Jeder Prüfglasrohling wurde dann ein zweites Mal für eine Zeit geschliffen, die ausreicht, ein anfängliches oder Eingangs-R_{tm} von etwa 1,0 bis etwa 1,4 µm zu erzeugen, die im allgemeinen eine Zeit von etwa 2 bis 3 Minuten war. Die zweite Läuterung wurde mit einem 15 Mikrometer-Siliziumcarbid-Schleifgegenstand durchgeführt, der von 3M unter der Handelsbezeichnung IMPERIAL MICROFINISHING FILM 468L kommerziell erhältlich ist.

[0131] Die Oberflächenbeschaffenheit, das heißt R_{tm}, wie oben beschrieben, des Prüfglasrohlings wurde durch Messungen bestimmt, die auf dem Oberflächenmeßgerät SURTRONIC 3 vorgenommen wurden, das oben beschrieben wird. Drei Messungen wurden von dem Oberflächenmeßgerät gemacht. Die „Eingangs“-Beschaffenheit auf der Testrohlingoberfläche, das heißt die R_{tm}-Messung aus dem Polieren, das mit den Siliziumcarbid-Schleifgegenständen durchgeführt wurde, wurde aufgezeichnet.

[0132] Der Prüfglasrohling wurde dann für etwa 1 Minute (60 Sekunden) mit den Schleifgegenständen poliert, die in den Beispielen 1, 2 und Vergleichsbeispielen A und B beschrieben werden (in dreifachen Polierdurchgängen). Nach etwa 1 Minute wurde das Polieren gestoppt und die Oberflächenbeschaffenheit oder R_{tm} des Prüfglasrohlings wurde bestimmt, wie für die Eingangs-R_{tm}-Messungen beschrieben, außer daß 6 Messungen für jeden polierten Prüfglasrohling vorgenommen wurden. Dieses Verfahren wurde nach annähernd einer zweiten und dritten Minute Polieren wiederholt.

[0133] Es wurden außerdem durchschnittliche Rauigkeitshöhenwerte oder Ra, wie oben beschrieben, für jeden polierten Prüfglasrohling bei einem „Eingang“, 1 Minute, 2 Minuten und 3 Minuten Polierzeit bestimmt.

[0134] Die Ergebnisse der Oberflächenbeschaffenheit durch das Polieren mit den Schleifgegenständen der vorliegenden Erfindung und der Vergleichsbeispiele A und B werden im folgenden in Tabelle 4 für R_{tm}-Messungen bzw. in Tabelle 5 für Ra-Messungen gezeigt.

Tabelle 4 – Rtm

Beispiel	Eingang	1 Minute	2 Minuten	3 Minuten
1	1.50, 1.18, 0.73, 1.20, 1.68, 1.50, 1.63, 1.50, 1.38	0.07, 0.20, 0.18, 0.18, 0.08, 0.17, 0.14, 0.09, 0.12, 0.33, 0.21, 0.14, 0.10, 0.22, 0.06, 0.08, 0.06, 0.23	0.07, 0.15, 0.10, 0.08, 0.10, 0.07, 0.08, 0.10, 0.10, 0.10, 0.09, 0.11, 0.13, 0.08, 0.09, 0.11, 0.08, 0.07	0.09, 0.10, 0.08, 0.08, 0.08, 0.08, 0.08, 0.09, 0.06, 0.09, 0.10, 0.08, 0.10, 0.08, 0.08, 0.06, 0.07, 0.08
Durchschnitt	1.364	0.148	0.095	0.082
2	1.00, 1.18, 1.20, 1.73, 1.20, 0.80, 1.08, 1.45, 1.08	0.39, 0.12, 0.50, 0.36, 0.11, 0.20, 0.41, 0.10, 0.11, 0.34, 0.15, 0.16, 0.11, 0.12, 0.41, 0.40, 0.19, 0.25	0.25, 0.09, 0.10, 0.43, 0.13, 0.13, 0.08, 0.15, 0.11, 0.11, 0.16, 0.11, 0.11, 0.26, 0.18, 0.17, 0.37, 0.11	0.10, 0.23, 0.08, 0.10, 0.10, 0.10, 0.09, 0.13, 0.10, 0.11, 0.08, 0.14, 0.09, 0.08, 0.09, 0.10, 0.09, 0.19
Durchschnitt	1.189	0.246	0.169	0.111
A	1.23, 1.08, 0.93, 0.70, 1.18, 1.33, 1.35, 1.58, 0.98	0.39, 1.33, 0.56, 0.11, 0.36, 0.25, 0.93, 0.18, 0.15, 1.28, 1.05, 0.53, 1.06, 1.11, 0.25, 0.66, 1.15, 0.68	0.19, 0.16, 0.15, 0.65, 0.18, 0.12, 0.64, 0.16, 1.05, 0.10, 0.13, 0.90, 0.61, 1.06, 0.76, 0.28, 0.15, 0.20	0.48, 0.28, 0.13, 0.42, 0.10, 0.17, 1.08, 0.22, 0.15, 0.33, 0.91, 0.09, 0.11, 0.40, 1.19, 0.15, 0.22, 0.59
Durchschnitt	1.147	0.666	0.416	0.390
B	1.30, 1.48, 1.05, 0.63, 1.45, 1.38, 1.10, 1.08, 1.68	0.22, 0.53, 0.15, 0.10, 0.37, 0.65, 0.44, 0.12, 0.72, 0.34, 0.71, 0.10, 0.47, 0.68, 0.53, 0.21, 0.67, 0.36	0.16, 0.21, 0.22, 0.77, 0.60, 0.18, 0.22, 0.37, 0.36, 0.11, 0.13, 0.45, 0.11, 0.40, 0.19, 0.10, 0.10, 0.13	0.11, 0.10, 0.18, 0.13, 0.10, 0.09, 0.10, 0.09, 0.10, 0.10, 0.09, 0.11, 0.22, 0.12, 0.09, 0.08, 0.15, 0.10
Durchschnitt	1.236	0.409	0.267	0.114

Tabelle 5 – Ra

Beispiel	Eingang	1 Minute	2 Minuten	3 Minuten
1	0.10,0.13,0.08, 0.13,0.13,0.13, 0.13,0.18,0.10	0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.01, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02	0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.01, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.03, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02	0.03, 0.01, 0.02, 0.02, 0.02, 0.01, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.03, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02
Durchschnitt	0.119	0.019	0.020	0.020
2	0.10,0.13,0.13, 0.18,0.10,0.08, 0.08,0.13,0.08	0.02, 0.03, 0.03, 0.02, 0.02, 0.02, 0.03, 0.02, 0.02, 0.03, 0.03, 0.02, 0.02, 0.02, 0.03, 0.04, 0.04, 0.04	0.02, 0.02, 0.02, 0.04, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.03, 0.02, 0.02, 0.04, 0.03, 0.03, 0.03, 0.02	0.02, 0.03, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02
Durchschnitt	0.108	0.027	0.024	0.021
A	0.10,0.10,0.08, 0.08,0.10,0.13, 0.13,0.13,0.05	0.03, 0.16, 0.04, 0.02, 0.04, 0.03, 0.05, 0.02, 0.02, 0.09, 0.07, 0.03, 0.09, 0.05, 0.02, 0.04, 0.09, 0.04	0.03, 0.02, 0.02, 0.06, 0.02, 0.03, 0.04, 0.02, 0.05, 0.02, 0.02, 0.05, 0.03, 0.09, 0.04, 0.02, 0.03, 0.03	0.06, 0.05, 0.03, 0.05, 0.02, 0.02, 0.05, 0.02, 0.02, 0.03, 0.09, 0.02, 0.02, 0.02, 0.07, 0.02, 0.02, 0.03
Durchschnitt	0.097	0.052	0.034	0.036
B	0.13, 0.13, 0.10, 0.05, 0.13, 0.10, 0.10, 0.10, 0.13	0.07, 0.05, 0.02, 0.02, 0.09, 0.04, 0.02, 0.02, 0.05, 0.02, 0.04, 0.02, 0.03, 0.03, 0.04, 0.04, 0.07, 0.02	0.02, 0.04, 0.03, 0.03, 0.03, 0.02, 0.02, 0.03, 0.02, 0.02, 0.02, 0.03, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02	0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02
Durchschnitt	0.106	0.038	0.024	0.020

[0135] Die in den Tabellen 4 und 5 gezeigten Daten demonstrieren, daß verglichen mit den Schleifgegenständen, die für die Vergleichsbeispiele A und B als Beispiel dienen, mit beiden Beispielen des Schleifgegenstands der vorliegenden Erfindung schneller eine feinere Oberflächenbeschaffenheit erzielt wurde.

[0136] Die Fig. 4 und 5 zeigen graphisch die Durchschnitte der Daten, die in den Tabellen 4 bzw. 5 gezeigt werden. Die graphischen Darstellungen zeigen in Fig. 4 die durchschnittlichen R_{tm}-Werte oder in Fig. 5 die durchschnittlichen Ra-Werte auf der Abszisse als Funktion der Polierzeit längs der Ordinate, mit dem „Eingang“ zur Zeit von 0 Minuten. Fig. 4 stellt graphisch die überraschend kürzere Zeitspanne der Polierzeit dar, die erforderlich ist, um einen R_{tm}-Wert von weniger als 0,30 zu erzielen. Tatsächlich lagen nach nur einer 1 Minute Polierzeit die durchschnittlichen R_{tm}-Werte für die Schleifgegenstände in den Beispielen 1 und 2 unter 0,30, während die Schleifgegenstände in den Vergleichsbeispielen A und B etwa 0,67 bzw. 0,41 betrugen. Es wurde eine Polierzeit von 3 Minuten benötigt, damit sich das Vergleichsbeispiel A einem durchschnittlichen R_{tm}-Wert von 0,30 näherte, und eine Polierzeit von 2 Minuten wurde für das Vergleichsbeispiel B benötigt. Die schnelle Poliergeschwindigkeit wird auch in Fig. 5 bestätigt, wo nach einer Polierzeit von 1 Minute das Vergleichsbeispiel A einen durchschnittlichen Ra-Wert aufwies, der nahezu zweimal größer als im Beispiel 2 war, in dem die Schleifverbundstoffe nicht präzise geformt sind.

[0137] Es wurde dann ausgewertet, ob das oben beobachtete schnelle Polieren unabhängig vom Kontaktdruck an der Grenzfläche zwischen dem Schleifgegenstand und den Prüfglasrohling war. Es wurden dann Polierexperimente ausgeführt, wie oben beschrieben, mit der Ausnahme, daß der Kontaktdruck an der Grenzfläche zwischen dem geprüften Schleifgegenstand und dem Prüfglasrohling auf 70 kPa (10 psi) reduziert wurde. Die Tabellen 6 und 7 zeigen die Ergebnisse für R_{tm} bzw. Ra.

Tabelle 6 – Rtm

Beispiel	Eingang	1 Minute	2 Minuten	3 Minuten
1	0.96, 1.40, 1.20, 1.18, 0.88, 1.43, 1.83, 1.20, 1.63	0.10, 0.10, 0.10, 0.24, 0.11, 0.09, 0.18, 0.28, 0.46, 0.14, 0.14, 0.20, 0.18, 0.36, 0.54, 0.14, 0.38, 0.09	0.09, 0.09, 0.09, 0.12, 0.10, 0.10, 0.15, 0.12, 0.11, 0.17, 0.11, 0.10, 0.11, 0.13, 0.15, 0.10, 0.10, 0.11	0.10, 0.10, 0.11, 0.10, 0.09, 0.10, 0.09, 0.11, 0.10, 0.11, 0.09, 0.10, 0.10, 0.07, 0.09, 0.09, 0.11, 0.08
Durchschnitt	1.264	0.213	0.114	0.097
2	1.58, 1.13, 1.45, 1.45, 1.23, 0.95, 0.70, 1.85, 0.88	0.10, 0.20, 0.74, 0.65, 0.24, 0.12, 0.61, 0.70, 0.27, 0.31, 0.39, 0.28, 0.18, 0.11, 0.19, 0.17, 0.16, 0.39	0.14, 0.14, 0.10, 0.10, 0.23, 0.13, 0.12, 0.23, 0.17, 0.28, 0.11, 0.15, 0.13, 0.10, 0.10, 0.10, 0.17, 0.35	0.10, 0.17, 0.26, 0.11, 0.16, 0.16, 0.11, 0.13, 0.16, 0.23, 0.12, 0.12, 0.11, 0.27, 0.12, 0.13, 0.10, 0.11
Durchschnitt	1.244	0.323	0.154	0.148
A	0.85, 1.35, 0.90, 0.98, 1.10, 1.08, 1.38, 0.98, 1.20	0.35, 0.87, 1.23, 1.14, 0.53, 0.32, 0.77, 0.76, 0.98, 0.97, 1.24, 0.88, 1.55, 0.87, 0.50, 0.87, 0.51, 0.38	1.25, 0.54, 0.36, 0.96, 0.91, 0.70, 0.13, 0.95, 0.89, 0.87, 0.66, 0.50, 0.50, 0.80, 0.83, 0.96, 0.24, 0.57	0.74, 0.69, 0.11, 0.19, 0.38, 0.76, 0.54, 1.01, 1.03, 0.37, 0.39, 0.71, 0.26, 0.78, 1.00, 0.73, 0.10, 0.41
Durchschnitt	1.089	0.818	0.701	0.567
B	1.18, 1.63, 1.40, 0.78, 1.15, 1.03, 1.48, 1.50, 1.70	0.29, 0.92, 0.67, 0.45, 0.25, 0.61, 0.39, 0.37, 0.22, 0.27, 0.29, 0.18, 0.11, 1.18, 0.95, 0.19, 0.22, 0.50	0.18, 0.34, 0.48, 0.13, 0.14, 0.19, 0.26, 0.35, 0.20, 0.20, 0.12, 0.14, 0.16, 0.22, 0.13, 0.89, 0.08, 0.51	0.18, 0.45, 0.24, 0.61, 0.53, 0.15, 0.16, 0.17, 0.14, 0.17, 0.11, 0.24, 0.13, 0.16, 0.19, 0.10, 0.24, 0.15
Durchschnitt	1.314	0.448	0.262	0.229

Tabelle 7 Ra

Beispiel	Eingang	1 Minute	2 Minuten	3 Minuten
1	0.08, 0.18, 0.10, 0.13, 0.08, 0.18, 0.13, 0.10, 0.18	0.02, 0.01, 0.02, 0.03, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.03, 0.03, 0.03, 0.03, 0.02	0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02	0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02
Durchschnitt	0.125	0.022	0.020	0.020
2	0.18, 0.13, 0.10 0.10, 0.08, 0.08, 0.05, 0.13, 0.05	0.02, 0.02, 0.04, 0.05, 0.02, 0.02, 0.03, 0.04, 0.03, 0.03, 0.03, 0.03, 0.03, 0.03, 0.02, 0.02, 0.02, 0.03	0.03, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.03, 0.03, 0.03, 0.03, 0.02, 0.03, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.05	0.02, 0.02, 0.02, 0.03, 0.03, 0.02, 0.03, 0.03, 0.03, 0.02, 0.03, 0.02, 0.02, 0.02, 0.03, 0.02, 0.02, 0.02
Durchschnitt	0.097	0.028	0.025	0.024
A	0.10, 0.13, 0.13, 0.08, 0.08, 0.08, 0.10, 0.13, 0.08	0.03, 0.05, 0.09, 0.07, 0.03, 0.03, 0.05, 0.03, 0.05, 0.07, 0.05, 0.04, 0.01, 0.04, 0.03, 0.05, 0.04, 0.02	0.07, 0.02, 0.03, 0.04, 0.09, 0.05, 0.02, 0.05, 0.05, 0.05, 0.03, 0.03, 0.03, 0.04, 0.04, 0.04, 0.02, 0.03	0.05, 0.04, 0.02, 0.02, 0.03, 0.05, 0.03, 0.05, 0.07, 0.03, 0.03, 0.05, 0.02, 0.03, 0.05, 0.04, 0.02, 0.02
Durchschnitt	0.097	0.048	0.041	0.036
B	0.10, 0.13, 0.13, 0.08, 0.10, 0.13, 0.13, 0.13, 0.13	0.03, 0.05, 0.05, 0.03, 0.02, 0.03, 0.02, 0.03, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.04, 0.07, 0.02, 0.02, 0.03	0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.03, 0.02, 0.04	0.02, 0.02, 0.02, 0.03, 0.03, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02
Durchschnitt	0.114	0.030	0.022	0.021

[0138] Die in den Tabellen 6 und 7 gezeigten Daten demonstrieren, daß die schnelle Poliergeschwindigkeit, die durch den Schleifgegenstand der vorliegenden Erfindung erzielt wird, überraschenderweise unabhängig vom Kontaktdruck ist. Während es nicht erwünscht ist, durch eine Theorie gebunden zu sein, wird angenommen, daß sich diese unerwarteten Ergebnisse aus der Verwendung des Bindemittels im Schleifgegenstand der vorliegenden Erfindung herleiten. Das Bindemittel im Schleifgegenstand der Erfindung kann als „hart“ oder „spröde“ gekennzeichnet werden, was bei der Erosion der Schleifverbundstoffe hilft und folglich vor Ort eine breiartige Matrix erzeugen kann. Es war zu erkennen, daß bei jeder Druckbedingung die Schleifgegenstände gemäß den Vergleichsbeispielen A und B nach 3 Minuten Polieren keine so feinen Oberflächenbeschaffenheiten wie die vorliegende Erfindung ergaben, selbst wenn sie mit der Oberflächenbeschaffenheit verglichen wurden, die nach nur einer Minute Polieren mit dem Schleifgegenstand der vorliegenden Erfindung erzeugt wurde.

[0139] Nach einer Minute Polieren wurde der Prüfglasrohling mikroskopisch bei 10x Vergrößerung untersucht. Für eine solche visuelle Untersuchung war es notwendig, alles lose Schleifmittel vom Prüfglasrohling zu entfernen, und dies wurde mit einem leichten Luftstrom durchgeführt, und der Prüfglasrohling wurde dann für etwa 1 Stunde bei etwa 130°F getrocknet. Es wurde beobachtet, daß Vergleichsbeispiel B eine unregelmäßige Ablagerung einer wachsförmigen Substanz auf dem Prüfglasrohling auf etwa 5% bis etwa 10% des polierten Oberflächenbereichs aufwies. Es waren auch Bereiche eines trockenen pulverförmigen Materials zu sehen. Die wachsartige Ablagerung war beim Schleifgegenstand der Erfindung, das heißt, dem Beispiel 1 nicht zu sehen. Jedoch wurde beobachtet, daß im wesentlichen die gesamte Oberflächengröße, die mit dem erfindungsgemäßen Schleifgegenstand poliert wurde, die weiße pulverförmige Substanz aufwies.

Polierlebensdauer

[0140] Der Schleifgegenstand der vorliegenden Erfindung wurde dann auf die Polierlebensdauer hin bewer-

tet. Die Polierlebensdauer wurde durch Verwendung eines Klassierungspoliervfahrens bestimmt. In diesem Verfahren wurde ein Kathodenstrahlröhren-Plattenglaswerkstück mit 19 Inch (etwa 48 cm) mit einer Schleifgegenstandscheibe poliert, die ein Mittelloch und Abmessungen von 5 Inch mal 0,625 Inch (etwa 12,7 cm mal 1,6 cm) aufwies. Eine Fläche von etwa 25 bis 35 Quadratinch (etwa 63,6 bis etwa 89 cm) wurde mit einem FLEX SANDER LW603VR, der von Ackermann & Schmitt, Steinheim/Murr, Deutschland erhältlich ist, mit einer Drehzahl von etwa 1600 bis 1800 U/min mit einem strukturierten Schleifpolster geschliffen, das von 3M unter der Handelsbezeichnung A 10 MIC 3M 268XA AO erhältlich ist, das an einem mittelweichen Trägerpolster 3M STI-KIT DISC PAD CWF angebracht war, das von 3M, St. Paul erhältlich ist. Diese Glaswerkstücke waren nun visuell undurchsichtig und trübe. Schleifgegenstände, wie im Beispiel 1 und Vergleichsbeispiel A wurden verwendet, um die Polierlebensdauer zu bestimmen.

[0141] Beispielschleifgegenstände wurden an dem FLEX SANDER angebracht, wie oben beschrieben. Das Glaswerkstück wurde poliert, bis es visuell klar war. Dieses Schleifpolieren des Glaswerkstücks wurde wiederholt, bis keine Auflösung des Schleifgegenstands beobachtet wurde; typischerweise an einem Punkt, wo sich der Schleifgegenstand nicht in einer Fluidbewegung relativ zum Glaswerkstück bewegte und ein Klebenbleiben und eine ruckweise Bewegung beobachtet wurden. Es wird angenommen, daß dieser Zustand auf die vollständige Auflösung des fixierten Schleifgegenstands zurückzuführen ist, die zu einer wesentlichen Beseitigung der texturierten Polierschicht führt. Zusätzlich wurde das Glaswerkstück heiß, und die Steuerung des Polierers wurde schwierig. Es wurde die Zeit gemessen, um jedes Glaswerkstück zu polieren, so daß die Poliergeschwindigkeit (Quadratinch pro Sekunde) berechnet werden konnte. Es wurde eine durchschnittliche Geschwindigkeit für jeden geprüften Schleifgegenstand berechnet. Die vollständige Auflösung der texturierten Polierschicht wurde ungefähr so berechnet, daß sie eine Poliergeschwindigkeit von etwa 0,3 Inch²/s (etwa 1,9 cm²/s) beträgt, das heißt, dies ist der Punkt, an dem der Test gestoppt wurde.

[0142] Während dieser Auswertung wurde beobachtet, daß sich der Schleifgegenstand des Beispiels 1 fast unmittelbar beim Kontakt mit dem nassen Prüfglasrohling aufzulösen begann. Die Auflösung benötigte keine sorgfältige Positionierung des Polierers. Das Vergleichsbeispiel A erzielte keine gute anfängliche Auflösung, wenn nicht große Sorgfalt walten gelassen wurde, um den Polierer zu positionieren und das Wasser und den Druck zu steuern, die auf die Grenzfläche zwischen der Schleifgegenstand und der Prüfglasrohlingoberfläche angewendet wurden. Das Vergleichsbeispiel B zeigte eine schnelle anfängliche Auflösung und begann schnell zu polieren. Als jedoch die Prüfglasrohlingoberfläche visuell klar wurde, wurde der Polierer schwer zu steuern und begann, über die Glasoberfläche zu gleiten. Es wurde ein wachsartiges oder schmieriges Aussehen der Glasoberfläche wahrgenommen, und wenn Wasser auf die Oberfläche aufgetragen wurde, neigte es dazu, Perlen zu bilden. Es wird angenommen, daß diese Beobachtungen auf den Weichmacher zurückzuführen sein können, der in der Bindemittel-Formulierung im Vergleichsbeispiel B vorhanden ist. Es wurde beobachtet, daß die Glasoberfläche unter Verwendung des Vergleichsbeispiels B mit einer erhöhten Polierzeit zu einer visuellen Klarheit poliert werden kann.

[0143] Die geprüften Schleifgegenstände wurden hergestellt, wie für Beispiel 1 und Vergleichsbeispiel A beschrieben. Die Polierlebensdauer für jeden Schleifgegenstand wurde bestimmt, und die Daten werden in Tabelle 8 gezeigt, wobei „Gesamtbetrag Inch²“ „Gesamtbetrag cm²“, die Summenoberflächengröße ist, die durch eine einzelne Schleifgegenstandscheibe poliert wird.

Tabelle 8

Beispiel	Gesamtbetrag Inch ² /Scheibe (Gesamtbetrag cm ² /Scheibe)	Bereich	Durchschnittliche Geschwindigkeit Inch ² /s (cm ² /s)
1	813 (5245) 655 (4226) 684 (4413) 854 (5510) 743 (4794)		0.65 (4.2) 0.62 (4.0) 0.71 (4.6) 0.63 (4.1) 0.65 (4.2)
Durchschnitt	750 (4839)	199	0.62 (4.0)
A	905 (5839) 886 (5716) 665 (4290) 449 (2897) 508 (3277) 556 (3587)		0.58 (3.7) 0.51 (3.3) 0.55 (3.5) 0.70 (4.5) 0.68 (4.4) 0.72 (4.6)
Durchschnitt	552	456	0.62 (4.0)

[0144] Die in Tabelle 8 gezeigten Daten demonstrieren, daß die Polierlebensdauer des Schleifgegenstands der vorliegenden Erfindung statistisch dieselbe wie im Vergleichsbeispiel A ist. Jedoch war es überraschend, daß die Messungen, die vorgenommen wurden, um die Polierlebensdauer zu bestimmen, weniger Variabilität zeigten und daß durch einen einzelnen Schleifgegenstand der vorliegenden Erfindung im Durchschnitt eine größere Oberflächengröße poliert zu werden schien als durch jenen des Vergleichsbeispiels A. Es wurde überraschend und unerwartet festgestellt, daß der Schleifgegenstand der vorliegenden Erfindung nicht nur schnelle Poliergeschwindigkeiten erreicht, sondern er mindestens dieselbe Polierlebensdauer wie der Vergleichsschleifgegenstand aufwies.

[0145] Der Effekt des „Einlaufens“ eines Schleifgegenstands wurde geprüft, um zu untersuchen, ob die Poliergeschwindigkeit sich über die Lebensdauer des Schleifgegenstands änderte. In diesem Test wurde der Schleifgegenstand im Vergleichsbeispiel A bei einem anschließenden Polieren eines neuen Prüfglasrohlings nach einer anfänglichen Auflösung geprüft. Die Schleifgegenstände wurden verwendet, um oben beschriebene PYREX-Glastestrohlinge für etwa 1 Minute zu polieren, und dann wurden anschließend neue Prüfglasrohlinge poliert, wobei dieselben Schleifgegenstände verwendet wurden, das heißt die „alten“ Schleifgegenstände. Es fanden R_{tm}- und R_a-Messungen bei zwei Drücken statt, 10 psi und 15 psi (70 kPa und 105 kPa). Die Daten werden in den Tabellen 9 und 10 für Messungen gezeigt, die bei 10 psi bzw. 15 psi (70 kPa bzw. 105 kPa) vorgenommen wurden.

Tabelle 9

R _{tm}			R _a		
Eingang	Erste Verwendung	Wieder- verwendung	Eingang	Erste Verwendung	Wieder- verwendung
0.60,0.73 1.50,1.20 0.93,1.88 1.65,0.48 0.85	1.29,1.24,0.53 0.47,0.95,2.61, 0.97,0.4,0.67 0.88,0.99,1.16 0.57,1.00,1.31 0.66,0.22,0.69		0.08,0.08 0.13,0.13 0.10,0.13 0.13,0.05 0.10	0.05,0.09,0.04 0.03,0.05,0.14 0.09,0.05,0.03 0.15,0.05,0.07 0.03,0.09,0.09 0.04,0.02,0.04	
Durchschn. 1.089	0.927		0.100	0.064	
0.88,1.08 1.23,1.63 1.08,1.08 1.85,1.20 1.16		0.6,0.47,0.39 1.20,0.55,0.58 0.36,0.76,1.65 0.27,0.80,0.35 0.35,1.52,0.79 0.79,0.34,0.87	0.13,0.23 0.08,0.13 0.16,0.10 0.13,0.13 0.18		0.04,0.03,0.03 0.14,0.03,0.05 0.03,0.04,0.09 0.02,0.04,0.03 0.03,0.09,0.05 0.11,0.02,0.05
Durchschn. 1.242		0.702	0.139		0.051

Tabelle 10

R _{tm}			R _a		
Eingang	Erste Verwendung	Wieder- verwendung	Eingang	Erste Verwendung	Wieder- verwendung
0.53,1.20 0.93,1.00 1.00,0.80 1.18,1.13 0.73	0.25,0.56,0.74 0.11,0.56,0.44 0.31,0.77,1.03 0.49,0.63,0.62 0.42,0.34,1.00 0.22,0.34,0.34		0.05,0.08 0.05,0.05 0.10,0.05 0.10,0.10 0.08	0.02,0.09,0.04 0.02,0.05,0.03 0.02,0.03,0.07 0.05,0.04,0.04 0.05,0.03,0.04 0.02,0.02,0.03	
Durchschn. 0.942	0.509		0.072	0.038	
1.05,0.63 0.98,0.95 0.90,0.80 0.98,0.80 0.53		0.52,0.42,1.08 0.23,0.50,0.66 0.16,0.31,0.74 0.63,0.42,0.73 0.23,0.37,0.35 0.68,0.46,0.53	0.10,0.05 0.10,0.06 0.08,0.08 0.06,0.10 0.05		0.03,0.03,0.09 0.03,0.03,0.03 0.02,0.02,0.04 0.03,0.03,0.05 0.02,0.02,0.02 0.03,0.03,0.04
Durchschn. 0.944		0.501	0.076		0.078

[0146] Die Daten zeigen, daß sich die Poliergeschwindigkeit bei einer zweiten Verwendung des Schleifgegenstands in Vergleichsbeispiel A erhöhte. Wenn jedoch die „Wiederverwendungs“-Messungen mit der ersten Verwendung der Schleifgegenstände der Erfindung nach 1 Minute Polieren verglichen werden, wie durch die Daten in der mit „1 Minute“ bezeichneten Spalte in den Tabellen 4 und 5 gezeigt, wurden mit dem Schleifgegenstand der Erfindung niedrigere R_{tm}- und R_a-Werte erreicht.

Patentansprüche

- Verfahren zum schnellen Polieren eines Glaswerkstücks, das die Schritte aufweist:
in Kontakt bringen der ersten Oberfläche eines Glaswerkstücks, das eine erste Oberfläche mit einem anfänglichen Rauheitswert R_{tm} von 0,8 µm oder größer aufweist, mit einem Schleifgegenstand, der mindestens eine Polierschicht aufweist, in der Gegenwart einer Flüssigkeit, wobei der Schleifgegenstand aufweist:
(a) Zerdioxid-Schleifteilchen, die in einem Bindemittel dispergiert sind;
(b) das Bindemittel, das aus einem Bindemittelvorläufer gebildet ist, der aus der Gruppe von (meth)acrylierten Urethanen, (meth)acrylierten Epoxiden, ethylenisch ungesättigte Verbindungen, Aminoplastderivaten, die α,β-ungesättigte Seiten-Carbonylgruppen aufweisen, Isocyanuratderivate, die mindestens eine Seitenacrylatgruppe aufweisen, Isocyanatderivate, die mindestens eine Seitenacrylatgruppe aufweisen, Vinylether, Epoxid-

harze und deren Mischungen ausgewählt ist;

Reduzieren des anfänglichen Rauheitswertes R_{tm} von etwa $0,8\text{ }\mu\text{m}$ oder größer auf einen endgültigen Rauheitswert R_{tm} von etwa $0,3\text{ }\mu\text{m}$ oder weniger in etwa einer Minute, wobei das RPE-Verfahren verwendet wird, wobei das RPE-Verfahren aufweist:

Modifizieren einer Poliermaschine COBURN 507, so daß sie einen Prüfglasrohling mit 5 cm Durchmesser aufnimmt, und Ersetzen des Standard-Schleifträgers durch ein flaches Aluminium- Lappwerkzeug mit 10 cm Durchmesser; Polieren eines Glasrings PYREX 7740, der einen Außendurchmesser von $5,015\text{ cm}$, einen Innendurchmesser von $4,191\text{ cm}$, eine Höhe von $1,27\text{ cm}$ und eine Oberflächengröße von $13,567\text{ cm}^2$ aufweist, durch:

Einstellen der Spindeldrehzahl auf 665 U/min , des Schwunghubs auf 0 und der Orbitalhublänge auf „7“; in Kontakt bringen des Glasrings mit dem Schleifgegenstand bei einem Kontaktdruck von etwa 105 kPa ; und Aufbringen von $0,25\text{ Gramm}$ Wasser auf die Schleifgegenstand-/Prüfglasrohling-Grenzfläche alle 5 Sekunden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt der Reduzierung des anfänglichen Rauheitswertes R_{tm} ferner die Herstellung eines Breis während einer anfänglichen Berührungszeitspanne zwischen der ersten Oberfläche des Glaswerkstücks und der mindestens einen Polierschicht des Schleifgegenstands aufweist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Bindemittelvorläufer mehrfunktionelles) Acrylharz(e), monofunktionelles) Acrylharz(e) und deren Mischungen aufweist.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Bindemittelvorläufer Pentaerythrit-tetraacrylat, 2-Phenoxyethylacrylat und deren Mischungen aufweist.

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Bindemittelvorläufer aufweist: etwa 5 bis etwa 95 Gew.% multifunktionelle s) Acrylharz(e); und etwa 95 bis etwa 5 Gew.% monofunktionelles) Acrylharz(e).

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

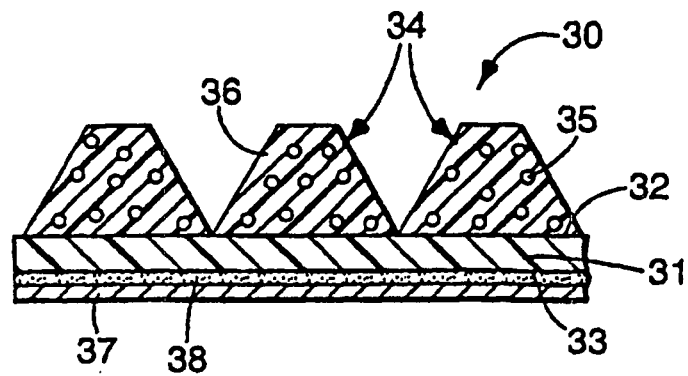


Fig. 1

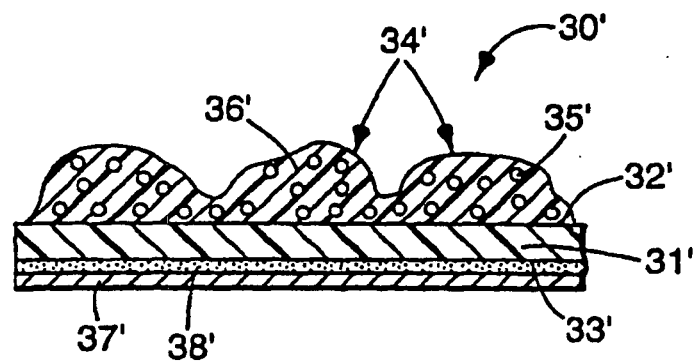


Fig. 2

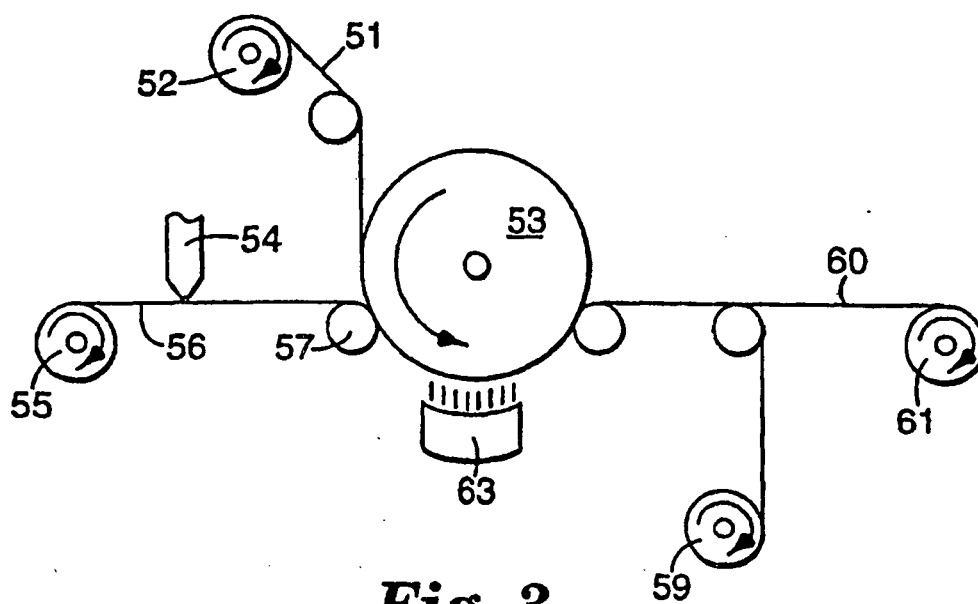


Fig. 3

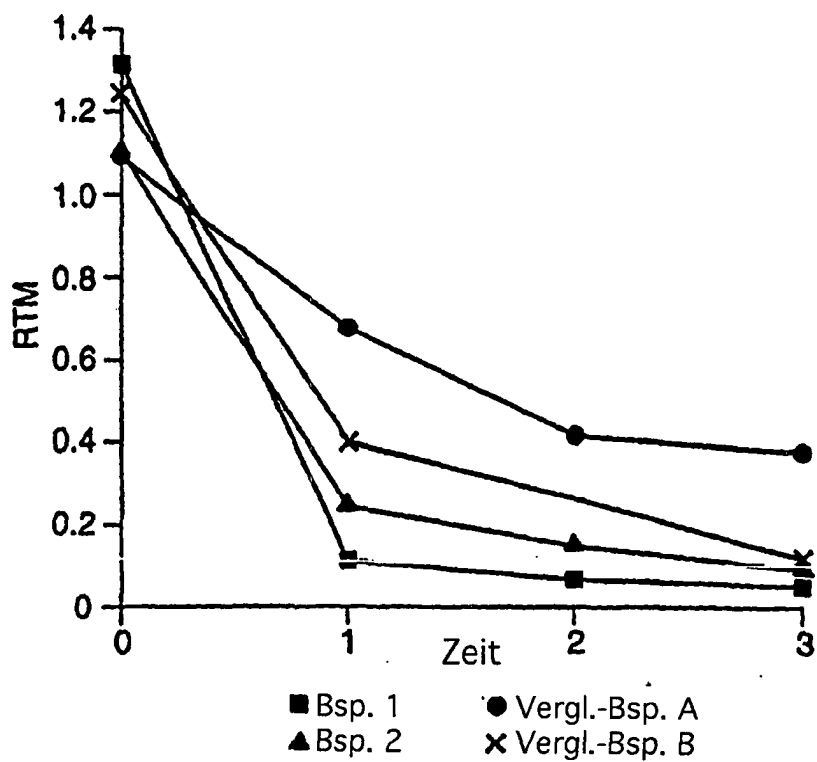


Fig. 4

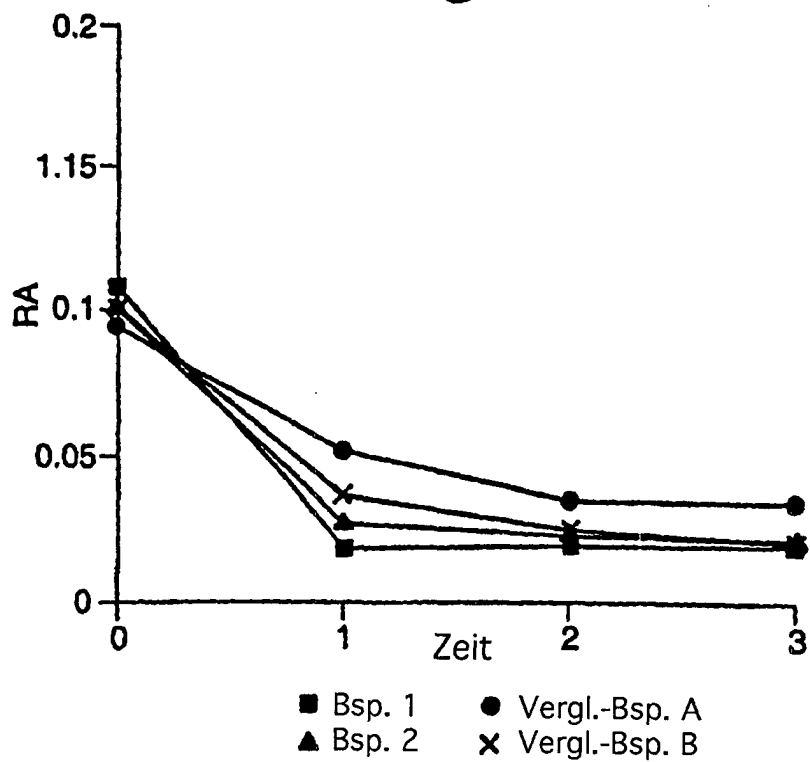


Fig. 5