



(10) **DE 10 2016 001 732 A1** 2017.03.30

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 001 732.5**

(22) Anmeldetag: **15.02.2016**

(43) Offenlegungstag: **30.03.2017**

(51) Int Cl.: **H01L 21/304** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**14/863,548**      **24.09.2015**      **US**

(71) Anmelder:

**Rohm and Haas Electronic Materials CMP  
Holdings, Inc., Newark, Del., US**

(74) Vertreter:

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

(72) Erfinder:

**Guo, Yi, Newark, Del., US; Mosley, David,  
Lafayette Hill, Pa., US**

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

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Polieren eines Halbleitersubstrats**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zum chemisch-mechanischen Polieren eines Substrats bereitgestellt, das ein freiliegendes Siliziumdioxidmerkmal aufweist, umfassend: Bereitstellen einer chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung, enthaltend, als ursprüngliche Komponenten: Wasser, ein kolloidales Silicaschleifmittel und eine Zirkonylverbindung, wobei der pH-Wert der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung  $\leq 6$  beträgt, Bereitstellen eines chemisch-mechanischen Polierkissens mit einer Polieroberfläche, Abgeben der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung auf die Polieroberfläche des chemisch-mechanischen Polierkissens in der Nähe einer Grenzfläche zwischen dem chemisch-mechanischen Polierkissen und dem Substrat und Erzeugen eines dynamischen Kontakts an der Grenzfläche zwischen dem chemisch-mechanischen Polierkissen und dem Substrat, wobei das Substrat poliert wird.

### Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft das Gebiet des chemisch-mechanischen Polierens. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum chemisch-mechanischen Polieren eines Substrats, das ein freiliegendes Siliziumdioxidmerkmal aufweist, umfassend: Bereitstellen einer chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung, enthaltend, als ursprüngliche Komponenten: Wasser, ein kolloidales Silicaschleifmittel und eine Zirkonylverbindung, wobei der pH-Wert der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung  $\leq 6$  beträgt, Bereitstellen eines chemisch-mechanischen Polierkissens mit einer Polieroberfläche, Abgeben der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung auf die Polieroberfläche des chemisch-mechanischen Polierkissens in der Nähe einer Grenzfläche zwischen dem chemisch-mechanischen Polierkissen und dem Substrat und Erzeugen eines dynamischen Kontakts an der Grenzfläche zwischen dem chemisch-mechanischen Polierkissen und dem Substrat, wodurch das Substrat poliert wird.

**[0002]** 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 oder davon entfernt. Dünne Schichten von leitenden, halbleitenden und dielektrischen Materialien können durch eine Anzahl von Abscheidungstechniken abgeschieden werden. Übliche Abscheidungstechniken bei einer modernen Verarbeitung umfassen eine physikalische Gasphasenabscheidung (PVD), die auch als Sputtern bekannt ist, eine chemische Gasphasenabscheidung (CVD), eine plasma-unterstützte chemische Gasphasenabscheidung (PECVD) und ein elektrochemisches Plattieren (ECP).

**[0003]** 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.

**[0004]** Ein chemisch-mechanisches Planarisieren oder chemisch-mechanisches Polieren (CMP) ist eine übliche Technik, die zum Planarisieren von Substraten, wie z. B. Halbleiterwafern, verwendet wird. Bei einem herkömmlichen CMP wird ein Wafer auf einer Trägeranordnung montiert und in Kontakt mit einem Polierkissen in einer CMP-Vorrichtung angeordnet. Die Trägeranordnung stellt einen einstellbaren Druck auf den Wafer bereit und drückt ihn gegen das Polierkissen. Das Kissen wird relativ zu dem Wafer durch eine externe Antriebskraft bewegt (z. B. gedreht). Gleichzeitig damit wird eine Polierzusammensetzung („Aufschlämmung“) oder andere Polierlösung zwischen dem Wafer und dem Polierkissen bereitgestellt. Folglich wird die Waferoberfläche durch die chemische und mechanische Wirkung der Kissenoberfläche und der Aufschlämmung poliert und planar gemacht.

**[0005]** Eine Zusammensetzung und ein Verfahren zum Polieren von Metallmerkmalen sind von Puppe et al. offenbart. Insbesondere offenbaren Puppe et al. in der US-Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer 20030157804 eine Zusammensetzung, die 2,5 bis 75 Vol.-% eines 30 Gew.-%igen kationisch modifizierten Silicasols, dessen kationisch modifizierten  $\text{SiO}_2$ -Teilchen eine mittlere Teilchengröße von 12 bis 300 nm aufweisen, und 0,5 bis 22 Gew.-% mindestens eines Oxidationsmittels enthält, und die einen pH-Wert von 2,5 bis 6 aufweist.

**[0006]** Dennoch verbleibt ein fortlaufender Bedarf für verbesserte Verfahren des chemisch-mechanischen Polierens von Substraten mit einem freiliegenden Siliziumdioxidmerkmal.

**[0007]** Die vorliegende Erfindung stellt ein Verfahren zum Polieren eines Substrats bereit, umfassend: Bereitstellen des Substrats, wobei das Substrat ein freiliegendes Siliziumdioxidmerkmal aufweist, Bereitstellen einer chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung, umfassend, als ursprüngliche Komponenten: Wasser, 0,01 bis 40 Gew.-% eines kolloidalen Silicaschleifmittels, eine Zirkonylverbindung und 0 Gew.-% eines Oxidationsmittels, wobei der pH-Wert der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung  $\leq 6$  beträgt, Bereitstellen eines chemisch-mechanischen Polierkissens mit einer Polieroberfläche, Abgeben der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung auf die Polieroberfläche des chemisch-mechanischen Polierkissens in der Nähe einer Grenzfläche zwischen dem chemisch-mechanischen Polierkissen und dem Substrat und Erzeugen eines dynamischen Kontakts an der Grenzfläche zwischen dem chemisch-mechanischen Polierkissen und dem Substrat mit einer Andruckkraft von 0,69 bis 34,5 kPa, wobei das Substrat poliert wird, wobei ein Teil des freiliegenden Siliziumdioxidmerkmals von dem Substrat entfernt wird.

**[0008]** Die vorliegende Erfindung stellt ein Verfahren zum Polieren eines Substrats bereit, umfassend: Bereitstellen des Substrats, wobei das Substrat ein freiliegendes Siliziumdioxidmerkmal aufweist, Bereitstellen einer chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung, bestehend aus, als ursprüngliche Komponenten: Wasser, 0,01 bis 40 Gew.-% eines kolloidalen Silicaschleifmittels, einer Zirkonylverbindung und 0 Gew.-% eines Oxidationsmittels, wobei der pH-Wert der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung  $\leq 6$  beträgt, Bereitstellen eines chemisch-mechanischen Polierkissens mit einer Polieroberfläche, Abgeben der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung auf die Polieroberfläche des chemisch-mechanischen Polierkissens in der Nähe einer Grenzfläche zwischen dem chemisch-mechanischen Polierkissen und dem Substrat und Erzeugen eines dynamischen Kontakts an der Grenzfläche zwischen dem chemisch-mechanischen Polierkissen und dem Substrat mit einer Andruckkraft von 0,69 bis 34,5 kPa, wobei das Substrat poliert wird, wobei ein Teil des freiliegenden Siliziumdioxidmerkmals von dem Substrat entfernt wird.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

**[0009]** Das Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung nutzt eine chemisch-mechanische Polierzusammensetzung, die ein Siliziumoxidschleifmittel in einer Kombination mit einer Zirkonylverbindung enthält, wobei die chemisch-mechanische Polierzusammensetzung überraschenderweise eine Siliziumdioxid-Entfernungsgeschwindigkeit aufweist, die signifikant (vorzugsweise  $> 500\%$ ) höher ist als die Entfernungsgeschwindigkeit einer ansonsten identischen Zusammensetzung, welche die Zirkonylverbindung nicht enthält.

**[0010]** Vorzugsweise umfasst das Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung: Bereitstellen des Substrats, wobei das Substrat ein freiliegendes Siliziumdioxidmerkmal aufweist, Bereitstellen einer chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung, umfassend, als ursprüngliche Komponenten: Wasser, 0,01 bis 40 Gew.-% (mehr bevorzugt 0,1 bis 25 Gew.-%, noch mehr bevorzugt 1 bis 15 Gew.-%, insbesondere 3 bis 7 Gew.-%) eines kolloidalen Silicaschleifmittels, eine Zirkonylverbindung (wobei die Zirkonylverbindung vorzugsweise aus der Gruppe, bestehend aus einem Zirkonylhalogenid, Zirkonylnitrat und Zirkonylacetat, ausgewählt ist, wobei die Zirkonylverbindung mehr bevorzugt ein Zirkonylhalogenid ist, wobei die Zirkonylverbindung insbesondere Zirkonylchlorid ist) und 0 Gew.-% eines Oxidationsmittels, wobei der pH-Wert der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung  $\leq 6$  beträgt, Bereitstellen eines chemisch-mechanischen Polierkissens mit einer Polieroberfläche, Abgeben der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung auf die Polieroberfläche des chemisch-mechanischen Polierkissens in der Nähe einer Grenzfläche zwischen dem chemisch-mechanischen Polierkissen und dem Substrat und Erzeugen eines dynamischen Kontakts an der Grenzfläche zwischen dem chemisch-mechanischen Polierkissen und dem Substrat mit einer Andruckkraft von 0,69 bis 34,5 kPa, wobei das Substrat poliert wird, wobei ein Teil des freiliegenden Siliziumdioxidmerkmals von dem Substrat entfernt wird.

**[0011]** Vorzugsweise weist in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung das bereitgestellte Substrat ein freiliegendes Siliziumdioxidmerkmal auf. Mehr bevorzugt ist das bereitgestellte Substrat ein Halbleitersubstrat mit einem freiliegenden Siliziumdioxidmerkmal. Insbesondere ist das bereitgestellte Substrat ein Halbleitersubstrat mit einem freiliegenden Siliziumdioxidmerkmal, das von einem Tetraethylorthosilikat (TEOS) abgeleitet ist.

**[0012]** Vorzugsweise ist in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung das in der bereitgestellten chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung enthaltene Wasser mindestens eines von entionisiert und destilliert, so dass zufällige Verunreinigungen begrenzt werden.

**[0013]** Vorzugsweise weist in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung das in der bereitgestellten chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung enthaltene kolloidale Silicaschleifmittel eine durchschnittliche Teilchengröße  $\leq 100$  nm (vorzugsweise 5 bis 100 nm, mehr bevorzugt 10 bis 60 nm, insbesondere 20 bis 60 nm) auf, die mittels dynamischer Lichtstreuungstechniken gemessen worden ist. Vorzugsweise weist das in der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung enthaltene kolloidale Silicaschleifmittel eine negative native Oberflächenladung bei dem pH-Wert der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung auf, wenn diese in Wasser in der Abwesenheit der Zirkonylverbindung gemessen wird. Vorzugsweise basiert das in der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung enthaltene kolloidale Silica auf Siliziumdioxid und ist aluminiumfrei. Vorzugsweise ist das in der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung enthaltene kolloidale Silica kein Aluminiumsilikat.

**[0014]** Vorzugsweise enthält in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung 0,01 bis 40 Gew.-% (mehr bevorzugt 0,1 bis

25 Gew.-%, noch mehr bevorzugt 1 bis 15 Gew.-%, insbesondere 3 bis 7 Gew.-%) eines kolloidalen Silicaschleifmittels.

**[0015]** Vorzugsweise enthält in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung 0,1 bis 5 Teile pro Hundert Teile des Schleifmittels (PPHA) (vorzugsweise 0,25 bis 2 PPHA, mehr bevorzugt 0,5 bis 1,5 PPHA, insbesondere 0,75 bis 1,1 PPHA) einer Zirkonylverbindung, wobei die Zirkonylverbindung aus der Gruppe, bestehend aus einem Zirkonylhalogenid, Zirkonylnitrat und Zirkonylacetat, ausgewählt ist. Mehr bevorzugt enthält in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung 0,1 bis 5 Teile pro Hundert Teile des Schleifmittels (PPHA) (vorzugsweise 0,25 bis 2 PPHA, mehr bevorzugt 0,5 bis 1,5 PPHA, insbesondere 0,75 bis 1,1 PPHA) einer Zirkonylverbindung, wobei die Zirkonylverbindung ein Zirkonylhalogenid ist. Insbesondere enthält in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung 0,1 bis 5 Teile pro Hundert Teile des Schleifmittels (PPHA) (vorzugsweise 0,25 bis 2 PPHA, mehr bevorzugt 0,5 bis 1,5 PPHA, insbesondere 0,75 bis 1,1 PPHA) einer Zirkonylverbindung, wobei die Zirkonylverbindung Zirkonylchlorid ist.

**[0016]** Vorzugsweise enthält in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung 0,1 bis 5 Gew.-% (auf einer Feststoffbasis) einer Zirkonylverbindung. Mehr bevorzugt enthält in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung 0,5 bis 2 Gew.-% (auf einer Feststoffbasis) einer Zirkonylverbindung. Insbesondere enthält in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung 0,75 bis 1,1 Gew.-% (auf einer Feststoffbasis) einer Zirkonylverbindung.

**[0017]** Vorzugsweise enthält in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung als ursprüngliche Komponenten: Wasser, 0,01 bis 40 Gew.-% (mehr bevorzugt 0,1 bis 25 Gew.-%, noch mehr bevorzugt 1 bis 15 Gew.-%, insbesondere 3 bis 7 Gew.-%) eines kolloidalen Silicaschleifmittels und 0,1 bis 5 Teile pro Hundert Teile des Schleifmittels (PPHA) einer Zirkonylverbindung (wobei die Zirkonylverbindung vorzugsweise aus der Gruppe, bestehend aus einem Zirkonylhalogenid, Zirkonylnitrat und Zirkonylacetat, ausgewählt ist, wobei die Zirkonylverbindung mehr bevorzugt ein Zirkonylhalogenid ist, wobei die Zirkonylverbindung insbesondere Zirkonylchlorid ist), wobei das kolloidale Silicaschleifmittel und die Zirkonylverbindung in dem Wasser eine Wechselwirkung eingehen, so dass eine native negative Oberflächenladung auf dem kolloidalen Silicaschleifmittel in eine positive Oberflächenladung umgewandelt wird. Mehr bevorzugt enthält in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung als ursprüngliche Komponenten: Wasser, 0,01 bis 40 Gew.-% (mehr bevorzugt 0,1 bis 25 Gew.-%, noch mehr bevorzugt 1 bis 15 Gew.-%, insbesondere 3 bis 7 Gew.-%) eines kolloidalen Silicaschleifmittels und 0,1 bis 5 Teile pro Hundert Teile des Schleifmittels (PPHA) einer Zirkonylverbindung (wobei die Zirkonylverbindung vorzugsweise aus der Gruppe, bestehend aus einem Zirkonylhalogenid, Zirkonylnitrat und Zirkonylacetat, ausgewählt ist, wobei die Zirkonylverbindung mehr bevorzugt ein Zirkonylhalogenid ist, wobei die Zirkonylverbindung insbesondere Zirkonylchlorid ist), wobei das kolloidale Silicaschleifmittel und die Zirkonylverbindung in dem Wasser eine Wechselwirkung eingehen, so dass eine native negative Oberflächenladung auf dem kolloidalen Silicaschleifmittel in eine positive Oberflächenladung umgewandelt wird, wobei die chemisch-mechanische Polierzusammensetzung ein Zeta-Potential von  $\geq 25$  mV aufweist und wobei die chemisch-mechanische Polierzusammensetzung einen pH-Wert von  $\leq 6$  aufweist. Noch mehr bevorzugt enthält in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung als ursprüngliche Komponenten: Wasser, 0,01 bis 40 Gew.-% (mehr bevorzugt 0,1 bis 25 Gew.-%, noch mehr bevorzugt 1 bis 15 Gew.-%, insbesondere 3 bis 7 Gew.-%) eines kolloidalen Silicaschleifmittels und 0,1 bis 5 Teile pro Hundert Teile des Schleifmittels (PPHA) einer Zirkonylverbindung (wobei die Zirkonylverbindung vorzugsweise aus der Gruppe, bestehend aus einem Zirkonylhalogenid, Zirkonylnitrat und Zirkonylacetat, ausgewählt ist, wobei die Zirkonylverbindung mehr bevorzugt ein Zirkonylhalogenid ist, wobei die Zirkonylverbindung insbesondere Zirkonylchlorid ist), wobei das kolloidale Silicaschleifmittel und die Zirkonylverbindung in dem Wasser eine Wechselwirkung eingehen, so dass eine native negative Oberflächenladung auf dem kolloidalen Silicaschleifmittel in eine positive Oberflächenladung umgewandelt wird, wobei die chemisch-mechanische Polierzusammensetzung ein Zeta-Potential von  $\geq 30$  mV aufweist und wobei die chemisch-mechanische Polierzusammensetzung einen pH-Wert von  $\leq 5$  aufweist.

**[0018]** Vorzugsweise ist in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die chemisch-mechanische Polierzusammensetzung oxidationsmittelfrei (d. h., sie enthält 0 Gew.-% Oxidationsmittel).

**[0019]** Vorzugsweise ist in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die chemisch-mechanische Polierzusammensetzung korrosionshemmstofffrei.

**[0020]** Vorzugsweise weist in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung einen pH-Wert von  $\leq 6$  auf. Mehr bevorzugt weist in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung einen pH-Wert von 3 bis 5 auf. Noch mehr bevorzugt weist in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung einen pH-Wert auf, der durch Zusetzen eines Titrimittels (vorzugsweise einer anorganischen Säure) auf 3 bis 5 eingestellt worden ist. Insbesondere weist in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung einen pH-Wert auf, der durch Zusetzen von Chlorwasserstoffsäure, HCl, auf 3 bis 5 eingestellt worden ist.

**[0021]** Vorzugsweise kann in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung das bereitgestellte chemisch-mechanische Polierkissen jedwedes bekannte geeignete Polierkissen sein. Ein Fachmann ist in der Lage, ein geeignetes chemisch-mechanisches Polierkissen zur Verwendung in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung auszuwählen. Mehr bevorzugt ist in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung das bereitgestellte chemisch-mechanische Polierkissen aus gewebten Polierkissen und Vlies-Polierkissen ausgewählt. Noch mehr bevorzugt umfasst in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung das bereitgestellte chemisch-mechanische Polierkissen eine Polyurethanpolierschicht. Insbesondere umfasst in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung das bereitgestellte chemisch-mechanische Polierkissen eine Polyurethanpolierschicht, die polymere Mikroteilchen mit hohlem Kern enthält, und ein Polyurethan-imprägniertes Vlies-Unterkissen. Vorzugsweise weist das bereitgestellte chemisch-mechanische Polierkissen mindestens eine Rille auf der Polieroberfläche auf.

**[0022]** Vorzugsweise wird in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung auf eine Polieroberfläche des bereitgestellten chemisch-mechanischen Polierkissens an oder in der Nähe einer Grenzfläche zwischen dem chemisch-mechanischen Polierkissen und dem Substrat abgegeben.

**[0023]** Vorzugsweise wird in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung ein dynamischer Kontakt an der Grenzfläche zwischen dem bereitgestellten chemisch-mechanischen Polierkissen und dem Substrat mit einer Andruckkraft von 0,69 bis 34,5 kPa senkrecht zu der Oberfläche des polierten Substrats erzeugt.

**[0024]** Vorzugsweise weist in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung eine Siliziumdioxid-Entfernungsgeschwindigkeit von  $\geq 1000 \text{ \AA/Minute}$  bei einer Plattendrehzahl von 93 Umdrehungen pro Minute, einer Trägerdrehzahl von 87 Umdrehungen pro Minute, einer Flussrate der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung von 200 ml/Minute, einer Nennandruckkraft von 20,68 kPa auf einem 300 mm-Poliergerät auf, und wobei das bereitgestellte chemisch-mechanische Polierkissen eine Polyurethanpolierschicht, die polymere Mikroteilchen mit hohlem Kern enthält, und ein Polyurethan-imprägniertes Vlies-Unterkissen umfasst.

**[0025]** Vorzugsweise weist in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung, wobei das Substrat ein freiliegendes Siliziumdioxidmerkmal aufweist, die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung eine Siliziumdioxid-Entfernungsgeschwindigkeit von  $\geq 1000 \text{ \AA/Minute}$  bei einer Plattendrehzahl von 93 Umdrehungen pro Minute, einer Trägerdrehzahl von 87 Umdrehungen pro Minute, einer Flussrate der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung von 200 ml/Minute, einer Nennandruckkraft von 20,68 kPa auf einem 300 mm-Poliergerät auf, und wobei das bereitgestellte chemisch-mechanische Polierkissen eine Polyurethanpolierschicht, die polymere Mikroteilchen mit hohlem Kern enthält, und ein Polyurethan-imprägniertes Vlies-Unterkissen umfasst.

**[0026]** Einige Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nachstehend in den folgenden Beispielen detailliert beschrieben.

#### Vergleichsbeispiele ZC1 und ZC2 und Beispiele Z1 bis 9

**[0027]** Die chemisch-mechanischen Polierzusammensetzungen der Vergleichsbeispiele ZC1 und ZC2 und der Beispiele Z1 bis Z9 wurden durch Vereinigen der Komponenten in den in der Tabelle 1 angegebenen Mengen, wobei der Rest entionisiertes Wasser war, und Einstellen des pH-Werts der Zusammensetzungen

auf den in der Tabelle 1 angegebenen End-pH-Wert mit Chlorwasserstoffsäure hergestellt. Das Zeta-Potenzial der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzungen wurde dann mittels eines Zetasizer von Malvern gemessen. Die gemessenen Zeta-Potenziale sind in der Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1

Bsp. Nr.	Schleifmittel I* (Gew.-%)	Schleifmittel II** (Gew.-%)	ZrOCl <sub>2</sub>		pH	ZP (mV)
			(Gew.-%)	(PHA)***		
ZC1	6	-	-	-	3,5	-15,7
ZC2	-	4	-	-	5	-21,2
Z1	6	-	0,010	0,17	3,22	-6,6
Z2	6	-	0,050	0,83	2,7	23,8
Z3	6	-	0,100	1,67	2,46	35,8
Z4	6	-	0,200	3,33	2,24	43,2
Z5	-	4	0,005	0,13	4,42	-7,3
Z6	-	4	0,010	0,25	3,43	15,5
Z7	-	4	0,050	1,25	2,75	36,2
Z8	-	4	0,100	2,50	2,59	40,4
Z9	-	4	0,200	5,00	2,3	52,3
* Schleifmittel I-Klebosol™ II 1598-B25 Aufschlämmung, von AZ Electronic Materials hergestellt, von The Dow Chemical Company erhältlich. ** Schleifmittel II-Quartron® PL-3 kolloidales Silica mit ultrahoher Reinheit, von Fuso Chemical Co., Ltd. erhältlich. *** Teile von ZrOCl <sub>2</sub> , die pro 100 Teile des Schleifmittels I oder des Schleifmittels II zugesetzt wurden, die in der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung vorliegen.						

Vergleichsbeispiele C1 bis C3 und Beispiele 1 bis 10

Herstellung einer chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung

**[0028]** Die chemisch-mechanischen Polierzusammensetzungen der Vergleichsbeispiele C1 bis C3 und der Beispiele 1 bis 10 wurden durch Vereinigen der Komponenten in den in der Tabelle 2 angegebenen Mengen, wobei der Rest entionisiertes Wasser war, und Einstellen des pH-Werts der Zusammensetzung auf den in der Tabelle 2 angegebenen End-pH-Wert mit Chlorwasserstoffsäure hergestellt.

Tabelle 2

Bsp. Nr.	Schleifmittel I* (Gew.-%)	Schleifmittel II** (Gew.-%)	ZrOCl <sub>2</sub>		pH
			(Gew.-%)	(PPHA)***	
C1	6	-	-	-	4,0
C2	-	4	-	-	4,0
C3	-	2	-	-	4,0
1	6	-	0,025	0,025	4,0
2	6	-	0,050	0,050	4,0
3	6	-	0,100	0,100	4,0
4	6	-	0,050	0,050	5,0
5	-	4	0,010	0,025	4,0
6	-	4	0,025	0,005	4,0

7	-	4	0,050	0,0025	4,0
8	-	2	0,005	0,00125	4,0
9	-	2	0,125	0,000875	4,0
10	-	2	0,025	0,0005	4,0
<p>* Schleifmittel I-Klebosol<sup>TM</sup> II 1598-B25 Aufschlammung, von AZ Electronic Materials hergestellt, von The Dow Chemical Company erhältlich.</p> <p>** Schleifmittel II-Quartron<sup>®</sup> PL-3 kolloidales Silica mit ultrahoher Reinheit, von Fuso Chemical Co., Ltd. erhältlich.</p> <p>*** Teile von ZrOCl<sub>2</sub>, die pro 100 Teile des Schleifmittels I oder des Schleifmittels II zugesetzt wurden, die in der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung vorliegen.</p>					

## Vergleichsbeispiele PC1 bis PC3 und Beispiele P1 bis P10

## Experimente bezüglich der chemisch-mechanischen Polierentfernungsgeschwindigkeit

**[0029]** Poliertests bezüglich der Siliziumdioxid-Entfernungsgeschwindigkeit wurden in den Vergleichsbeispielen PC1 bis PC3 und den Beispielen P1 bis P10 unter Verwendung der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzungen durchgeführt, die gemäß den Vergleichsbeispielen C1 bis C3 bzw. den Beispielen 1 bis 10 hergestellt worden sind. Die Experimente bezüglich der Polierentfernungsgeschwindigkeit wurden mit unstrukturierten 200 mm-Wafern durchgeführt, die auf einem Applied Materials 200 mm Mirra<sup>®</sup>-Poliergerät installiert waren. Alle Polierexperimente wurden mit einem IC1000<sup>TM</sup>-Polyurethanpolierkissen (von Rohm and Haas Electronic Materials CMP Inc. erhältlich) mit einer Andruckkraft von 20,7 kPa (3 psi), einer Flussrate der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung von 200 ml/Minute, einer Tischdrehzahl von 93 U/min und einer Trägerdrehzahl von 87 U/min durchgeführt. Ein Saesol<sup>®</sup> AM02BSL8031-C1-Diamantkissenkonditionierer (von Saesol Diamond Ind. Co., Ltd. erhältlich) wurde zur Konditionierung des Polierkissens verwendet. Das Polierkissen wurde mit dem Konditionierer unter Verwendung einer Andruckkraft von 408 kg (9 Pfund) für 30 Minuten einlaufen gelassen. Das Polierkissen wurde ferner ex situ vor dem Polieren unter Verwendung einer Andruckkraft von 3,18 kg (7 Pfund) für 10 Minuten konditioniert. Das Polierkissen wurde ferner 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 3,18 kg (7 Pfund) 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. Die Ergebnisse der Entfernungsgeschwindigkeitsexperimente sind in der Tabelle 3 angegeben.

Tabelle 3

Bsp. Nr.	Aufschlammungszusammensetzung	SiO <sub>2</sub> (Å/Minute)
PC1	Vergleichsbsp. C1	179
PC2	Vergleichsbsp. C2	92
PC3	Vergleichsbsp. C3	68
P1	Bsp. 1	312
P2	Bsp. 2	1362
P3	Bsp. 3	1490
P4	Bsp. 4	554
P5	Bsp. 5	359
P6	Bsp. 6	1376
P7	Bsp. 7	1202
P8	Bsp. 8	690
P9	Bsp. 9	1219
P10	Bsp. 10	1054

**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 Nicht-Patentliteratur**

- Puppe et al. [0005]



**Patentansprüche****1. Verfahren zum Polieren eines Substrats, umfassend:**

Bereitstellen des Substrats, wobei das Substrat ein freiliegendes Siliziumdioxidmerkmal aufweist,  
 Bereitstellen einer chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung, umfassend, als ursprüngliche Komponenten:

Wasser,

0,01 bis 40 Gew.-% eines kolloidalen Silicaschleifmittels,

eine Zirkonylverbindung und

0 Gew.-% eines Oxidationsmittels,

wobei der pH-Wert der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung  $\leq 6$  beträgt,

Bereitstellen eines chemisch-mechanischen Polierkissens mit einer Polieroberfläche,

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

Erzeugen eines dynamischen Kontakts an der Grenzfläche zwischen dem chemisch-mechanischen Polierkissen und dem Substrat mit einer Andruckkraft von 0,69 bis 34,5 kPa, wobei das Substrat poliert wird, wobei ein Teil des freiliegenden Siliziumdioxidmerkmals von dem Substrat entfernt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das freiliegende Siliziumdioxidmerkmal von einem Tetraethylorthosilikat abgeleitet ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem die chemisch-mechanische Polierzusammensetzung korrosionshemmstofffrei ist.

4. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem die chemisch-mechanische Polierzusammensetzung eine Siliziumdioxid-Entfernungsgeschwindigkeit von  $\geq 1000 \text{ \AA/Minute}$  bei einer Plattendrehzahl von 93 Umdrehungen pro Minute, einer Trägerdrehzahl von 87 Umdrehungen pro Minute, einer Flussrate der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung von 200 ml/Minute, einer Nennandruckkraft von 20,68 kPa auf einem 300 mm-Poliergerät aufweist, und wobei das bereitgestellte chemisch-mechanische Polierkissen eine Polyurethanpolierschicht, die polymere Mikroteilchen mit hohlem Kern enthält, und ein Polyurethan-imprägniertes Vlies-Unter-kissen umfasst.

5. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem die chemisch-mechanische Polierzusammensetzung eine Siliziumdioxid-Entfernungsgeschwindigkeit von  $\geq 1000 \text{ \AA/Minute}$  bei einer Plattendrehzahl von 93 Umdrehungen pro Minute, einer Trägerdrehzahl von 87 Umdrehungen pro Minute, einer Flussrate der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung von 200 ml/Minute, einer Nennandruckkraft von 20,68 kPa auf einem 300 mm-Poliergerät aufweist, und wobei das bereitgestellte chemisch-mechanische Polierkissen eine Polyurethanpolierschicht, die polymere Mikroteilchen mit hohlem Kern enthält, und ein Polyurethan-imprägniertes Vlies-Unter-kissen umfasst.

6. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung als ursprüngliche Komponenten aus dem Wasser, 0,1 bis 40 Gew.-% des kolloidalen Silicaschleifmittels, der Zirkonylverbindung und einer anorganischen Säure besteht.

7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem das freiliegende Siliziumdioxidmerkmal von einem Tetraethylorthosilikat abgeleitet ist.

8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem die chemisch-mechanische Polierzusammensetzung eine Siliziumdioxid-Entfernungsgeschwindigkeit von  $\geq 1000 \text{ \AA/Minute}$  bei einer Plattendrehzahl von 93 Umdrehungen pro Minute, einer Trägerdrehzahl von 87 Umdrehungen pro Minute, einer Flussrate der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung von 200 ml/Minute, einer Nennandruckkraft von 20,68 kPa auf einem 300 mm-Poliergerät aufweist, und wobei das bereitgestellte chemisch-mechanische Polierkissen eine Polyurethanpolierschicht, die polymere Mikroteilchen mit hohlem Kern enthält, und ein Polyurethan-imprägniertes Vlies-Unter-kissen umfasst.

9. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem die Zirkonylverbindung Zirkonylchlorid ist und bei dem die anorganische Säure Chlorwasserstoffsäure ist.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem das freiliegende Siliziumdioxidmerkmal von einem Tetraethylorthosilikat abgeleitet ist und bei dem die chemisch-mechanische Polierzusammensetzung eine Siliziumdioxid-Entfernungsgeschwindigkeit von  $\geq 1000 \text{ \AA/Minute}$  bei einer Plattendrehzahl von 93 Umdrehungen pro Minute, einer Trägerdrehzahl von 87 Umdrehungen pro Minute, einer Flussrate der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung von 200 ml/Minute, einer Nennandruckkraft von 20,68 kPa auf einem 300 mm-Poliergerät aufweist, und wobei das bereitgestellte chemisch-mechanische Polierkissen eine Polyurethanpolierschicht, die polymere Mikroteilchen mit hohlem Kern enthält, und ein Polyurethan-imprägniertes Vlies-Unterkissen umfasst.

Es folgen keine Zeichnungen