



(10) **DE 10 2018 006 078 A1** 2019.02.14

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 006 078.1**

(22) Anmeldetag: **01.08.2018**

(43) Offenlegungstag: **14.02.2019**

(51) Int Cl.: **H01L 21/302** (2006.01)

**B24B 37/04** (2012.01)

**B24B 1/00** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**62/543,416**                      **10.08.2017**      **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:

**Peng, Jia-De, Miaoli, TW; Ho, Lin-Chen, Miaoli,  
TW; Hsu, Syin, Miaoli, TW**

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

(54) Bezeichnung: **CHEMISCH-MECHANISCHES POLIERVERFAHREN FÜR WOLFRAM**

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zum chemisch-mechanischen Polieren eines Substrats, das Wolfram enthält, zum zumindest Vermindern eines Dishings von Wolframmerkmalen von 100 µm oder weniger. Das Verfahren umfasst das Bereitstellen eines Substrats, das Wolframmerkmale von 100 µm oder weniger enthält; das Bereitstellen einer Polierzusammensetzung, enthaltend, als ursprüngliche Komponenten: Wasser; ein Oxidationsmittel; Arginin oder Salze davon; eine Dicarbonsäure, eine Quelle von Eisenionen; ein kolloidales Siliziumoxid-Schleifmittel; und gegebenenfalls ein pH-Einstellmittel; und gegebenenfalls ein grenzflächenaktives Mittel; und gegebenenfalls ein Biozid; das Bereitstellen eines chemisch-mechanischen Polierkissens mit einer Polieroberfläche; das Erzeugen eines dynamischen Kontakts an einer Grenzfläche zwischen dem Polierkissen und dem Substrat; und das Abgeben der Polierzusammensetzung auf die Polieroberfläche an oder in der Nähe der Grenzfläche zwischen dem Polierkissen und dem Substrat; wobei ein Teil des Wolfram von dem Substrat wegpoliert wird und dennoch zumindest ein Dishing der Wolframmerkmale von 100 µm oder weniger vermindert wird.

## Beschreibung

### Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft das Gebiet des chemisch-mechanischen Polierens von Wolfram, um zumindest ein Dishing des Wolframs zu hemmen. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum chemisch-mechanischen Polieren von Wolfram, um zumindest ein Dishing des Wolframs zu hemmen, durch Bereitstellen eines Substrats, das Wolfram enthält, bei dem die Wolframmerkmale Abmessungen von 100 µm oder weniger aufweisen; Bereitstellen einer Polierzusammensetzung, enthaltend, als ursprüngliche Komponenten: Wasser; ein Oxidationsmittel; Arginin oder Salze davon in ausreichenden Mengen, um zumindest ein Dishing der Wolframmerkmale zu hemmen; eine Dicarbonsäure, eine Quelle von Eisenionen; ein kolloidales Siliziumoxid-Schleifmittel; und gegebenenfalls ein pH-Einstellmittel; und gegebenenfalls ein grenzflächenaktives Mittel; und gegebenenfalls ein Biozid; Bereitstellen eines chemisch-mechanischen Polierkissens mit einer Polieroberfläche; Erzeugen eines dynamischen Kontakts an einer Grenzfläche zwischen dem Polierkissen und dem Substrat; und Abgeben der Polierzusammensetzung auf die Polieroberfläche an oder in der Nähe der Grenzfläche zwischen dem Polierkissen und dem Substrat, wobei ein Teil des Wolframs von dem Substrat wegpoliert wird und zumindest ein Dishing der Wolframmerkmale gehemmt wird.

### Hintergrund der Erfindung

**[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 aufeinanderfolgend abgeschieden und entfernt werden, wird die oberste Oberfläche des Wafers nicht-planar. Da eine anschließende Halbleiterverarbeitung (z.B. eine Metallisierung) erfordert, dass der Wafer eine flache Oberfläche aufweist, muss der Wafer planarisiert werden. Eine Planarisierung ist zum Entfernen einer unerwünschten Oberflächentopographie und von unerwünschten Oberflächendefekten, wie z.B. rauen Oberflächen, agglomerierten Materialien, einer Kristallgitterbeschädigung, Kratzern und kontaminierten 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 einer CMP-Vorrichtung in Kontakt mit einem Polierkissen angeordnet. Die Trägeranordnung stellt einen einstellbaren Druck auf den Wafer bereit und drückt ihn gegen das Polierkissen. Das Kissen wird durch eine externe Antriebskraft relativ zu dem Wafer bewegt (z.B. gedreht). Gleichzeitig damit wird eine Polierzusammensetzung („Aufschlammung“) oder eine andere Polierlösung zwischen dem Wafer und dem Polierkissen bereitgestellt. Folglich wird die Waferoberfläche durch die chemische und mechanische Wirkung der Kissenoberfläche und der Aufschlammung poliert und planar gemacht. Ein CMP ist jedoch sehr komplex. Jeder Typ von Material erfordert eine spezielle Polierzusammensetzung, ein geeignet gestaltetes Polierkissen, optimierte Verfahrenseinstellungen sowohl zum Polieren als auch zum Reinigen nach dem CMP, und andere Faktoren müssen individuell für die Anwendung eines Polierens eines bestimmten Materials maßgeschneidert werden.

**[0005]** Ein chemisch-mechanisches Polieren wurde ein bevorzugtes Verfahren zum Polieren von Wolfram während der Bildung von Wolfram-Zwischenverbindungen und -Kontaktstopfen in integrierten Schaltkreisgestaltungen. Wolfram wird in integrierten Schaltkreisgestaltungen häufig für Kontakt/Durchkontaktstopfen verwendet. Typischerweise wird ein Kontakt- oder Durchgangsloch durch eine dielektrische Schicht auf einem Substrat gebildet, um Bereiche einer darunterliegenden Komponente, wie z.B. einer Metallisierung auf einem ersten Niveau oder einer Zwischenverbindung, freizulegen. Wolfram ist ein hartes Metall und eine Wolfram-CMP läuft bei relativ aggressiven Einstellungen ab, die zu speziellen Herausforderungen für eine Wolfram-CMP führen. Leider verursachen viele CMP-Aufschlammungen, die zum Polieren von Wolfram verwendet werden, aufgrund ihrer aggressiven Natur das Problem eines Überpolierens und eines Dishings, die zu uneinheitlichen oder nicht-planaren Oberflächen führen. Der Begriff „Dishing“ bezieht sich auf eine übermäßige (unerwünschte) Entfernung von Metall, wie z.B. Wolfram, von Metall-Zwischenverbindungsvorstufen und anderen Merkmalen auf Halbleitern während eines CMP, wodurch in dem Wolfram unerwünschte Hohlräume verursacht

werden. Ein Dishing ist unerwünscht, da es zusätzlich zu einem Verursachen von nicht-planaren Oberflächen das elektrische Leistungsvermögen des Halbleiters negativ beeinflusst. Das Ausmaß des Dishings kann variieren, ist jedoch typischerweise schwerwiegend genug, so dass es eine Erosion von darunterliegenden dielektrischen Materialien, wie z.B. Siliziumdioxid (TEOS) verursacht. Eine Erosion ist unerwünscht, da die dielektrische Schicht idealerweise fehlerfrei und frei von Hohlräumen sein sollte, so dass sie für den Halbleiter ein dauerhaft optimales elektrisches Leistungsvermögen bereitstellt.

**[0006]** Die topographischen Defekte, die aus einem solchen Dishing und einer solchen Erosion resultieren können, können ferner zu einer uneinheitlichen Entfernung von zusätzlichen Materialien von der Substratoberfläche führen, wie z.B. einem Barriere- bzw. Sperrschichtmaterial, das unterhalb des leitenden Materials oder dielektrischen Materials angeordnet ist, wodurch eine Substratoberfläche mit einer geringeren als der gewünschten Qualität erzeugt wird, was die Leistung von integrierten Schaltkreisen des Halbleiters negativ beeinflussen kann. Da Merkmale auf der Oberfläche von Halbleitern immer kleiner werden, wird es darüber hinaus immer schwieriger, die Oberfläche der Halbleiter erfolgreich zu polieren.

**[0007]** Ein weiteres Problem, das mit dem Polieren von Wolfram zusammenhängt, ist eine Korrosion. Die Korrosion von Wolfram ist ein üblicher Nebeneffekt des CMP. Während des CMP-Verfahrens fährt die Metallpolieraufschlammung, die auf der Oberfläche des Substrats verbleibt, fort, das Substrat über die Effekte des CMP hinaus zu korrodieren. Manchmal ist eine Korrosion erwünscht; in den meisten Halbleiterverfahren soll eine Korrosion jedoch vermindert oder gehemmt werden.

**[0008]** Daher besteht ein Bedarf für ein CMP-Polierverfahren und eine CMP-Zusammensetzung für Wolfram, die zumindest ein Dishing von Wolfram hemmen.

#### Zusammenfassung der Erfindung

**[0009]** Die vorliegende Erfindung stellt ein Verfahren zum chemisch-mechanischen Polieren von Wolfram bereit, umfassend: Bereitstellen eines Substrats, das Wolfram und ein Dielektrikum umfasst, wobei Wolframmerkmale Abmessungen von 100 µm oder weniger aufweisen; Bereitstellen einer chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung, umfassend, als ursprüngliche Komponenten: Wasser; ein Oxidationsmittel; Arginin oder Salze davon in Mengen von 10 bis 500 ppm; ein kolloidales Siliziumoxid-Schleifmittel; eine Dicarbonsäure oder ein Salz davon, eine Quelle von Eisen(III)-Ionen; und gegebenenfalls ein pH-Einstellmittel; und gegebenenfalls ein grenzflächenaktives Mittel; und gegebenenfalls ein Biozid; Bereitstellen eines chemisch-mechanischen Polierkissens mit einer Polieroberfläche; Erzeugen eines dynamischen Kontakts an einer Grenzfläche zwischen dem chemisch-mechanischen Polierkissen und dem Substrat; und Abgeben der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung auf die Polieroberfläche des chemisch-mechanischen Polierkissens an oder in der Nähe der Grenzfläche zwischen dem chemisch-mechanischen Polierkissen und dem Substrat; wobei ein Teil des Wolframs von dem Substrat wegpoliert wird und zumindest ein Dishing der Wolframmerkmale mit Abmessungen von 100 µm oder weniger vermindert wird.

**[0010]** Die vorliegende Erfindung stellt ein chemisch-mechanisches Verfahren zum Polieren von Wolfram bereit, umfassend: Bereitstellen des Substrats, das Wolfram und ein Dielektrikum umfasst, wobei Wolframmerkmale Abmessungen von 100 µm oder weniger aufweisen; Bereitstellen einer chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung, umfassend, als ursprüngliche Komponenten: Wasser; ein Oxidationsmittel; Arginin oder Salze davon in Mengen von 30 bis 500 ppm; ein kolloidales Siliziumoxid-Schleifmittel mit einem negativen Zeta-Potential; eine Dicarbonsäure oder ein Salz davon; eine Quelle von Eisen(III)-Ionen; und gegebenenfalls ein pH-Einstellmittel; und gegebenenfalls ein grenzflächenaktives Mittel; und gegebenenfalls ein Biozid; Bereitstellen eines chemisch-mechanischen Polierkissens mit einer Polieroberfläche; Erzeugen eines dynamischen Kontakts an einer Grenzfläche zwischen dem chemisch-mechanischen Polierkissen und dem Substrat; und Abgeben der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung auf die Polieroberfläche des chemisch-mechanischen Polierkissens an oder in der Nähe der Grenzfläche zwischen dem chemisch-mechanischen Polierkissen und dem Substrat; wobei ein Teil des Wolframs von dem Substrat wegpoliert wird zumindest ein Dishing der Wolframmerkmale mit Abmessungen von 100 µm oder weniger vermindert wird; wobei die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung eine Wolfram-Entfernungsgeschwindigkeit von  $\geq 1000 \text{ \AA}/\text{min}$  bei einer Plattendrehzahl von 80 Umdrehungen pro Minute, einer Trägerdrehzahl von 81 Umdrehungen pro Minute, einer Flussrate der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung von 125 mL/min, einer Nennandruckkraft von 21,4 kPa auf einem 200 mm-Poliergerät aufweist; und wobei das chemisch-mechanische Polierkissen eine Polyurethan-Polierschicht, die polymere Mikroteilchen mit hohlem Kern enthält, und ein Polyurethan-imprägniertes Vliesunterkissen umfasst.

**[0011]** Die vorliegende Erfindung stellt ein chemisch-mechanisches Verfahren zum Polieren von Wolfram bereit, umfassend: Bereitstellen eines Substrats, das Wolfram und ein Dielektrikum umfasst, wobei Wolframmerkmale Abmessungen von 100 µm oder weniger aufweisen; Bereitstellen einer chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung, umfassend, als ursprüngliche Komponenten: Wasser; ein Oxidationsmittel; Arginin oder Salze davon in Mengen von 30 bis 500 ppm; ein kolloidales Siliziumoxid-Schleifmittel mit einem negativen Zeta-Potential; Malonsäure oder ein Salz davon; eine Quelle von Eisen(III)-Ionen; und gegebenenfalls ein pH-Einstellmittel; und gegebenenfalls ein grenzflächenaktives Mittel; und gegebenenfalls ein Biozid; Bereitstellen eines chemisch-mechanischen Polierkissens mit einer Polieroberfläche; Erzeugen eines dynamischen Kontakts an einer Grenzfläche zwischen dem chemisch-mechanischen Polierkissen und dem Substrat, wobei zumindest ein Dishing der Wolframmerkmale mit Abmessungen von 100 µm oder weniger vermindert wird; und Abgeben der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung auf die Polieroberfläche des chemisch-mechanischen Polierkissens an oder in der Nähe der Grenzfläche zwischen dem chemisch-mechanischen Polierkissen und dem Substrat; wobei ein Teil des Wolframs von dem Substrat wegpoliert wird; wobei die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung eine Wolfram-Entfernungsgeschwindigkeit von  $\geq 1000 \text{ \AA}/\text{min}$  bei einer Plattendrehzahl von 80 Umdrehungen pro Minute, einer Trägerdrehzahl von 81 Umdrehungen pro Minute, einer Flussrate der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung von 125 mL/min, einer Nennandruckkraft von 21,4 kPa auf einem 200 mm-Poliergerät aufweist; und wobei das chemisch-mechanische Polierkissen eine Polyurethan-Polierschicht, die polymere Mikroteilchen mit hohlem Kern enthält, und ein Polyurethan-impregniertes Vliesunterkissen umfasst.

**[0012]** Die vorliegende Erfindung stellt ein Verfahren zum chemisch-mechanischen Polieren von Wolfram bereit, umfassend: Bereitstellen des Substrats, das Wolfram und ein Dielektrikum umfasst, wobei Wolframmerkmale Abmessungen von 100 µm oder weniger aufweisen; Bereitstellen einer chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung, umfassend, als ursprüngliche Komponenten: Wasser; 0,01 bis 15 Gew.-% eines Oxidationsmittels, wobei das Oxidationsmittel Wasserstoffperoxid ist; 30 ppm bis 500 ppm Arginin oder Salze davon; 0,01 bis 10 Gew.-% eines kolloidalen Siliziumoxid-Schleifmittels mit einem negativen Zeta-Potenzial; 100 bis 1400 ppm Malonsäure oder ein Salz davon; 100 bis 1100 ppm einer Quelle von Eisen(III)-Ionen, wobei die Quelle von Eisen(III)-Ionen Eisen(III)-nitrat ist; und gegebenenfalls ein pH-Einstellmittel; gegebenenfalls ein grenzflächenaktives Mittel; gegebenenfalls ein Biozid; wobei die chemisch-mechanische Polierzusammensetzung einen pH-Wert von 1 bis 7 aufweist; Bereitstellen eines chemisch-mechanischen Polierkissens mit einer Polieroberfläche; Erzeugen eines dynamischen Kontakts an einer Grenzfläche zwischen dem chemisch-mechanischen Polierkissen und dem Substrat; und Abgeben der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung auf die Polieroberfläche des chemisch-mechanischen Polierkissens an oder in der Nähe der Grenzfläche zwischen dem chemisch-mechanischen Polierkissen und dem Substrat; wobei ein Teil des Wolframs von dem Substrat wegpoliert wird und zumindest ein Dishing der Wolframmerkmale vermindert wird.

**[0013]** Die vorliegende Erfindung stellt ein Verfahren zum chemisch-mechanischen Polieren von Wolfram bereit, umfassend: Bereitstellen eines Substrats, das Wolfram und ein Dielektrikum umfasst, wobei Wolframmerkmale Abmessungen von 100 µm oder weniger aufweisen; Bereitstellen einer chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung, umfassend, als ursprüngliche Komponenten: Wasser; 1 bis 3 Gew.-% eines Oxidationsmittels, wobei das Oxidationsmittel Wasserstoffperoxid ist; 30 bis 500 ppm Arginin oder Salze davon, 0,2 bis 5 Gew.-% eines kolloidalen Siliziumoxid-Schleifmittels mit einer negativen Oberflächenladung; 120 bis 1350 ppm Malonsäure; 150 bis 700 ppm einer Quelle von Eisen(III)-Ionen, wobei die Quelle von Eisen(III)-Ionen Eisen(III)-nitrat ist; und gegebenenfalls ein pH-Einstellmittel; und gegebenenfalls ein anionisches grenzflächenaktives Ethersulfat-Mittel; und gegebenenfalls ein Biozid; wobei die chemisch-mechanische Polierzusammensetzung einen pH-Wert von 2 bis 3 aufweist; Bereitstellen eines chemisch-mechanischen Polierkissens mit einer Polieroberfläche; Erzeugen eines dynamischen Kontakts an einer Grenzfläche zwischen dem chemisch-mechanischen Polierkissen und dem Substrat; und Abgeben der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung auf die Polieroberfläche des chemisch-mechanischen Polierkissens an oder in der Nähe der Grenzfläche zwischen dem chemisch-mechanischen Polierkissen und dem Substrat; wobei ein Teil des Wolframs von dem Substrat wegpoliert wird und zumindest ein Dishing der Wolframmerkmale vermindert wird.

**[0014]** Die vorstehend genannten Verfahren der vorliegenden Erfindung nutzen eine chemisch-mechanische Polierzusammensetzung, die Arginin oder Salze davon in Mengen von 10 bis 500 ppm; ein Oxidationsmittel; ein kolloidales Siliziumoxid-Schleifmittel; eine Dicarbonsäure oder ein Salz davon; eine Quelle von Eisen(III)-Ionen; Wasser und gegebenenfalls ein pH-Einstellmittel; und gegebenenfalls ein grenzflächenaktives Mittel; und gegebenenfalls ein Biozid umfasst, zum Polieren von Wolfram und gleichzeitig zumindest Hemmen eines Dishings des Wolframs zum Bereitstellen einer im Wesentlichen planaren Wolframoberfläche. Zusätzlich zum Hemmen eines Dishings können die chemisch-mechanischen Polierzusammensetzungen der vorliegenden

Erfindung eine Wolframkorrosion hemmen. Die chemisch-mechanischen Polierzusammensetzungen der vorliegenden Erfindung weisen auch eine gute Selektivität von Wolfram zu Siliziumdioxid auf.

#### Detaillierte Beschreibung der Erfindung

**[0015]** Wie in dieser Beschreibung verwendet, weisen die folgenden Abkürzungen die folgenden Bedeutungen auf, falls nichts anderes angegeben ist: °C = Grad Celsius; g = Gramm; L = Liter; mL = Milliliter;  $\mu$  =  $\mu\text{m}$  = Mikrometer; kPa = Kilopascal; Å = Angström; mV = Millivolt; DI = entionisiert; ppm = Teile pro Million = mg/L; mm = Millimeter; cm = Zentimeter; min = Minute; U/min = Umdrehungen pro Minute; Pf. = Pfund; kg = Kilogramm; W = Wolfram; PO = Propylenoxid; EO = Ethylenoxid; ICP-OES = optische Emissionsspektroskopie mit induktiv gekoppeltem Plasma; DLS = dynamische Lichtstreuung; Gew.-% = Gewichtsprozent; und RR = Entfernungsgeschwindigkeit.

**[0016]** Der Ausdruck „chemisch-mechanisches Polieren“ oder „CMP“ bezieht sich auf ein Verfahren, bei dem ein Substrat nur mittels chemischer und mechanischer Kräfte poliert wird, und das sich von einem elektrochemisch-mechanischen Polieren (ECMP) unterscheidet, bei dem an das Substrat eine elektrische Vorspannung angelegt wird. Der Begriff „Arginin“ steht für die  $\alpha$ -Aminosäure Arginin und umfasst L-Arginin (die häufigste natürliche Form). Der Begriff „TEOS“ steht für das Siliziumdioxid, das durch die Zersetzung von Tetraethylorthosilikat ( $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ ) gebildet worden ist. Der Begriff „planar“ steht für eine im Wesentlichen flache Oberfläche oder flache Oberflächentopographie mit zwei Abmessungen von Länge und Breite. Der Begriff „Abmessungen“ bezieht sich auf Linienbreiten. Die Begriffe „ein(es)“ und „einer“ beziehen sich beide auf den Singular und den Plural. Alle Prozentangaben beziehen sich auf das Gewicht, falls nichts anderes angegeben ist. Alle Zahlenbereiche sind einschließlich und in jedweder Reihenfolge kombinierbar, mit der Ausnahme, wenn es logisch ist, dass solche Zahlenbereiche darauf beschränkt sind, sich zu 100 % zu summieren.

**[0017]** Das Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung nutzt eine chemisch-mechanische Polierzusammensetzung, die ein Oxidationsmittel; Arginin oder Salze davon in Mengen von 10 ppm bis 500 ppm; ein kolloidales Siliziumoxid-Schleifmittel; eine Dicarbonsäure oder ein Salz davon; eine Quelle von Eisen(III)-Ionen; Wasser; und gegebenenfalls ein pH-Einstellmittel; und gegebenenfalls ein grenzflächenaktives Mittel; und gegebenenfalls ein Biozid enthält, so dass die Entfernung von Wolfram von der Substratoberfläche bereitgestellt wird, während zumindest ein Dishing des Wolframs gehemmt wird.

**[0018]** Vorzugsweise umfasst das Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung: Bereitstellen des Substrats, wobei das Substrat Wolfram und ein Dielektrikum umfasst, wobei die Wolframmerkmale Abmessungen von 100  $\mu\text{m}$  oder weniger, vorzugsweise von 100  $\mu\text{m}$  bis 0,25  $\mu\text{m}$ , mehr bevorzugt von 50  $\mu\text{m}$  bis 0,25  $\mu\text{m}$ , noch mehr bevorzugt von 10  $\mu\text{m}$  bis 0,25  $\mu\text{m}$  und noch mehr bevorzugt von 9  $\mu\text{m}$  bis 0,25  $\mu\text{m}$  oder alternativ noch mehr bevorzugt von 7  $\mu\text{m}$  bis 0,25  $\mu\text{m}$  aufweisen; Bereitstellen einer chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung, umfassend (vorzugsweise bestehend aus), als ursprüngliche Komponenten: Wasser; ein Oxidationsmittel, vorzugsweise in Mengen von mindestens 0,01 Gew.-% bis 10 Gew.-%, mehr bevorzugt in Mengen von 0,1 Gew.-% bis 5 Gew.-%, insbesondere von 1 Gew.-% bis 3 Gew.-%; Arginin oder Salze davon oder Gemische davon in Mengen von 10 ppm bis 500 ppm, vorzugsweise 30 ppm bis 500 ppm; ein kolloidales Siliziumoxid-Schleifmittel, vorzugsweise in Mengen von 0,01 Gew.-% bis 15 Gew.-%, mehr bevorzugt von 0,05 Gew.-% bis 10 Gew.-%, noch mehr bevorzugt von 0,1 Gew.-% bis 7,5 Gew.-%, noch mehr bevorzugt von 0,2 Gew.-% bis 5 Gew.-%; eine Dicarbonsäure, ein Salz davon oder Gemische davon, vorzugsweise in Mengen von 100 ppm bis 1400 ppm, mehr bevorzugt von 120 ppm bis 1350 ppm; eine Quelle von Eisen(III)-Ionen, wobei die Quelle von Eisen(III)-Ionen vorzugsweise Eisen(III)-nitrat ist; und gegebenenfalls ein pH-Einstellmittel; wobei die chemisch-mechanische Polierzusammensetzung einen pH-Wert von 1 bis 7; vorzugsweise von 1,5 bis 4,5; mehr bevorzugt von 1,5 bis 3,5; noch mehr bevorzugt von 2 bis 3 aufweist; und gegebenenfalls ein grenzflächenaktives Mittel; und gegebenenfalls ein Biozid; Bereitstellen eines chemisch-mechanischen Polierkissens mit einer Polieroberfläche; Erzeugen eines dynamischen Kontakts an einer Grenzfläche zwischen dem chemisch-mechanischen Polierkissen und dem Substrat; und Abgeben der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung auf die Polieroberfläche des chemisch-mechanischen Polierkissens an oder in der Nähe der Grenzfläche zwischen dem chemisch-mechanischen Polierkissen und dem Substrat; wobei mindestens ein Teil des Wolframs von dem Substrat wegpoliert wird und zumindest ein Dishing der Wolframmerkmale vermindert wird, und vorzugsweise ein Dishing der Wolframmerkmale vermindert wird und eine Wolframkorrosion gehemmt wird.

**[0019]** Vorzugsweise ist das bereitgestellte Substrat ein Halbleitersubstrat, das Wolfram und ein Dielektrikum, wie z.B. TEOS, umfasst.

**[0020]** Vorzugsweise ist in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung das Wasser, das als eine ursprüngliche Komponente in der bereitgestellten chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung enthalten ist, mindestens eines von entionisiert und destilliert, so dass zufällige Verunreinigungen beschränkt werden.

**[0021]** Vorzugsweise enthält in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung als eine ursprüngliche Komponente ein Oxidationsmittel, wobei das Oxidationsmittel aus der Gruppe, bestehend aus Wasserstoffperoxid ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), Monopersulfaten, Iodaten, Magnesiumperphthalat, Peressigsäure und anderen Persäuren, Persulfat, Bromaten, Perbromat, Persulfat, Peressigsäure, Periodat, Nitraten, Eisensalzen, Cersalzen, Mn(III)-, Mn(IV)- und Mn(VI)-Salzen, Silbersalzen, Kupfersalzen, Chromsalzen, Kobaltsalzen, Halogenen, Hypochloriten und einem Gemisch davon, ausgewählt ist. Mehr bevorzugt ist das Oxidationsmittel aus der Gruppe, bestehend aus Wasserstoffperoxid, Perchlorat, Perbromat, Periodat, Persulfat und Peressigsäure, ausgewählt. Insbesondere ist das Oxidationsmittel Wasserstoffperoxid.

**[0022]** Vorzugsweise enthält in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung als eine ursprüngliche Komponente 0,01 bis 10 Gew.-%, mehr bevorzugt 0,1 bis 5 Gew.-%; insbesondere 1 bis 3 Gew.-% eines Oxidationsmittels.

**[0023]** Vorzugsweise enthält in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung als eine ursprüngliche Komponente eine Quelle von Eisen(III)-Ionen. Mehr bevorzugt enthält in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung als eine ursprüngliche Komponente eine Quelle von Eisen(III)-Ionen, wobei die Quelle von Eisen(III)-Ionen aus der Gruppe, bestehend aus Eisen(III)-Salzen, ausgewählt ist. Insbesondere enthält in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung als eine ursprüngliche Komponente eine Quelle von Eisen(III)-Ionen, wobei die Quelle von Eisen(III)-Ionen Eisen(III)-nitrat ( $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ) ist.

**[0024]** Vorzugsweise enthält in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung als eine ursprüngliche Komponente eine Quelle von Eisen(III)-Ionen, die ausreichend ist, um 1 bis 250 ppm, vorzugsweise 5 bis 200 ppm, mehr bevorzugt 7,5 bis 150 ppm, insbesondere 10 bis 100 ppm Eisen(III)-Ionen in die chemisch-mechanische Polierzusammensetzung einzubringen.

**[0025]** Vorzugsweise enthält in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung als eine ursprüngliche Komponente eine Quelle von Eisen(III)-Ionen. Mehr bevorzugt enthält in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung als eine ursprüngliche Komponente 100 bis 1100 ppm, vorzugsweise 125 bis 1000 ppm, mehr bevorzugt 150 bis 850 ppm und insbesondere 175 bis 700 ppm einer Quelle von Eisen(III)-Ionen. Insbesondere enthält in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung als eine ursprüngliche Komponente 100 bis 1100 ppm, vorzugsweise 150 bis 1000 ppm, mehr bevorzugt 150 bis 850 ppm, insbesondere 175 bis 700 ppm einer Quelle von Eisen(III)-Ionen, wobei die Quelle von Eisen(III)-Ionen Eisen(III)-nitrat ( $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ) ist.

**[0026]** Vorzugsweise enthält in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung als eine ursprüngliche Komponente Arginin (L-Arginin), Argininsalze oder Gemische davon. Argininsalze umfassen, sind jedoch nicht beschränkt auf, L-Arginin-HCl, Argininmalat und N-Methyl-L-argininacetatsalz. Vorzugsweise sind die Argininsalze aus L-Arginin-HCl und N-Methyl-L-argininacetat ausgewählt, insbesondere ist das Argininsalz L-Arginin-HCl. Vorzugsweise wird in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung Arginin (L-Arginin) anstelle von dessen Salzen und Gemischen davon in die chemisch-mechanische Polierzusammensetzung der vorliegenden Erfindung einbezogen. In dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung enthält die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung als eine ursprüngliche Komponente 10 ppm bis 500 ppm, vorzugsweise 30 ppm bis 500 ppm, mehr bevorzugt von 50 ppm bis 500 ppm, noch mehr bevorzugt von 30 ppm bis 350 ppm; noch mehr bevorzugt von 30 ppm bis 250 ppm, insbesondere von 30 ppm bis 150 ppm (z.B. 30 bis 50 ppm, 50 bis 100 ppm oder 50 bis 150 ppm) von einem oder mehreren von Arginin (L-Arginin) und Salzen davon.

**[0027]** Vorzugsweise enthält in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung ein kolloidales Siliziumoxid-Schleifmittel mit einem negativen Zeta-Potenzial. Mehr bevorzugt enthält in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung ein kolloidales Siliziumoxid-Schleifmittel mit einem dauerhaft negativen Zeta-Potenzial, wobei die chemisch-mechanische Polierzusammensetzung einen pH-Wert von 1 bis 7, vorzugsweise von 1,5 bis 4,5; mehr bevorzugt von 1,5 bis 3,5; noch mehr bevorzugt von 2 bis 3; insbesondere von 2 bis 2,5 aufweist. Noch mehr bevorzugt enthält in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung ein kolloidales Siliziumoxid-Schleifmittel mit einem dauerhaft negativen Zeta-Potenzial, wobei die chemisch-mechanische Polierzusammensetzung einen pH-Wert von 1 bis 7, vorzugsweise von 1,5 bis 4,5; mehr bevorzugt von 1,5 bis 3,5; noch mehr bevorzugt von 2 bis 3; insbesondere von 2 bis 2,5 aufweist, wie er durch ein Zeta-Potenzial von -0,1 mV bis -20 mV angegeben ist.

**[0028]** Vorzugsweise enthält in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung als eine ursprüngliche Komponente ein kolloidales Siliziumoxid-Schleifmittel, wobei das kolloidale Siliziumoxid-Schleifmittel eine durchschnittliche Teilchengröße von  $\leq 100$  nm, vorzugsweise 5 bis 100 nm; mehr bevorzugt 10 bis 90 nm; insbesondere 20 bis 80 nm aufweist, die durch dynamische Lichtstreuungstechniken gemessen wird.

**[0029]** Vorzugsweise enthält in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung 0,01 bis 15 Gew.-%, vorzugsweise 0,05 bis 10 Gew.-%, mehr bevorzugt 0,1 bis 7,5 Gew.-%, noch mehr bevorzugt 0,2 bis 5 Gew.-%, insbesondere von 0,2 bis 2 Gew.-% eines kolloidalen Siliziumoxid-Schleifmittels. Vorzugsweise weist das kolloidale Siliziumoxid-Schleifmittel ein negatives Zeta-Potenzial auf.

**[0030]** In dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung kann die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung ein gemischtes kolloidales Siliziumoxid-Schleifmittel enthalten, wobei das gemischte kolloidale Siliziumoxid-Schleifmittel kolloidale Siliziumoxid-Schleifmittel mit kleinen Teilchen, die mittlere (durchschnittliche) Teilchengrößen (gemessen durch DLS) von 40 bis 50 nm, vorzugsweise von 42 bis 45 nm, mehr bevorzugt von 44 bis 45 nm umfassen, in Mengen von 0,01 bis 7,5 Gew.-%, vorzugsweise 0,05 bis 5 Gew.-%, mehr bevorzugt 0,5 bis 2 Gew.-%, noch mehr bevorzugt 0,5 bis 1,5 Gew.-%, insbesondere von 0,5 bis 1 Gew.-%, und Schleifmittel mit großen Teilchen, die mittlere (durchschnittliche) Teilchengrößen 70 bis 100 nm, vorzugsweise von 75 bis 80 nm, mehr bevorzugt von 75 bis 76 nm umfassen, in Mengen von 0,01 bis 7,5 Gew.-%, noch mehr bevorzugt 0,05 bis 5 Gew.-%, noch mehr bevorzugt 0,5 bis 2 Gew.-%, noch mehr bevorzugt 0,5 bis 1,5 Gew.-%, insbesondere von 0,5 bis 1 Gew.-% umfasst. Vorzugsweise weisen die kolloidalen Siliziumoxid-Schleifmittel ein negatives Zeta-Potenzial auf.

**[0031]** Vorzugsweise enthält in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung als eine ursprüngliche Komponente eine Dicarbonsäure, wobei die Dicarbonsäure umfasst, jedoch nicht beschränkt ist auf Malonsäure, Oxalsäure, Bernsteinsäure, Adipinsäure, Maleinsäure, Äpfelsäure, Glutarsäure, Weinsäure, Salze davon oder Gemische davon. Mehr bevorzugt enthält in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung als eine ursprüngliche Komponente eine Dicarbonsäure, wobei die Dicarbonsäure ausgewählt ist aus der Gruppe, bestehend aus Malonsäure, Oxalsäure, Bernsteinsäure, Weinsäure, Salzen davon und Gemischen davon. Noch mehr bevorzugt enthält die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung als eine ursprüngliche Komponente eine Dicarbonsäure, wobei die Dicarbonsäure ausgewählt ist aus der Gruppe, bestehend aus Malonsäure, Oxalsäure, Bernsteinsäure, Salzen davon und Gemischen davon. Insbesondere enthält in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung als eine ursprüngliche Komponente die Dicarbonsäure Malonsäure oder Salze davon.

**[0032]** Vorzugsweise enthält in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung als eine ursprüngliche Komponente 1 bis 2600 ppm, vorzugsweise 100 bis 1400 ppm, mehr bevorzugt 120 bis 1350 ppm, noch mehr bevorzugt 130 bis 1100 ppm, einer Dicarbonsäure, wobei die Dicarbonsäure umfasst, jedoch nicht beschränkt ist auf Malonsäure, Oxalsäure, Bernsteinsäure, Adipinsäure, Maleinsäure, Äpfelsäure, Glutarsäure, Weinsäure, Salze davon oder Gemische davon. Vorzugsweise enthält in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung als eine ursprüngliche Komponente 1 bis 2600 ppm Malonsäure, Salze davon oder Gemische davon. Mehr bevorzugt enthält in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzus-

sammensetzung als eine ursprüngliche Komponente 100 bis 1400 ppm, noch mehr bevorzugt 120 bis 1350 ppm, noch mehr bevorzugt 130 bis 1350 ppm der Dicarbonsäure Malonsäure oder Salze davon.

**[0033]** Vorzugsweise weist in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung einen pH-Wert von 1 bis 7 auf. Mehr bevorzugt weist in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung einen pH-Wert von 1,5 bis 4,5 auf. Noch mehr bevorzugt weist in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung einen pH-Wert von 1,5 bis 3,5 auf. Noch mehr bevorzugt weist in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung einen pH-Wert von 2 bis 3 und insbesondere einen pH-Wert von 2 bis 2,5 auf.

**[0034]** Vorzugsweise enthält in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung gegebenenfalls ein pH-Einstellmittel. Vorzugsweise ist das pH-Einstellmittel aus der Gruppe, bestehend aus anorganischen und organischen pH-Einstellmitteln, ausgewählt. Vorzugsweise ist das pH-Einstellmittel aus der Gruppe, bestehend aus anorganischen Säuren und anorganischen Basen, ausgewählt. Mehr bevorzugt ist das pH-Einstellmittel aus der Gruppe, bestehend aus Salpetersäure und Kaliumhydroxid, ausgewählt. Insbesondere ist das pH-Einstellmittel Kaliumhydroxid.

**[0035]** Gegebenenfalls enthält in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung ein grenzflächenaktives Mittel. Vorzugsweise ist in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung das grenzflächenaktive Mittel ein PO- oder EO- oder PO/EO-enthaltendes grenzflächenaktives Mittel. Mehr bevorzugt ist in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung das grenzflächenaktive Mittel ein grenzflächenaktives PO- oder EO- oder PO/EO-Mittel, das eine anionische funktionelle Gruppe enthält. Noch mehr bevorzugt ist in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung das grenzflächenaktive Mittel ein anionisches Ethersulfat mit der Formel (I):



worin n 12, 15, 18, 20, 22, 25, 28, 30, 35, 38, 40, 42 oder 44 sein kann; x 0, 2, 5, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 30, 40 oder 50 sein kann; und y 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 80, 90 oder 100 sein kann, mit der Maßgabe, dass x und y nicht gleichzeitig 0 sein können, und ein Gegenion vorzugsweise ein Alkalimetallion, wie z.B. ein Natriumkation oder ein Kaliumkation; oder ein Ammoniumkation sein kann. Vorzugsweise ist in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung das anionische Ethersulfat Natriumlaurylethersulfat (SLES).

**[0036]** In dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung kann die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung als eine ursprüngliche Komponente 50 ppm bis 1000 ppm, vorzugsweise 100 ppm bis 900 ppm, mehr bevorzugt 120 ppm bis 600 ppm, noch mehr bevorzugt 140 ppm bis 250 ppm eines anionischen Ethersulfats enthalten. Mehr bevorzugt enthält in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung als eine ursprüngliche Komponente 50 bis 1000 ppm, mehr bevorzugt 100 ppm bis 900 ppm, noch mehr bevorzugt 120 ppm bis 600 ppm, noch mehr bevorzugt 140 ppm bis 250 ppm eines Alkalimetallsalzes eines anionischen grenzflächenaktiven Ethersulfatmittels. Noch mehr bevorzugt enthält in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung als eine ursprüngliche Komponente 50 ppm bis 1000 ppm, vorzugsweise 100 ppm bis 900 ppm, mehr bevorzugt 120 ppm bis 600 ppm, noch mehr bevorzugt 140 ppm bis 250 ppm Natriumlaurylethersulfat.

**[0037]** Gegebenenfalls kann die Polierzusammensetzung Biozide enthalten, wie z.B. KORDEX™ MLX (9,5 bis 9,9 % Methyl-4-isothiazolin-3-on, 89,1 bis 89,5 % Wasser und ≤ 1,0 % entsprechendes Reaktionsprodukt) oder KATHON™ ICP III, das als Wirkstoffe 2-Methyl-4-isothiazolin-3-on und 5-Chlor-2-methyl-4-isothiazolin-3-on enthält, jeweils hergestellt von The Dow Chemical Company, (KATHON™ und KORDEX™ sind Marken von The Dow Chemical Company). Solche Biozide können in die chemisch-mechanischen Polierzusammensetzungen der vorliegenden Erfindung in herkömmlichen Mengen einbezogen werden, wie es dem Fachmann bekannt ist.

**[0038]** Vorzugsweise kann in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung das bereitgestellte chemisch-mechanische Polierkissen jedwedem geeignete bekannte Polierkissen sein. Einem

Fachmann ist bekannt, wie ein geeignetes chemisch-mechanisches Polierkissen zur Verwendung in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung auszuwählen ist. Mehr bevorzugt wird 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 Polyurethan-Polierschicht. Insbesondere umfasst in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung das bereitgestellte chemisch-mechanische Polierkissen eine Polyurethan-Polierschicht, die polymere Mikroteilchen mit hohlem Kern enthält, und ein Polyurethan-impregniertes Vliesunterkissen. Vorzugsweise weist das bereitgestellte chemisch-mechanische Polierkissen mindestens eine Rille auf der Polieroberfläche auf.

**[0039]** Vorzugsweise wird in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung auf eine Polieroberfläche des chemisch-mechanischen Polierkissens an oder in der Nähe der Grenzfläche zwischen dem chemisch-mechanischen Polierkissen und dem Substrat abgegeben.

**[0040]** 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 einer Oberfläche des polierten Substrats bereitgestellt.

**[0041]** Vorzugsweise weist in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung eine Wolfram-Entfernungsgeschwindigkeit von  $\geq 1000 \text{ \AA}/\text{min}$ ; vorzugsweise  $\geq 1500 \text{ \AA}/\text{min}$ ; mehr bevorzugt  $\geq 1700 \text{ \AA}/\text{min}$  auf. Mehr bevorzugt weist in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung eine Wolfram-Entfernungsgeschwindigkeit von  $\geq 1000 \text{ \AA}/\text{min}$ ; vorzugsweise  $\geq 1500 \text{ \AA}/\text{min}$ ; mehr bevorzugt  $\geq 1700 \text{ \AA}/\text{min}$  und eine W/TEOS-Selektivität von  $\geq 2$  auf. Noch mehr bevorzugt wird in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung das Wolfram von dem Substrat mit einer Entfernungsgeschwindigkeit von  $\geq 1000 \text{ \AA}/\text{min}$ ; vorzugsweise  $\geq 1500 \text{ \AA}/\text{min}$ ; mehr bevorzugt  $\geq 1700 \text{ \AA}/\text{min}$  und einer W/TEOS-Selektivität von 2,5 bis 15 entfernt. Insbesondere wird in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung das Wolfram von dem Substrat mit einer Entfernungsgeschwindigkeit von  $\geq 1500 \text{ \AA}/\text{min}$ ; vorzugsweise  $\geq 1700 \text{ \AA}/\text{min}$  und einer W/TEOS-Selektivität von 7 bis 8 bei einer Plattendrehzahl von 80 Umdrehungen pro Minute, einer Trägerdrehzahl von 81 Umdrehungen pro Minute, einer Flussrate der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung von 125 mL/min, einer Nennandruckkraft von 21,4 kPa auf einem 200 mm-Poliergerät entfernt; und wobei das chemisch-mechanische Polierkissen eine Polyurethan-Polierschicht, die polymere Mikroteilchen mit hohlem Kern enthält, und ein Polyurethan-impregniertes Vliesunterkissen umfasst.

**[0042]** Vorzugsweise umfasst in dem Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung gemischte kolloidale Schleifmittel mit geringen mittleren Teilchengrößen in einer Kombination mit größeren mittleren Teilchengrößen, wobei das Verfahren zum Polieren eines Substrats der vorliegenden Erfindung eine Wolfram-Entfernungsgeschwindigkeit von  $\geq 1900 \text{ \AA}/\text{min}$ ; vorzugsweise  $\geq 2000 \text{ \AA}/\text{min}$ ; mehr bevorzugt  $\geq 2040 \text{ \AA}/\text{min}$  und eine W/TEOS-Selektivität von  $\geq 11$  aufweist.

**[0043]** Die folgenden Beispiele sollen das Dishing-Hemhleistungsvermögen der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung der vorliegenden Erfindung in Bezug auf Wolfram, das Korrosions-Hemhleistungsvermögen der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung der vorliegenden Erfindung in Bezug auf Wolfram und die W/TEOS-Selektivität einer oder mehrerer Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung zeigen, jedoch sollen diese deren Umfang nicht beschränken.

#### Beispiel 1

##### Aufschlämmungsformulierungen

**[0044]** Die chemisch-mechanischen Polierzusammensetzungen dieses Beispiels wurden durch Vereinigen der Komponenten in den in der Tabelle 1 angegebenen Mengen, wobei der Rest DI-Wasser ist, und Einstellen des pH-Werts der Zusammensetzungen auf den in der Tabelle 1 angegebenen End-pH-Wert mit 45 Gew.-% Kaliumhydroxid hergestellt.

Tabelle 1

Polieraufschlammung #	Schleifmittel <sup>1</sup> (Gew.-%)	Arginin <sup>2</sup> (ppm)	Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> (ppm)	Malonsäure (ppm)	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (Gew.-%)	pH
Kontrolle	2	-----	362	1320	2	2,5
PS-1	2	30	362	1320	2	2,5
PS-2	2	150	362	1320	2	2,5

<sup>1</sup>KLEBOSOL™ 1598-B25 (-) Zeta-Potenzial-Schleifmittelaufschlammung, hergestellt von AZ Electronics Materials, erhältlich von The Dow Chemical Company; und  
<sup>2</sup>Erhältlich von Sigma-Aldrich als L-Arginin.

Beispiel 2

## Chemisch-mechanisches Polieren - Dishing-Leistungsvermögen von Arginin-CMP-Aufschlammungen

**[0045]** Die Polierexperimente wurden auf unstrukturierten 200 mm-Wafern durchgeführt, die auf einem Applied Materials 200 mm MIRRA®-Poliergerät installiert waren. Die Polier-Entfernungsgeschwindigkeitsexperimente wurden mit unstrukturierten 200 mm 15 kÅ dicken TEOS-Lagenwafern von Novellus und unstrukturierten W-, Ti- und TiN-Wafern durchgeführt, die von WaferNet Inc., Silicon Valley Microelectronics oder SKW Associates, Inc. erhältlich sind. Alle Polierexperimente wurden unter Verwendung eines IC1010™-Polyurethan-Polierkissens, das mit einem SP2310-Unterkissen (von Rohm and Haas Electronic Materials CMP Inc. erhältlich) gepaart ist, mit einem typischen Abwärtsdruck von 21,4 kPa (3,1 psi), einer Flussrate der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung von 125 mL/min, einer Tischdrehzahl von 80 U/min und einer Trägerdrehzahl von 81 U/min durchgeführt, falls nichts anderes angegeben ist. Ein Kinik PDA33A-3-Diamantkissenkonditionierer (von Kinik Company erhältlich) wurde zum Abrichten des Polierkissens verwendet. Das Polierkissen wurde mit dem Konditionierer mit einer Andruckkraft von 9,0 Pf. (4,1 kg) für 15 Minuten und 7,0 Pf. (3,2 kg) für 15 Minuten bei 80 U/min (Platte)/36 U/min (Konditionierer) einlaufen gelassen. Das Polierkissen wurde ex-situ vor dem Polieren mit einer Andruckkraft von 7 Pf. (3,2 kg) für 24 Sekunden konditioniert. Die W-Dishingraten wurden mit einem KLA-Tencor RS100C-Messwerkzeug bestimmt. Die Wafer wiesen variierende Standardlinienbreitenmerkmale auf, wie es in der Tabelle 2 gezeigt ist.

Tabelle 2

Polieraufschlammung #	100 µm Dishing (Å)	50 µm Dishing (Å)	10 µm Dishing (Å)	9 µm Dishing (Å)	7 µm Dishing (Å)	0,25 µm Dishing (Å)
Kontrolle	1600	1500	772	298	491	182
PS-1	1093	1037	636	300	427	152
PS-2	1173	1045	519	86	219	86

**[0046]** Wie es durch die Polierergebnisse gezeigt ist, haben die zwei Aufschlammungen der vorliegenden Erfindung insgesamt das Dishing des W-Merkmals im Gegensatz zu der Kontrollaufschlammung, die kein Arginin enthielt, vermindert.

Beispiel 3

## W-, TEOS-Entfernungsgeschwindigkeit und maximale Poliertemperatur von W, TEOS

**[0047]** Die Polierexperimente bezüglich der W- und TEOS-Entfernungsgeschwindigkeiten wurden im Wesentlichen so durchgeführt, wie es im Beispiel 2 beschrieben ist, und zwar unter Verwendung derselben Vorrichtung und Parameter. Die TEOS-Entfernungsgeschwindigkeiten wurden durch Messen der Filmdicke vor und nach dem Polieren mit einem KLA-Tencor FX200-Messwerkzeug bestimmt. Die W-Entfernungsgeschwindigkeiten wurden mit einem KLA-Tencor RS100C-Messwerkzeug bestimmt. Die Wafer waren von WaferNet Inc. oder Silicon Valley Microelectronics. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 3 angegeben.

Tabelle 3

Polieraufschlammung #	W-RR (Å/min)	TEOS-RR (Å/min)	W/TEOS-Selektivität	W-Temp. (°C)	TEOS-Temp. (°C)
Kontrolle	1887	193	9,8	36	33
PS-1	1729	211	8,2	39	34
PS-2	1572	210	7,5	40	33

**[0048]** Die chemisch-mechanischen Arginin-Polierzusammensetzungen der vorliegenden Erfindung zeigten eine gute W-RR von mehr 1500 Å/min, eine TEOS-RR von mehr als 200 Å/min und eine gute W/TEOS-Selektivität zwischen 7 und 9.

Beispiel 4

## Aufschlammungsformulierungen

**[0049]** Die chemisch-mechanischen Polierzusammensetzungen dieses Beispiels wurden durch Vereinigen der Komponenten in den in den Tabellen 4 bis 6 angegebenen Mengen, wobei der Rest DI-Wasser ist, und Einstellen des pH-Werts der Zusammensetzungen auf den in den Tabellen 4 bis 6 angegebenen End-pH-Wert mit 45 Gew.-% Kaliumhydroxid hergestellt.

Tabelle 4

Polieraufschlammung #	Schleifmittel <sup>1</sup> (Gew.-%)	Arginin <sup>2</sup> (ppm)	Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> (ppm)	Malonsäure (ppm)	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (Gew.-%)	pH
Kontrolle	2	-----	362	1320	2	2,5
PS-3	2	50	362	1320	2	2,5
PS-4	2	500	362	1320	2	2,5

<sup>1</sup>KLEBOSOL™ 1598-B25 (-) Zeta-Potenzial-Schleifmittelaufschlammung, hergestellt von AZ Electronics Materials, erhältlich von The Dow Chemical Company; und  
<sup>2</sup>Erhältlich von Sigma-Aldrich als L-Arginin.

Tabelle 5

Polieraufschlammung #	Schleifmittel <sup>1</sup> (Gew.-%)	Arginin-HCl <sup>3</sup> (ppm)	Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> (ppm)	Malonsäure (ppm)	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (Gew.-%)	pH
Kontrolle	2	-----	362	1320	2	2,5
PS-5	2	50	362	1320	2	2,5
PS-6	2	500	362	1320	2	2,5

<sup>1</sup>KLEBOSOL™ 1598-B25 (-) Zeta-Potenzial-Schleifmittelaufschlammung, hergestellt von AZ Electronics Materials, erhältlich von The Dow Chemical Company; und  
<sup>3</sup>Erhältlich von Sigma-Aldrich als L-Argininhydrochlorid.

Tabelle 6

Polieraufschlammung #	Schleifmittel <sup>1</sup> (Gew.-%)	N-Methylargininacetat <sup>4</sup> (ppm)	Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> (ppm)	Malonsäure (ppm)	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (Gew.-%)	pH
Kontrolle	2	-----	362	1320	2	2,5
PS-7	2	50	362	1320	2	2,5
PS-8	2	500	362	1320	2	2,5

<sup>1</sup>KLEBOSOL™ 1598-B25 (-) Zeta-Potenzial-Schleifmittelaufschlammung, hergestellt von AZ Electronics Materials, erhältlich von The Dow Chemical Company; und  
<sup>4</sup>Erhältlich von Sigma-Aldrich als N-Methyl-L-argininacetat.

Beispiel 5

## Korrosionsgeschwindigkeit-Hemmleistungsvermögen von Arginin-CMP-Aufschlammungen

**[0050]** Die Korrosionstests wurden durch Eintauchen von unstrukturierten W-Wafern (1 cm × 4 cm) in 15 g-Aufschlammungsproben durchgeführt. Die W-Wafer wurden von den getesteten Aufschlammungen nach 10 min entfernt. Die Lösungen wurden anschließend für 20 min bei 9000 U/min zentrifugiert, um Aufschlammungsteilchen zu entfernen. Der Überstand wurde durch ICP-OES analysiert, um die Gewichtsmenge von Wolfram zu bestimmen. Die Korrosionsgeschwindigkeit (Å/min) wurde aus der W-Masse unter der Annahme einer Waferätzoberfläche von 4 cm<sup>2</sup> umgerechnet. Die Ergebnisse des Korrosionstests sind in der Tabelle 7 angegeben.

Tabelle 7

Aufschlammung #	W-Korrosionsgeschwindigkeit (Å/min)
Kontrolle	33
PS-3	10
PS-4	2,7
PS-5	10
PS-6	3,2
PS-7	14
PS-8	9

**[0051]** Die Ergebnisse der Korrosionsgeschwindigkeitstests zeigen, dass die chemisch-mechanischen Polieraufschlammungen, die L-Arginin, L-Argininhydrochlorid und N-Methyl-L-argininacetat enthielten, die Korrosion von W auf Wafern im Gegensatz zur Kontrolle, die kein Arginin und Salze davon enthielt, signifikant verminderten.

Beispiel 6

## Aufschlammungsformulierungen mit gemischten und ungemischten Schleifmitteln

**[0052]** Die chemisch-mechanischen Polierzusammensetzungen dieses Beispiels wurden durch Vereinigen der Komponenten in den in den nachstehenden Tabellen angegebenen Mengen, wobei der Rest DI-Wasser ist, und Einstellen des pH-Werts der Zusammensetzungen auf den End-pH-Wert = 2,5 mit 45 Gew.-% Kaliumhydroxid, Salpetersäure oder Gemischen davon hergestellt.

Tabelle 8

Polieraufschlammung #	Schleifmittel mit kleinem Durchmesser <sup>1</sup> (Gew.-%)	Schleifmittel mit großem Durchmesser <sup>2</sup> (Gew.-%)	Arginin <sup>3</sup> (ppm)	Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> (ppm)	Malonsäure (ppm)	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (Gew.-%)
Kontrolle 1	2	-----	30	362	1320	2
Kontrolle 2	-----	2	30	362	1320	2

<sup>1</sup>KLEBOSOL™ 1598-B25 (-) Zeta-Potenzial-Schleifmittelaufschlammung, hergestellt von AZ Electronics Materials, mittlere Teilchengröße = 45 nm

<sup>2</sup>KLEBOSOL™ 1498-B50 (-) Zeta-Potenzial-Schleifmittelaufschlammung, hergestellt von AZ Electronics Materials, mittlere Teilchengröße = 76 nm Materialien erhältlich von The Dow Chemical Company; und

<sup>3</sup>Erhältlich von Sigma-Aldrich als L-Arginin.

Tabelle 9

Polieraufschlammung #	Schleifmittel mit kleinem Durchmesser <sup>1</sup> (Gew.-%)	Schleifmittel mit großem Durchmesser <sup>2</sup> (Gew.-%)	Arginin <sup>3</sup> (ppm)	Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> (ppm)	Malonsäure (ppm)	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (Gew.-%)	Mittlere Teilchengröße (nm)
PS-9	1,5	0,5	50	362	1320	2	61
PS-10	1,0	1,0	50	362	1320	2	68
PS-11	0,5	1,5	50	362	1320	2	73

KLEBOSOL™ 1598-B25 (-) Zeta-Potenzial-Schleifmittelaufschlammung, hergestellt von AZ Electronics Materials, mittlere Teilchengröße = 45 nm

<sup>2</sup>KLEBOSOL™ 1498-B50 (-) Zeta-Potenzial-Schleifmittelaufschlammung, hergestellt von AZ Electronics Materials, mittlere Teilchengröße = 76 nm Materialien erhältlich von The Dow Chemical Company; und

<sup>3</sup>Erhältlich von Sigma-Aldrich als L-Arginin.

Beispiel 7

## W/TEOS-Selektivität von gemischten gegenüber ungemischten Schleifmitteln

**[0053]** Die Polierexperimente wurden auf unstrukturierten 200 mm-Wafern durchgeführt, die auf einem Applied Materials 200 mm MIRRA®-Poliergerät installiert waren. Die Polier-Entfernungsgeschwindigkeitsexperimente wurden mit unstrukturierten 200 mm 15 kÅ dicken Tetraethylorthosilikat (TEOS)-Lagenwafern von Novellus und unstrukturierten Wolfram (W)-Wafern durchgeführt, die alle von Wafernet erhältlich sind. Alle Polierexperimente wurden unter Verwendung eines IC1010™-Polyurethan-Polierkissens, das mit einem SP2310-Unterkissen (von Rohm and Haas Electronic Materials CMP Inc. erhältlich) gepaart ist, mit einem typischen Abwärtsdruck von 21,4 kPa (3,1 psi), einer Flussrate der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung von 125 mL/min, einer Tischdrehzahl von 80 U/min und einer Trägerdrehzahl von 81 U/min durchgeführt, falls nichts anderes angegeben ist. Ein Kinik PDA33A-3-Diamantkissenkonditionierer (von Kinik Company erhältlich) wurde zum Abrichten des Polierkissens verwendet. Das Polierkissen wurde mit dem Konditionierer mit einer Andruckkraft von 9,0 Pf. (4,1 kg) für 15 Minuten und 7,0 Pf. (3,2 kg) für 15 Minuten bei 80 U/min (Platte)/36 U/min (Konditionierer) einlaufen gelassen. Das Polierkissen wurde ferner ex-situ vor dem Polieren mit einer Andruckkraft von 7 Pf. (3,2 kg) für 24 Sekunden konditioniert. Die TEOS-Entfernungsgeschwindigkeiten wurden durch Messen der Filmdicke vor und nach dem Polieren mit einem KLA-Tencor FX200-Messwerkzeug bestimmt. Die Wolfram (W)-Entfernungsgeschwindigkeiten wurden mit einem KLA-Tencor RS100C-Messwerkzeug bestimmt.

Tabelle 10

Polieraufschlammung #	W-RR (Å/min)	TEOS-RR (Å/min)	W/TEOS-Selektivität	W-Temp. (°C)	TEOS-Temp. (°C)
Kontrolle 1	1729	211	8,2	42	38
Kontrolle 2	2347	261	9,0	45	40
PS-9	2044	172	11,9	44	36
PS-10	2019	172	11,8	44	37
PS-11	1954	176	11,1	44	37

**[0054]** Die chemisch-mechanischen Arginin-Polierzusammensetzungen der vorliegenden Erfindung mit den gemischten Schleifmitteln (mittlere Teilchengrößen = 61 nm, 68 nm bzw. 73 nm) zeigten eine gute W-RR von mehr als 1900 Å/min und eine verbesserte W/TEOS-Selektivität von mehr als 11, und zwar im Gegensatz zu den chemisch-mechanischen Arginin-Polierzusammensetzungen, die ein Schleifmittel mit einer geringen mittleren Teilchengröße (45 nm) oder ein Schleifmittel mit einer großen mittleren Teilchengröße (76 nm) umfassten.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum chemisch-mechanischen Polieren von Wolfram, umfassend:

Bereitstellen eines Substrats, das Wolfram und ein Dielektrikum umfasst, wobei die Wolframmerkmale Abmessungen von 100 µm oder weniger aufweisen;

Bereitstellen einer chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung, umfassend, als ursprüngliche Komponenten:

Wasser;

ein Oxidationsmittel;

Arginin oder Salze davon in Mengen von 10 bis 500 ppm;

ein kolloidales Siliziumoxid-Schleifmittel;

eine Dicarbonsäure,

eine Quelle von Eisen(III)-Ionen; und

gegebenenfalls ein pH-Einstellmittel;

gegebenenfalls ein grenzflächenaktives Mittel;

gegebenenfalls ein Biozid;

Bereitstellen eines chemisch-mechanischen Polierkissens mit einer Polieroberfläche;

Erzeugen eines dynamischen Kontakts an einer Grenzfläche zwischen dem chemisch-mechanischen Polierkissen und dem Substrat; und

Abgeben der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung auf die Polieroberfläche des chemisch-mechanischen Polierkissens an oder in der Nähe der Grenzfläche zwischen dem chemisch-mechanischen Polierkissen und dem Substrat zum Entfernen von mindestens einem Teil des Wolframs und zum Vermindern eines Dishings der Wolframmerkmale.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung eine Wolfram-Entfernungsgeschwindigkeit von  $\geq 1500$  Å/min bei einer Plattendrehzahl von 80 Umdrehungen pro Minute, einer Trägerdrehzahl von 81 Umdrehungen pro Minute, einer Flussrate der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung von 125 mL/min, einer Nennandruckkraft von 21,4 kPa auf einem 200 mm-Poliergerät aufweist; und wobei das chemisch-mechanische Polierkissen eine Polyurethan-Polierschicht, die polymere Mikroteilchen mit hohlem Kern enthält, und ein Polyurethan-imprägniertes Vliesunterkissen umfasst.

3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung als ursprüngliche Komponenten umfasst:

das Wasser;

0,01 bis 10 Gew.-% des Oxidationsmittels, wobei das Oxidationsmittel Wasserstoffperoxid ist;

30 bis 500 ppm des Arginins oder der Salze davon;

0,01 bis 15 Gew.-% des kolloidalen Siliziumoxid-Schleifmittels;

1 bis 2600 ppm der Dicarbonsäure;

100 bis 1100 ppm der Quelle von Eisen(III)-Ionen, wobei die Quelle von Eisen(III)-Ionen Eisen(III)-nitrat ist; und

gegebenenfalls das pH-Einstellmittel;

gegebenenfalls das grenzflächenaktive Mittel;

gegebenenfalls das Biozid; und

wobei die chemisch-mechanische Polierzusammensetzung einen pH-Wert von 1 bis 7 aufweist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung eine Wolfram-Entfernungsgeschwindigkeit von  $\geq 1500 \text{ \AA}/\text{min}$  bei einer Plattendrehzahl von 80 Umdrehungen pro Minute, einer Trägerdrehzahl von 81 Umdrehungen pro Minute, einer Flussrate der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung von 125 mL/min, einer Nennandruckkraft von 21,4 kPa auf einem 200 mm-Poliergerät aufweist; und wobei das chemisch-mechanische Polierkissen eine Polyurethan-Polierschicht, die polymere Mikroteilchen mit hohlem Kern enthält, und ein Polyurethan-imprägniertes Vliesunterkissen umfasst.

5. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung als ursprüngliche Komponenten umfasst:

das Wasser;

0,1 bis 5 Gew.-% des Oxidationsmittels, wobei das Oxidationsmittel Wasserstoffperoxid ist;

30 bis 250 ppm des Arginins oder der Salze davon;

0,05 bis 10 Gew.-% des kolloidalen Siliziumoxid-Schleifmittels;

100 bis 1400 ppm der Dicarbonsäure;

150 bis 1000 ppm der Quelle von Eisen(III)-Ionen, wobei die Quelle von Eisen(III)-Ionen Eisen(III)-nitrat ist; und gegebenenfalls des pH-Einstellmittels;

gegebenenfalls ein anionisches grenzflächenaktives Ethersulfat-Mittel; und

wobei die chemisch-mechanische Polierzusammensetzung einen pH-Wert von 1,5 bis 4,5 aufweist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung eine Wolfram-Entfernungsgeschwindigkeit von  $\geq 1500 \text{ \AA}/\text{min}$  bei einer Plattendrehzahl von 80 Umdrehungen pro Minute, einer Trägerdrehzahl von 81 Umdrehungen pro Minute, einer Flussrate der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung von 125 mL/min, einer Nennandruckkraft von 21,4 kPa auf einem 200 mm-Poliergerät aufweist; und wobei das chemisch-mechanische Polierkissen eine Polyurethan-Polierschicht, die polymere Mikroteilchen mit hohlem Kern enthält, und ein Polyurethan-imprägniertes Vliesunterkissen umfasst.

7. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung als ursprüngliche Komponenten umfasst:

das Wasser;

0,1 bis 3 Gew.-% des Oxidationsmittels, wobei das Oxidationsmittel Wasserstoffperoxid ist;

30 bis 250 ppm des Arginins oder der Salze davon;

0,1 bis 5 Gew.-% des kolloidalen Siliziumoxid-Schleifmittels;

120 bis 1350 ppm der Dicarbonsäure, wobei die Dicarbonsäure Malonsäure ist;

150 bis 850 ppm der Quelle von Eisen(III)-Ionen, wobei die Quelle von Eisen(III)-Ionen Eisen(III)-nitrat ist; und gegebenenfalls das pH-Einstellmittel;

gegebenenfalls ein anionisches grenzflächenaktives Ethersulfat-Mittel; und

wobei die chemisch-mechanische Polierzusammensetzung einen pH-Wert von 1,5 bis 3,5 aufweist.

8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem die bereitgestellte chemisch-mechanische Polierzusammensetzung eine Wolfram-Entfernungsgeschwindigkeit von  $\geq 1500 \text{ \AA}/\text{min}$  bei einer Plattendrehzahl von 80 Umdrehungen pro Minute, einer Trägerdrehzahl von 81 Umdrehungen pro Minute, einer Flussrate der chemisch-mechanischen Polierzusammensetzung von 125 mL/min, einer Nennandruckkraft von 21,4 kPa auf einem 200 mm-Poliergerät aufweist; und wobei das chemisch-mechanische Polierkissen eine Polyurethan-Polierschicht, die polymere Mikroteilchen mit hohlem Kern enthält, und ein Polyurethan-imprägniertes Vliesunterkissen umfasst.

9. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem das kolloidale Siliziumoxid-Schleifmittel ein gemischtes kolloidales Siliziumoxid-Schleifmittel ist, das kleine mittlere Teilchengrößen in einer Kombination mit großen mittleren Teilchengrößen umfasst.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem das gemischte kolloidale Siliziumoxid-Schleifmittel kleine mittlere Teilchen von 40 bis 50 nm und große mittlere Teilchen von 70 bis 100 nm umfasst.

Es folgen keine Zeichnungen