



(10) **DE 10 2016 007 775 A1** 2016.12.29

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2016 007 775.1**

(22) Anmeldetag: **24.06.2016**

(43) Offenlegungstag: **29.12.2016**

(51) Int Cl.: **B24B 37/24** (2012.01)

**B24D 18/00** (2006.01)

**H01L 21/304** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**14/751,340**      **26.06.2015**      **US**

**15/163,152**      **24.05.2016**      **US**

(71) Anmelder:

**Dow Global Technologies LLC, Midland, Mich.,  
US; Rohm and Haas Electronic Materials CMP  
Holdings, Inc., Newark, Del., US**

(74) Vertreter:

**Müller-Boré & Partner Patentanwälte PartG mbB,  
80639 München, DE**

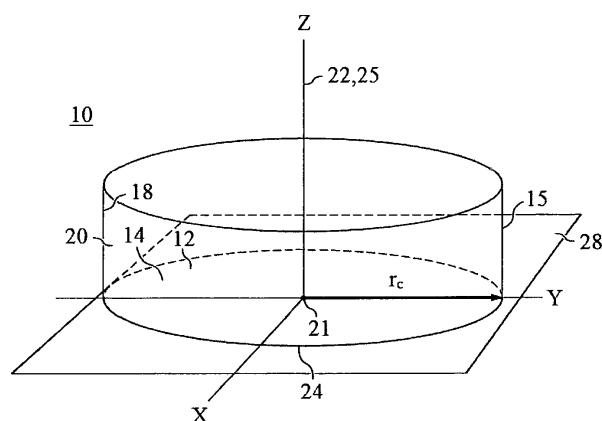
(72) Erfinder:

**Qian, Bainian, Newark, Del., US; Kozhukh,  
Julia, Bear, Del., US; Brufau, Teresa Brugarolas,  
Philadelphia, Pa., US; Veneziale, David Michael,  
Hatfield, Pa., US; Tong, Yuhua, Hockessin, Del.,  
US; Lugo, Diego, Newark, Del., US; Miller, Jeffrey  
B., West Chester, Pa., US; Jacob, George C.,  
Newark, Del., US; DeGroot, Marty, Middletown,  
Del., US; Tran, Tony Quan, Bear, Del., US; Stack,  
Marc R., Middletown, Del., US; Wank, Andrew,  
Avondale, Pa., US; Yeh, Fengji, Wilmington, Del.,  
US**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Chemisch-mechanisches Polierkissen und Verfahren zu dessen Herstellung**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein chemisch-mechanisches Polierkissen bereitgestellt, umfassend: eine chemisch-mechanische Polierschicht, die eine Polieroberfläche aufweist, wobei die chemisch-mechanische Polierschicht durch Vereinigen (a) einer flüssigen Komponente der Poly-Seite (P), umfassend: ein Amin-Kohlendioxid-Addukt und mindestens eines von einem Polyol, einem Polyamin und einem Alkoholamin, und (b) einer flüssigen Komponente der Iso-Seite (I), umfassend: ein polyfunktionelles Isocyanat, gebildet wird, wobei die chemisch-mechanische Polierschicht eine Porosität von  $\geq 10$  Vol.-% aufweist, wobei die chemisch-mechanische Polierschicht eine Shore D-Härte von  $< 40$  aufweist und wobei die Polieroberfläche zum Polieren eines Substrats angepasst ist. Verfahren zur Herstellung und Verwendung desselben werden ebenfalls bereitgestellt.



**Beschreibung**

**[0001]** Diese Anmeldung ist eine „Continuation-in-part“ von US Seriennr. 14/751,340, die am 26. Juni 2015 eingereicht worden ist und anhängig ist.

**[0002]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein chemisch-mechanisches Polierkissen, das eine Polierschicht aufweist. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein chemisch-mechanisches Polierkissen, das eine chemisch-mechanische Polierschicht aufweist, die eine Polieroberfläche aufweist, wobei die chemisch-mechanische Polierschicht durch Vereinigen (a) einer flüssigen Komponente der Poly-Seite (P), umfassend: ein Amin-Kohlendioxid-Addukt und mindestens eines von einem Polyol, einem Polyamin und einem Alkoholamin, und (b) einer flüssigen Komponente der Iso-Seite (I), umfassend: ein polyfunktionelles Isocyanat, gebildet wird, wobei die chemisch-mechanische Polierschicht eine Porosität von  $\geq 10$  Vol.-% aufweist, wobei die chemisch-mechanische Polierschicht eine Shore D-Härte von  $< 40$  aufweist und wobei die Polieroberfläche zum Polieren eines Substrats angepasst ist, sowie Verfahren zu dessen Herstellung und Verwendung.

**[0003]** Bei der Herstellung von integrierten Schaltungen und anderen elektronischen Vorrichtungen wird eine Mehrzahl von Schichten von leitenden, halbleitenden und dielektrischen Materialien auf einer Oberfläche eines Halbleiterwafers abgeschieden und davon entfernt. Dünne Schichten von leitenden, halbleitenden und dielektrischen Materialien können durch eine Anzahl von Abscheidungstechniken abgeschieden werden. Übliche Abscheidungstechniken bei einer modernen Waferverarbeitung umfassen unter anderem eine physikalische Gasphasenabscheidung (PVD), die auch als Sputtern bekannt ist, eine chemische Gasphasenabscheidung (CVD), eine plasmaunterstützte chemische Gasphasenabscheidung (PECVD) und ein elektrochemisches Plattieren. Übliche Entfernungstechniken umfassen unter anderem ein isotropes und anisotropes Nass- und Trockenätzen.

**[0004]** Da Schichten von Materialien aufeinander folgend abgeschieden und entfernt werden, wird die oberste Oberfläche des Wafers nicht-planar. Da eine nachfolgende Halbleiterverarbeitung (wie z. B. eine Metallisierung) erfordert, dass der Wafer eine flache Oberfläche aufweist, muss der Wafer planarisiert werden. Eine Planarisierung ist zur Entfernung einer unerwünschten Oberflächentopographie und von unerwünschten Oberflächendefekten, wie z. B. rauen Oberflächen, agglomerierten Materialien, einer Kristallgitterbeschädigung, Kratzern und verunreinigten Schichten oder Materialien geeignet.

**[0005]** Ein chemisch-mechanisches Planarisieren oder chemisch-mechanisches Polieren (CMP) ist eine übliche Technik, die zum Planarisieren oder Polieren von Werkstücken, wie z. B. Halbleiterwafern, verwendet wird. Bei einem herkömmlichen CMP wird ein Waferträger oder Polierkopf auf einer Trägeranordnung montiert. Der Polierkopf hält den Wafer und positioniert den Wafer in Kontakt mit einer Polierschicht eines Polierkissens, das auf einem Tisch oder einer Platte innerhalb einer CMP-Vorrichtung montiert ist. Die Trägeranordnung stellt einen einstellbaren Druck zwischen dem Wafer und dem Polierkissen bereit. Gleichzeitig wird ein Poliermedium (z. B. eine Aufschlämmung) auf das Polierkissen abgegeben und in den Spalt zwischen dem Wafer und der Polierschicht gezogen. Zum Bewirken eines Polierens drehen sich typischerweise das Polierkissen und der Wafer relativ zueinander. Da sich das Polierkissen unterhalb des Wafers dreht, trägt der Wafer typischerweise eine ringförmige Polierbahn oder einen ringförmigen Polierbereich ab, wobei die Oberfläche des Wafers direkt auf die Polierschicht gerichtet ist. Die Waferoberfläche wird durch die chemische und mechanische Wirkung der Polierschicht und des Poliermediums auf die Oberfläche poliert und planar gemacht.

**[0006]** Hirose et al. offenbaren ein Verfahren zur Herstellung von Polierschichten im US-Patent Nr. 8,314,029. Insbesondere offenbaren Hirose et al. ein Verfahren zur Herstellung eines Polierkissens, das im Wesentlichen kugelförmige Zellen enthält und das eine hohe Dickengenauigkeit aufweist, welches das Herstellen einer Urethanzusammensetzung mit verteilten Zellen durch ein mechanisches Schaumverfahren, das kontinuierliche Austragen der Urethanzusammensetzung mit verteilten Zellen aus einer einzelnen Austragöffnung zu einem im Wesentlichen zentralen Abschnitt in der Breitenrichtung eines Flächenmaterials A, während das Flächenmaterial A zugeführt wird, das Laminieren eines Flächenmaterials B auf die Urethanzusammensetzung mit verteilten Zellen, dann das einheitliche Einstellen der Dicke der Urethanzusammensetzung mit verteilten Zellen durch ein Dickeneinstellmittel, das Aushärten der Urethanzusammensetzung mit verteilten Zellen, bei dem die Dicke in dem vorhergehenden Schritt eingestellt worden ist, ohne eine zusätzliche Belastung auf die Zusammensetzung auszuüben, so dass eine Polierlage, die einen Polyurethanschaum umfasst, gebildet wird, und das Schneiden der Polierlage umfasst.

**[0007]** Dennoch verbleibt ein fortlaufender Bedarf für verbesserte chemisch-mechanische Polierkissen, die chemisch-mechanische Polierschichten mit einem verbesserten Polierleistungsvermögen enthalten.

**[0008]** Die vorliegende Erfindung stellt ein chemisch-mechanisches Polierkissen bereit, umfassend: eine chemisch-mechanische Polierschicht, die eine Polieroberfläche, eine Basisoberfläche und eine durchschnittliche Polierschichtdicke  $T_{P-avg}$ , gemessen senkrecht zu der Polieroberfläche von der Basisoberfläche zu der Polieroberfläche, aufweist, wobei die chemisch-mechanische Polierschicht durch Vereinigen einer flüssigen Komponente der Poly-Seite (P) und einer flüssigen Komponente der Iso-Seite (I) gebildet wird, wobei die flüssige Komponente der Poly-Seite (P) ein Amin-Kohlendioxid-Addukt und mindestens eines von einem Polyol der (P)-Seite, einem Polyamin der (P)-Seite und einem Alkoholamin der (P)-Seite umfasst, wobei die flüssige Komponente der Iso-Seite (I) ein polyfunktionelles Isocyanat der (I)-Seite umfasst, wobei die chemisch-mechanische Polierschicht eine Porosität von  $\geq 10$  Vol.-% aufweist, wobei die chemisch-mechanische Polierschicht eine Shore D-Härte von  $< 40$  aufweist und wobei die Polieroberfläche zum Polieren eines Substrats angepasst ist.

**[0009]** Die vorliegende Erfindung stellt ein Verfahren zur Herstellung einer chemisch-mechanischen Polierschicht bereit, umfassend: Bereitstellen einer flüssigen Komponente der Poly-Seite (P), die ein Amin-Kohlendioxid-Addukt und mindestens eines von einem Polyol der (P)-Seite, einem Polyamin der (P)-Seite und einem Alkoholamin der (P)-Seite umfasst, Bereitstellen einer flüssigen Komponente der Iso-Seite (I), die mindestens ein polyfunktionelles Isocyanat der (I)-Seite umfasst, Bereitstellen eines mit Druck beaufschlagten Gases, Bereitstellen einer axialen Mischvorrichtung, die eine innere zylindrische Kammer aufweist, wobei die innere zylindrische Kammer ein geschlossenes Ende, ein offenes Ende, eine Symmetrieachse, mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung der (P)-Seite, die in die innere zylindrische Kammer geöffnet ist, mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung der (I)-Seite, die in die innere zylindrische Kammer geöffnet ist, und mindestens eine tangentialer Zuführungsöffnung für mit Druck beaufschlagtes Gas, die in die innere zylindrische Kammer geöffnet ist, aufweist, wobei das geschlossene Ende und das offene Ende senkrecht zur Symmetrieachse sind, wobei die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung der (P)-Seite und die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung der (I)-Seite entlang eines Umfangs der inneren zylindrischen Kammer in der Nähe des geschlossenen Endes angeordnet sind, wobei die mindestens eine tangentialer Zuführungsöffnung für mit Druck beaufschlagtes Gas entlang des Umfangs der inneren zylindrischen Kammer ausgehend von dem geschlossenen Ende stromabwärts von der mindestens einen Flüssigkeitszuführungsöffnung der (P)-Seite und der mindestens einen Flüssigkeitszuführungsöffnung der (I)-Seite angeordnet ist, wobei die flüssige Komponente der Poly-Seite (P) in die innere zylindrische Kammer durch die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung der (P)-Seite bei einem Beschickungsdruck der (P)-Seite von 6895 bis 27600 kPa eingebracht wird, wobei die flüssige Komponente der Iso-Seite (I) in die innere zylindrische Kammer durch die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung der (I)-Seite bei einem Beschickungsdruck der (I)-Seite von 6895 bis 27600 kPa eingebracht wird, wobei die kombinierte Massenströmungsgeschwindigkeit der flüssigen Komponente der Poly-Seite (P) und der flüssigen Komponente der Iso-Seite (I) zu der inneren zylindrischen Kammer 1 bis 500 g/s, wie z. B. vorzugsweise 2 bis 40 g/s oder mehr bevorzugt 2 bis 25 g/s, beträgt, wobei die flüssige Komponente der Poly-Seite (P), die flüssige Komponente der Iso-Seite (I) und das mit Druck beaufschlagte Gas innerhalb der inneren zylindrischen Kammer zur Bildung eines Gemischs gemischt werden, wobei das mit Druck beaufschlagte Gas in die innere zylindrische Kammer durch die mindestens eine tangentialer Zuführungsöffnung für mit Druck beaufschlagtes Gas mit einem Zuführungsdruck von 150 bis 1500 kPa eingebracht wird, wobei die Einlassgeschwindigkeit in die innere zylindrische Kammer des mit Druck beaufschlagten Gases 50 bis 600 m/s beträgt, berechnet auf der Basis von idealen Gasbedingungen bei 20°C und 1 atm Druck, oder vorzugsweise 75 bis 350 m/s beträgt, Austragen des Gemischs aus dem offenen Ende der inneren zylindrischen Kammer in die Richtung eines Targets mit einer Geschwindigkeit von 5 bis 1000 m/s oder vorzugsweise von 10 bis 600 m/s oder mehr bevorzugt von 15 bis 450 m/s, Erstarrenlassen des Gemischs zu einer Masse und Abtrennen der chemisch-mechanischen Polierschicht von der Masse, wobei die chemisch-mechanische Polierschicht eine Porosität von  $\geq 10$  Vol.-% und eine Polieroberfläche aufweist, die zum Polieren eines Substrats angepasst ist.

**[0010]** Die vorliegende Erfindung stellt ein Verfahren zur Herstellung einer chemisch-mechanischen Polierschicht bereit, umfassend: Bereitstellen einer flüssigen Komponente der Poly-Seite (P), die ein Amin-Kohlendioxid-Addukt und mindestens eines von einem Polyol der (P)-Seite, einem Polyamin der (P)-Seite und einem Alkoholamin der (P)-Seite umfasst, Bereitstellen einer flüssigen Komponente der Iso-Seite (I), die mindestens ein polyfunktionelles Isocyanat der (I)-Seite umfasst, Bereitstellen eines mit Druck beaufschlagten Gases, Bereitstellen einer axialen Mischvorrichtung, die eine innere zylindrische Kammer aufweist, wobei die innere zylindrische Kammer ein geschlossenes Ende, ein offenes Ende, eine Symmetrieachse, mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung der (P)-Seite, die in die innere zylindrische Kammer geöffnet ist, mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung der (I)-Seite, die in die innere zylindrische Kammer geöffnet ist, und mindestens eine tangentialer Zuführungsöffnung für mit Druck beaufschlagtes Gas, die in die innere zylindrische Kammer geöffnet ist, aufweist, wobei das geschlossene Ende und das offene Ende senkrecht zur Symmetrieachse sind, wobei die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung der (P)-Seite und die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung der (I)-Seite entlang eines Umfangs der inneren zylindrischen Kammer in der Nähe

des geschlossenen Endes angeordnet sind, wobei die mindestens eine tangentialen Zuführungsöffnung für mit Druck beaufschlagtes Gas entlang des Umfangs der inneren zylindrischen Kammer ausgehend von dem geschlossenen Ende stromabwärts von der mindestens einen Flüssigkeitszuführungsöffnung der (P)-Seite und der mindestens einen Flüssigkeitszuführungsöffnung der (I)-Seite angeordnet ist, wobei die flüssige Komponente der Poly-Seite (P) in die innere zylindrische Kammer durch die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung der (P)-Seite bei einem Beschickungsdruck der (P)-Seite von 6895 bis 27600 kPa eingebracht wird, wobei die flüssige Komponente der Iso-Seite (I) in die innere zylindrische Kammer durch die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung der (I)-Seite bei einem Beschickungsdruck der (I)-Seite von 6895 bis 27600 kPa eingebracht wird, wobei die kombinierte Massenströmungsgeschwindigkeit der flüssigen Komponente der Poly-Seite (P) und der flüssigen Komponente der Iso-Seite (I) zu der inneren zylindrischen Kammer 1 bis 500 g/s, wie z. B. vorzugsweise 2 bis 40 g/s oder mehr bevorzugt 2 bis 25 g/s, beträgt, wobei die flüssige Komponente der Poly-Seite (P), die flüssige Komponente der Iso-Seite (I) und das mit Druck beaufschlagte Gas innerhalb der inneren zylindrischen Kammer zur Bildung eines Gemischs gemischt werden, wobei das mit Druck beaufschlagte Gas in die innere zylindrische Kammer durch die mindestens eine tangentialen Zuführungsöffnung für mit Druck beaufschlagtes Gas mit einem Zuführungsdruck von 150 bis 1500 kPa eingebracht wird, wobei die Einlassgeschwindigkeit in die innere zylindrische Kammer des mit Druck beaufschlagten Gases 50 bis 600 m/s beträgt, berechnet auf der Basis von idealen Gasbedingungen bei 20°C und 1 atm Druck, oder vorzugsweise 75 bis 350 m/s beträgt, Austragen des Gemischs aus dem offenen Ende der inneren zylindrischen Kammer in die Richtung eines Targets mit einer Geschwindigkeit von 5 bis 1000 m/s oder vorzugsweise von 10 bis 600 m/s oder mehr bevorzugt von 15 bis 450 m/s, Erstarrenlassen des Gemischs zu einer Masse, Abtrennen der chemisch-mechanischen Polierschicht von der Masse, Bereitstellen einer Substanz der Poly-Seite (P), die mindestens eines von dem Polyol der (P)-Seite, dem Polyamin der (P)-Seite und dem Alkoholamin der (P)-Seite umfasst, Bereitstellen einer Substanz der Iso-Seite (I), die mindestens ein polyfunktionelles Isocyanat der (I)-Seite umfasst, wobei die Substanz der Poly-Seite (P) in die innere zylindrische Kammer durch die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung der (P)-Seite bei einem Beschickungsdruck der (P)-Seite von 6895 bis 27600 kPa eingebracht wird, wobei die Substanz der Iso-Seite (I) in die innere zylindrische Kammer durch die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung der (I)-Seite bei einem Beschickungsdruck der (I)-Seite von 6895 bis 27600 kPa eingebracht wird, wobei die kombinierte Massenströmungsgeschwindigkeit der Substanz der Poly-Seite (P) und der Substanz der Iso-Seite (I) zu der inneren zylindrischen Kammer 1 bis 500 g/s, wie z. B. vorzugsweise 2 bis 40 g/s oder mehr bevorzugt 2 bis 25 g/s, beträgt, wobei die Substanz der Poly-Seite (P), die Substanz der Iso-Seite (I) und das mit Druck beaufschlagte Gas innerhalb der inneren zylindrischen Kammer zur Bildung eines Gemischs gemischt werden, wobei das mit Druck beaufschlagte Gas in die innere zylindrische Kammer durch die mindestens eine tangentialen Zuführungsöffnung für mit Druck beaufschlagtes Gas mit einem Zuführungsdruck von 150 bis 1500 kPa eingebracht wird, wobei die Einlassgeschwindigkeit in die innere zylindrische Kammer des mit Druck beaufschlagten Gases 50 bis 600 m/s beträgt, berechnet auf der Basis von idealen Gasbedingungen bei 20°C und 1 atm Druck, oder vorzugsweise 75 bis 350 m/s beträgt, Austragen des Gemischs aus dem offenen Ende der inneren zylindrischen Kammer in die Richtung der Basisoberfläche der chemisch-mechanischen Polierschicht mit einer Geschwindigkeit von 5 bis 1000 m/s oder vorzugsweise von 10 bis 600 m/s oder mehr bevorzugt von 15 bis 450 m/s, Erstarrenlassen des Gemischs auf der Basisoberfläche der chemisch-mechanischen Polierschicht zur Bildung eines Unterkissens, wobei das Unterkissen mit der chemisch-mechanischen Polierschicht integriert ist, wobei das Unterkissen eine Unterkissenporosität aufweist, die von derjenigen der chemisch-mechanischen Polierschicht verschieden ist, und wobei die chemisch-mechanische Polierschicht eine Porosität von  $\geq 10$  Vol.-% und eine Polieroberfläche aufweist, die zum Polieren eines Substrats angepasst ist.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0011]** Fig. 1 ist eine Darstellung einer perspektivischen Ansicht eines Formwerkzeugs zur Verwendung in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung.

**[0012]** Fig. 2 ist eine Darstellung einer perspektivischen Ansicht einer chemisch-mechanischen Polierschicht der vorliegenden Erfindung.

**[0013]** Fig. 3 ist eine Darstellung einer Seitenansicht einer axialen Mischvorrichtung zur Verwendung in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung.

**[0014]** Fig. 4 ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie B-B in der Fig. 3.

**[0015]** Fig. 5 ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie C-C in der Fig. 3.

**[0016]** Fig. 6 ist eine Darstellung einer Seitenansicht einer chemisch-mechanischen Polierschicht der vorliegenden Erfindung.

**[0017]** Fig. 7 ist eine Darstellung einer Seitenansicht, welche die Höhe einer axialen Mischvorrichtung relativ zu einer chemisch-mechanischen Polierschicht der vorliegenden Erfindung zeigt, die auf einem Formwerkzeug mit einem negativen Rillenmuster ausgebildet ist.

**[0018]** Fig. 8 ist eine Darstellung einer Seitenansicht eines Querschnitts eines chemisch-mechanischen Polierkissens der vorliegenden Erfindung mit einem Unterkissen, das mit der chemisch-mechanischen Polierschicht integriert ist.

**[0019]** Fig. 9 ist eine Darstellung einer Seitenansicht eines Querschnitts eines chemisch-mechanischen Polierkissens der vorliegenden Erfindung mit einem Unterkissen und einem Plattenhaftmittel.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

**[0020]** Die chemisch-mechanischen Polierkissen der vorliegenden Erfindung umfassen eine chemisch-mechanische Polierschicht, die durch Vereinigen einer speziellen flüssigen Komponente der Poly-Seite (P) und einer flüssigen Komponente der Iso-Seite (I) gebildet wird, wobei die flüssige Komponente der Poly-Seite (P) ein Amin-Kohlendioxid-Addukt und mindestens eines von einem Polyol der (P)-Seite, einem Polyamin der (P)-Seite und einem Alkoholamin der (P)-Seite umfasst, wobei die flüssige Komponente der Iso-Seite (I) mindestens ein polyfunktionelles Isocyanat der (I)-Seite umfasst. Es wurde überraschenderweise gefunden, dass das Einbeziehen eines Amin-Kohlendioxid-Addukts in die Formulierungen für eine weiche Polierschicht der vorliegenden Erfindung eine signifikante Verbesserung des Substratpolierleistungsvermögens bereitstellt.

**[0021]** Der Begriff „Poliermedium“, wie er hier und in den beigefügten Patentansprüchen verwendet wird, umfasst Teilchen-enthaltende Polierlösungen und Lösungen, die keine Teilchen enthalten, wie z. B. schleifmittel-freie Polierlösungen mit einer reaktiven Flüssigkeit.

**[0022]** Der Begriff „im Wesentlichen kreisförmiger Querschnitt“, wie er hier und in den beigefügten Patentansprüchen in Bezug auf einen Formwerkzeughohlraum (20) verwendet wird, bedeutet, dass der längste Radius  $r_c$  des Formwerkzeughohlraums (20), der auf die x-y-Ebene (28) von der Mittelachse  $C_{Achse}$  (22) des Formwerkzeughohlraums auf eine vertikale innere Grenze (18) einer umgebenden Wand (15) projiziert wird,  $\leq 20\%$  länger ist als der kürzeste Radius  $r_c$  des Formwerkzeughohlraums (20), der auf die x-y-Ebene (28) von der Mittelachse  $C_{Achse}$  (22) des Formwerkzeughohlraums auf die vertikale innere Grenze (18) projiziert wird. (Vgl. die Fig. 1).

**[0023]** Der Begriff „Formwerkzeughohlraum“, wie er hier und in den beigefügten Patentansprüchen verwendet wird, bezieht sich auf das Volumen, das durch eine Basis (12) und eine vertikale innere Grenze (18) einer umgebenden Wand (15) festgelegt ist. (Vgl. die Fig. 1).

**[0024]** Der Begriff „im Wesentlichen senkrecht“, wie er hier und in den beigefügten Patentansprüchen in Bezug auf ein erstes Merkmal (z. B. eine horizontale innere Grenze, eine vertikale innere Grenze) relativ zu einem zweiten Merkmal (z. B. eine Achse, eine x-y-Ebene) verwendet wird, bedeutet, dass das erste Merkmal in einem Winkel von 80 bis 100° zu dem zweiten Merkmal vorliegt.

**[0025]** Der Begriff „vorwiegend senkrecht“, wie er hier und in den beigefügten Patentansprüchen in Bezug auf ein erstes Merkmal (z. B. eine horizontale innere Grenze, eine vertikale innere Grenze) relativ zu einem zweiten Merkmal (z. B. eine Achse, eine x-y-Ebene) verwendet wird, bedeutet, dass das erste Merkmal in einem Winkel von 85 bis 95° zu dem zweiten Merkmal vorliegt.

**[0026]** Der Begriff „durchschnittliche Polierschichtdicke  $T_{P-avg}$ “, wie er hier und in den beigefügten Patentansprüchen in Bezug auf eine chemisch-mechanische Polierschicht (90), die eine Polieroberfläche (95) aufweist, verwendet wird, steht für die durchschnittliche Polierschichtdicke  $T_P$  der chemisch-mechanischen Polierschicht (90), gemessen senkrecht zu der Polieroberfläche (95) ausgehend von der Polieroberfläche (95) zu der Basisoberfläche (92) der chemisch-mechanischen Polierschicht (90). (Vgl. die Fig. 2).

**[0027]** Der Begriff „im Wesentlichen kreisförmiger Querschnitt“, wie er hier und in den beigefügten Patentansprüchen in Bezug auf eine chemisch-mechanische Polierschicht (90) verwendet wird, bedeutet, dass der längste Radius  $r_p$  des Querschnitts von der Mittelachse (98) der chemisch-mechanischen Polierschicht (90)

zu dem Außenumfang (110) der Polieroberfläche (95) der chemisch-mechanischen Polierschicht (90)  $\leq 20\%$  länger ist als der kürzeste Radius  $r_p$  des Querschnitts von der Mittelachse (98) zu dem Außenumfang (110) der Polieroberfläche (95) (Vgl. die Fig. 2).

**[0028]** Die chemisch-mechanische Polierschicht (90) der vorliegenden Erfindung ist vorzugsweise für eine Drehung um eine Mittelachse (98) angepasst. (Vgl. die Fig. 2). Vorzugsweise liegt die Polieroberfläche (95) der chemisch-mechanischen Polierschicht (90) in einer Ebene (99) senkrecht zu der Mittelachse (98). Vorzugsweise ist die chemisch-mechanische Polierschicht (90) für eine Drehung in einer Ebene (99) angepasst, die in einem Winkel  $\gamma$  von 85 bis 95° zur Mittelachse (98), vorzugsweise von 90° zur Mittelachse (98) vorliegt. Vorzugsweise weist die chemisch-mechanische Polierschicht (90) eine Polieroberfläche (95) auf, die einen im Wesentlichen kreisförmigen Querschnitt senkrecht zur Mittelachse (98) aufweist. Vorzugsweise variiert der Radius  $r_p$  des Querschnitts der Polieroberfläche (95) senkrecht zur Mittelachse (98) um  $\leq 20\%$  für den Querschnitt, mehr bevorzugt um  $\leq 10\%$  für den Querschnitt.

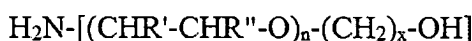
**[0029]** Der Begriff „Gelzeit“, wie er hier und in den beigefügten Patentansprüchen in Bezug auf eine flüssige Komponente der Poly-Seite (P) und eine flüssige Komponente der Iso-Seite (I) verwendet wird, die in einer axialen Mischvorrichtung der vorliegenden Erfindung gebildet werden, steht für die Gesamtaushärtungszeit für diese Kombination, die unter Verwendung eines Standardtestverfahrens gemäß ASTM D3795-00a bestimmt wird (2006 erneut zugelassen) (Standardtestverfahren für Eigenschaften des thermischen Fließens, des Aushärtens und des Verhaltens von gießfähigen wärmeaushärtenden Materialien durch ein Drehmomentrheometer).

**[0030]** Der Begriff „Poly(urethan)“, wie er hier und in den beigefügten Patentansprüchen verwendet wird, umfasst (a) Polyurethane, die durch die Reaktion von (i) Isocyanaten und (ii) Polyolen (einschließlich Diolen) gebildet werden, und (b) Poly(urethan), das durch die Reaktion von (i) Isocyanaten mit (ii) Polyolen (einschließlich Diolen) und (iii) Wasser, Aminen oder einer Kombination von Wasser und Aminen gebildet wird.

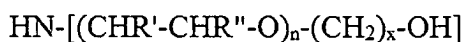
**[0031]** Vorzugsweise umfasst das chemisch-mechanische Polierkissen der vorliegenden Erfindung: eine chemisch-mechanische Polierschicht (90), die eine Polieroberfläche (95), eine Basisoberfläche (92) und eine durchschnittliche Polierschichtdicke  $T_{p-avg}$ , gemessen senkrecht zu der Polieroberfläche (95) von der Basisoberfläche (92) zu der Polieroberfläche (95), aufweist, wobei die chemisch-mechanische Polierschicht (90) durch Vereinigen einer flüssigen Komponente der Poly-Seite (P) und einer flüssigen Komponente der Iso-Seite (I) gebildet wird, wobei die flüssige Komponente der Poly-Seite (P) ein Amin-Kohlendioxid-Addukt und mindestens eines von einem Polyol der (P)-Seite, einem Polyamin der (P)-Seite und einem Alkoholamin der (P)-Seite umfasst, wobei die flüssige Komponente der Iso-Seite (I) mindestens ein polyfunktionelles Isocyanat der (I)-Seite umfasst, wobei die chemisch-mechanische Polierschicht (90) eine Porosität von  $\geq 10$  Vol.-% aufweist, wobei die Polierschicht (90) eine Shore D-Härte von  $< 40$  (vorzugsweise  $\leq 35$ , mehr bevorzugt  $\leq 30$ , insbesondere  $\leq 25$ ) aufweist und wobei die Polieroberfläche (95) zum Polieren eines Substrats angepasst ist. (Vgl. die Fig. 2).

**[0032]** Vorzugsweise umfasst die flüssige Komponente der Poly-Seite (P) ein Amin-Kohlendioxid-Addukt und mindestens eines von einem Polyol der (P)-Seite, einem Polyamin der (P)-Seite und einem Alkoholamin der (P)-Seite. Vorzugsweise enthält die flüssige Komponente der Poly-Seite (P) 0,5 bis 7 Gew.-% (vorzugsweise 1 bis 5 Gew.-%, mehr bevorzugt 2 bis 4 Gew.-%) eines Amin-Kohlendioxid-Addukts.

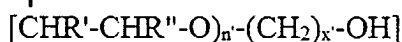
**[0033]** Vorzugsweise wird das Amin-Kohlendioxid-Addukt durch Inkontaktbringen von Kohlendioxid mit einem Alkanolamin erhalten, wobei das Alkanolamin einen oder zwei Etherrest(e) pro Molekül enthält. Mehr bevorzugt wird das Amin-Kohlendioxid-Addukt durch Inkontaktbringen von Kohlendioxid mit einem Alkanolamin erhalten, wobei das Alkanolamin eine Formel aufweist, die einer der nachstehenden Formeln entspricht:



oder



|



wobei jeder R' unabhängig aus Wasserstoff, einer Methylgruppe und einer Ethylgruppe ausgewählt ist, jeder R'' unabhängig aus Wasserstoff, einer Methylgruppe und einer Ethylgruppe ausgewählt ist, wobei n aus 1 und 2 ausgewählt ist, wobei n' aus 1 und 2 ausgewählt ist, wobei  $n + n' < 3$  ist und wobei x aus 1, 2, 3 und 4 ausgewählt ist, wobei x' aus 1, 2, 3 und 4 ausgewählt ist. Vorzugsweise wird das Amin-Kohlendioxid-Addukt durch Inkontaktbringen von Kohlendioxid mit einem Alkanolamin erhalten, wobei das Alkanolamin ein primäres Amin ist.

**[0034]** Vorzugsweise ist das Polyol der (P)-Seite aus der Gruppe, bestehend aus Diolen, Polyolen, Polyoldiolen, Copolymeren davon und Gemischen davon, ausgewählt. Mehr bevorzugt ist das Polyol der (P)-Seite aus der Gruppe, bestehend aus Polyetherpolyolen (z. B. Poly(oxytetramethylen)glykol, Poly(oxypropylen)glykol und Gemischen davon), Polycarbonatpolyolen, Polyesterpolyolen, Polycaprolactonpolyolen, Gemischen davon, und Gemischen davon mit einem oder mehreren Polyol(en) mit niedrigem Molekulargewicht, ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus Ethylenglykol, 1,2-Propylenglykol, 1,3-Propylenglykol, 1,2-Butandiol, 1,3-Butandiol, 2-Methyl-1,3-propandiol, 1,4-Butandiol, Neopentylglykol, 1,5-Pentandiol, 3-Methyl-1,5-pentandiol, 1,6-Hexandiol, Diethylenglykol, Dipropylenglykol und Tripropylenglykol, ausgewählt. Noch mehr bevorzugt ist das mindestens eine Polyol der (P)-Seite aus der Gruppe, bestehend aus Polytetramethylenetherglykol (PTMEG), Polyolen auf Esterbasis (wie z. B. Ethylenadipaten, Butylenadipaten), Polypropylenetherglykolen (PPG), Polycaprolactonpolyolen, Copolymeren davon und Gemischen davon, ausgewählt.

**[0035]** Vorzugsweise enthält die flüssige Komponente der Poly-Seite (P) mindestens ein Polyol der (P)-Seite, wobei das mindestens eine Polyol der (P)-Seite ein Polyol mit hohem Molekulargewicht mit einem Zahlenmittel des Molekulargewichts  $M_N$  von 2500 bis 100000 umfasst. Mehr bevorzugt weist das verwendete Polyol mit hohem Molekulargewicht ein Zahlenmittel des Molekulargewichts  $M_N$  von 5000 bis 50000 (noch mehr bevorzugt 7500 bis 25000, insbesondere 10000 bis 12000) auf.

**[0036]** Vorzugsweise enthält die flüssige Komponente der Poly-Seite (P) mindestens ein Polyol der (P)-Seite, wobei das mindestens eine Polyol der (P)-Seite ein Polyol mit hohem Molekulargewicht mit durchschnittlich drei bis zehn Hydroxylgruppen pro Molekül umfasst. Mehr bevorzugt weist das verwendete Polyol mit hohem Molekulargewicht durchschnittlich vier bis acht (noch mehr bevorzugt fünf bis sieben, insbesondere sechs) Hydroxylgruppen pro Molekül auf.

**[0037]** Beispiele für handelsübliche Polyole mit hohem Molekulargewicht umfassen Specflex®-Polyole, Voralol®-Polyole und Voralux®-Polyole (von The Dow Chemical Company erhältlich), Multtranol® Specialty-Polyole und Ultracel® Flexible-Polyole (von Bayer MaterialScience LLC erhältlich), sowie Pluracol®-Polyole (von BASF erhältlich). Eine Anzahl von bevorzugten Polyolen mit hohem Molekulargewicht ist in der Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1

Polyol mit hohem Molekulargewicht	Anzahl der OH-Gruppen pro Molekül	$M_N$	Hydroxylzahl (mg KOH/g)
Multtranol® 3901 Polyol	3,0	6000	28
Pluracol® 1385 Polyol	3,0	3200	50
Pluracol® 380 Polyol	3,0	6500	25
Pluracol® 1123 Polyol	3,0	7000	24
ULTRACEL® 3000 Polyol	4,0	7500	30
SPECFLEX® NC630 Polyol	4,2	7602	31
SPECFLEX® NC632 Polyol	4,7	8225	32
VORALUX® HF 505 Polyol	6,0	11400	30
MULTRANOL® 9185 Polyol	6,0	3366	100
VORANOL® 4053 Polyol	6,9	12420	31

**[0038]** Vorzugsweise enthält die flüssige Komponente der Poly-Seite (P) 0,5 bis 7 Gew.-% (mehr bevorzugt 1 bis 5 Gew.-%, insbesondere 2 bis 4 Gew.-%) des Amin-Kohlendioxid-Addukts und 25 bis 95 Gew.-% des Polyols der (P)-Seite, wobei das Polyol der (P)-Seite ein Polyetherpolyol mit hohem Molekulargewicht ist, wobei das Polyetherpolyol mit hohem Molekulargewicht ein Zahlenmittel des Molekulargewichts  $M_N$  von 2500

bis 100000 (mehr bevorzugt 5000 bis 50000, noch mehr bevorzugt 7500 bis 25000, insbesondere 10000 bis 12000) und durchschnittlich 4 bis 8 (mehr bevorzugt 5 bis 7, insbesondere 6) Hydroxylgruppen pro Molekül aufweist. Vorzugsweise ist das Polyol der (P)-Seite ein Gemisch aus einem Polyetherpolyol mit hohem Molekulargewicht und einem Polyol mit niedrigem Molekulargewicht, wobei das Polyetherpolyol mit hohem Molekulargewicht ein Zahlenmittel des Molekulargewichts  $M_N$  von 2500 bis 100000 (mehr bevorzugt 5000 bis 50000, noch mehr bevorzugt 7500 bis 25000, insbesondere 10000 bis 12000) und durchschnittlich 4 bis 8 (mehr bevorzugt 5 bis 7, insbesondere 6) Hydroxylgruppen pro Molekül aufweist, und wobei das Polyol mit niedrigem Molekulargewicht ein Zahlenmittel des Molekulargewichts  $M_N$  von  $\leq 200$  (mehr bevorzugt  $\leq 150$ , insbesondere  $\leq 100$ ) aufweist. Mehr bevorzugt ist das Polyol der (P)-Seite ein Gemisch aus 70 bis 90 Gew.-% eines Polyetherpolyols mit hohem Molekulargewicht und 10 bis 30 Gew.-% eines Polyols mit niedrigem Molekulargewicht, wobei das Polyetherpolyol mit hohem Molekulargewicht ein Zahlenmittel des Molekulargewichts  $M_N$  von 2500 bis 100000 (mehr bevorzugt 5000 bis 50000, noch mehr bevorzugt 7500 bis 25000, insbesondere 10000 bis 12000) und durchschnittlich 4 bis 8 (mehr bevorzugt 5 bis 7, insbesondere 6) Hydroxylgruppen pro Molekül aufweist, und wobei das Polyol mit niedrigem Molekulargewicht ein Zahlenmittel des Molekulargewichts  $M_N$  von  $\leq 200$  (mehr bevorzugt  $\leq 150$ , insbesondere  $\leq 100$ ) aufweist.

**[0039]** Vorzugsweise ist das Polyamin der (P)-Seite aus der Gruppe, bestehend aus Diaminen und anderen multifunktionellen Aminen, ausgewählt. Mehr bevorzugt ist das Polyamin der (P)-Seite aus der Gruppe, bestehend aus aromatischen Diaminen und anderen multifunktionellen aromatischen Aminen, ausgewählt, wie z. B. 4,4'-Methylen-bis-o-chloranilin („MbOCA“), 4,4'-Methylen-bis-(3-chlor-2,6-diethylanilin) („MCDEA“), Dimethylthiotoluoldiamin, Trimethylenglykoldi-p-aminobenzoat, Polytetramethylenoxiddi-p-aminobenzoat, Polytetramethylenoxidmono-p-aminobenzoat, Polypropylenoxiddi-p-aminobenzoat, Polypropylenoxidmono-p-aminobenzoat, 1,2-Bis(2-aminophenylthio)ethan, 4,4'-Methylen-bis-anilin, Diethyltoluoldiamin, 5-tert-Butyl-2,4-toluoldiamin, 3-tert-Butyl-2,6-toluoldiamin, 5-tert-Amyl-2,4-toluoldiamin und 3-tert-Amyl-2,6-toluoldiamin sowie Chlortoluoldiamin.

**[0040]** Vorzugsweise ist das Alkoholamin der (P)-Seite aus der Gruppe, bestehend aus Amin-initiierten Polyolen, ausgewählt. Mehr bevorzugt ist das Alkoholamin der (P)-Seite aus der Gruppe, bestehend aus Amin-initiierten Polyolen, die ein bis vier (mehr bevorzugt zwei bis vier, insbesondere zwei) Stickstoffatome pro Molekül enthalten, ausgewählt. Vorzugsweise ist das Alkoholamin der (P)-Seite aus der Gruppe, bestehend aus Amin-initiierten Polyolen, die durchschnittlich mindestens drei Hydroxylgruppen pro Molekül aufweisen, ausgewählt. Mehr bevorzugt ist das Alkoholamin der (P)-Seite aus der Gruppe, bestehend aus Amin-initiierten Polyolen, die durchschnittlich drei bis sechs (noch mehr bevorzugt drei bis fünf, insbesondere vier) Hydroxylgruppen pro Molekül aufweisen, ausgewählt. Besonders bevorzugte Amin-initiierte Polyole weisen ein Zahlenmittel des Molekulargewichts  $M_N$  von  $\leq 700$  (vorzugsweise 150 bis 650, mehr bevorzugt von 200 bis 500, insbesondere 250 bis 300) auf und weisen eine Hydroxylzahl (bestimmt gemäß dem ASTM-Testverfahren D4274-11) von 350 bis 1200 mg KOH/g auf. Mehr bevorzugt weist das verwendete Amin-initiierte Polyol eine Hydroxylzahl von 400 bis 1000 mg KOH/g (insbesondere 600 bis 850 mg KOH/g) auf. Beispiele für handelsübliche Amin-initiierte Polyole umfassen die Voranol®-Familie von Amin-initiierten Polyolen (von The Dow Chemical Company erhältlich), die Quadrol® Specialty-Polyole (N,N,N',N'-Tetrakis(2-hydroxypropylethylendiamin) (von BASF erhältlich), Pluracol®-Polyole auf Aminbasis (von BASF erhältlich), Multranol®-Polyole auf Aminbasis (von Bayer MaterialScience LLC erhältlich), Triisopropanolamin (TIPA) (von The Dow Chemical Company erhältlich) und Triethanolamin (TEA) (von Mallinckrodt Baker Inc. erhältlich). Eine Anzahl von bevorzugten Amin-initiierten Polyolen ist in der Tabelle 2 angegeben.

Tabelle 2

Amin-initiiertes Polyol	Anzahl der OH-Gruppen pro Molekül	$M_N$	Hydroxylzahl (mg KOH/g)
Triethanolamin	3	149	1130
Triisopropanolamin	3	192	877
MULTRANOL® 9138 Polyol	3	240	700
MULTRANOL® 9170 Polyol	3	481	350
VORANOL® 391 Polyol	4	568	391
VORANOL® 640 Polyol	4	352	638
VORANOL® 800 Polyol	4	280	801



QUADROL® Polyol	4	292	770
MULTRANOL® 4050 Polyol	4	356	630
MULTRANOL® 4063 Polyol	4	488	460
MULTRANOL® 8114 Polyol	4	568	395
MULTRANOL® 8120 Polyol	4	623	360
MULTRANOL® 9181 Polyol	4	291	770
VORANOL® 202 Polyol	5	590	475

**[0041]** Vorzugsweise enthält die flüssige Komponente der Iso-Seite (I) mindestens ein polyfunktionelles Isocyanat der (I)-Seite. Vorzugsweise enthält das mindestens eine polyfunktionelle Isocyanat der (I)-Seite zwei reaktive Isocyanatgruppen (d. h., NCO) pro Molekül.

**[0042]** Vorzugsweise ist das mindestens eine polyfunktionelle Isocyanat der (I)-Seite aus der Gruppe, bestehend aus einem aliphatischen polyfunktionellen Isocyanat, einem aromatischen polyfunktionellen Isocyanat und einem Gemisch davon, ausgewählt. Mehr bevorzugt ist das polyfunktionelle Isocyanat der (I)-Seite ein Diisocyanat, das aus der Gruppe, bestehend aus 2,4-Toluoldiisocyanat, 2,6-Toluoldiisocyanat, 4,4'-Diphenylmethandiisocyanat, Naphthalin-1,5-diisocyanat, Tolidindiisocyanat, para-Phenylendiisocyanat, Xylylendiisocyanat, Isophorondiisocyanat, Hexamethylendiisocyanat, 4,4'-Dicyclohexylmethandiisocyanat, Cyclohexandiisocyanat und Gemischen davon, ausgewählt ist. Noch mehr bevorzugt ist das mindestens eine polyfunktionelle Isocyanat der (I)-Seite ein Urethanvorpolymer mit Isocyanat-Endgruppen, das durch die Reaktion eines Diisocyanats mit einem Vorpolymerpolyol gebildet wird.

**[0043]** Vorzugsweise ist das mindestens eine polyfunktionelle Isocyanat der (I)-Seite ein Urethanvorpolymer mit Isocyanat-Endgruppen, wobei das Urethanvorpolymer mit Isocyanat-Endgruppen 2 bis 12 Gew.-% nicht umgesetzte Isocyanat(NCO)-Gruppen aufweist. Mehr bevorzugt weist das Urethanvorpolymer mit Isocyanat-Endgruppen, das in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung verwendet wird, 2 bis 10 Gew.-% (noch mehr bevorzugt 4 bis 8 Gew.-%, insbesondere 5 bis 7 Gew.-%) nicht umgesetzte Isocyanat(NCO)-Gruppen auf

**[0044]** Vorzugsweise ist das verwendete Urethanvorpolymer mit Isocyanat-Endgruppen das Reaktionsprodukt eines Diisocyanats mit einem Vorpolymerpolyol, wobei das Vorpolymerpolyol aus der Gruppe, bestehend aus Diolen, Polyolen, Polyoldiolen, Copolymeren davon und Gemischen davon, ausgewählt ist. Mehr bevorzugt ist das Vorpolymerpolyol aus der Gruppe, bestehend aus Polyetherpolyolen (z. B. Poly(oxytetramethylen)glykol, Poly(oxypropylen)glykol und Gemischen davon), Polycarbonatpolyolen, Polyesterpolyolen, Polycaprolactonpolyolen, Gemischen davon, und Gemischen davon mit einem oder mehreren Polyol(en) mit niedrigem Molekulargewicht, ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus Ethylenglykol, 1,2-Propylenglykol, 1,3-Propylenglykol, 1,2-Butandiol, 1,3-Butandiol, 2-Methyl-1,3-propandiol, 1,4-Butandiol, Neopentylglykol, 1,5-Pentandiol, 3-Methyl-1,5-pentandiol, 1,6-Hexandiol, Diethylenglykol, Dipropylenglykol und Tripropylenglykol, ausgewählt. Noch mehr bevorzugt ist das Vorpolymerpolyol aus der Gruppe, bestehend aus Polytetramethylenetherglykol (PTMEG), Polyolen auf Esterbasis (wie z. B. Ethylenadipaten, Butylenadipaten), Polypropylenetherglykolen (PPG), Polycaprolactonpolyolen, Copolymeren davon und Gemischen davon, ausgewählt. Insbesondere ist das Vorpolymerpolyol aus der Gruppe, bestehend aus PTMEG und PPG, ausgewählt.

**[0045]** Vorzugsweise wenn das Vorpolymerpolyol PTMEG ist, weist das Urethanvorpolymer mit Isocyanat-Endgruppen eine Konzentration von nicht umgesetztem Isocyanat (NCO) von 2 bis 10 Gew.-% (mehr bevorzugt von 4 bis 8 Gew.-%, insbesondere 6 bis 7 Gew.-%) auf. Beispiele für handelsübliche Urethanvorpolymer mit Isocyanat-Endgruppen auf PTMEG-Basis umfassen Imuthane®-Vorpolymer (von COIM USA, Inc., erhältlich, wie z. B. PET-80A, PET-85A, PET-90A, PET-93A, PET-95A, PET-60D, PET-70D, PET-75D), Adiprene®-Vorpolymer (von Chemtura erhältlich, wie z. B. LF 800A, LF 900A, LF 910A, LF 930A, LF 931A, LF 939A, LF 950A, LF 952A, LF 600D, LF 601D, LF 650D, LF 667, LF 700D, LF 750D, LF 751D, LF 752D, LF 753D und L325), Andur®-Vorpolymer (von Anderson Development Company erhältlich, wie z. B. 70APLF, 80APLF, 85APLF, 90APLF, 95APLF, 60DPLF, 70APLF, 75APLF).

**[0046]** Vorzugsweise weist, wenn das Vorpolymerpolyol PPG ist, das Urethanvorpolymer mit Isocyanat-Endgruppen eine Konzentration von nicht umgesetztem Isocyanat (NCO) von 3 bis 9 Gew.-% (mehr bevorzugt von 4 bis 8 Gew.-%, insbesondere 5 bis 6 Gew.-%) auf. Beispiele für handelsübliche Urethanvorpolymer mit Isocyanat-Endgruppen auf PPG-Basis umfassen Imuthane®-Vorpolymer (von COIM USA, Inc., erhältlich, wie z. B. PPT-80A, PPT-90A, PPT-95A, PPT-65D, PPT-75D), Adiprene®-Vorpolymer (von Chemtura erhältlich,

wie z. B. LFG 963A, LFG 964A, LFG 740D) und Andur®-Vorphpolymere (von Anderson Development Company erhältlich, wie z. B. 8000APLF, 9500APLF, 6500DPLF, 7501DPLF).

**[0047]** Vorzugsweise ist das Urethanvorphpolymer mit Isocyanat-Endgruppen, das in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung verwendet wird, ein Urethanvorphpolymer mit wenig freien Isocyanat-Endgruppen, das einen Gehalt von weniger als 0,1 Gew.-% an freiem Toluoldiisocyanat(TDI)-Monomer aufweist.

**[0048]** Vorzugsweise umfasst die flüssige Komponente der Iso-Seite (I) mindestens ein polyfunktionelles Isocyanat der (I)-Seite, wobei das mindestens eine polyfunktionelle Isocyanat der (I)-Seite ein nicht-TDI-basiertes Urethanvorphpolymer mit Isocyanat-Endgruppen ist. Es können auch nicht-TDI-basierte Urethanvorphpolymere mit Isocyanat-Endgruppen in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung verwendet werden. Beispielsweise sind Urethanvorphpolymere mit Isocyanat-Endgruppen, einschließlich diejenigen, die durch die Reaktion von 4, 4'-Diphenylmethandiisocyanat (MDI) und Polyolen, wie z. B. Polytetramethylenglykol (PTMEG), mit optionalen Diolen, wie z. B. 1,4-Butandiol (BDO), gebildet werden, akzeptabel. Wenn solche Urethanvorphpolymere mit Isocyanat-Endgruppen verwendet werden, beträgt die Konzentration des nicht umgesetzten Isocyanats (NCO) vorzugsweise 4 bis 10 Gew.-% (mehr bevorzugt 4 bis 8 Gew.-%, insbesondere 5 bis 7 Gew.-%). Beispiele für handelsübliche Urethanvorphpolymere mit Isocyanat-Endgruppen in dieser Kategorie umfassen Imuthane®-Vorphpolymere (von COIM USA, Inc., erhältlich, wie z. B. 27-85A, 27-90A, 27-95A), Andur®-Vorphpolymere (von Anderson Development Company erhältlich, wie z. B. IE75AP, IE80AP, IE85AP, IE90AP, IE95AP, IE98AP), Vibrathane®-Vorphpolymere (von Chemtura erhältlich, wie z. B. B625, B635, B821), Isonate® modifiziertes Vorphpolymer (von The Dow Chemical Company erhältlich, wie z. B. Isonate® 240 mit 18,7% NCO, Isonate® 181 mit 23% NCO, Isonate® 143L mit 29,2% NCO) und polymeres MDI (von The Dow Chemical Company erhältlich, wie z. B. PAPI® 20, 27, 94, 95, 580N, 901).

**[0049]** Vorzugsweise kann mindestens eine der flüssigen Komponente der Poly-Seite (P) und der flüssigen Komponente der Iso-Seite (I) gegebenenfalls zusätzliche flüssige Materialien enthalten. Beispielsweise kann mindestens eine der flüssigen Komponente der Poly-Seite (P) und der flüssigen Komponente der Iso-Seite (I) flüssige Materialien enthalten, die aus der Gruppe, bestehend aus Katalysatoren (z. B. tertiäre Amin-Katalysatoren, wie z. B. Dabco® 33LV Katalysator, der von Air Products, Inc., erhältlich ist, und ein Zinnkatalysator, wie z. B. Fomrez® Zinnkatalysator von Momentive), und grenzflächenaktiven Mitteln (z. B. Tegostab® grenzflächenaktives Silikonmittel von Evonik), ausgewählt sind. Vorzugsweise enthält die flüssige Komponente der Poly-Seite (P) ein zusätzliches flüssiges Material. Mehr bevorzugt enthält die flüssige Komponente der Poly-Seite (P) ein zusätzliches flüssiges Material, wobei das zusätzliche flüssige Material mindestens eines von einem Katalysator und einem grenzflächenaktiven Mittel ist. Insbesondere enthält die flüssige Komponente der Poly-Seite (P) einen Katalysator und ein grenzflächenaktives Mittel.

**[0050]** Vorzugsweise werden die flüssige Komponente der Poly-Seite (P) und die flüssige Komponente der Iso-Seite (I) in einem stöchiometrischen Verhältnis der reaktiven Wasserstoffgruppen (d. h., der Summe der Amin(NH<sub>2</sub>)-Gruppen und der Hydroxyl(OH)-Gruppen) in den Komponenten der flüssigen Komponente der Poly-Seite (P) zu den nicht umgesetzten Isocyanat(NCO)-Gruppen in der flüssigen Komponente der Iso-Seite (I) von 0,85 bis 1,15 (mehr bevorzugt 0,90 bis 1,10, insbesondere 0,95 bis 1,05) bereitgestellt.

**[0051]** Vorzugsweise weist die axiale Mischvorrichtung (60), die in dem Verfahren zur Herstellung einer chemisch-mechanischen Polierschicht der vorliegenden Erfindung verwendet wird, eine innere zylindrische Kammer (65) auf. Vorzugsweise weist die innere zylindrische Kammer (65) ein geschlossenes Ende (62) und ein offenes Ende (68) auf. Vorzugsweise sind das geschlossene Ende (62) und das offene Ende (68) jeweils im Wesentlichen senkrecht zu einer Symmetrieachse (70) der inneren zylindrischen Kammer (65). Mehr bevorzugt sind das geschlossene Ende (62) und das offene Ende (68) jeweils vorwiegend senkrecht zu einer Symmetrieachse (70) der inneren zylindrischen Kammer (65). Insbesondere sind das geschlossene Ende (62) und das offene Ende (68) jeweils senkrecht zu einer Symmetrieachse (70) der inneren zylindrischen Kammer (65). (Vgl. die Fig. 3 bis Fig. 5).

**[0052]** Vorzugsweise weist die axiale Mischvorrichtung (60), die in dem Verfahren zur Herstellung einer chemisch-mechanischen Polierschicht der vorliegenden Erfindung verwendet wird, eine innere zylindrische Kammer (65) mit einer Symmetrieachse (70) auf, wobei das offene Ende (68) eine kreisförmige Öffnung (69) aufweist. Mehr bevorzugt weist die axiale Mischvorrichtung (60), die in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung verwendet wird, eine innere zylindrische Kammer (65) mit einer Symmetrieachse (70) auf, wobei das offene Ende (68) eine kreisförmige Öffnung (69) aufweist und wobei die kreisförmige Öffnung (69) konzentrisch mit der inneren zylindrischen Kammer (65) ist. Insbesondere weist die axiale Mischvorrichtung (60), die in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung verwendet wird, eine innere zylindrische Kammer (65) mit einer Symme-

trieachse (70) auf, wobei das offene Ende (68) eine kreisförmige Öffnung (69) aufweist, wobei die kreisförmige Öffnung (69) konzentrisch mit der inneren zylindrischen Kammer (65) ist und wobei die kreisförmige Öffnung (69) senkrecht zu der Symmetrieachse (70) der inneren zylindrischen Kammer (65) ist. Vorzugsweise weist die kreisförmige Öffnung (69) einen Durchmesser von 1 bis 10 mm (mehr bevorzugt 1,5 bis 7,5 mm, noch mehr bevorzugt 2 bis 6 mm, insbesondere 2,5 bis 3,5 mm) auf. (Vgl. die Fig. 3 bis Fig. 5).

**[0053]** Vorzugsweise weist die axiale Mischvorrichtung (60), die in dem Verfahren zur Herstellung einer chemisch-mechanischen Polierschicht der vorliegenden Erfindung verwendet wird, mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung (75) der (P)-Seite auf, die in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet ist. Mehr bevorzugt weist die axiale Mischvorrichtung (60), die in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung verwendet wird, mindestens zwei Flüssigkeitszuführungsöffnungen (75) der (P)-Seite auf, die in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet sind. Vorzugsweise sind, wenn die axiale Mischvorrichtung (60), die in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung verwendet wird, mindestens zwei Flüssigkeitszuführungsöffnungen (75) der (P)-Seite aufweist, die in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet sind, die mindestens zwei Flüssigkeitszuführungsöffnungen (75) der (P)-Seite gleichmäßig um einen Umfang (67) der inneren zylindrischen Kammer (65) angeordnet. Mehr bevorzugt sind, wenn die axiale Mischvorrichtung (60), die in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung verwendet wird, mindestens zwei Flüssigkeitszuführungsöffnungen (75) der (P)-Seite aufweist, die in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet sind, die mindestens zwei Flüssigkeitszuführungsöffnungen (75) der (P)-Seite gleichmäßig um einen Umfang (67) der inneren zylindrischen Kammer (65) angeordnet und liegen in dem gleichen Abstand von dem geschlossenen Ende (62) der inneren zylindrischen Kammer (65) vor. Vorzugsweise ist die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung (75) der (P)-Seite durch eine Öffnung in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet, die einen Innendurchmesser von 0,05 bis 3 mm (vorzugsweise 0,1 bis 0,1 mm, mehr bevorzugt 0,15 bis 0,5 mm) aufweist. Vorzugsweise ist die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung der (P)-Seite in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet und ist auf die Symmetrieachse (70) der inneren zylindrischen Kammer (65) gerichtet. Mehr bevorzugt ist die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung der (P)-Seite in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet und ist auf die Symmetrieachse (70) der inneren zylindrischen Kammer (65) gerichtet und vorwiegend senkrecht zu derselben. Insbesondere ist die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung der (P)-Seite in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet und ist auf die Symmetrieachse (70) der inneren zylindrischen Kammer (65) gerichtet und senkrecht zu derselben.

**[0054]** Vorzugsweise weist die axiale Mischvorrichtung (60), die in dem Verfahren zur Herstellung einer chemisch-mechanischen Polierschicht der vorliegenden Erfindung verwendet wird, mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung (80) der (I)-Seite auf, die in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet ist. Mehr bevorzugt weist die axiale Mischvorrichtung (60), die in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung verwendet wird, mindestens zwei Flüssigkeitszuführungsöffnungen (80) der (I)-Seite auf, die in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet sind. Vorzugsweise sind, wenn die axiale Mischvorrichtung (60), die in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung verwendet wird, mindestens zwei Flüssigkeitszuführungsöffnungen (80) der (I)-Seite aufweist, die in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet sind, die mindestens zwei Flüssigkeitszuführungsöffnungen (80) der (I)-Seite gleichmäßig um einen Umfang (67) der inneren zylindrischen Kammer (65) angeordnet. Mehr bevorzugt sind, wenn die axiale Mischvorrichtung (60), die in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung verwendet wird, mindestens zwei Flüssigkeitszuführungsöffnungen (80) der (I)-Seite aufweist, die in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet sind, die mindestens zwei Flüssigkeitszuführungsöffnungen (80) der (I)-Seite gleichmäßig um einen Umfang (67) der inneren zylindrischen Kammer (65) angeordnet und liegen in dem gleichen Abstand von dem geschlossenen Ende (62) der inneren zylindrischen Kammer (65) vor. Vorzugsweise ist die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung der (I)-Seite durch eine Öffnung in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet, die einen Innendurchmesser von 0,05 bis 3 mm (vorzugsweise 0,1 bis 0,1 mm, mehr bevorzugt 0,15 bis 0,5 mm) aufweist. Vorzugsweise ist die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung der (I)-Seite in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet und ist auf die Symmetrieachse (70) der inneren zylindrischen Kammer (65) gerichtet. Mehr bevorzugt ist die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung der (I)-Seite in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet und ist auf die Symmetrieachse (70) der inneren zylindrischen Kammer (65) gerichtet und vorwiegend senkrecht zu derselben. Insbesondere ist die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung der (I)-Seite in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet und ist auf die Symmetrieachse (70) der inneren zylindrischen Kammer (65) gerichtet und senkrecht zu derselben.

**[0055]** Vorzugsweise weist die axiale Mischvorrichtung (60), die in dem Verfahren zur Herstellung einer chemisch-mechanischen Polierschicht der vorliegenden Erfindung verwendet wird, mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung (75) der (P)-Seite, die in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet ist, und mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung (80) der (I)-Seite auf, die in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet

ist, wobei die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung (75) der (P)-Seite und die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung (80) der (I)-Seite gleichmäßig um den Umfang (67) der inneren zylindrischen Kammer (65) angeordnet sind. Mehr bevorzugt weist die axiale Mischvorrichtung (60), die in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung verwendet wird, mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung (75) der (P)-Seite, die in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet ist, und mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung (80) der (I)-Seite auf, die in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet ist, wobei die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung (75) der (P)-Seite und die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung (80) der (I)-Seite gleichmäßig um den Umfang (67) der inneren zylindrischen Kammer (65) angeordnet sind und in dem gleichen Abstand von dem geschlossenen Ende (62) der inneren zylindrischen Kammer (65) vorliegen.

**[0056]** Vorzugsweise weist die axiale Mischvorrichtung (60), die in dem Verfahren zur Herstellung einer chemisch-mechanischen Polierschicht der vorliegenden Erfindung verwendet wird, mindestens zwei Flüssigkeitszuführungsöffnungen (75) der (P)-Seite, die in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet sind, und mindestens zwei Flüssigkeitszuführungsöffnungen (80) der (I)-Seite auf, die in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet sind. Vorzugsweise sind, wenn die axiale Mischvorrichtung (60), die in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung verwendet wird, mindestens zwei Flüssigkeitszuführungsöffnungen (75) der (P)-Seite, die in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet sind, und mindestens zwei Flüssigkeitszuführungsöffnungen (80) der (I)-Seite aufweist, die in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet sind, die mindestens zwei Flüssigkeitszuführungsöffnungen (75) der (P)-Seite gleichmäßig um den Umfang (67) der inneren zylindrischen Kammer (65) angeordnet, und die mindestens zwei Flüssigkeitszuführungsöffnungen (80) der (I)-Seite sind gleichmäßig um den Umfang (67) der inneren zylindrischen Kammer (65) angeordnet. Vorzugsweise liegen, wenn die axiale Mischvorrichtung (60), die in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung verwendet wird, mindestens zwei Flüssigkeitszuführungsöffnungen (75) der (P)-Seite, die in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet sind, und mindestens zwei Flüssigkeitszuführungsöffnungen (80) der (I)-Seite aufweist, die in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet sind, die Flüssigkeitszuführungsöffnungen (75) der (P)-Seite und die Flüssigkeitszuführungsöffnungen (80) der (I)-Seite abwechselnd um den Umfang (67) der inneren zylindrischen Kammer (65) vor. Vorzugsweise liegen, wenn die axiale Mischvorrichtung (60), die in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung verwendet wird, mindestens zwei Flüssigkeitszuführungsöffnungen (75) der (P)-Seite, die in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet sind, und mindestens zwei Flüssigkeitszuführungsöffnungen (80) der (I)-Seite aufweist, die in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet sind, die Flüssigkeitszuführungsöffnungen (75) der (P)-Seite und die Flüssigkeitszuführungsöffnungen (80) der (I)-Seite abwechselnd um den Umfang (67) der inneren zylindrischen Kammer (65) vor und sind gleichmäßig um den Umfang (67) der inneren zylindrischen Kammer (65) beabstandet. Insbesondere liegen, wenn die axiale Mischvorrichtung (60), die in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung verwendet wird, mindestens zwei Flüssigkeitszuführungsöffnungen (75) der (P)-Seite, die in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet sind, und mindestens zwei Flüssigkeitszuführungsöffnungen (80) der (I)-Seite aufweist, die in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet sind, die Flüssigkeitszuführungsöffnungen (75) der (P)-Seite und die Flüssigkeitszuführungsöffnungen (80) der (I)-Seite abwechselnd um den Umfang (67) der inneren zylindrischen Kammer (65) vor und sind gleichmäßig um den Umfang (67) der inneren zylindrischen Kammer (65) beabstandet, und die Flüssigkeitszuführungsöffnungen (75) der (P)-Seite und die Flüssigkeitszuführungsöffnungen (80) der (I)-Seite liegen alle in dem gleichen Abstand von dem geschlossenen Ende (62) der inneren zylindrischen Kammer (65) vor.

**[0057]** Vorzugsweise weist die axiale Mischvorrichtung (60), die in dem Verfahren zur Herstellung einer chemisch-mechanischen Polierschicht der vorliegenden Erfindung verwendet wird, mindestens eine tangentialer Zuführungsöffnung (85) für mit Druck beaufschlagtes Gas, die in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet ist, auf. Mehr bevorzugt weist die axiale Mischvorrichtung (60), die in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung verwendet wird, mindestens eine tangentialer Zuführungsöffnung (85) für mit Druck beaufschlagtes Gas, die in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet ist, auf, wobei die mindestens eine tangentialer Zuführungsöffnung (85) für mit Druck beaufschlagtes Gas entlang des Umfangs der inneren zylindrischen Kammer (65) ausgehend von dem geschlossenen Ende (62) stromabwärts von der mindestens einen Flüssigkeitszuführungsöffnung (75) der (P)-Seite und der mindestens einen Flüssigkeitszuführungsöffnung (80) der (I)-Seite angeordnet ist. Noch mehr bevorzugt weist die axiale Mischvorrichtung (60), die in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung verwendet wird, mindestens zwei tangentialer Zuführungsöffnungen (85) für mit Druck beaufschlagtes Gas, die in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet ist, auf, wobei die mindestens zwei tangentialen Zuführungsöffnungen (85) für mit Druck beaufschlagtes Gas entlang des Umfangs der inneren zylindrischen Kammer (65) ausgehend von dem geschlossenen Ende (62) stromabwärts von der mindestens einen Flüssigkeitszuführungsöffnung (75) der (P)-Seite und der mindestens einen Flüssigkeitszuführungsöffnung (80) der (I)-Seite angeordnet sind. Noch mehr bevorzugt weist die axiale Mischvorrichtung (60), die in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung verwendet wird, mindestens zwei tangentialer Zuführungsöffnungen (85) für mit Druck beaufschlagtes Gas, die in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet ist, auf, wobei die min-

destens zwei tangentialen Zuführungsöffnungen (85) für mit Druck beaufschlagtes Gas entlang des Umfangs der inneren zylindrischen Kammer (65) ausgehend von dem geschlossenen Ende (62) stromabwärts von der mindestens einen Flüssigkeitszuführungsöffnung (75) der (P)-Seite und der mindestens einen Flüssigkeitszuführungsöffnung (80) der (I)-Seite angeordnet sind und wobei die mindestens zwei tangentialen Zuführungsöffnungen (85) für mit Druck beaufschlagtes Gas gleichmäßig um den Umfang (67) der inneren zylindrischen Kammer (65) angeordnet sind. Insbesondere weist die axiale Mischvorrichtung (60), die in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung verwendet wird, mindestens zwei tangentiale Zuführungsöffnungen (85) für mit Druck beaufschlagtes Gas, die in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet ist, auf, wobei die mindestens zwei tangentialen Zuführungsöffnungen (85) für mit Druck beaufschlagtes Gas entlang des Umfangs der inneren zylindrischen Kammer (65) ausgehend von dem geschlossenen Ende (62) stromabwärts von der mindestens einen Flüssigkeitszuführungsöffnung (75) der (P)-Seite und der mindestens einen Flüssigkeitszuführungsöffnung (80) der (I)-Seite angeordnet sind und wobei die mindestens zwei tangentialen Zuführungsöffnungen (85) für mit Druck beaufschlagtes Gas gleichmäßig um den Umfang (67) der inneren zylindrischen Kammer (65) angeordnet sind und in dem gleichen Abstand von dem geschlossenen Ende (62) der inneren zylindrischen Kammer (65) vorliegen. Vorzugsweise ist die mindestens eine tangentiale Zuführungsöffnung für mit Druck beaufschlagtes Gas in die innere zylindrische Kammer (65) durch eine Öffnung mit einer kritischen Abmessung von 0,1 bis 5 mm (vorzugsweise 0,3 bis 3 mm, mehr bevorzugt 0,5 bis 2 mm) geöffnet. Vorzugsweise ist die mindestens eine tangentiale Zuführungsöffnung für mit Druck beaufschlagtes Gas in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet und verläuft tangential entlang eines inneren Umfangs der inneren zylindrischen Kammer (65). Vorzugsweise ist die mindestens eine tangentiale Zuführungsöffnung für mit Druck beaufschlagtes Gas in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet und verläuft tangential entlang eines inneren Umfangs der inneren zylindrischen Kammer und auf einer Ebene, die vorwiegend senkrecht zur Symmetrieachse (70) der inneren zylindrischen Kammer (65) ist. Insbesondere ist die mindestens eine tangentiale Zuführungsöffnung für mit Druck beaufschlagtes Gas in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet und verläuft tangential entlang eines inneren Umfangs der inneren zylindrischen Kammer und auf einer Ebene, die senkrecht zur Symmetrieachse (70) der inneren zylindrischen Kammer (65) ist.

**[0058]** Vorzugsweise umfasst das chemisch-mechanische Polierkissen der vorliegenden Erfindung eine chemisch-mechanische Polierschicht mit einer Shore D-Härte von  $< 40$ , gemessen gemäß ASTM D2240. Mehr bevorzugt umfasst das chemisch-mechanische Polierkissen der vorliegenden Erfindung eine chemisch-mechanische Polierschicht mit einer Shore D-Härte von  $\leq 35$  (noch mehr bevorzugt  $\leq 30$ , insbesondere  $\leq 25$ ), gemessen gemäß ASTM D2240.

**[0059]** Vorzugsweise umfasst das chemisch-mechanische Polierkissen der vorliegenden Erfindung eine chemisch-mechanische Polierschicht mit einer Porosität von  $\geq 10$  Vol.-%. Mehr bevorzugt umfasst das chemisch-mechanische Polierkissen der vorliegenden Erfindung eine chemisch-mechanische Polierschicht mit einer Porosität von 25 bis 75 Vol.-% (mehr bevorzugt 30 bis 60 Vol.-%, insbesondere 45 bis 55 Vol.-%).

**[0060]** Vorzugsweise weist die chemisch-mechanische Polierschicht (90) der vorliegenden Erfindung eine durchschnittliche Polierschichtdicke  $T_{P-avg}$  von 508 bis 3810  $\mu\text{m}$  (20 bis 150 mil) auf. Mehr bevorzugt weist die chemisch-mechanische Polierschicht (90) der vorliegenden Erfindung eine durchschnittliche Polierschichtdicke  $T_{P-avg}$  von 762 bis 3175  $\mu\text{m}$  (30 bis 125 mil) (noch mehr bevorzugt 1016 bis 3048  $\mu\text{m}$  (40 bis 120 mil), insbesondere 1270 bis 2540  $\mu\text{m}$  (50 bis 100 mil)) auf. (Vgl. die Fig. 2).

**[0061]** Vorzugsweise ist die chemisch-mechanische Polierschicht der vorliegenden Erfindung zum Polieren eines Substrats angepasst, wobei das Substrat mindestens eines von einem magnetischen Substrat, einem optischen Substrat und einem Halbleitersubstrat ist. Mehr bevorzugt ist die chemisch-mechanische Polierschicht der vorliegenden Erfindung zum Polieren eines Substrats angepasst, wobei das Substrat ein Halbleitersubstrat ist. Insbesondere ist chemisch-mechanische Polierschicht der vorliegenden Erfindung zum Polieren eines Substrats angepasst, wobei das Substrat ein Halbleiterwafer ist.

**[0062]** Vorzugsweise weist die chemisch-mechanische Polierschicht der vorliegenden Erfindung eine Polieroberfläche auf, die zum Erleichtern des Polierens des Substrats mindestens eine von einer Makrotextur und einer Mikrotextur aufweist. Vorzugsweise weist die Polieroberfläche eine Makrotextur auf, die so gestaltet ist, dass sie mindestens eines von (i) Erleichtern von mindestens einem von Aquaplaning, (ii) Beeinflussen des Strömens des Poliermediums, (iii) Modifizieren der Steifigkeit der Polierschicht, (iv) Vermindern von Kanteneffekten und (v) Erleichtern der Übertragung von Polierrückständen weg von dem Bereich zwischen der Polieroberfläche und dem zu polierenden Substrat bereitstellt.

**[0063]** Vorzugsweise weist die chemisch-mechanische Polierschicht des chemisch-mechanisches Polierkissens der vorliegenden Erfindung mindestens eines von mindestens einer Perforation und mindestens einer Rille (105) auf. Mehr bevorzugt weist die chemisch-mechanische Polierschicht des chemisch-mechanisches Polierkissens der vorliegenden Erfindung mindestens eine Rille (105) auf, die in der Polierschicht (90) ausgebildet ist und an der Polieroberfläche (95) geöffnet ist und eine Rillentiefe  $G_{\text{Tiefe}}$  ausgehend von der Polieroberfläche (95), gemessen senkrecht zu der Polieroberfläche (95) von der Polieroberfläche (95) zu der Basisoberfläche (92), aufweist. Vorzugsweise ist die mindestens eine Rille (105) derart auf der Polieroberfläche (95) angeordnet, dass sich beim Drehen des chemisch-mechanischen Polierkissens während des Polierens die mindestens eine Rille (105) über dem Substrat bewegt. Vorzugsweise ist die mindestens eine Rille aus gekrümmten Rillen, linearen Rillen und Kombinationen davon ausgewählt. Vorzugsweise weist die mindestens eine Rille eine durchschnittlichen Rillentiefe  $G_{\text{Tiefe-avg}}$  von  $\geq 254 \mu\text{m}$  (10 mil) (vorzugsweise 254 bis  $3810 \mu\text{m}$  (10 bis 150 mil)) auf. Vorzugsweise weist die mindestens eine Rille eine durchschnittlichen Rillentiefe  $G_{\text{Tiefe-avg}}$  von  $<$  der durchschnittlichen Polierschichtdicke  $T_{\text{P-avg}}$  auf. Vorzugsweise bildet die mindestens eine Rille (105) eine Rillenstruktur, die mindestens zwei Rillen umfasst, die eine Kombination aus einer durchschnittlichen Rillentiefe  $G_{\text{Tiefe-avg}}$ , die aus  $\geq 254 \mu\text{m}$  (10 mil),  $\geq 381 \mu\text{m}$  (15 mil) und 381 bis  $3810 \mu\text{m}$  (15 bis 150 mil) ausgewählt ist, einer Breite, die aus  $\geq 254 \mu\text{m}$  (10 mil) und 254 bis  $2540 \mu\text{m}$  (10 bis 100 mil) ausgewählt ist, und einem Abstand, der aus  $\geq 762 \mu\text{m}$  (30 mil),  $\geq 1270 \mu\text{m}$  (50 mil), 1270 bis  $5080 \mu\text{m}$  (50 bis 200 mil), 1778 bis  $5080 \mu\text{m}$  (70 bis 200 mil) und 2286 bis  $5080 \mu\text{m}$  (90 bis 200 mil) ausgewählt ist, aufweisen. Vorzugsweise ist die mindestens eine Rille aus (a) mindestens zwei konzentrischen Rillen, (b) mindestens einer Spirallrille, (c) einem Kreuzrillenmuster und (d) einer Kombination davon ausgewählt. (Vgl. die Fig. 6).

**[0064]** Vorzugsweise umfasst das Rillenmuster eine Mehrzahl von Rillen. Mehr bevorzugt ist das Rillenmuster aus einer Rillengestaltung ausgewählt. Vorzugsweise ist die Rillengestaltung aus der Gruppe, bestehend aus konzentrischen Rillen (die kreisförmig oder spiralförmig sein können), gekrümmten Rillen, Kreuzrillen (z. B. als ein X-Y-Gitter auf der Kissenoberfläche angeordnet), anderen regelmäßigen Gestaltungen (z. B. Sechsecken, Dreiecken), Mustern des Reifenprofiltyps, unregelmäßigen Gestaltungen (z. B. fraktalen Mustern) und Kombinationen davon, ausgewählt. Mehr bevorzugt ist die Rillengestaltung aus der Gruppe, bestehend aus zufällig angeordneten Rillen, konzentrischen Rillen, Spirallrillen, Kreuzrillen, X-Y-Gitterrillen, sechseckigen Rillen, dreieckigen Rillen, fraktalen Rillen und Kombinationen davon, ausgewählt. Insbesondere weist die Polieroberfläche ein Spirallrillenmuster auf, das darin ausgebildet ist. Das Rillenprofil ist vorzugsweise aus einem rechteckigen Rillenprofil mit geraden Seitenwänden ausgewählt oder bei dem Rillenquerschnitt kann es sich um einen „V“-förmigen Rillenquerschnitt, einen „U“-förmigen Rillenquerschnitt, einen sägezahnförmigen Rillenquerschnitt und Kombinationen davon handeln.

**[0065]** Vorzugsweise umfasst das Verfahren zur Herstellung einer chemisch-mechanischen Polierschicht der vorliegenden Erfindung: Bereitstellen einer flüssigen Komponente der Poly-Seite (P), die ein Amin-Kohlendi-oxid-Addukt und mindestens eines von einem Polyol der (P)-Seite, einem Polyamin der (P)-Seite und einem Alkoholamin der (P)-Seite umfasst, Bereitstellen einer flüssigen Komponente der Iso-Seite (I), die mindestens ein polyfunktionelles Isocyanat der (I)-Seite umfasst, Bereitstellen eines mit Druck beaufschlagten Gases, Bereitstellen einer axialen Mischvorrichtung (60), die eine innere zylindrische Kammer (65) aufweist, wobei die innere zylindrische Kammer (65) ein geschlossenes Ende (62), ein offenes Ende (68), eine Symmetrieachse (70), mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung (75) der (P)-Seite, die in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet ist, mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung (80) der (I)-Seite, die in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet ist, und mindestens eine (vorzugsweise mindestens zwei) tangentiale Zuführungsöffnung (85) für mit Druck beaufschlagtes Gas, die in die innere zylindrische Kammer (65) geöffnet ist, wobei das geschlossene Ende (62) und das offene Ende (68) senkrecht zur Symmetrieachse (70) sind, wobei die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung (75) der (P)-Seite und die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung (80) der (I)-Seite entlang eines Umfangs der inneren zylindrischen Kammer (65) in der Nähe des geschlossenen Endes (62) angeordnet sind, wobei die mindestens eine (vorzugsweise mindestens zwei) tangentiale Zuführungsöffnung (85) für mit Druck beaufschlagtes Gas entlang des Umfangs (67) der inneren zylindrischen Kammer (65) ausgehend von dem geschlossenen Ende (62) stromabwärts von der mindestens einen Flüssigkeitszuführungsöffnung (75) der (P)-Seite und der mindestens einen Flüssigkeitszuführungsöffnung (80) der (I)-Seite angeordnet ist, wobei die flüssige Komponente der Poly-Seite (P) in die innere zylindrische Kammer (65) durch die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung (75) der (P)-Seite bei einem Beschickungsdruck der (P)-Seite von 6895 bis 27600 kPa eingebracht wird, wobei die flüssige Komponente der Iso-Seite (I) in die innere zylindrische Kammer (65) durch die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung (80) der (I)-Seite bei einem Beschickungsdruck der (I)-Seite von 6895 bis 27600 kPa eingebracht wird, wobei die kombinierte Massenströmungsgeschwindigkeit der flüssigen Komponente der Poly-Seite (P) und der flüssigen Komponente der Iso-Seite (I) zu der inneren zylindrischen Kammer 1 bis 500 g/s (vorzugsweise 2 bis 40 g/s, mehr bevorzugt 2 bis 25 g/s) beträgt, wobei das mit Druck beaufschlagte Gas in die innere zylindrische

Kammer (65) durch die mindestens eine (vorzugsweise mindestens zwei) tangentiale Zuführungsöffnung (85) für mit Druck beaufschlagtes Gas mit einem Zuführungsdruck von 150 bis 1500 kPa eingebracht wird, wobei die Einlassgeschwindigkeit in die innere zylindrische Kammer des mit Druck beaufschlagten Gases 50 bis 600 m/s beträgt, berechnet auf der Basis von idealen Gasbedingungen bei 20°C und 1 atm Druck, oder vorzugsweise 75 bis 350 m/s beträgt, wobei die flüssige Komponente der Poly-Seite (P), die flüssige Komponente der Iso-Seite (I) und das mit Druck beaufschlagte Gas innerhalb der inneren zylindrischen Kammer (65) zur Bildung eines Gemischs gemischt werden, Austragen des Gemischs aus dem offenen Ende (68) der inneren zylindrischen Kammer (65) in die Richtung eines Targets mit einer Geschwindigkeit von 5 bis 1000 m/s oder vorzugsweise von 10 bis 600 m/s oder mehr bevorzugt von 15 bis 450 m/s, Erstarrenlassen des Gemischs zu einer Masse und Abtrennen der chemisch-mechanischen Polierschicht von der Masse, wobei die chemisch-mechanische Polierschicht eine Porosität von  $\geq 10$  Vol.-% und eine Polieroberfläche aufweist, die zum Polieren eines Substrats angepasst ist (wobei die chemisch-mechanische Polierschicht vorzugsweise eine Shore D-Härte von  $< 40$  (vorzugsweise  $\leq 35$ , mehr bevorzugt  $\leq 30$ , insbesondere  $\leq 25$ ) aufweist). (Vgl. die Fig. 3 bis Fig. 5).

**[0066]** Vorzugsweise wird in dem Verfahren zur Herstellung einer chemisch-mechanischen Polierschicht der vorliegenden Erfindung die flüssige Komponente der Poly-Seite (P) in die innere zylindrische Kammer (65) durch die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung (75) der (P)-Seite bei einem Beschickungsdruck der (P)-Seite von 6895 bis 27600 kPa eingebracht. Mehr bevorzugt wird die flüssige Komponente der Poly-Seite (P) in die innere zylindrische Kammer (65) durch die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung (75) der (P)-Seite bei einem Beschickungsdruck der (P)-Seite von 8000 bis 20000 kPa eingebracht. Insbesondere wird die flüssige Komponente der Poly-Seite (P) in die innere zylindrische Kammer (65) durch die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung (75) der (P)-Seite bei einem Beschickungsdruck der (P)-Seite von 10000 bis 17000 kPa eingebracht.

**[0067]** Vorzugsweise wird in dem Verfahren zur Herstellung einer chemisch-mechanischen Polierschicht der vorliegenden Erfindung die flüssige Komponente der Iso-Seite (I) in die innere zylindrische Kammer (65) durch die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung (80) der (I)-Seite bei einem Beschickungsdruck der (I)-Seite von 6895 bis 27600 kPa eingebracht. Mehr bevorzugt wird die flüssige Komponente der Iso-Seite (I) in die innere zylindrische Kammer (65) durch die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung (80) der (I)-Seite bei einem Beschickungsdruck der (I)-Seite von 8000 bis 20000 kPa eingebracht. Insbesondere wird die flüssige Komponente der Iso-Seite (I) in die innere zylindrische Kammer (65) durch die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung (80) der (I)-Seite bei einem Beschickungsdruck der (I)-Seite von 10000 bis 17000 kPa eingebracht.

**[0068]** Vorzugsweise ist in dem Verfahren zur Herstellung einer chemisch-mechanischen Polierschicht der vorliegenden Erfindung das verwendete, mit Druck beaufschlagte Gas aus der Gruppe, bestehend aus Kohlendioxid, Stickstoff, Luft und Argon, ausgewählt. Mehr bevorzugt ist das verwendete, mit Druck beaufschlagte Gas aus der Gruppe, bestehend aus Kohlendioxid, Stickstoff und Luft, ausgewählt. Noch mehr bevorzugt ist das verwendete, mit Druck beaufschlagte Gas aus der Gruppe, bestehend aus Stickstoff und Luft, ausgewählt. Insbesondere ist das verwendete, mit Druck beaufschlagte Gas Luft.

**[0069]** Vorzugsweise weist in dem Verfahren zur Herstellung einer chemisch-mechanischen Polierschicht der vorliegenden Erfindung das verwendete, mit Druck beaufschlagte Gas einen Wassergehalt von  $\leq 10$  ppm auf. Mehr bevorzugt weist das verwendete, mit Druck beaufschlagte Gas einen Wassergehalt von  $\leq 1$  ppm auf. Noch mehr bevorzugt weist das verwendete, mit Druck beaufschlagte Gas einen Wassergehalt von  $\leq 0,1$  ppm auf. Insbesondere weist das verwendete, mit Druck beaufschlagte Gas einen Wassergehalt von  $\leq 0,01$  ppm auf.

**[0070]** Vorzugsweise wird in dem Verfahren zur Herstellung einer chemisch-mechanischen Polierschicht der vorliegenden Erfindung das mit Druck beaufschlagte Gas in die innere zylindrische Kammer (65) durch die mindestens zwei tangentialen Zuführungsöffnungen (85) für mit Druck beaufschlagtes Gas mit einer Einlassgeschwindigkeit eingebracht, wobei die Einlassgeschwindigkeit 50 bis 600 m/s beträgt, berechnet auf der Basis von idealen Gasbedingungen bei 20°C und 1 atm Druck, oder vorzugsweise 75 bis 350 m/s beträgt. Ohne dass eine Bindung an eine Theorie beabsichtigt ist, sollte beachtet werden, dass dann, wenn die Einlassgeschwindigkeit zu niedrig ist, die in dem Formwerkzeug vorliegende Polierschicht eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für die Entwicklung unerwünschter Risse aufweist.

**[0071]** Vorzugsweise wird in dem Verfahren zur Herstellung einer chemisch-mechanischen Polierschicht der vorliegenden Erfindung das mit Druck beaufschlagte Gas in die innere zylindrische Kammer (65) durch die mindestens zwei tangentialen Zuführungsöffnungen (85) für mit Druck beaufschlagtes Gas mit einem Zuführungsdruck von 150 bis 1500 kPa eingebracht. Mehr bevorzugt wird das mit Druck beaufschlagte Gas in die

innere zylindrische Kammer (65) durch die mindestens zwei tangentialen Zuführungsöffnungen (85) für mit Druck beaufschlagtes Gas mit einem Zuführungsdruck von 350 bis 1000 kPa eingebracht. Insbesondere das mit Druck beaufschlagte Gas in die innere zylindrische Kammer (65) durch die mindestens zwei tangentialen Zuführungsöffnungen (85) für mit Druck beaufschlagtes Gas mit einem Zuführungsdruck von 550 bis 830 kPa eingebracht.

**[0072]** Vorzugsweise beträgt in dem Verfahren zur Herstellung einer chemisch-mechanischen Polierschicht der vorliegenden Erfindung die kombinierte Massenströmungsgeschwindigkeit der flüssigen Komponente der Poly-Seite (P) und der flüssigen Komponente der Iso-Seite (I) zu der inneren zylindrischen Kammer (65) 1 bis 500 g/s (vorzugsweise 2 bis 40 g/s, mehr bevorzugt 2 bis 25 g/s).

**[0073]** Vorzugsweise beträgt in dem Verfahren zur Herstellung einer chemisch-mechanischen Polierschicht der vorliegenden Erfindung das Verhältnis von (a) der Summe der kombinierten Massenströmungsgeschwindigkeit der flüssigen Komponente der Poly-Seite (P) und der flüssigen Komponente der Iso-Seite (I) zu der inneren zylindrischen Kammer (65) zu (b) der Massenströmungsgeschwindigkeit des mit Druck beaufschlagten Gases zu der inneren zylindrischen Kammer (65) (berechnet auf der Basis idealer Gasbedingungen bei 20°C und 1 atm Druck)  $\leq 46$  zu 1 (mehr bevorzugt  $\leq 30$  zu 1).

**[0074]** Vorzugsweise wird in dem Verfahren zur Herstellung einer chemisch-mechanischen Polierschicht der vorliegenden Erfindung das Gemisch, das in der axialen Mischvorrichtung (60) gebildet worden ist, von dem offenen Ende (68) der inneren zylindrischen Kammer (65) in die Richtung eines Targets (12) bei einer Geschwindigkeit von 10 bis 300 m/s ausgetragen. Mehr bevorzugt wird das Gemisch von der Öffnung (69) an dem offenen Ende (68) der axialen Mischvorrichtung (60) mit einer Geschwindigkeit mit einer z-Komponente in der Richtung parallel zu der z-Achse (Z) in die Richtung eines Targets (12) bei einer Geschwindigkeit von 10 bis 300 m/s ausgetragen. (Vgl. die Fig. 1 und Fig. 7).

**[0075]** Vorzugsweise wird in dem Verfahren zur Herstellung einer chemisch-mechanischen Polierschicht der vorliegenden Erfindung das Gemisch von dem offenen Ende (68) der axialen Mischvorrichtung (60) bei einer Höhe E in der z-Abmessung oberhalb des Targets (12) ausgetragen. Mehr bevorzugt wird das Gemisch von dem offenen Ende (68) der axialen Mischvorrichtung (60) bei einer Höhe E entlang der z-Abmessung oberhalb des Targets (12) ausgetragen, wobei die durchschnittliche Höhe  $E_{\text{avg}}$  2,5 bis 125 cm (mehr bevorzugt 7,5 bis 75 cm, insbesondere 12,5 bis 50 cm) beträgt. (Vgl. die Fig. 1 und Fig. 7).

**[0076]** Vorzugsweise ist in dem Verfahren zur Herstellung einer chemisch-mechanischen Polierschicht der vorliegenden Erfindung das verwendete Target jedwedes geeignete Material zum Aufnehmen des ausgetragenen Gemischs. Mehr bevorzugt ist das Target ein Material, das aus einer Kunststoffoberfläche, einer Glasoberfläche und einer Metalloberfläche ausgewählt ist. Vorzugsweise ist das Target aus flachen Materialien und geformten Materialien (z. B. einem Target mit einem darin ausgebildeten negativen Rillenmuster) ausgewählt.

**[0077]** Vorzugsweise legt das Target (12), das in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung verwendet wird, ein Negativ (14) eines Rillenmusters fest, wobei das Rillenmuster (100) auf die Polieroberfläche (95) der chemisch-mechanischen Polierschicht (90) übertragen wird. Vorzugsweise weist das Target (12) einen im Wesentlichen kreisförmigen Querschnitt mit einem durchschnittlichen Radius  $r_c$  auf (wobei  $r_c$  vorzugsweise 20 bis 100 cm beträgt, wobei  $r_c$  mehr bevorzugt 25 bis 65 cm beträgt, wobei  $r_c$  insbesondere 40 bis 60 cm beträgt). (Vgl. die Fig. 1 und Fig. 7).

**[0078]** Vorzugsweise ist das Target (12), das in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung verwendet wird, ein integrierter Teil eines Formwerkzeugs (10) mit einer umgebenden Wand (15). Vorzugsweise legt die umgebende Wand eine vertikale innere Grenze (18) des Formwerkzeughohlraums (20) fest, die im Wesentlichen senkrecht zur der x-y-Ebene (28) ist. Mehr bevorzugt legt die umgebende Wand eine vertikale innere Grenze (18) des Formwerkzeughohlraums (20) fest, die vorwiegend senkrecht zur der x-y-Ebene (28) ist. (Vgl. die Fig. 1).

**[0079]** Vorzugsweise weist der Formwerkzeughohlraum (20) eine Mittelachse  $C_{\text{Achse}}$  (22) auf, die mit der z-Achse zusammenfällt und welche die horizontale innere Grenze (14) der Basis (12) des Formwerkzeugs (10) an dem Mittelpunkt (21) schneidet. Vorzugsweise befindet sich der Mittelpunkt (21) an der geometrischen Mitte des Querschnitts  $C_{\text{x-sect}}$  (24) des Formwerkzeughohlraums (20), der auf die x-y-Ebene (28) projiziert wird. (Vgl. die Fig. 1).



**[0080]** Vorzugsweise kann der Querschnitt  $C_{x\text{-sect}}$  (24) des Formwerkzeughohlraums, der auf die x-y-Ebene (28) projiziert wird, jedwede regelmäßige oder unregelmäßige zweidimensionale Form sein. Vorzugsweise ist der Querschnitt  $C_{x\text{-sect}}$  (24) des Formwerkzeughohlraums aus einem Vieleck und einer Ellipse ausgewählt. Mehr bevorzugt ist der Querschnitt  $C_{x\text{-sect}}$  (24) des Formwerkzeughohlraums ein im Wesentlichen kreisförmiger Querschnitt mit einem durchschnittlichen Radius  $r_c$  (wobei  $r_c$  vorzugsweise 20 bis 100 cm beträgt, wobei  $r_c$  mehr bevorzugt 25 bis 65 cm beträgt, wobei  $r_c$  insbesondere 40 bis 60 cm beträgt). Insbesondere ist der Formwerkzeughohlraum (20) näherungsweise ein aufrechter zylindrisch geformter Bereich mit einem im Wesentlichen kreisförmigen Querschnitt  $C_{x\text{-sect}}$ , wobei der Formwerkzeughohlraum eine Symmetrieachse  $C_{x\text{-sym}}$  (25) aufweist, die mit der Mittelachse  $C_{\text{Achse}}$  (22) des Formwerkzeughohlraums zusammenfällt, wobei der aufrechte zylindrisch geformte Bereich eine Querschnittsfläche  $C_{x\text{-Fläche}}$  aufweist, die wie folgt definiert ist:

$$C_{x\text{-Fläche}} = \pi r_c^2,$$

worin  $r_c$  der durchschnittliche Radius der Querschnittsfläche  $C_{x\text{-Fläche}}$  des Formwerkzeughohlraums ist, die auf die x-y-Ebene (28) projiziert ist, und wobei  $r_c$  20 bis 100 cm (mehr bevorzugt 25 bis 65 cm, insbesondere 40 bis 60 cm) beträgt. (Vgl. die Fig. 1).

**[0081]** Vorzugsweise weist in dem Verfahren zur Herstellung einer chemisch-mechanischen Polierschicht der vorliegenden Erfindung das Gemisch, das in der axialen Mischvorrichtung gebildet wird, eine Gelzeit von 5 bis 900 Sekunden auf. Mehr bevorzugt weist das Gemisch, das in der axialen Mischvorrichtung gebildet wird, eine Gelzeit von 10 bis 600 Sekunden auf. Insbesondere weist das Gemisch, das in der axialen Mischvorrichtung gebildet wird, eine Gelzeit von 15 bis 120 Sekunden auf.

**[0082]** Vorzugsweise kann die chemisch-mechanische Polierschicht, die unter Verwendung des Verfahrens der vorliegenden Erfindung hergestellt worden ist, mit mindestens einer zusätzlichen Schicht zur Bildung eines chemisch-mechanischen Polierkissens verbunden werden. Vorzugsweise wird die chemisch-mechanische Polierschicht, die unter Verwendung des Verfahrens der vorliegenden Erfindung hergestellt worden ist, mit einem Unterkissen verbunden.

**[0083]** Vorzugsweise umfasst das Verfahren zur Herstellung einer chemisch-mechanischen Polierschicht (90) für ein chemisch-mechanisches Polierkissen (200) der vorliegenden Erfindung ferner: Bereitstellen einer Substanz der Poly-Seite (P), die mindestens eines von dem Polyol der (P)-Seite, dem Polyamin der (P)-Seite und dem Alkoholamin der (P)-Seite umfasst, Bereitstellen einer Substanz der Iso-Seite (I), die mindestens ein polyfunktionelles Isocyanat der (I)-Seite umfasst, wobei die Substanz der Poly-Seite (P) in die innere zylindrische Kammer durch die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung der (P)-Seite bei einem Beschickungsdruck der (P)-Seite von 6895 bis 27600 kPa eingebracht wird, wobei die Substanz der Iso-Seite (I) in die innere zylindrische Kammer durch die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung der (I)-Seite bei einem Beschickungsdruck der (I)-Seite von 6895 bis 27600 kPa eingebracht wird, wobei die kombinierte Massenströmungsgeschwindigkeit der Substanz der Poly-Seite (P) und der Substanz der Iso-Seite (I) zu der inneren zylindrischen Kammer 1 bis 500 g/s, wie z. B. vorzugsweise 2 bis 40 g/s oder mehr bevorzugt 2 bis 25 g/s, beträgt, wobei die Substanz der Poly-Seite (P), die Substanz der Iso-Seite (I) und das mit Druck beaufschlagte Gas innerhalb der inneren zylindrischen Kammer zur Bildung eines Gemischs gemischt werden, wobei das mit Druck beaufschlagte Gas in die innere zylindrische Kammer durch die mindestens eine tangentiale Zuführungsöffnung für mit Druck beaufschlagtes Gas mit einem Zuführungsdruck von 150 bis 1500 kPa eingebracht wird, wobei die Einlassgeschwindigkeit in die innere zylindrische Kammer des mit Druck beaufschlagten Gases 50 bis 600 m/s beträgt, berechnet auf der Basis von idealen Gasbedingungen bei 20°C und 1 atm Druck, oder vorzugsweise 75 bis 350 m/s beträgt, Austragen des Gemischs aus dem offenen Ende der inneren zylindrischen Kammer in die Richtung einer Basisoberfläche der chemisch-mechanischen Polierschicht mit einer Geschwindigkeit von 5 bis 1000 m/s oder vorzugsweise von 10 bis 600 m/s oder mehr bevorzugt von 15 bis 450 m/s, Erstarrenlassen des Gemischs auf der Basisoberfläche der chemisch-mechanischen Polierschicht zur Bildung eines Unterkissens (220), wobei das Unterkissen (220) mit der chemisch-mechanischen Polierschicht (90) integriert ist, wobei das Unterkissen (220) eine Unterkissenporosität aufweist, die von derjenigen der chemisch-mechanischen Polierschicht (90) verschieden ist. Vorzugsweise grenzt das Unterkissen (220) an die Basisoberfläche (92) der Polierschicht (90) an. Vorzugsweise weist das Unterkissen (220) eine Unterkissendicke  $T_s$  senkrecht zu der Polieroberfläche (95) der chemisch-mechanischen Polierschicht (90) auf. Ein Fachmann ist in der Lage, eine geeignete Unterkissendicke  $T_s$  für das Unterkissen (220) auszuwählen. Vorzugsweise weist das Unterkissen (220) eine durchschnittliche Unterkissendicke  $T_{s\text{-avg}}$  von  $\geq 381 \mu\text{m}$  (15 mil) (mehr bevorzugt 762 bis 2540  $\mu\text{m}$  (30 bis 100 mil), insbesondere 762 bis 1905  $\mu\text{m}$  (30 bis 75 mil)) auf. Vorzugsweise können die Substanz der Poly-Seite (P) und die flüssige Komponente der Poly-Seite (P) gleich oder verschieden sein. Vorzugsweise sind die Substanz der Poly-Seite (P) und die flüssige Komponente der Poly-Seite (P) verschieden. Vorzugs-

weise sind die Substanz der Poly-Seite (P) und die flüssige Komponente der Poly-Seite (P) gleich. Die flüssige Komponente der Iso-Seite (I) und die Substanz der Iso-Seite (I) können gleich oder verschieden sein. Vorzugsweise sind die flüssige Komponente der Iso-Seite (I) und die Substanz der Iso-Seite (I) gleich. Vorzugsweise sind die flüssige Komponente der Iso-Seite (I) und die Substanz der Iso-Seite (I) verschieden. (Vgl. die **Fig. 8**).

**[0084]** Vorzugsweise kann die chemisch-mechanische Polierschicht, die unter Verwendung des Verfahrens der vorliegenden Erfindung hergestellt worden ist, mit mindestens einer zusätzlichen Schicht (**225**) (z. B. einem Unterkissen) unter Verwendung eines Stapelhaftmittels (**210**) verbunden werden, wobei das Stapelhaftmittel (**210**) zwischen der Basisoberfläche (**92**) der chemisch-mechanischen Polierschicht (**90**) und der zusätzlichen Schicht (**225**) angeordnet ist. Die mindestens eine zusätzliche Schicht verbessert vorzugsweise die Anpassung der chemisch-mechanischen Polierschicht an die Oberfläche des polierten Substrats. Vorzugsweise ist das verwendete (**210**) ein Haftmittel, das aus der Gruppe, bestehend aus Haftklebstoffen, reaktiven Heißschmelzhaftmitteln, Kontakthaftmitteln und Kombinationen davon, ausgewählt ist. Mehr bevorzugt ist das verwendete Stapelhaftmittel aus der Gruppe, bestehend aus reaktiven Heißschmelzhaftmitteln und Haftklebstoffen, ausgewählt. Insbesondere ist das verwendete Stapelhaftmittel ein reaktives Heißschmelzhaftmittel. (Vgl. die **Fig. 9**).

**[0085]** Vorzugsweise ist das chemisch-mechanische Polierkissen (**200**) der vorliegenden Erfindung zum Verbinden mit einer Platte eines Poliergeräts angepasst. Vorzugsweise ist das chemisch-mechanische Polierkissen (**200**) zum Anbringen an der Platte unter Verwendung von mindestens einem von Vakuum und eines Platten-Haftklebstoffs (**230**) angepasst. Vorzugsweise ist das chemisch-mechanische Polierkissen (**200**) zum Anbringen an der Platte unter Verwendung eines Haftklebstoffs (**230**) angepasst. Vorzugsweise wird, wenn das chemisch-mechanische Polierkissen der vorliegenden Erfindung mit einem Platten-Haftklebstoff (**230**) versehen ist, das chemisch-mechanische Polierkissen auch eine Trennschicht (**240**) aufweisen, die auf dem Platten-Haftklebstoff (**230**) aufgebracht ist. (Vgl. z. B. die **Fig. 9**).

**[0086]** Vorzugsweise umfasst das Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung: Bereitstellen des Substrats, wobei das Substrat aus mindestens einem von einem magnetischen Substrat, einem optischen Substrat und einem Halbleitersubstrat ausgewählt ist, Bereitstellen eines chemisch-mechanischen Polierkissens, das eine chemisch-mechanische Polierschicht gemäß der vorliegenden Erfindung aufweist, Erzeugen eines dynamischen Kontakts zwischen der Polieroberfläche der chemisch-mechanischen Polierschicht und dem Substrat zum Polieren einer Oberfläche des Substrats, und Konditionieren der Polieroberfläche mit einem abrasiven Konditionierer. Mehr bevorzugt umfasst das Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung: Bereitstellen des Substrats, wobei das Substrat ein Halbleitersubstrat ist, das ein TEOS-Merkmal aufweist, Bereitstellen eines chemisch-mechanischen Polierkissens, das eine chemisch-mechanische Polierschicht gemäß der vorliegenden Erfindung aufweist, Erzeugen eines dynamischen Kontakts zwischen der Polieroberfläche der chemisch-mechanischen Polierschicht und dem Substrat zum Polieren einer Oberfläche des Substrats, wobei mindestens ein Teil des TEOS von dem Substrat entfernt wird, und Konditionieren der Polieroberfläche mit einem abrasiven Konditionierer. Noch mehr bevorzugt umfasst das Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung: Bereitstellen des Substrats, wobei das Substrat ein Halbleitersubstrat ist, das ein TEOS-Merkmal aufweist, Bereitstellen eines chemisch-mechanischen Polierkissens, das eine chemisch-mechanische Polierschicht gemäß der vorliegenden Erfindung aufweist, Bereitstellen eines Poliermediums, wobei das Poliermedium ein kolloidales Siliziumdioxid-Schleifmittel umfasst, Abgeben des Poliermediums auf die Polieroberfläche des chemisch-mechanischen Polierkissens in der Nähe einer Grenzfläche zwischen dem chemisch-mechanischen Polierkissen und dem Substrat, wobei das Poliermedium mit dem TEOS-Merkmal und der Polieroberfläche in Kontakt kommt, Erzeugen eines dynamischen Kontakts zwischen der Polieroberfläche der chemisch-mechanischen Polierschicht und dem Substrat zum Polieren einer Oberfläche des Substrats, wobei mindestens ein Teil des TEOS von dem Substrat entfernt wird, und Konditionieren der Polieroberfläche mit einem abrasiven Konditionierer.

**[0087]** Einige Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nachstehend in den folgenden Beispielen detailliert beschrieben.

#### Vergleichsbeispiel C1: Polierschicht

**[0088]** Es wurde eine flüssige Komponente der Poly-Seite (P) bereitgestellt, enthaltend: 88,62 Gew.-% eines Polyetherpolyols mit hohem Molekulargewicht (Voralux® HF 505 Polyol, erhältlich von The Dow Chemical Company), 10,0 Gew.-% Monoethylenglykol, 1,23 Gew.-% eines grenzflächenaktiven Silikonmittels (Tegostab® B8418 grenzflächenaktives Mittel, erhältlich von Evonik), 0,05 Gew.-% eines Zinnkatalysators (Fomrez® UL-28, erhältlich von Momentive) und 0,10 Gew.-% eines tertiären Aminkatalysators (Dabco® 33LV Katalysator,

erhältlich von Air Products, Inc.). Es wurde eine flüssige Komponente der Iso-Seite (I) bereitgestellt, enthaltend: 100 Gew.-% eines modifizierten Diphenylmethandiisocyanats (Isonate™ 181 MDI-Vorpolymer, erhältlich von The Dow Chemical Company.) Ein mit Druck beaufschlagtes Gas (trockene Luft) wurde bereitgestellt.

**[0089]** Es wurde eine axiale Mischvorrichtung (MicroLine 45 CSM axiale Mischvorrichtung, erhältlich von Hennecke GmbH) mit einer Flüssigkeitszuführungsöffnung der (P)-Seite, einer Flüssigkeitszuführungsöffnung der (I)-Seite und vier tangentialen Zuführungsöffnungen für mit Druck beaufschlagtes Gas bereitgestellt. Die flüssige Komponente der Poly-Seite (P) und die flüssige Komponente der Iso-Seite (I) wurden der axialen Mischvorrichtung durch deren jeweiligen Zuführungsöffnungen mit einem Beschickungsdruck der (P)-Seite von 9500 kPa, einem Beschickungsdruck der (I)-Seite von 11100 kPa und einem Gewichtsverhältnis von (I)/(P) von 0,71 (was zu einem stöchiometrischen Verhältnis von reaktiven Wasserstoffgruppen zu NCO-Gruppen von 0,95 führt) zugeführt. Das mit Druck beaufschlagte Gas wurde durch die tangentialen Zuführungsöffnungen für mit Druck beaufschlagtes Gas mit einem Zuführungsdruck von 830 kPa zugeführt, so dass ein Strömungsgeschwindigkeitsverhältnis von vereinigter flüssiger Komponente zu Gas durch die axiale Mischvorrichtung von 4,5 zu 1 erhalten wurde, wodurch ein Gemisch gebildet wurde. Das Gemisch wurde dann aus der axialen Mischvorrichtung in die Richtung einer Formwerkzeugbasis mit einem darin ausgebildeten Negativ eines Rillenmusters (ein negatives Muster des K7-Typs von konzentrischen kreisförmigen Rillen) mit einer Geschwindigkeit von 254 m/s zum Bilden einer Masse auf der Formwerkzeugbasis ausgetragen. Die Masse wurde für 16 Stunden bei 100°C aushärten gelassen. Die Masse wurde dann auf Raumtemperatur abkühlen gelassen, bevor sie von der Formwerkzeugbasis getrennt wurde. Die untere Fläche der Masse wurde auf einer Drehmaschine flach bearbeitet, so dass eine Polierschicht bereitgestellt wurde. Die Polierschicht wurde dann unter Verwendung eines Heißschmelzhaftmittels auf ein Suba IV-Unterkissen zur Bereitstellung eines chemisch-mechanischen Polierkissens mit einer chemisch-mechanischen Polierschicht mit einem Rillenmuster des K7-Typs (konzentrische kreisförmige Rillen mit einer Breite von 508 µm (20 mil), einer Tiefe von 762 µm (30 mil), einem Abstand von 1178 µm (70 mil)) aufgebracht.

#### Beispiel 1: Polierschicht

**[0090]** Es wurde eine flüssige Komponente der Poly-Seite (P) bereitgestellt, enthaltend: 88,62 Gew.-% eines Polyetherpolyols mit hohem Molekulargewicht (Voralux® HF 505 Polyol, erhältlich von The Dow Chemical Company, 10,0 Gew.-% Monoethylenglykol, 1,23 Gew.-% eines grenzflächenaktiven Silikonmittels (Tegostab® B8418 grenzflächenaktives Mittel, erhältlich von Evonik), 0,05 Gew.-% eines Zinnkatalysators (Fomrez® UL-28, erhältlich von Momentive) und 0,10 Gew.-% eines tertiären Aminkatalysators (Dabco® 33LV Katalysator, erhältlich von Air Products, Inc.). Ein zusätzliches flüssiges Material (Specflex™ NR 556 CO<sub>2</sub>/aliphatisches Amin-Addukt, erhältlich von The Dow Chemical Company) wurde der flüssigen Komponente der Poly-Seite (P) in einer Menge von 3 Teilen pro 100 Teile der flüssigen Komponente der Poly-Seite (P), bezogen auf das Gewicht, zugesetzt. Es wurde eine flüssige Komponente der Iso-Seite (I) bereitgestellt, enthaltend: 100 Gew.-% eines modifizierten Diphenylmethandiisocyanats (Isonate™ 181 MDI-Vorpolymer, erhältlich von The Dow Chemical Company.) Ein mit Druck beaufschlagtes Gas (trockene Luft) wurde bereitgestellt.

**[0091]** Es wurde eine axiale Mischvorrichtung (MicroLine 45 CSM axiale Mischvorrichtung, erhältlich von Hennecke GmbH) mit einer Flüssigkeitszuführungsöffnung der (P)-Seite, einer Flüssigkeitszuführungsöffnung der (I)-Seite und vier tangentialen Zuführungsöffnungen für mit Druck beaufschlagtes Gas bereitgestellt. Die flüssige Komponente der Poly-Seite (P) und die flüssige Komponente der Iso-Seite (I) wurden der axialen Mischvorrichtung durch deren jeweiligen Zuführungsöffnungen mit einem Beschickungsdruck der (P)-Seite von 8600 kPa, einem Beschickungsdruck der (I)-Seite von 13100 kPa und einem Gewichtsverhältnis von (I)/(P) von 0,83 (was zu einem stöchiometrischen Verhältnis von reaktiven Wasserstoffgruppen zu NCO-Gruppen von 0,95 führt) zugeführt. Das mit Druck beaufschlagte Gas wurde durch die tangentialen Zuführungsöffnungen für mit Druck beaufschlagtes Gas mit einem Zuführungsdruck von 830 kPa zugeführt, so dass ein Strömungsgeschwindigkeitsverhältnis von vereinigter flüssiger Komponente zu Gas durch die axiale Mischvorrichtung von 4,4 zu 1 erhalten wurde, wodurch ein Gemisch gebildet wurde. Das Gemisch wurde dann aus der axialen Mischvorrichtung in die Richtung einer Formwerkzeugbasis mit einem darin ausgebildeten Negativ eines Rillenmusters (ein negatives Muster des K7-Typs von konzentrischen kreisförmigen Rillen) mit einer Geschwindigkeit von 254 m/s zum Bilden einer Masse auf der Formwerkzeugbasis ausgetragen. Die Masse wurde für 16 Stunden bei 100°C aushärten gelassen. Die Masse wurde dann auf Raumtemperatur abkühlen gelassen, bevor sie von der Formwerkzeugbasis getrennt wurde. Die untere Fläche der Masse wurde auf einer Drehmaschine flach bearbeitet, so dass eine Polierschicht bereitgestellt wurde. Die Polierschicht wurde dann unter Verwendung eines Heißschmelzhaftmittels auf ein Suba IV-Unterkissen zur Bereitstellung eines chemisch-mechanischen Polierkissens mit einer chemisch-mechanischen Polierschicht mit einem Rillenmuster des K7-

Typs (konzentrische kreisförmige Rillen mit einer Breite von 508 µm (20 mil), einer Tiefe von 762 µm (30 mil), einem Abstand von 1178 µm (70 mil)) aufgebracht.

#### Polierschichteigenschaften

**[0092]** Die Polierschichten von dem Vergleichsbeispiel C1 und dem Beispiel 1 wurden zur Bestimmung von deren physikalischen Eigenschaften, die in der Tabelle 3 angegeben sind, analysiert. Es sollte beachtet werden, dass die angegebenen Dichtedaten gemäß ASTM D1622 bestimmt worden sind, die angegebenen Shore D-Härte Daten gemäß ASTM D2240 bestimmt worden sind, und die angegebenen Bruchdehnungsdaten gemäß ASTM D412 bestimmt worden sind.

Tabelle 3

	Beispiel	
Eigenschaft	Bsp. C1	Bsp. 1
Dichte (g/cm <sup>3</sup> )	0,66	0,57
Shore D-Härte bei 15 s	29	26
Porosität (in Vol.-%)	43	50
G'-40°C (MPa)	11	11
G''-40°C (MPa)	1,1	1,3
G'-30°C/G'-90°C	2,4	2,7
Zugfestigkeit (MPa)	6,2	7,3
Bruchdehnung (%)	252	202
Zugmodul (MPa)	15,4	28,3
Zähigkeit (MPa)	11,0	10,7

#### Vergleichsbeispiel PC1 und Beispiel P1

##### Experimente bezüglich der chemisch-mechanischen Polierentfernungsgeschwindigkeit

**[0093]** Tests bezüglich der Siliziumdioxid-Entfernungsgeschwindigkeit wurden unter Verwendung des chemisch-mechanischen Polierkissens durchgeführt, das gemäß dem Beispiel 1 hergestellt worden ist, und es wurde ein Vergleich mit der Entfernungsgeschwindigkeit durchgeführt, die unter Verwendung des in dem Vergleichsbeispiel C1 hergestellten chemisch-mechanischen Polierkissens erhalten wurde. Insbesondere ist die Siliziumdioxid-Entfernungsgeschwindigkeit für jedes der Polierkissen in der Tabelle 4 angegeben. Die Experimente bezüglich der Polierentfernungsgeschwindigkeit wurden mit unstrukturierten 200 mm S15KTEN TEOS-Wafern von Novellus Systems, Inc. durchgeführt. Es wurde ein Applied Materials 200 mm Mirra®-Poliergerät verwendet. Alle Polierexperimente wurden mit einer Andruckkraft von 20,7 kPa (3 psi), einer Strömungsgeschwindigkeit der Aufschlämmung von 200 ml/min (Kleboso<sup>TM</sup> 1730 Aufschlämmung, erhältlich von Rohm and Haas Electronic Materials CMP Inc.), einer Tischdrehzahl von 93 U/min und einer Trägerdrehzahl von 87 U/min durchgeführt. Ein Saesol 8031C-Diamantkissenkonditionierer (von Saesol Diamond Ind. Co., Ltd. erhältlich) wurde zur Konditionierung der Polierkissen verwendet. Die Polierkissen wurden jeweils mit dem Konditionierer unter Verwendung einer Andruckkraft von 31,1 N für 10 Minuten einlaufen gelassen. Die Polierkissen wurden ferner 100% in situ während des Polierens bei 10 Durchläufen/Minute von 4,3 cm bis 23,4 cm (1,7 bis 9,2 Zoll) ausgehend von der Mitte des Polierkissens mit einer Andruckkraft von 31,1 N konditioniert. Die Entfernungsgeschwindigkeiten wurden durch Messen der Filmdicke vor und nach dem Polieren unter Verwendung eines KLA-Tencor FX200-Messgeräts unter Verwendung einer 49 Punkt-Spiralabtastung mit einem 3 mm-Kantenausschluss bestimmt. Jedes der Experimente bezüglich der Entfernungsgeschwindigkeit wurde dreimal durchgeführt. Die durchschnittliche Entfernungsgeschwindigkeit für die dreifachen Experimente bezüglich der Entfernungsgeschwindigkeit für jedes der Polierkissen ist in der Tabelle 4 angegeben.

Tabelle 4

Bsp.-Nr.	Chemisch-mechanisches Polierkissen	TEOS-Entfernungsgeschwindigkeit ( $\text{\AA}/\text{min}$ )
PC1	Vergleichsbeispiel C1	1596
P1	Beispiel 1	2046

## **ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

### **Zitierte Patentliteratur**

- US 8314029 [0006]

### **Zitierte Nicht-Patentliteratur**

- ASTM D3795-00a [0029]
- ASTM-Testverfahren D4274-11 [0040]
- ASTM D2240 [0058]
- ASTM D2240 [0058]
- ASTM D1622 [0092]
- ASTM D2240 [0092]
- ASTM D412 [0092]

## Patentansprüche

1. Chemisch-mechanisches Polierkissen, umfassend:  
eine chemisch-mechanische Polierschicht, die eine Polieroberfläche, eine Basisoberfläche und eine durchschnittliche Polierschichtdicke  $T_{P-avg}$ , gemessen senkrecht zu der Polieroberfläche von der Basisoberfläche zu der Polieroberfläche, aufweist,  
wobei die chemisch-mechanische Polierschicht durch Vereinigen einer flüssigen Komponente der Poly-Seite (P) und einer flüssigen Komponente der Iso-Seite (I) gebildet wird,  
wobei die flüssige Komponente der Poly-Seite (P) ein Amin-Kohlendioxid-Addukt und mindestens eines von einem Polyol der (P)-Seite, einem Polyamin der (P)-Seite und einem Alkoholamin der (P)-Seite umfasst,  
wobei die flüssige Komponente der Iso-Seite (I) ein polyfunktionelles Isocyanat der (I)-Seite umfasst,  
wobei die chemisch-mechanische Polierschicht eine Porosität von  $\geq 10$  Vol.-% aufweist,  
wobei die chemisch-mechanische Polierschicht eine Shore D-Härte von  $< 40$  aufweist und  
wobei die Polieroberfläche zum Polieren eines Substrats angepasst ist.
2. Chemisch-mechanisches Polierkissen nach Anspruch 1, wobei die flüssige Komponente der Poly-Seite (P) umfasst: 1 bis 5 Gew.-% des Amin-Kohlendioxid-Addukts und 25 bis 95 Gew.-% des Polyols der (P)-Seite, wobei das Polyol der (P)-Seite ein Polyetherpolyol mit hohem Molekulargewicht ist, wobei das Polyetherpolyol mit hohem Molekulargewicht ein Zahlenmittel des Molekulargewichts  $M_N$  von 2500 bis 100000 und durchschnittlich 4 bis 8 Hydroxylgruppen pro Molekül aufweist.
3. Chemisch-mechanisches Polierkissen nach Anspruch 2, wobei die flüssige Komponente der Poly-Seite (P) ferner umfasst: 10 bis 30 Gew.-% eines Polyols mit niedrigem Molekulargewicht, wobei das Polyol mit niedrigem Molekulargewicht ein Zahlenmittel des Molekulargewichts  $M_N$  von  $\leq 200$  aufweist.
4. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das polyfunktionelle Isocyanat der (I)-Seite durchschnittlich zwei reaktive Isocyanatgruppen pro Molekül aufweist.
5. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die flüssige Komponente der Poly-Seite (P) ferner mindestens eines von einem Katalysator und einem grenzflächenaktiven Mittel umfasst.
6. Verfahren zur Herstellung einer chemisch-mechanischen Polierschicht, umfassend:  
Bereitstellen einer flüssigen Komponente der Poly-Seite (P), die ein Amin-Kohlendioxid-Addukt und mindestens eines von einem Polyol der (P)-Seite, einem Polyamin der (P)-Seite und einem Alkoholamin der (P)-Seite umfasst,  
Bereitstellen einer flüssigen Komponente der Iso-Seite (I), die mindestens ein polyfunktionelles Isocyanat der (I)-Seite umfasst,  
Bereitstellen eines mit Druck beaufschlagten Gases,  
Bereitstellen einer axialen Mischvorrichtung, die eine innere zylindrische Kammer aufweist,  
wobei die innere zylindrische Kammer ein geschlossenes Ende, ein offenes Ende, eine Symmetrieachse, mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung der (P)-Seite, die in die innere zylindrische Kammer geöffnet ist, mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung der (I)-Seite, die in die innere zylindrische Kammer geöffnet ist, und mindestens eine tangentiale Zuführungsöffnung für mit Druck beaufschlagtes Gas, die in die innere zylindrische Kammer geöffnet ist, aufweist,  
wobei das geschlossene Ende und das offene Ende senkrecht zur Symmetrieachse sind,  
wobei die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung der (P)-Seite und die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung der (I)-Seite entlang eines Umfangs der inneren zylindrischen Kammer in der Nähe des geschlossenen Endes angeordnet sind,  
wobei die mindestens eine tangentiale Zuführungsöffnung für mit Druck beaufschlagtes Gas entlang des Umfangs der inneren zylindrischen Kammer ausgehend von dem geschlossenen Ende stromabwärts von der mindestens einen Flüssigkeitszuführungsöffnung der (P)-Seite und der mindestens einen Flüssigkeitszuführungsöffnung der (I)-Seite angeordnet ist,  
wobei die flüssige Komponente der Poly-Seite (P) in die innere zylindrische Kammer durch die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung der (P)-Seite bei einem Beschickungsdruck der (P)-Seite von 6895 bis 27600 kPa eingebracht wird,  
wobei die flüssige Komponente der Iso-Seite (I) in die innere zylindrische Kammer durch die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung der (I)-Seite bei einem Beschickungsdruck der (I)-Seite von 6895 bis 27600 kPa eingebracht wird,  
wobei die kombinierte Massenströmungsgeschwindigkeit der flüssigen Komponente der Poly-Seite (P) und der flüssigen Komponente der Iso-Seite (I) zu der inneren zylindrischen Kammer 1 bis 500 g/s beträgt,

wobei die flüssige Komponente der Poly-Seite (P), die flüssige Komponente der Iso-Seite (I) und das mit Druck beaufschlagte Gas innerhalb der inneren zylindrischen Kammer zur Bildung eines Gemischs gemischt werden, wobei das mit Druck beaufschlagte Gas in die innere zylindrische Kammer durch die mindestens eine tangentielle Zuführungsöffnung für mit Druck beaufschlagtes Gas mit einem Zuführungsdruck von 150 bis 1500 kPa eingebracht wird,

wobei die Einlassgeschwindigkeit in die innere zylindrische Kammer des mit Druck beaufschlagten Gases 50 bis 600 m/s beträgt, berechnet auf der Basis von idealen Gasbedingungen bei 20°C und 1 atm Druck,

Austragen des Gemischs aus dem offenen Ende der inneren zylindrischen Kammer in die Richtung eines Targets mit einer Geschwindigkeit von 5 bis 1000 m/s,

Erstarrenlassen des Gemischs zu einer Masse und

Abtrennen der chemisch-mechanischen Polierschicht von der Masse, wobei die chemisch-mechanische Polierschicht eine Porosität von  $\geq 10$  Vol.-% und eine Polieroberfläche aufweist, die zum Polieren eines Substrats angepasst ist.

#### 7. Verfahren nach Anspruch 6, ferner umfassend:

Bereitstellen einer Substanz der Poly-Seite (P), die mindestens eines von dem Polyol der (P)-Seite, dem Polyamin der (P)-Seite und dem Alkoholamin der (P)-Seite umfasst,

Bereitstellen einer Substanz der Iso-Seite (I), die mindestens ein polyfunktionelles Isocyanat der (I)-Seite umfasst,

wobei die Substanz der Poly-Seite (P) in die innere zylindrische Kammer durch die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung der (P)-Seite bei einem Beschickungsdruck der (P)-Seite von 6895 bis 27600 kPa eingebracht wird,

wobei die Substanz der Iso-Seite (I) in die innere zylindrische Kammer durch die mindestens eine Flüssigkeitszuführungsöffnung der (I)-Seite bei einem Beschickungsdruck der (I)-Seite von 6895 bis 27600 kPa eingebracht wird,

wobei die kombinierte Massenströmungsgeschwindigkeit der Substanz der Poly-Seite (P) und der Substanz der Iso-Seite (I) zu der inneren zylindrischen Kammer 1 bis 500 g/s beträgt,

wobei die Substanz der Poly-Seite (P), die Substanz der Iso-Seite (I) und das mit Druck beaufschlagte Gas innerhalb der inneren zylindrischen Kammer zur Bildung eines Gemischs gemischt werden,

wobei das mit Druck beaufschlagte Gas in die innere zylindrische Kammer durch die mindestens eine tangentielle Zuführungsöffnung für mit Druck beaufschlagtes Gas mit einem Zuführungsdruck von 150 bis 1500 kPa eingebracht wird,

wobei die Einlassgeschwindigkeit in die innere zylindrische Kammer des mit Druck beaufschlagten Gases 50 bis 600 m/s beträgt, berechnet auf der Basis von idealen Gasbedingungen bei 20°C und 1 atm Druck,

Austragen des Gemischs aus dem offenen Ende der inneren zylindrischen Kammer in die Richtung einer Basisoberfläche der chemisch-mechanischen Polierschicht mit einer Geschwindigkeit von 5 bis 1000 m/s,

Erstarrenlassen des Gemischs auf der Basisoberfläche der chemisch-mechanischen Polierschicht zur Bildung eines Unterkissens, wobei das Unterkissen mit der chemisch-mechanischen Polierschicht integriert ist, wobei das Unterkissen eine Unterkissenporosität aufweist, die von derjenigen der chemisch-mechanischen Polierschicht verschieden ist.

#### 8. Verfahren zum Polieren eines Substrats, umfassend:

Bereitstellen des Substrats, wobei das Substrat aus mindestens einem von einem magnetischen Substrat, einem optischen Substrat und einem Halbleitersubstrat ausgewählt ist,

Bereitstellen eines chemisch-mechanischen Polierkissens, das eine chemisch-mechanische Polierschicht nach Anspruch 1 umfasst,

Erzeugen eines dynamischen Kontakts zwischen der Polieroberfläche der chemisch-mechanischen Polierschicht und dem Substrat zum Polieren einer Oberfläche des Substrats, und

Konditionieren der Polieroberfläche mit einem abrasiven Konditionierer.

9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem das Halbleitersubstrat ein TEOS-Merkmal aufweist, wobei mindestens ein Teil des TEOS von dem Substrat entfernt wird.

#### 10. Verfahren nach Anspruch 9, ferner umfassend:

Bereitstellen eines Poliermediums, wobei das Poliermedium ein kolloidales Siliziumdioxid-Schleifmittel umfasst,

Abgeben des Poliermediums auf die Polieroberfläche des chemisch-mechanischen Polierkissens in der Nähe einer Grenzfläche zwischen dem chemisch-mechanischen Polierkissen und dem Substrat,



wobei das Poliermedium mit dem TEOS-Merkmal und der Polieroberfläche in Kontakt kommt.

Es folgen 9 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

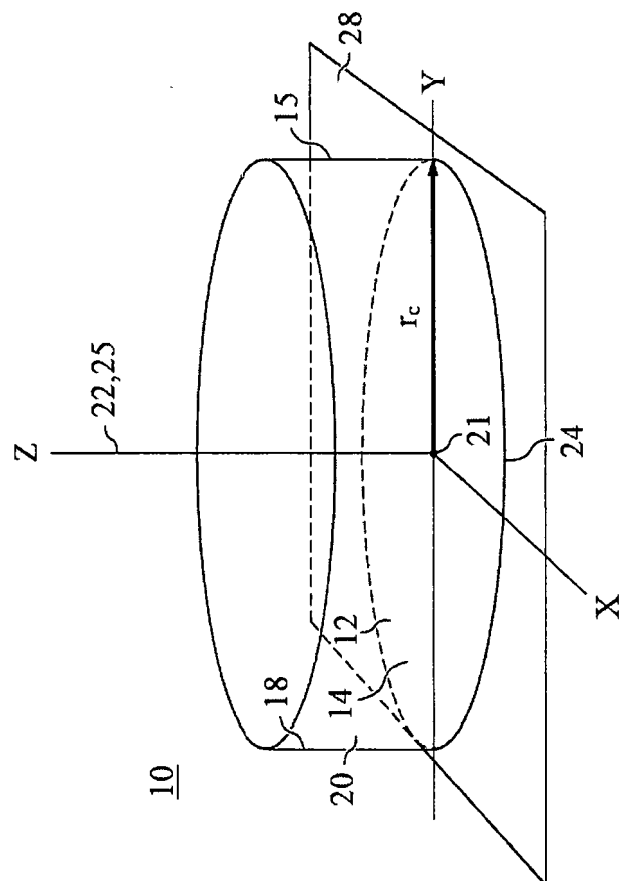


Figure 1

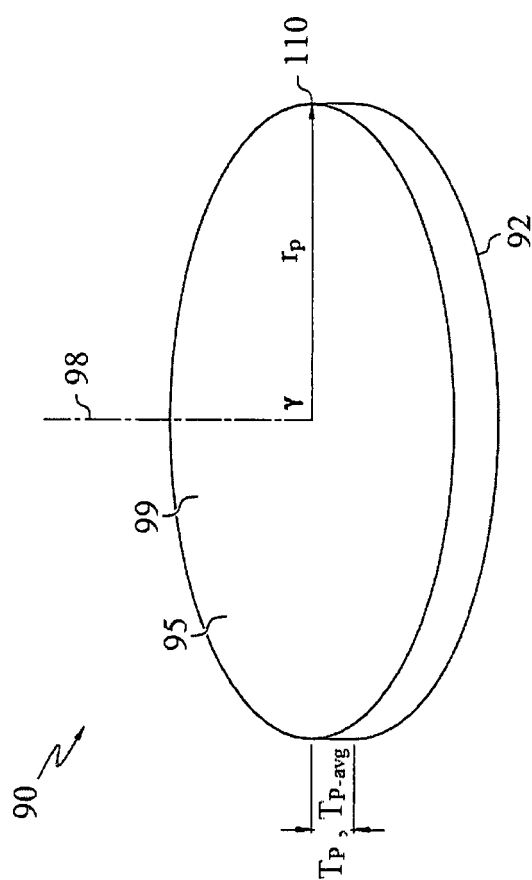
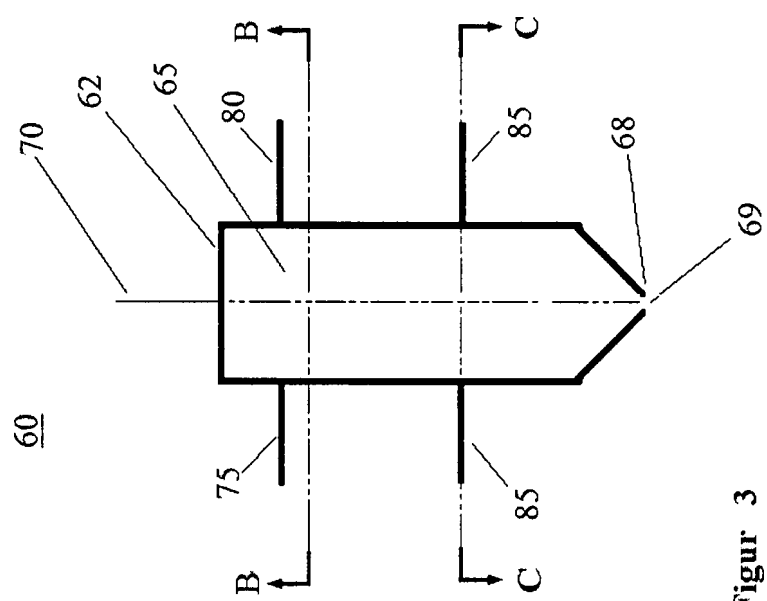
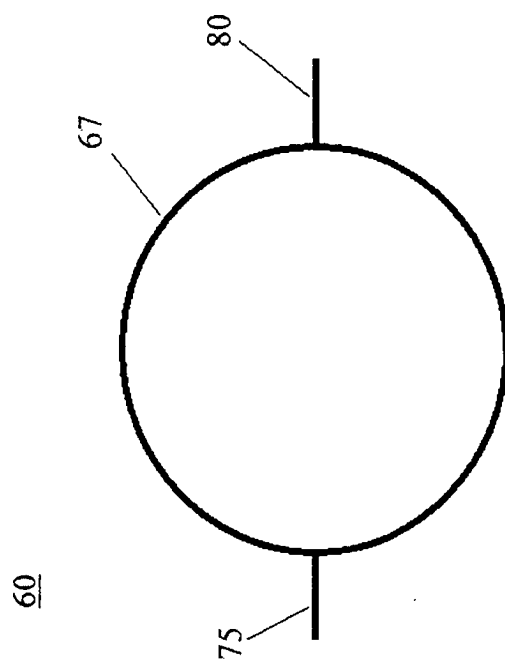


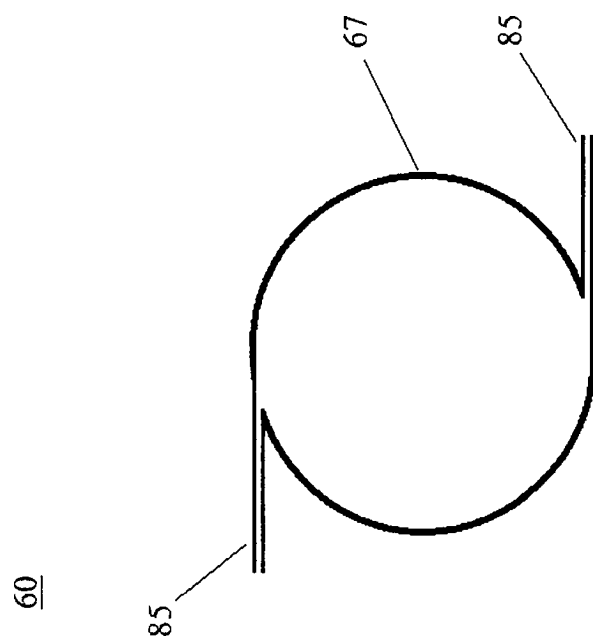
Figure 2



Figur 3

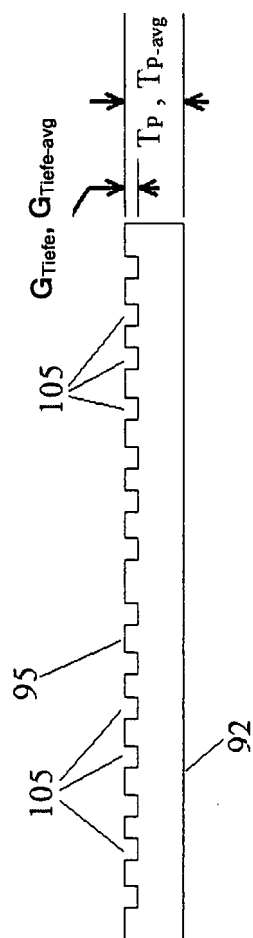


Figur 4

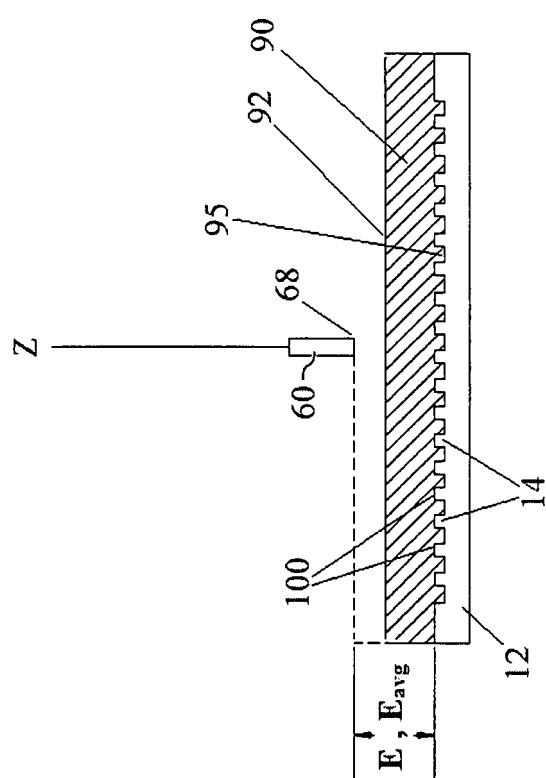


Figur 5

90



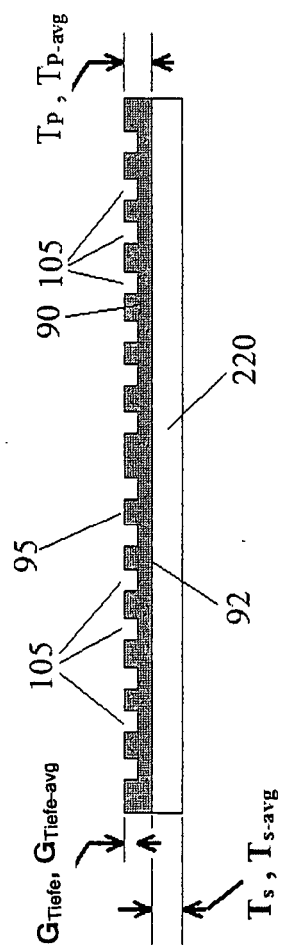
Figur 6



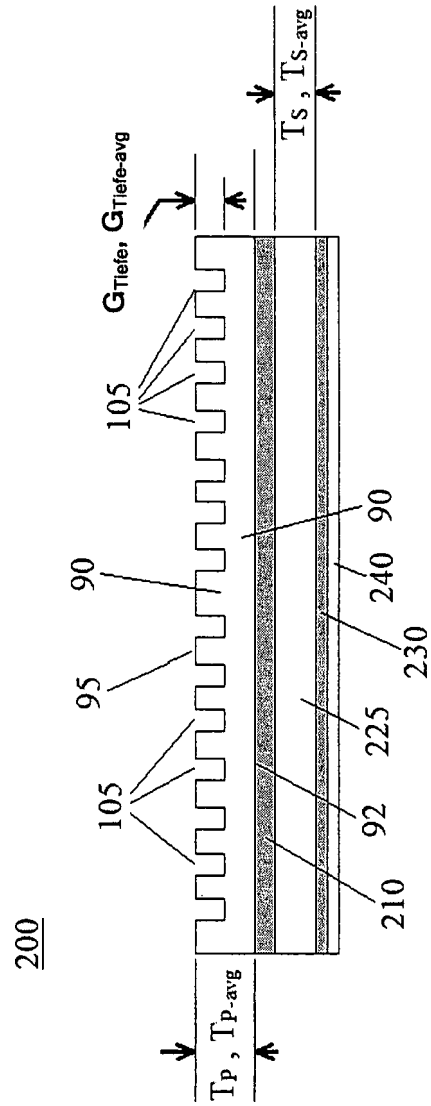
Figur 7



200



Figur 8



**Figure 9**