



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 14 183 T2** 2006.07.13

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 284 842 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 14 183.0**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US01/16869**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 945 987.4**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2001/091971**

(86) PCT-Anmeldetag: **24.05.2001**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **06.12.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **26.02.2003**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **19.10.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **13.07.2006**

(51) Int Cl.⁸: **B24B 37/04** (2006.01)

B24D 3/28 (2006.01)

B24B 13/04 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

207938 P	27.05.2000	US
222099 P	28.07.2000	US

(73) Patentinhaber:

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

(74) Vertreter:

**Müller-Boré & Partner, Patentanwälte, European
Patent Attorneys, 81671 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(72) Erfinder:

**VISHWANATHAN, Arun, Wilmington, US; JAMES,
B., David, Newark, US; COOK, Melbourne, Lee,
Steelville, US; BURKE, A., Peter, Vancouver, US;
SHIDNER, David, Newark, US; SO, K., Joseph,
Newark, US; ROBERTS, V., John, Newark, US**

(54) Bezeichnung: **POLIERKISSEN ZUM CHEMISCH-MECHANISCHEN PLANARISIEREN**

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

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

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein Polierkissen, die zum Polieren und/oder Planarisieren von Substraten, insbesondere von Metallsubstraten oder Metall-enthaltenden Substraten während der Herstellung einer Halbleitervorrichtung verwendet werden.

[0002] Das chemisch-mechanische Planarisieren („CMP“) ist ein Verfahren, das gegenwärtig in der Halbleiterindustrie zur Herstellung flacher Oberflächen auf integrierten Schaltungsvorrichtungen durchgeführt wird. Dieses Verfahren wird in „Chemical Mechanical Planarization of Microelectronic Materials“, J.M. Steigerwald, S.P. Murarka, R.J. Gutman, Wiley, 1997, diskutiert. Das CMP umfasst das Fließenlassen oder anderweitige Platzieren einer Polieraufschlämmung oder einer Polierflüssigkeit zwischen einem Vorläufer einer integrierten Schaltungsvorrichtung und einem Polierkissen und Bewegen des Kissens und der Vorrichtung relativ zueinander, während die Vorrichtung und das Kissen aneinander gedrückt werden. Ein solches Polieren wird häufig zum Planarisieren von i. Isolierschichten, wie z.B. Siliziumoxid, und/oder von ii. Metallschichten, wie z.B. Wolfram, Aluminium oder Kupfer, verwendet.

[0003] Da Halbleitervorrichtungen immer komplexer werden (feinere Merkmalsgeometrien und eine größere Anzahl von Metallisierungsschichten erfordern) muss das CMP allgemein höhere Leistungsstandards erfüllen. Ein relativ neues CMP-Verfahren ist die Herstellung von Metall-Zwischenverbindungen durch das Metalldamaszenerverfahren (vgl. z.B. S.P. Murarka, J. Steigerwald und R.J. Gutmann, „Inlaid Copper Multilevel Interconnections Using Planarization by Chemical Mechanical Polishing“, MRS Bulletin, Seiten 46–51, Juni 1993).

[0004] Das US-Patent 4,569,982 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung von Polyharnstoff-Elastomeren und entsprechenden Elastomeren mit einer idealisierten Segmentstruktur. Relativ hochmolekulare aliphatische und/oder aromatische Polyamine mit Molekulargewichten von 400 bis 8000 werden mit im Wesentlichen äquivalenten Mengen niedermolekularer, fester fein verteilter Diisocyanate mit einem Schmelzpunkt von $> 40^{\circ}\text{C}$, wie z.B. Phenylendiisocyanat, Naphthalin-1,5-diisocyanat, dimerem Toluylen-2,4-diisocyanat oder dem Harnstoffdiisocyanat von Toluylen-2,4-diisocyanat, gemischt. Dieses Gemisch, das eine Topfzeit von mindestens mehreren Minuten aufweist, wird anschließend auf relativ hohe Temperaturen erhitzt, wie z.B. auf 80 bis 200°C .

[0005] Beim Polieren des Damaszen-Typs ist das polierte Substrat im Allgemeinen ein Verbund und keine homogene Schicht und umfasst im Allgemeinen die folgenden Grundschrte: i.

[0006] Eine Reihe von Metallleiterbereichen (Anschlüsse und Leitungen) werden photolithographisch auf einer Isolatoroberfläche definiert; ii. die freiliegende Isolatoroberfläche wird dann zu einer gewünschten Tiefe weggeätzt; iii. nach der Entfernung des Photolacks werden Haftsichten und Diffusionsbarriereschichten aufgebracht; iv. danach wird eine dicke Schicht eines leitfähigen Metalls abgeschieden, die sich über der Oberfläche des Isolatormaterials der Anschlüsse und Leitungen erstreckt; und v. die Metalloberfläche wird dann nach unten zu der darunter liegenden Isolatoroberfläche poliert, um dadurch diskrete leitende Anschlüsse und Leitungen zu erzeugen, die durch ein Isolatormaterial getrennt sind.

[0007] In dem idealen Fall sind die leitenden Anschlüsse und Leitungen nach dem Polieren perfekt planar und weisen in allen Fällen die gleiche Querschnittsdicke auf. In der Praxis können signifikante Unterschiede bei der Dicke über die Breite der Metallstruktur vorkommen, wobei die Mitte des Merkmals häufig eine geringere Dicke als die Kanten aufweist. Dieser Effekt, der gewöhnlich als „Dishing“ bezeichnet wird, ist im Allgemeinen unerwünscht, da die Variation der Querschnittsfläche der leitenden Strukturen zu Variationen beim elektrischen Widerstand führen kann. Ein Dishing tritt auf, da die härtere Isolierschicht (welche die weichen Metallleitermerkmale umgibt) mit einer geringeren Geschwindigkeit poliert wird wie die Metallmerkmale. Da der Isolierbereich flach poliert wird, neigt das Polierkissen dazu, Leitermaterial wegzuerodieren, und zwar vorwiegend von der Mitte des Metallmerkmals, was wiederum die Leistung der fertiggestellten Halbleitervorrichtung beeinträchtigen kann.

[0008] Die vorliegende Erfindung stellt ein Polierkissen und ein Verfahren zum Polieren einer Metalldamaszenstruktur eines Halbleiterwafers bereit, wie es in den beigefügten Ansprüchen angegeben ist. Die erfindungsgemäßen Polierkissen weisen eine geringe elastische Rückstellung auf, während sie auch signifikante anelastische Eigenschaften relativ zu vielen bekannten Polierkissen aufweisen. Nachstehend werden erfindungsgemäße Ausführungsformen beispielhaft unter Bezugnahme auf die folgende detaillierte Beschreibung beschrieben.

[0009] In einigen Ausführungsformen definieren die erfindungsgemäßen Kissen ferner: i. Eine Oberflächen-

rauhigkeit von etwa 1 bis etwa 9 $\mu\text{m Ra}$; ii. eine Härte von etwa 40 bis etwa 70 Shore D und iii. einen Zugmodul bis etwa 2000 MPa bei 40°C. In einer Ausführungsform definieren die erfindungsgemäßen Polierkissen ein E'-Verhältnis bei 30°C und 90°C von weniger als etwa 5, vorzugsweise von weniger als etwa 4,6 und mehr bevorzugt von weniger als etwa 3,5. In anderen erfindungsgemäßen Ausführungsformen definieren die Polierkissen ein E'-Verhältnis bei 30°C und 90°C von etwa 1,0 bis etwa 5,0 und einen KEL von etwa 100 bis etwa 1000 (1/Pa) (40°C). In anderen Ausführungsformen weist das Polierkissen eine Oberflächenrauhigkeit von etwa 2 bis etwa 7 $\mu\text{m Ra}$, eine Härte von etwa 45 bis etwa 65 Shore D, einen E'-Modul von etwa 150 bis etwa 1500 MPa bei 40°C, einen KEL von etwa 125 bis etwa 850 (1/Pa bei 40°C) und ein E'-Verhältnis bei 30°C und 90°C von etwa 1,0 bis etwa 4,0 auf. In anderen Ausführungsformen weisen die erfindungsgemäßen Polierkissen eine Oberflächenrauhigkeit von etwa 3 bis etwa 5 $\mu\text{m Ra}$, eine Härte von etwa 55 bis etwa 63 Shore D, einen E'-Modul von 200 bis 800 MPa bei 40°C, einen KEL von 150 bis 400 (1/Pa bei 40°C) und ein E'-Verhältnis bei 30°C und 90°C von 1,0 bis 3,5 auf.

[0010] In einer weiteren Ausführungsform kann der Modulwert einen niedrigen Wert von etwa 100 MPa aufweisen, mit der Maßgabe, dass das Kissen (ausreichend) hydrolytisch stabil ist. Eine solche Stabilität ist durch im Wesentlichen stabile Kisseigenschaften und eine im Wesentlichen stabile Polierleistung definiert, wenn das Kissen in zunehmender Weise Flüssigkeiten auf Wasserbasis ausgesetzt wird. Demgemäß stellt eine Ausführungsform der Erfindung ein hydrolytisch stabiles Polierkissen bereit.

[0011] In anderen Ausführungsformen betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Polieren von Metalllamasenerstrukturen auf einem Halbleiterwafer durch: i. Drücken des Wafers gegen die Oberfläche eines Kissens in Kombination mit einer Flüssigkeit auf wässriger Basis, die gegebenenfalls Submikrometerteilchen enthält, und ii. Bereitstellen einer mechanischen Bewegung oder einer Bewegung eines ähnlichen Typs zur relativen Bewegung des Wafers und des Polierkissens unter Druck, so dass der sich bewegende, unter Druck gesetzte Kontakt in einer planaren Entfernung der Oberfläche des Wafers resultiert.

[0012] Die erfindungsgemäßen Kissen können eine hohe Energie ableiten, insbesondere während des Ausübens von Druck, wobei dies mit einer hohen Kissensteifigkeit gekoppelt ist. Zweckmäßig weist das Kissen eine stabile Morphologie auf, die einfach und konsistent reproduziert werden kann. Ferner widersteht die Kissenoberfläche in einer geeigneten Weise einem Zusetzen, wodurch eine weniger häufige und eine weniger aggressive Konditionierung erforderlich ist und ein geringer Kissenverschleiß und eine längere Kissenlebensdauer resultieren. In einer Ausführungsform zeigen die erfindungsgemäßen Polierkissen relativ zu bekannten Polierkissen ein geringes Dishing von Metallmerkmalen, eine geringe Oxidation, eine verminderte Kissenkonditionierung, hohe Metallentfernungsgeschwindigkeiten, eine gute Planarisierung und/oder ein geringeres Auftreten von Defekten (Kratzer und Lichtpunktdefekte).

[0013] Die erfindungsgemäßen Kissen können auf viele verschiedene Arten so hergestellt werden, dass die Kissen während des Polierens eine geringe elastische Rückstellung aufweisen. Obwohl Urethane ein Beispiel für ein Kissenmaterial sind, ist die vorliegende Erfindung nicht auf Polyurethane beschränkt und kann andere Ausführungsformen einer Chemie umfassen, welche die hier beschriebene geringe elastische Rückstellung bereitstellen kann. Die Kissen können unter anderem thermoplastische oder wärmehärtende Kunststoffe umfassen und sie können gefüllt oder ungefüllt sein. Die erfindungsgemäßen Kissen können mit vielen verschiedenen Polymerverarbeitungsverfahren hergestellt werden, wie z.B. unter anderem durch Gießen, Formen, Beschichten, Extrudieren, Photoabbilden, Drucken, Sintern und dergleichen.

[0014] In einer beispielhaften Ausführungsform weisen die erfindungsgemäßen Kissen eines oder mehrere der folgenden Merkmale auf:

1. Ein Dishing von leitenden Merkmalen, wie z.B. von Leitern und Anschlüssen ist minimal,
2. eine Chipebenenplanarität wird über die Waferoberfläche erreicht, und/oder
3. Defekte, wie z.B. Kratzer und Lichtpunktdefekte, sind minimal und beeinflussen die elektrische Leistung der Halbleitervorrichtung nicht nachteilig.

[0015] Die vorstehend genannten Merkmale können durch die physikalischen Eigenschaften des Polierkissens beeinflusst und manchmal gesteuert werden, obwohl die Kissenleistung auch von allen Aspekten des Polierverfahrens und den Wechselwirkungen zwischen dem Kissen, der Aufschlämmung, dem Polierwerkzeug und den Polierbedingungen abhängt.

[0016] In einer Ausführungsform definieren die erfindungsgemäßen Kissen eine Polieroberfläche, die glatt ist, während nach wie vor Mikrokanäle für einen Aufschlämmungsfluss und Nanorauhigkeiten zur Förderung des Polierens aufrechterhalten werden. Ein Weg zur Minimierung der Kissenrauhigkeit besteht darin, ein ungefüll-

tes Kissen zu konstruieren, da Füllstoffteilchen zur Erhöhung der Kissenrauigkeit neigen.

[0017] Die Kissenkonditionierung kann ebenfalls wichtig sein. Eine ausreichende Konditionierung ist im Allgemeinen erforderlich, um Mikrokanäle in der Kissenoberfläche zu erzeugen und die Hydrophilie der Kissenoberfläche zu erhöhen, jedoch kann eine Überkonditionierung die Oberfläche übermäßig aufrauen, was wiederum zu einer Zunahme von unerwünschtem Dishing führen kann.

[0018] Die erfindungsgemäßen Kissen weisen in zweckmäßiger Weise eine geringe elastische Rückverformung auf. Eine solche Rückstellung kann häufig durch eine beliebige von verschiedenen Metriken quantifiziert werden. Die einfachste dieser Metriken kann die Anwendung einer statischen Druckbelastung und die Messung der prozentualen Kompressibilität und der prozentualen elastischen Rückstellung umfassen. Die prozentuale Kompressibilität ist als die Druckverformung des Materials unter einer gegebenen Belastung definiert, die als Prozentsatz der ursprünglichen Dicke des Kissens ausgedrückt wird. Die prozentuale elastische Rückstellung ist als der Bruchteil der Druckverformung definiert, der zurückgestellt wird, wenn die Belastung von der Kissenoberfläche genommen wird.

[0019] Der vorstehend genannte Test bezüglich der elastischen Rückverformung kann jedoch verfälscht werden, wenn er auf die hier beschriebenen Polierkissen angewandt wird, da das Polieren ein dynamischer Vorgang ist und unter Verwendung statischer Parameter nicht angemessen definiert werden kann. Polierkissen neigen auch dazu, polymerisch zu sein und ein viskoelastisches Verhalten aufzuweisen. Daher ist ein besseres Verfahren gegebenenfalls die Verwendung von Techniken einer dynamisch-mechanischen Analyse (vgl. J.D. Ferry, „Viscoelastic Properties of Polymers“, New York, Wiley, 1961).

[0020] Viskoelastische Materialien zeigen als Reaktion auf eine ausgeübte Verformung sowohl ein viskoses als auch ein elastisches Verhalten. Das resultierende Beanspruchungssignal kann in zwei Komponenten aufgeteilt werden: Eine elastische Beanspruchung, die mit der Verformung in Phase ist, und eine viskose Beanspruchung, die mit der Verformungsgeschwindigkeit in Phase ist, jedoch zu der Verformung um 90° phasenverschoben ist. Die elastische Beanspruchung ist ein Maß für den Grad, zu dem sich ein Material wie ein elastischer Feststoff verhält. Die viskose Beanspruchung misst den Grad, zu dem sich das Material wie eine ideale Flüssigkeit verhält. Die elastische und die viskose Beanspruchung hängen über das Verhältnis der Beanspruchung zur Verformung mit Materialeigenschaften zusammen (dieses Verhältnis kann als Modul definiert werden). Folglich ist das Verhältnis der elastischen Beanspruchung zur Verformung der Speichermodul (oder Elastizitätsmodul) und das Verhältnis der viskosen Beanspruchung zur Verformung ist der Verlustmodul (oder Viskositätsmodul). Wenn das Testen unter Spannung oder Druck durchgeführt wird, bezeichnen E' und E'' den Speicher- bzw. den Verlustmodul.

[0021] Das Verhältnis des Verlustmoduls zu dem Speichermodul ist die Tangente der Phasenwinkelverschiebung (δ) zwischen der Beanspruchung und der Verformung. Folglich gilt

$$E''/E' = \tan \delta$$

wobei es sich um ein Maß für das Dämpfungsvermögen des Materials handelt.

[0022] Das Polieren ist ein dynamischer Vorgang, der eine zyklische Bewegung sowohl des Polierkissens als auch des Wafers umfasst. Während des Polierzyklus wird im Allgemeinen Energie auf das Kissen übertragen. Ein Teil dieser Energie wird innerhalb des Kissens als Wärme abgeführt, und der restliche Teil dieser Energie wird in dem Kissen gespeichert und anschließend während des Polierzyklus als elastische Energie freigesetzt. Es wird angenommen, dass die letztgenannte Energie zu dem Phänomen des Dishing beiträgt.

[0023] Es wurde gefunden, dass Kissen, die eine relativ geringe Rückverformung aufweisen und während der zyklischen Verformung relativ hohe Energiemengen absorbieren, dazu neigen, während des Polierens ein relativ geringes Dishing-Ausmaß zu verursachen. Es gibt mehrere Parameter, die zur quantitativen Beschreibung dieses Effekts verwendet werden können. Der einfachste Parameter ist $\tan \delta$, der vorstehend definiert worden ist. Ein anderer Parameter zur Vorhersage der Polierleistung ist als „Energieverlustfaktor“ bekannt. ASTM D4092-90 („Standard Terminology Relating to Dynamic Mechanical Measurements of Plastics“) definiert diesen Parameter als Energie pro Einheitsvolumen, die bei jedem Verformungszyklus verloren geht. Mit anderen Worten: Es handelt sich dabei um ein Maß für die Fläche innerhalb der Beanspruchungs-Verformungs-Hystereseschleife.

[0024] Der Energieverlustfaktor (KEL) ist eine Funktion sowohl von $\tan \delta$ als auch des elastischen Speicher-

moduls (E') und kann durch die folgende Gleichung definiert werden:

$$KEL = \tan \delta \cdot 10^{12} / [E' \cdot (1 + \tan^2 \delta)]$$

wobei E' in Pascal angegeben ist.

[0025] Je höher der KEL-Wert für ein Kissen ist, desto niedriger ist im Allgemeinen die elastische Rückverformung und desto niedriger ist im Allgemeinen das beobachtete Dishing.

[0026] Ein Verfahren zur Erhöhung des KEL-Werts für ein Kissen besteht darin, es weicher zu machen. Zusammen mit der Erhöhung des KEL des Kissens neigt dieses Verfahren dazu, auch die Steifigkeit des Kissens zu vermindern. Dies kann die Planarisierungseffizienz des Kissens vermindern, was im Allgemeinen unerwünscht ist.

[0027] Ein Ansatz zur Erhöhung des KEL-Werts eines Kissens besteht darin, dessen physikalische Zusammensetzung derart zu verändern, dass der KEL erhöht wird, ohne die Steifigkeit zu vermindern. Dies kann durch Verändern der Zusammensetzung der harten Segmente (oder Phasen) und der weichen Segmente (oder Phasen) in dem Kissen und/oder des Verhältnisses der harten zu den weichen Segmenten (oder Phasen) in dem Kissen erreicht werden.

[0028] Dies führt zu einem Kissen, das eine geeignet große Härte mit einer akzeptabel hohen Steifigkeit aufweist, um dadurch eine hervorragende Planarisierungseffizienz bereitzustellen.

[0029] Die Morphologie eines Polymerblends kann dessen End Eigenschaften bestimmen und folglich die Endanwendungsleistung des Polymers in verschiedenen Anwendungen beeinflussen. Die Polymorphologie kann durch das Herstellungsverfahren und die Eigenschaften der Bestandteile beeinflusst werden, die zur Herstellung des Polymers verwendet werden. Die Komponenten des Polymers, die zur Herstellung des Polierkissens verwendet werden, sollten zweckmäßig derart ausgewählt werden, dass die resultierende Kissenmorphologie stabil und leicht reproduzierbar ist.

[0030] In einer anderen Ausführungsform dieser Erfindung wird die Glasübergangstemperatur des zur Herstellung des Polierkissens verwendeten Polymers auf Temperaturen unterhalb der Umgebungstemperatur verschoben, ohne die Steifigkeit des Kissens merklich zu beeinträchtigen. Die Verminderung der Glasübergangstemperatur (T_g) des Kissens erhöht den KEL des Kissens und erzeugt auch ein Kissen, dessen Steifigkeit sich zwischen dem normalen Poliertemperaturbereich von 20°C bis 100°C nur sehr wenig ändert. Folglich haben Änderungen der Poliertemperatur einen minimalen Effekt auf die physikalischen Eigenschaften des Kissens, insbesondere auf die Steifigkeit. Dies kann zu einer besser vorhersagbaren und konsistenteren Leistung führen.

[0031] Ein Merkmal einer Ausführungsform dieser Erfindung ist das Vermögen zum Verschieben der Glasübergangstemperatur auf eine Temperatur unterhalb von Raumtemperatur und zum Gestalten einer Formulierung, die zu einem Modul über der T_g führt, der mit zunehmender Temperatur konstant ist und einen ausreichend hohen Wert aufweist, um eine Polierplanarität zu erreichen. Die Konsistenz des Moduls kann häufig durch entweder Vernetzen, eine Phasentrennung einer „harten“ Phase mit einer höheren Erweichungstemperatur oder durch die Zugabe anorganischer Füllstoffe (Aluminiumoxid, Siliziumdioxid, CaCO_3) verbessert werden.

[0032] Ein weiterer Vorteil einer Verschiebung der T_g (Glasübergangstemperatur) des Polymers auf Temperaturen unterhalb der Umgebungstemperatur besteht darin, dass in einigen erfindungsgemäßen Ausführungsformen die resultierende Kissenoberfläche bezüglich eines Zusetzens beständiger sein kann.

[0033] Merkmale des erfindungsgemäßen Kissens umfassen:

1. Eine hohe Kissensteifigkeit und eine hohe Oberflächenhärte des Kissens;
2. eine hohe Energieableitung (hoher KEL);
3. eine stabile Morphologie, die einfach und konsistent reproduziert werden kann, und die sich während des Polierens nicht signifikant oder nachteilig ändert;
4. eine Kissenoberfläche, die das Zusetzen vermindert, wodurch ein weniger häufiges und ein weniger aggressives Konditionieren erforderlich ist, was zu einem geringen Kissenverschleiß während des Polierens und einer langen Kissenlebensdauer führt;
5. keine Porosität und Oberflächenhöhlräume, wodurch Taschen vermindert werden, die gebrauchte Auf-

schlammung einschließen und die Kissenrauigkeit erhöhen. Dies vermindert eine Hauptquelle für Defekte in Wafern und schließt diese nahezu aus; und/oder

6. die Kissenchemie kann einfach verändert werden, so dass das Kissen zum Polieren vieler verschiedener Wafer geeignet ist.

[0034] Eines oder mehrere der vorstehend genannten Merkmale kann bzw. können häufig zu den folgenden Vorteilen beim Polieren führen:

1. Die hohe Kissensteifigkeit führt zu Wafern, die eine gute Planarität aufweisen;
2. die obere Schicht des Kissens kann einfacher und einheitlicher konditioniert werden, wobei nur ein geringes Zusetzen auftritt, und dies vermindert verglichen mit anderen Kissens, wie z.B. IC1010, Kratzer und LPD-Defekte auf polierten IC-Wafern;
3. auf Strukturwafern tritt selbst bei ausgedehnten Überpolierzeiten ein geringeres End-Dishing auf. Dies ist auf die günstige Kombination eines hohen KEL und eines hohen Moduls zurückzuführen;
4. ein größeres Polierfenster auf Strukturwafern verglichen mit Standardkissen;
5. bei Strukturwafern wird kein spezifisches Dishing beobachtet; und/oder
6. die Kissensteifigkeit ändert sich im normalen Poliertemperaturbereich von 20°C bis 100°C nur sehr wenig, was zu einem sehr stabilen und einheitlichen Polieren führt.

[0035] Zusammenfassend ergibt sich:

1. Kissen für das Metall-CMP weisen im Allgemeinen eine optimierte Kombination aus einem oder mehreren der folgenden Merkmale auf: Steifigkeit (Modul und Dicke), Energieverlustfaktor (KEL), Modul-Temperatur-Verhältnis, Härte und Oberflächenrauigkeit: Durch Variieren der Kissenzusammensetzung können diese Merkmale in gewisser Weise unabhängig gesteuert werden;
2. Kissen mit einer geringen elastischen Rückstellung erzeugen im Allgemeinen ein geringes Dishing von Merkmalen während des Metall-CMP-Polierens;
3. Eine geringe elastische Rückstellung kann als „Energieverlustfaktor“ (KEL) definiert werden;
4. Bereiche für diese Parameter sind nachstehend gezeigt:

Parameter	Bereich	bevorzugter Bereich	am meisten bevorzugt
Dicke (mil, 1 mil = 0,0254 mm)	20-100	30-90	40-80
Oberflächenrauigkeit, Ra (µm)	1-9	2-7	3-5
Härte (Shore D)	40-70	45-65	55-63
Modul, E' (MPa) (40°C)	100-2000	150-1500	200-800
KEL (1/Pa) (40°C)	100-1000	125-850	150-400
E'-Verhältnis bei 30°C und 90°C	1,0-4,6	1,0-4,0	1,0-3,5

[0036] Der Modul (E') und der Energieverlustfaktor (KEL) werden unter Verwendung des Verfahrens der dynamisch-mechanischen Analyse bei einer Temperatur von 40°C und einer Frequenz von 10 rad/s gemessen. Der KEL wird unter Verwendung der weiter oben definierten Gleichung berechnet.

[0037] Die letzte Zeile definiert das Verhältnis des Moduls, der bei 30°C und 90°C gemessen worden ist. Dies stellt den für das Polieren geeigneten Temperaturbereich dar. Idealerweise wird sich der Modul so wenig wie möglich und in einem linearen Trend mit steigender Temperatur ändern (d.h. das Verhältnis nähert sich 1 an). Die Oberflächenrauigkeitswerte sind diejenigen nach der Konditionierung.

[0038] Aus der vorstehenden Tabelle ist ersichtlich, dass erfindungsgemäße Kissen im Allgemeinen eine flache Modul-Temperatur-Antwort, einen hohen KEL-Wert in Kombination mit einem hohen Modulwert und eine niedrige Oberflächenrauigkeit nach der Konditionierung aufweisen.

Beispiele

[0039] Erfindungsgemäße Kissen können durch typische Kissenherstellungstechniken wie z.B. Gießen, Formen, Extrudieren, Photoabbilden, Drucken, Sintern und Beschichten erzeugt werden. Die Kissen können ungefüllt sein oder gegebenenfalls mit Materialien wie z.B. polymeren Mikrobällons oder anorganischen Füllstoffen, wie z.B. Siliziumdioxid, Aluminiumoxid und Calciumcarbonat gefüllt sein.

[0040] Erfindungsgemäße Kissen können so gestaltet werden, dass sie sowohl für herkömmliche Rotationspoliergeräte als auch für Linearpoliergeräte (Rollen oder Bandkissen) der nächsten Generation geeignet sind.

[0041] Ferner können erfindungsgemäße Kissen so gestaltet werden, dass sie zum Polieren mit herkömmli-

chen Schleifmittel-enthaltenden Aufschlämmungen verwendet werden können, oder alternativ kann das Schleifmittel in das Kissen einbezogen werden und das Kissen kann mit einer teilchenfreien reaktiven Flüssigkeit verwendet werden, oder in einer anderen Ausführungsform kann ein erfindungsgemäßes Kissen ohne zugesetzte Schleifmittel mit einer teilchenfreien reaktiven Flüssigkeit verwendet werden (diese Kombination ist besonders zum Polieren von Materialien wie z.B. Kupfer geeignet).

[0042] Die folgenden, nicht-beschränkenden Beispiele veranschaulichen die Vorteile der vorliegenden Erfindung. Die Beispiele 1 und 2 sind Vergleichskissen.

Vergleichsbeispiel 1

[0043] Dieses Beispiel bezieht sich auf ein Kissen, das in den US-Patenten 5,578,362 und 5,900,164 beschrieben ist.

[0044] Eine Polymermatrix wurde durch Mischen von 2997 g eines flüssigen Urethans auf Polyetherbasis (Uniroyal ADIPRENE® L325) mit 768 g 4,4-Methylen-bis-chloranilin (MBCA) bei etwa 65°C hergestellt. Bei dieser Temperatur wies das Urethan/polyfunktionelles Amin-Gemisch eine Topfzeit von etwa 2,5 min auf. Während dieser Zeit wurden etwa 69 g hohle elastische Polymermikrokügelchen (EXPANCEL® 551DE) unter Verwendung eines Mischers mit starker Scherung bei 3450 U/min gemischt, um die Mikrokügelchen einheitlich in dem Gemisch zu verteilen. Das Endgemisch wurde in eine Form überführt und etwa 15 min gelieren gelassen.

[0045] Die Form wurde dann in einem Härtingsofen angeordnet und etwa 5 Stunden bei etwa 93°C gehärtet. Das Gemisch wurde dann etwa 4 bis 6 Stunden gekühlt, bis die Formtemperatur etwa 21 °C betrug. Der Formgegenstand wurde dann in dünne Platten „aufgespalten“ und in die Oberfläche wurden durch mechanische Bearbeitung Makrokanäle eingebracht („Kissen A“).

[0046] Entsprechend wurde ein weiteres gefülltes Kissen („Kissen B“) in einer analogen Weise mit der Ausnahme hergestellt, dass ADIPRENE® L325 durch eine stöchiometrisch äquivalente Menge ADIPRENE® L100 ersetzt wurde.

[0047] Ein drittes Kissen („Kissen C“) wurde mit dem gleichen Herstellungsverfahren hergestellt, wie es vorstehend beschrieben worden ist, jedoch war das Polyurethan nicht gefüllt.

Vergleichsbeispiel 2

[0048] Dieses Beispiel bezieht sich auf ein Kissen („Kissen 2A“), das mit einem in dem US-Patent 6,022,268 beschriebenen Formverfahren hergestellt worden ist.

[0049] Zur Bildung des Polierkissens wurden zwei Flüssigkeitsströme zusammengemischt und in eine geschlossene Form injiziert, welche die Form des erforderlichen Kissens aufwies. Die Oberfläche der Form ist typischerweise gerillt, so dass das resultierende geformte Kissen auch eine gerillte Makrotextur aufweist, um den Aufschlämmungstransport zu erleichtern. Der erste Strom umfasste ein Gemisch aus einem polymeren Diol und einem polymeren Diamin zusammen mit einem Aminkatalysator. Der zweite Strom umfasste Diphenylmethandiisocyanat (MDI). Die Menge des verwendeten Diisocyanats war derart, dass nach der vollständigen Reaktion mit Diol- und Amingruppen ein geringfügiger Überschuss vorlag.

[0050] Die gemischten Ströme wurden in eine auf etwa 70°C erwärmte Form injiziert, um ein phasengetreuntes Polyurethan-Harnstoff-Polymermaterial zu bilden. Nach der erforderlichen Polymerisationszeit wurde der nunmehr feste Teil in Form eines netzförmigen Kissens aus der Form entnommen.

[0051] Die Tabelle 1 zeigt physikalische Schlüsseleigenschaften der in den Beispielen 1 und 2 beschriebenen Kissen.

Tabelle 1: Physikalische Eigenschaften von Kissen 1A, Kissen 1B, Kissen 1C und Kissen 2A

Parameter	Kissen 1A	Kissen 1B	Kissen 1C	Kissen 2A
Beispiel #	1A	1B	1C	2
Oberflächenrauigkeit, Ra (μm)	10-14	2-5	wie IC1000	1-4
Härte (Shore D)	50-55	73	29	60-65
Modul (MPa) (40°C)	370	926	26	1580
KEL (1/Pa) (40°C)	243	108	766	33
E'-Verhältnis bei 30°C und 90°C	5,2	6,4	7,5	11,8

Beispiel 3

[0052] Das Beispiel 3 veranschaulicht die Herstellung erfindungsgemäßer gefüllter und ungefüllter Kissen unter Verwendung eines Gießverfahrens, das zu dem im Beispiel 1 beschriebenen Gießverfahren analog war.

[0053] Ungefüllte Gusskörper (Beispiele 3A, B und C) wurden unter Verwendung der ADIPRENE-Isocyanate gemäß der Tabelle 2, die mit 95 % der theoretischen Menge an MBCA-Härtungsmittel gehärtet worden sind, hergestellt. Die Herstellung bestand aus dem sorgfältigen Zusammenmischen von ADIPRENE- und MB-CA-Bestandteilen und Gießen des Gemischs in eine runde Form zur Bildung eines Gusskörpers. Die Formtemperatur betrug 100°C und die Gusskörper wurden anschließend 16 Stunden bei 100°C nachgehärtet. Nach dem Nachhärten wurden die runden Gusskörper in dünne 50 mil (1 mil = 0,0254 mm) dicke Platten „aufgespalten“ und Makrokanäle wurden durch mechanisches Bearbeiten in die Oberfläche eingebracht. Die Kanäle waren typischerweise 15 mil tief, 10 mil breit und wiesen einen Abstand von 30 mil auf. Die Eigenschaften der Gusskörper sind in der Tabelle 2 gezeigt und veranschaulichen die günstige Kombination von physikalischen Schlüsseigenschaften, die zum Polieren von Metallschichten in einem CMP-Verfahren erforderlich sind.

[0054] Das Beispiel 3D enthält 2 Gew.-% EXPANCEL® 551 DE und wurde so hergestellt, wie es im Beispiel 1 beschrieben worden ist.

Tabelle 2: Eigenschaften von gegossenen Kissen

Beispiel #	3A	3B	3C	3D
Typ	ungefüllt	ungefüllt	ungefüllt	gefüllt
ADIPRENE® (1)	LF1950A	LF950A	LF700D	LF751D
EXPANCEL® 551DE	0	0	0	2 Gew.-%
Härte (Shore D)	40	50	70	59
Modul (MPa) (40°C)	120	122	533	452
KEL (1/Pa) (40°C)	714	666	285	121
E'-Verhältnis bei 30°C und 90°C	1,3	1,1	2,5	2,7

(Anmerkung 1: ADIPRENE® LF-Produkte sind Vorphymere auf Toluyldiisocyanatbasis, die von Uniroyal Chemical Company Inc. hergestellt werden)

Beispiel 4

[0055] Das Beispiel 4 veranschaulicht die Herstellung von erfindungsgemäßen Kissen unter Verwendung eines Formverfahrens, das zu demjenigen von Beispiel 2 analog ist. Die Tabelle 3 zeigt die Zusammensetzung und die physikalischen Schlüsseigenschaften typischer Kissen, die mit einem Formverfahren hergestellt worden sind. Die Formbedingungen sind diejenigen, die im Beispiel 2 beschrieben worden sind.

Tabelle 3: Zusammensetzung und Eigenschaften von geformten Kissen

Zusammensetzung	Beispiele			
	4A	4B	4C	4D
Polyamin (Äquivalentgewicht 425)	24,71	18,42	18,43	34,84
Polyamin (Äquivalentgewicht 220)	24,71	30,05	30,56	24,39
Polypropylenglykol (Äquivalentgewicht 1000)	21,18	20,77		
Polypropylenglykol (Äquivalentgewicht 2100)			21,12	10,45
MDI (Äquivalentgewicht 144,5)	29,39	30,77	29,59	30,33
Härte (Shore D)	52	51	57	60
Modul (MPa) (40°C)	196	214	657	690
KEL (1/Pa) (40°C)	517	418	208	199
E'-Verhältnis bei 30°C und 90°C	4,6	4,1	4,2	3,4
Normalisierte Kupferentfernungsgeschwindigkeit	0,713	0,648	0,616	0,919

(Die Zahlen beziehen sich auf die Gew.-% jeder Komponente)

[0056] Eine typische Kissenformulierung der Tabelle 3 wurde zum Polieren von Kupferstrukturierten Wafern verwendet, um das Dishing der feinen Kupfermerkmale zu messen. Die Polierleistung wurde mit der Polierleistung eines Kissens verglichen, das im Beispiel 1 hergestellt worden ist.

[0057] Beide Kissen wurden unter Verwendung eines MIRRA-Poliergeräts von Applied Materials unter Verwendung einer Plattengeschwindigkeit von 141 U/min, einer Trägergeschwindigkeit von 139 U/min und einer Andruckkraft von 4 psi (Pfund pro Quadratzoll) poliert. Beide Kissen wurden vor der Verwendung mit einem ABT-Konditioniermittel vorkonditioniert. Zwischen Wafern wurde eine Nachkonditionierung verwendet. Sema-tech Strukturwafer 931-Testmasken, die Kupfermerkmale mit verschiedenen Abmessungen enthielten, wurden unter Verwendung der Kissen in Verbindung mit einer experimentellen Kupferaufschlammung (CUS3116) von Rodel poliert.

[0058] Nach dem Polieren wurden die Kupfermerkmale bezüglich eines Dishing unter Verwendung einer Rastertkraftmikroskopie gemessen. Defekte wurden unter Verwendung eines Waferuntersuchungssystems von Orbot Instruments Ltd. gemessen. Die Tabelle 4 fasst die Dishing- und Defektdaten für die polierten Kissen zusammen.

Tabelle 4: Strukturwafer-Polierdaten für ein geformtes Kissen

Kisstyp	Dishing (A) gegen Merkmalsgröße und -typ				
	10 μm -Linie	25 μm -Linie	100 μm -Linie	Bondkontaktstelle	Defekte (#)
IC1010 Kontrolle	1037	1589	2197	2009	14760
Geformtes Kissen	455	589	775	392	265

[0059] Aus den Daten ist klar erkennbar, dass das geformte Kissen das Dishing und die Defekte deutlich reduziert.

Beispiel 5

[0060] Das Beispiel 5 veranschaulicht die Herstellung von erfindungsgemäßen Kissen aus thermoplastischen Polymeren unter Verwendung eines Extrusionsverfahrens. Ein thermoplastisches Polyurethan des Polyether-Typs wurde mit 20 Gew.-% entweder eines 4 μm - oder eines 10 μm -Calciumcarbonat-Füllstoffs unter Verwendung eines Haake-Mischers gemischt. Der resultierende Blend wurde zusammen mit dem ungefüllten Polymer unter Verwendung eines von American Leistrizt hergestellten Doppelschneckenextruders zu einer 50 mil-Platte extrudiert. Zusätzliche Formulierungen wurden durch Mischen des vorstehend genannten TPU auf Polyetherbasis mit einem weicheren TPU auf Polyesterbasis hergestellt. Diese wurden wiederum mit Calciumcarbonat gefüllt. Die physikalischen Schlüsseleigenschaften der Platten wurden gemessen und sind in der Tabelle 5 gezeigt.

Tabelle 5: Zusammensetzung und Eigenschaften extrudierter Kissen

Zusammensetzung	Beispiele					
	5A	5B	5C	5D	5E	5F
TPU auf Polyetherbasis (Nennhärte 65D) (Gew.-%)	100	80	80	75	60	60
TPU auf Polyesterbasis (Nennhärte 45D) (Gew.-%)	-			25	20	20
4 µm-Calciumcarbonat (Gew.-%)	-	20			20	
10 µm-Calciumcarbonat (Gew.-%)	-		20			20
Modul (MPa) (40°C)	204	567	299	416	309	452
KEL (1/Pa) (40°C)	547	167	394	168	269	170
E'-Verhältnis bei 30°C und 90°C	2,4	1,7	2,2	1,6	1,8	1,6

[0061] Obwohl zur Veranschaulichung der Erfindung Beispiele mit thermoplastischem Polyurethan (TPU) verwendet worden sind, ist die Erfindung nicht auf TPU's beschränkt. Andere thermoplastische oder wärmehärtende Polymere, wie z.B. Nylon-Polymere, Polyester, Polycarbonate, Polymethacrylate, sind ebenfalls anwendbar, so lange die Schlüsseleigenschaftskriterien erreicht werden. Selbst wenn die Eigenschaften mit einem ungefüllten thermoplastischen Polymer nicht erreicht werden können, können die Eigenschaften durch Modifizieren der Eigenschaften des Basispolymers durch Füllen mit organischen oder anorganischen Füllstoffen oder Verstärkungsmitteln, Mischen mit anderen Polymeren, Copolymerisation, Weichmachen oder durch andere, dem Fachmann für Polymerformulierung bekannte Formulierungstechniken realisiert werden.

[0062] Eine typische Kissenformulierung der Tabelle 5 wurde zum Polieren Kupfer-strukturierter Wafer verwendet, um das Dishing feiner Kupfermerkmale zu messen. Die Polierleistung wurde mit derjenigen eines Kissens verglichen, das im Beispiel 1 hergestellt worden ist.

[0063] Beide Kissen wurden unter Verwendung eines MIRRA-Poliergeräts von Applied Materials unter Verwendung einer Plattengeschwindigkeit von 141 U/min, einer Trägergeschwindigkeit von 139 U/min und einer Andruckkraft von 4 psi (Pfund pro Quadratzoll) poliert. Beide Kissen wurden vor der Verwendung mit einem ABT-Konditioniermittel vorkonditioniert. Zwischen Wafern wurde eine Nachkonditionierung verwendet. Sema-tech Strukturwafer 931-Testmasken, die Kupfermerkmale mit verschiedenen Abmessungen enthielten, wurden unter Verwendung der Kissen in Verbindung mit einer Aufschlammung poliert.

[0064] Nach dem Polieren wurden die Kupfermerkmale bezüglich eines Dishing unter Verwendung einer Rasterkraftmikroskopie gemessen. Defekte wurden unter Verwendung eines Waferuntersuchungssystems von Orbot Instruments Ltd. gemessen. Die Tabelle 6 fasst die Dishing- und Defektdaten für die polierten Kissen zusammen.

Tabelle 6: Strukturwafer-Polierdaten für ein extrudiertes Kissen

Kissentyp	Dishing (A) gegen Merkmalsgröße und -typ			
	10 µm-Linie	25 µm-Linie	100 µm-Linie	Bondkontaktstelle
Kontrolle	1037	1589	2197	2009
Extrudiertes Kissen	750	923	1338	641

[0065] Aus den Daten ist klar erkennbar, dass das extrudierte Kissen das Dishing deutlich reduziert. Bezüglich der Hydrolysestabilität zeigt die nachstehende Tabelle die Veränderungen der Kisseigenschaften nach dem Eintauchen in deionisiertes Wasser bei Raumtemperatur (25°C) für 24 Stunden.

Änderungen der Kisseigenschaften nach dem Eintauchen in Wasser

Parameter	Beispiel 4D			Beispiel 5A			Beispiel 3C		
	trocken	nass	Ände- rung %	trocken	nass	Ände- rung %	trocken	nass	Ände- rung %
Quellung (Zoll) ^a	0,890	0,892	0,2	0,890	0,892	0,2	0,890	0,894	0,4
Härte (Shore D)	58,5	44,7	-23,6	48,2	42,7	-11,4	65,6	60,0	-8,5
Modul, E' (MPa) (40°C)	690	568	-17,7	232	164	-29,3	510	344	-32,5
KEL (1/Pa) (40°C)	181	240	32,7	620	622	0,4	261	360	37,8
E'-Verhältnis bei 30°C und 90°C	2,35	2,16	-7,9	2,52	2,14	-14,8	2,19	1,41	-35,6

^a Änderung der linearen Abmessung nach dem Eintauchen in deionisiertes Wasser für 24 Stunden bei Raumtemperatur (25°C)

[0066] Die vorstehend genannten Kissen sind hydrolytisch stabil, da sich die lineare Abmessung des Kissens nach dem Eintauchen in deionisiertes Wasser für 24 Stunden bei Raumtemperatur (25°C) um weniger als etwa 1 % ändert. In alternativen Ausführungsformen ist die Hydrolysestabilität als „die Härte der Kissen nimmt nach dem Eintauchen in deionisiertes Wasser für 24 Stunden bei Raumtemperatur (25°C) um weniger als 30 % ab“ definiert.

[0067] Für hydrolytisch stabile erfindungsgemäße Kissen weisen die Kisseigenschaften die folgenden Bereiche auf:

Parameter	Bereich	bevorzugter Bereich	am meisten bevorzugt
Dicke (mil, 1 mil = 0,0254 mm)	20-100	30-90	40-80
Oberflächenrauigkeit, Ra (µm)	1-9	2-7	3-5
Härte (Shore D)	40-70	45-65	55-63
Modul, E' (MPa) (40°C)	100-2000	150-1500	200-800
KEL (1/Pa) (40°C)	100-1000	125-850	150-400
E'-Verhältnis bei 30°C und 90°C	1,0-4,6	1,0-4,0	1,0-3,5

[0068] Bei hydrolytisch stabilen Kissen fallen die Eigenschaften nach dem Eintauchen in deionisiertes Wasser für 24 Stunden bei Raumtemperatur (25°C) nach wie vor in die vorstehend genannten Bereiche.

[0069] Die Polierschicht des Kissens umfasst ferner eine Makrotextur mit einer durchschnittlichen Abmessung von mehr als 1 µm und eine Mikrotextur, die eine Mehrzahl von Rauigkeiten mit einer durchschnittlichen Vorwölbungslänge von weniger als 0,5 µm umfasst. Die Polierschicht des Kissens ist ferner porös oder nicht porös. Ferner weist die Polierschicht eine Dicke von etwa 500 bis 2600 µm auf. Gemäß einer Ausführungsform ist mindestens ein Teil des Kissens für elektromagnetische Strahlung mit einer Wellenlänge von etwa 190 bis etwa 3500 nm durchlässig. Ausführungsformen des Polierkissens sind zum Planarisieren einer Oberfläche einer Halbleitervorrichtung oder eines Vorläufers davon geeignet, wobei die Oberfläche eine 10 µm breite Metalleitung aufweist, das Kissen hydrolytisch stabil ist und eine steife Polierschicht umfasst, die ein Polymersystem enthält, das eine ausreichende Energieableitung und eine ausreichend niedrige elastische Rückstellung bereitstellt, so dass auf der Metalleitung ein Dishing von weniger als 500 Å auftritt, wobei die Polierschicht mindestens teilweise durch Extrusion oder Sintern gebildet wird. Die Schleifmittel in dem Kissen oder in der Polierflüssigkeit sind anorganische Metalloxydteilchen, wie z.B. Siliziumdioxid, Aluminiumoxid, Ceroxid oder Kombinationen davon. Ferner sind die Schleifmittel Teilchen, wobei mindestens ein Teil der Teilchen mindestens 50 Gew.-% organisches Polymer umfassen. Eine Ausführungsform eines Verfahrens zum Polieren einer Metalldamascenerstruktur eines Halbleiterwafers umfasst das Vorspannen des Wafers hin zu einer Grenzfläche zwischen dem Wafer und einer Polierschicht eines Polierkissens, das Fließen einer Polierflüssigkeit in die Grenzfläche und das Bereitstellen einer relativen Bewegung des Wafers und des Polierkissens unter Druck, so dass der sich bewegende, unter Druck gesetzte Kontakt der Polierflüssigkeit gegen den Wafer in einer planaren Entfernung entlang einer Oberfläche des Wafers resultiert. Gemäß einer Ausführungsform ist die Polierschicht hydrolytisch stabil und ferner so definiert, dass sie eine Härte von etwa 40 bis 70 Shore D, einen Zugmodul von

etwa 100 bis 2000 MPa bei 40°C, einen KEL von etwa 100 bis 1000 (1/Pa bei 40°C) und ein E'-Verhältnis bei 30°C–90°C von etwa 1 bis 5 aufweist. In einer Ausführungsform umfasst das Metall der Damaszenerstrukturen Kupfer. In einer Ausführungsform enthält die Polierflüssigkeit ein Oxidationsmittel. Das Verfahren wird dadurch durchgeführt, dass die Polierflüssigkeit eine Chemikalie enthält, die einen Teil des Metalls löslich macht. Die Polierflüssigkeit umfasst ferner ein Komplexierungsmittel, wobei das Komplexierungsmittel an bzw. auf das Metall aufgenommen wird und eine Oberfläche des Metalls schützt, bis sie durch die Bewegung des Polierkissens unterbrochen wird, die bei einem Abstand zwischen dem Polierkissen und dem Metall stattfindet, wobei der Abstand weniger als die durchschnittliche Abmessung der Nanorauigkeiten beträgt. In einer Ausführungsform beträgt der Abstand zwischen dem Polierkissen und dem Metall weniger als 10 % der durchschnittlichen Abmessung der Nanorauigkeiten. Das Komplexierungsmittel weist ein Viskositätsmittel des Molekulargewichts von mehr als 1000 auf. Das Komplexierungsmittel umfasst zwei oder mehr polare Reste.

Patentansprüche

1. Polierkissen zum Planarisieren einer Oberfläche einer Halbleitervorrichtung oder eines Vorläufers dazu, wobei das Kissen gekennzeichnet ist durch: eine Polierschicht zum Planarisieren der Oberfläche, wobei die Schicht eine Härte von 40 bis 70 Shore D, einen Zugmodul von 100–2.000 MPa bei 40°C, einen KEL von 100–1.000 1/Pa bei 40°C und ein E'-Verhältnis bei 30°C–90°C von 1–5, worin E' der Speichermodul ist, E'' der Verlustmodul ist, $E''/E' = \tan \delta$ und $KEL = \tan \delta \cdot 10^{12} / [E' \cdot (1 + \tan^2 \delta)]$ mit E' in Pascal, wobei jede lineare Dimension des Kissens sich um weniger als 1 % ändert, wenn das Kissen in deionisiertes Wasser für 24 Stunden bei einer Umgebungstemperatur von 25°C eingetaucht wird.

2. Polierkissen gemäß Anspruch 1, wobei der KEL 150–400 ist.

3. Polierkissen gemäß Anspruch 1, wobei die Polierschicht weiter eine Härte von 45–65 Shore D aufweist.

4. Polierkissen gemäß Anspruch 1, wobei die Polierschicht weiter einen Zugmodul von 200–800 MPa bei 40°C aufweist.

5. Polierkissen gemäß Anspruch 1, wobei die Polierschicht ein E'-Verhältnis bei 30° bis 90° von 1–3,5 aufweist.

6. Polierkissen gemäß Anspruch 1, wobei die Härte des Kissens um weniger als 30% abnimmt, wenn das Kissen in deionisiertes Wasser für 24 Stunden, bei einer Umgebungstemperatur von 25°C, eingetaucht wird.

7. Polierkissen gemäß Anspruch 1, wobei die Polierschicht eine Oberflächenrauigkeit von 1 bis 9 µm Ra aufweist.

8. Verfahren zum Polieren einer Metaldamaszenerstruktur eines Halbleiterwafers, umfassend:
das Vorspannen des Wafers hin zu einer Grenzfläche zwischen dem Wafer und einer Polierschicht eines Polierkissens;
das Fließen einer Polierflüssigkeit in die Grenzfläche und
das Bereitstellen einer relativen Bewegung des Wafers und des Polierkissens unter Druck, so daß der sich bewegende, unter Druck gesetzte Kontakt der Polierflüssigkeit gegen den Wafer in einer planaren Entfernung entlang einer Oberfläche des Wafers resultiert, dadurch gekennzeichnet, daß die Polierschicht eine Härte von 40 bis 70 Shore D, einen Zugmodul von 100–2.000 MPa bei 40°C, einen KEL von 100–1.000 1/Pa bei 40°C und ein E'-Verhältnis bei 30°C–90°C von 1–5 aufweist, wobei E' der Speichermodul ist, E'' der Verlustmodul ist, $E''/E' = \tan \delta$ und $KEL = \tan \delta \cdot 10^{12} / [E' \cdot (1 + \tan^2 \delta)]$ mit E' in Pascal, wobei ein Eintauchen des Kissens in deionisiertes Wasser für 24 Stunden bei einer Umgebungstemperatur von 25°C jede lineare Dimension des Kissens um weniger als 1 % ändert.

9. Verfahren gemäß Anspruch 8, einschließlich der zusätzlichen Schritte des Aufnehmens eines Komplexierungsmittels der Polierflüssigkeit an bzw. auf das Metall und Schützen einer Oberfläche des Metalls bis durch das Polierkissen unterbrochen, wobei die relative Bewegung bei einem Abstand zwischen dem Polierkissen und dem Metall stattfindet, welcher weniger als die durchschnittliche Dimension der Nanorauigkeiten von weniger als 500 Å entlang einer Polieroberfläche der Polierschicht ist.

10. Verfahren gemäß Anspruch 8, wobei ein Eintauchen des Kissens in deionisiertes Wasser für 24 Stunden bei einer Umgebungstemperatur von 25°C die Härte des Kissens um weniger als 30% vermindert.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen