



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 19 230 T2 2005.08.04**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 189 729 B1**

(51) Int Cl.⁷: **B24B 37/04**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 19 230.7**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/24445**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 956 604.5**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/74896**

(86) PCT-Anmeldetag: **18.10.1999**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **14.12.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **27.03.2002**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **04.08.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **04.08.2005**

(30) Unionspriorität:
328916 09.06.1999 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(73) Patentinhaber:
3M Innovative Properties Co., St. Paul, Minn., US

(72) Erfinder:
PENDERGRASS, B., Daniel, Saint Paul, US

(74) Vertreter:
derzeit kein Vertreter bestellt

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN ZUR OBERFLÄCHENMODIFIZIERUNG VON EINEM STRUKTURIERTEN WAFER**

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 Verfahren zum Abschleifen oder zum Polieren einer Oberfläche, wie beispielsweise der Oberfläche eines strukturierten Halbleiterwafers oder dergleichen.

ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

[0002] Bei der Herstellung von integrierten Schaltkreisen erfahren die Halbleiterwafer, die für die Halbleiterfertigung verwendet werden, typischerweise zahlreiche Bearbeitungsschritte, einschließlich Aufdampfen, Musternerstellen, und Ätzen. Einzelheiten dieser Herstellungsschritte für Halbleiterwafer werden von Tonshoff et al. in „Abrasive Machining of Silicon“ (Schleifbearbeitung von Silizium) erläutert, veröffentlicht in den Annalen der International Institution for Production Engineering Research, (Band 39/2/1990, Seiten 621–635. Bei jedem Herstellungsschritt ist es häufig notwendig oder wünschenswert, eine freiliegende Oberfläche des Wafers zu modifizieren oder zu veredeln, um sie für anschließende Fertigungs- oder Herstellungsschritte vorzubereiten.

[0003] Bei herkömmlichen Fertigungsprogrammen für Halbleitervorrichtungen erfährt ein flacher Siliziumbasiswafer eine Reihe von Bearbeitungsschritten, in welchen einheitliche Schichten von zwei oder mehreren diskreten Materialien aufgedampft werden, um eine einzige Schicht einer mehrschichtigen Struktur zu bilden. Bei diesem Verfahren ist es üblich, eine einheitliche Schicht eines ersten Materials auf den Wafer selbst oder auf eine bestehende Schicht eines Zwischenkonstrukts durch irgendeines der in der Technik üblicherweise verwendeten Mittel aufzutragen, Vertiefungen in diese Schicht oder durch sie hindurch zu ätzen, und danach die Vertiefungen mit einem zweiten Material zu füllen. Als Alternative können Strukturen von ungefähr einheitlicher Dicke, die ein erstes Material umfassen, auf den Wafer oder auf eine vorhergehend hergestellte Schicht des Wafers üblicherweise durch eine Maske aufgedampft werden, und danach können die benachbarten Gebiete dieser Strukturen mit einem zweiten Material gefüllt werden, um die Schicht zu vervollständigen. Nach dem Aufdampfungsschritt ist im Allgemeinen eine weitere Bearbeitung des aufgedampften Materials oder der aufgedampften Schicht auf einer Waferoberfläche erforderlich, bevor eine zusätzliche Aufdampfung oder anschließende Bearbeitung stattfindet. Wenn dies abgeschlossen ist, ist die äußere Oberfläche im Wesentlichen vollständig planar und parallel zu der Siliziumbasiswaferoberfläche. Ein besonderes Beispiel für ein solches Verfahren sind die Damaszier-Metallverfahren.

[0004] Bei dem Damaszier-Verfahren wird ein Muster in eine dielektrische Oxidschicht (z. B. Siliziumdioxid) geätzt.

[0005] Nach dem Ätzen werden optionale Haftungs-/Sperrschichten auf die gesamte Oberfläche aufgedampft. Typische Sperrschichten können beispielsweise Tantal, Tantalnitrid, Titan oder Titanitrid umfassen. Als Nächstes wird ein Metall (z. B. Kupfer) auf das Dielektrikum und jede Haftungs-/Sperrschicht aufgedampft. Die aufgedampfte Metallschicht wird danach modifiziert, veredelt oder fertig bearbeitet, indem das aufgedampfte Metall und optionale Abschnitte der Haftungs-/Sperrschicht von der Oberfläche des Dielektrikums entfernt werden. Typischerweise wird genügend Oberflächenmetall entfernt, so dass die äußere freiliegende Oberfläche des Wafers sowohl Metall als auch ein dielektrisches Oxidmaterial enthält. Eine Draufsicht auf die freiliegende Waferoberfläche würde eine planare Oberfläche mit Metall zeigen, die dem geätzten Muster und dielektrischem Material direkt neben dem Metall entspricht. Das Metall (die Metalle) und das (die) dielektrische(n) Oxidmaterial(ien), das(die) auf der modifizierten Oberfläche des Wafers liegt (liegen), weist (weisen) von Natur aus unterschiedliche physikalische Eigenschaften auf, wie beispielsweise unterschiedliche Härte- werte. Die zur Modifizierung eines durch das Damaszier-Verfahren hergestellten Wafers verwendete Schleif- behandlung muss so ausgelegt sein, dass sie gleichzeitig das Metall und die dielektrischen Materialien modi- fiziert, ohne eine der Materialoberflächen zu kratzen. Die Schleifbehandlung muss eine planare äußere frei- liegende Oberfläche auf einem Wafer erzeugen, der einen freiliegenden Bereich mit Metall und einen freilie- genden Bereich eines dielektrischen Materials aufweist.

[0006] Das Verfahren zum Modifizieren der aufgedampften Metallschicht, um das dielektrische Material frei- zulegen, lässt, wegen der in Submikron gemessenen Metallstrukturen, die auf der Waferoberfläche angeordnet sind, wenig Spielraum für Fehler. Die Abtragungsgeschwindigkeit des aufgedampften Metalls sollte relativ hoch sein, um die Herstellungskosten zu minimieren, und das Metall muss vollständig aus den Bereichen, die nicht geätzt wurden, entfernt werden. Das in den geätzten Bereichen verbleibende Metall muss auf diskrete Bereiche oder Zonen beschränkt bleiben, während es innerhalb jener Bereiche oder Zonen durchgängig ist, um die korrekte Leitfähigkeit sicherzustellen. Kurz gesagt, das Metallmodifizierungsverfahren muss in einer Größenordnung von Submikron einheitlich, gesteuert und reproduzierbar sein.

[0007] Bei einem herkömmlichen Verfahren zum Modifizieren oder zum Veredeln von freiliegenden Oberflächen von strukturierten Wafern wird eine Waferoberfläche mit einer Aufschlammung behandelt, die eine Mehrzahl von losen Schleifeteilchen enthält, die in einer Flüssigkeit feinst verteilt sind. Typischerweise wird diese Aufschlammung auf ein Polierkissen aufgetragen und die Waferoberfläche wird danach abgeschliffen oder gegen das Kissen bewegt, um Material von der Waferoberfläche zu entfernen. Im Allgemeinen kann die Aufschlammung außerdem chemische Wirkstoffe oder Arbeitsflüssigkeiten enthalten, welche mit der Waferoberfläche reagieren, um die Abtragungsgeschwindigkeit zu modifizieren. Das vorstehend beschriebene Verfahren wird herkömmlicherweise als ein chemisch-mechanisches Einebnungsverfahren (CMP, chemical-mechanical planarization) bezeichnet. Gewisse Nachteile des herkömmlichen CMP-Verfahrens sind festgestellt worden. Beispielsweise ist es teuer, die verbrauchten Aufschlämmungen auf umweltverträgliche Weise zu entsorgen. Darüber hinaus kann es schwierig sein, zurückgebliebene Schleifeteilchen von der Oberfläche des Halbleiterwafers nach dem Poliervorgang zu entfernen. Wenn sie nicht entfernt werden, können diese zurückgebliebenen Teilchen zu elektrischem und mechanischem Ausfall der fertigen Halbleiter-Vorrichtungen führen.

[0008] Bei einer neueren Alternative zu den CMP-Aufschlämmungsverfahren wird ein Schleifgegenstand verwendet, um eine Halbleiteroberfläche zu modifizieren oder zu veredeln, und dadurch entfällt die Notwendigkeit für die vorhergehenden Aufschlämmungen. Über dieses alternative CMP-Verfahren wird beispielsweise in der internationalen Veröffentlichung Nr. WO 97/11484 berichtet, die am 27. März 1997 veröffentlicht wurde. Der Schleifgegenstand, über den berichtet wird, weist eine strukturierte Schleifoberfläche auf, welche in einem Bindemittel feinst verteilte Schleifeteilchen enthält. Bei der Verwendung ist der Schleifgegenstand mit einer Halbleiterwaferoberfläche in Kontakt, häufig in Gegenwart einer Arbeitsflüssigkeit, mit einer Bewegung, die angepasst ist, um eine einzige Materialschicht auf dem Wafer zu modifizieren und um eine planare, einheitliche Waferoberfläche zur Verfügung zu stellen. Die Arbeitsflüssigkeit wird auf die Oberfläche des Wafers zur chemischen Modifizierung aufgetragen oder um andernfalls das Entfernen eines Materials von der Oberfläche des Wafers durch die Wirkung des Schleifgegenstandes zu erleichtern.

[0009] Die vorstehend genannten Arbeitsflüssigkeiten können irgendeine aus einer Vielfalt von Flüssigkeiten umfassen, wie beispielsweise Wasser oder was typischer ist, wässrige Lösungen von Komplexbildnern, Oxidierungsmitteln, Passivierungsmitteln, grenzflächenaktiven Stoffen, Benetzungsmitteln, Puffern, Rostschutzmitteln, Schmiermitteln, Seifen, Kombinationen von diesen Zusätzen, oder dergleichen. Die Zusätze können außerdem Mittel enthalten, welche mit dem zweiten Material reagieren, z. B. mit Metall oder Metalllegierungsleitern auf der Waferoberfläche, wie beispielsweise Oxidierungs-, Reduzierungs-, Passivierungsmittel oder Komplexbildner.

[0010] Es ist wünschenswert, Verbesserungen an CMP-Verfahren zur Verfügung zu stellen. Es ist insbesondere wünschenswert, Verbesserungen an CMP-Verfahren zur Verfügung zu stellen, bei denen Schleifgegenstände verwendet werden, welche eine höhere Stufe einer selektiven Einebnung bieten, als diejenigen, die mit herkömmlichen, auf Aufschlammung beruhenden Verfahren produziert werden. Es ist außerdem wünschenswert, Verfahren zur Verfügung zu stellen, bei denen Schleifgegenstände verwendet werden, die frei von herkömmlichen Schleifeteilchen sind, wohingegen sie, ohne die Notwendigkeit der zuvor genannten Aufschlämmungen, immer noch in einem CMP-Verfahren wirkungsvoll sind.

KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0011] Die vorliegende Erfindung stellt ein Verfahren zum Modifizieren einer Oberfläche zur Verfügung, das die folgenden Schritte umfasst:

- (a) Kontaktieren der zu modifizierenden Oberfläche mit einer Arbeitsoberfläche eines Schleifgegenstandes, wobei der Schleifgegenstand, der frei von herkömmlichen Schleifeteilchen ist, ein phasensepariertes Polymer mit einer ersten Phase und einer zweiten Phase aufweist, wobei die erste Phase härter als die zweite Phase ist; und
- (b) relatives Bewegen der zu modifizierenden Oberfläche und des fixierten Schleifgegenstandes, um bei Abwesenheit einer Schleifaufschlämmung Material von der zu modifizierenden Oberfläche zu entfernen.

[0012] Das phasenseparierte Polymer kann aus irgendeiner aus einer Vielfalt von phasenseparierten Polymeren ausgewählt werden, wobei die Brucharbeit des phasenseparierten Polymers größer ist als die Brucharbeit für das von der Oberfläche des Wafers entfernte Material. In diesem Zusammenhang bedeutet Brucharbeit der integrierte Bereich unter der Spannungs-/Dehnungs-Ausfallkurve für ein bestimmtes Material. Der Bereich unter einer solchen Kurve weist Arbeitseinheiten auf. Im Allgemeinen ist das phasenseparierte Polymer ein Blockcopolymer, das aus der Gruppe ausgewählt wird, die aus A-B-Diblockcopolymer, A-B-A-Triblockcopolymer, A-B-A-B-Tetrablockcopolymer, A-B-Multiblock- und Sternblockcopolymer besteht. Bei einer bevorzugten

Ausführungsform, ist das phasenseparierte Polymer ein Styrol-Butadien-Styrol-Copolymer oder ein Styrol-Ethylen-Butadien-Styrol-Copolymer. Bei diesen Copolymersystemen liegt Styrol in dem phasenseparierten Polymer in einer Menge vor, die ausreicht, um harte Segmentbereiche mit einem mittleren Durchmesser von zwischen etwa 50 Ångström bis etwa 1000 Ångström bilden.

[0013] Wenn es gewünscht wird, können größere diskrete Bereiche häufig geschaffen werden, indem das Blockpolymer mit Homopolymer vermischt wird, das der Zusammensetzung der diskreten Bereiche entspricht.

[0014] Unter Bezugnahme auf Aspekte der Erfindung wird vorausgesetzt, dass bestimmte Ausdrücke die folgende Bedeutung haben:

[0015] „Schleifverbundwerkstoff“ bezieht sich auf einen aus einer Mehrzahl von geformten Körpern, welche gemeinsam eine Schleifoberfläche zur Verfügung stellen können. In diesem Zusammenhang ist eine „dreidimensionale Schleifoberfläche“ eine Schleifoberfläche, welche eine wellenförmige, topografische Oberfläche von erhabenen und vertieften Schleifabschnitten aufweist.

[0016] „Präzise geformt“, unter Bezugnahme auf die Schleifverbundwerkstoffe, bezieht sich auf eine Gestalt, die ohne weiteres von dem menschlichen Auge wahrgenommen werden kann und die ohne weiteres während des Herstellungsverfahrens (z. B. durch Formpressen) reproduziert werden kann, um eine vollständige Schleifoberfläche von präzise geformten Schleifverbundwerkstoffen zur Verfügung zu stellen.

[0017] Diese und weitere Aspekte der Erfindung werden für Fachleute nach Berücksichtigung der verbleibenden Veröffentlichung, einschließlich der ausführlichen Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform und der beigefügten Ansprüche, verständlich sein.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0018] [Fig. 1](#) ist eine schematische Ansicht im Querschnitt eines Abschnitts eines strukturierten Wafers vor der Oberflächenmodifizierung;

[0019] [Fig. 2](#) ist eine schematische Ansicht im Querschnitt eines Abschnitts eines strukturierten Wafers nach der Oberflächenmodifizierung;

[0020] [Fig. 3](#) ist eine schematische seitliche Teilansicht einer Vorrichtung zum Modifizieren der Oberfläche eines Wafers, der in der Halbleiterfertigung verwendet wird; und

[0021] [Fig. 4](#) ist eine Ansicht im Querschnitt eines Abschnitts eines Schleifgegenstandes, der für das Verfahren der vorliegenden Erfindung nützlich ist.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

[0022] Die Erfindung wird unter Bezugnahme auf ihre bevorzugte Ausführungsform beschrieben. Bei dieser ausführlichen Beschreibung wird Bezug auf die verschiedenen Figuren genommen, wobei gewisse Merkmale durch Bezugszeichen identifiziert sind, und wobei gleiche Bezugszeichen gleiche Merkmale kennzeichnen.

[0023] [Fig. 1](#) ist eine repräsentative Ansicht eines strukturierten Wafers **10**, der für die Verwendung in dem Verfahren der Erfindung geeignet ist. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind bekannte Merkmale, wie dotierte Gebiete, aktive Einrichtungen, epitaxiale Schichten, Träger- und Feldoxidschichten weggelassen worden. Der Wafer **10** weist eine Basis **11** auf, die typischerweise aus irgendeinem geeigneten Material, wie beispielsweise Einzelkristallsilizium, Galliumarsenid oder anderen in der Technik bekannten Materialien hergestellt ist. Eine Sperr- oder Haftungsschicht **13**, typischerweise Titannitrid, Titan, Tantal, Tantalnitrid oder Siliziumnitrid bedeckt die Basisschicht **11** und die Basisstrukturen.

[0024] Eine leitende Metallschicht **14** bedeckt die Frontfläche der Sperrschicht **13** und der Basisstrukturen. Eine Vielfalt von Metall oder Metalllegierungen kann verwendet werden, wie beispielsweise Titan, Aluminium, Kupfer, Aluminiumkupferlegierung, Wolfram oder Silber. Die Metallschicht wird typischerweise durch Aufdampfen einer durchgehenden Schicht des Metalls auf die Sperrschicht **13** aufgetragen. Überschüssiges Metall wird danach entfernt, um das gewünschte Muster von Metallverdrahtungen **15**, wie in [Fig. 2](#) dargestellt, zu bilden. Die Entfernung von Metall stellt diskrete Metallverdrahtungsflächen **15** und diskrete Strukturflächen **16** zur Verfügung, die vorzugsweise eine planare Oberfläche bereitstellen, die frei von Kratzern oder anderen

Defekten ist, welche die Funktionsfähigkeit der fertigen Halbleitervorrichtung stören könnten.

[0025] [Fig. 3](#) stellt auf schematische Weise eine Vorrichtung zum Modifizieren von Wafern dar, die in CMP-Verfahren nützlich ist. Abwandlungen dieser Maschine und/oder zahlreiche weitere Maschinen können für diese Erfindung nützlich sein. Diese Art von Vorrichtung ist in der Technik zur Verwendung mit Polierkissen und losen Schleifaufschlämmungen bekannt. Ein Beispiel einer geeigneten, im Handel erhältlichen Vorrichtung für das CMP-Verfahren ist diejenige, die von IPEC/WESTECH aus Phönix, Arizona, USA, erhältlich ist. Alternative Maschinen für das CMP-Verfahren sind von STRASBAUGH oder SPEEDFAM erhältlich. Noch weitere Maschinen, die ausgelegt sind, um Netze oder Polierbänder aufzunehmen, werden beispielsweise in den US-Patentschriften Nr. 5,643,044 und 5,791,969 beschrieben, beide von Lund. Die Vorrichtung **30** umfasst eine Kopfeinheit **31**, die mit einem (nicht dargestellten) Motor verbunden ist. Ein Spannfutter **32** erstreckt sich von der Kopfeinheit **31** ausgehend. Ein Beispiel eines solchen Spannfutters ist ein Kardanspannfutter. Die Ausgestaltung von Spannfutter **32** nimmt vorzugsweise unterschiedliche Kräfte auf und dreht sich so, dass der Schleifgegenstand die gewünschte Oberflächenbearbeitung und Flachheit auf dem Wafer zur Verfügung stellt. Das Spannfutter kann dem Wafer allerdings ermöglichen, oder nicht, sich während der Einebnung zu drehen.

[0026] An dem Ende des Spannfutters **31** befindet sich ein Waferhalter **33**, der den Wafer **34** mit der Kopfeinheit **31** fest verbindet und verhindert, dass sich der Wafer während der Bearbeitung verschiebt. Der Waferhalter ist so ausgelegt, dass er den Wafer aufnimmt und er kann dabei beispielsweise kreisförmig, oval, rechteckig, quadratisch, achteckig, sechseckig oder fünfeckig sein. In einigen Fällen schließt der Waferhalter zwei Teile ein, einen optionalen Rückhalter und ein Waferträgerkissen. Der Rückhalter kann eine im Wesentlichen kreisförmige Vorrichtung sein, die um den Umfang des Halbleiterwafers passt. Das Waferträgerkissen kann aus einem oder aus mehreren Elementen hergestellt sein, z. B. Polyurethan-Schaum. Der Waferhalter **33** erstreckt sich entlang des Halbleiterwafers **34** an dem Ringabschnitt **35**.

[0027] Der optionale Ringabschnitt kann ein separates Teil sein oder er kann in dem Halter **33** integriert sein. So wie in [Fig. 3](#) gezeigt, kann der Waferhalter **33** so konstruiert sein, dass sich der Ringabschnitt **35** nicht über die Oberfläche **36** des Wafers **34** hinaus erstreckt. In dieser Konfiguration wird der Waferhalter **33** die Arbeitsoberfläche **41** des Schleifgegenstandes nicht berühren oder mit ihr in Kontakt treten. In anderen Fällen kann sich der Ringabschnitt **35** des Waferhalters **33** über die Oberfläche **36** des Wafers **34** erstrecken. Bei dieser Anordnung der Teile wird der Ringabschnitt **35** mit der Schleifoberfläche **41** in Kontakt treten und dadurch die Eigenschaften des Schleifverbundwerkstoffes beeinflussen, indem beispielsweise dem Waferhalter **33** ein geeigneter Aufbau zur Verfügung gestellt wird, um die Schleifoberfläche „zu konditionieren“, indem der äußerste Abschnitt der Oberfläche während der Bearbeitung entfernt wird. Der Waferhalter oder der Rückhalter können irgendeine Ausgestaltung aufweisen oder aus irgendeinem Material bestehen, welches dem Schleifgegenstand ermöglichen wird, dem Wafer den gewünschten Modifizierungsgrad zu verleihen. Beispiele für geeignete Materialien schließen Polymerwerkstoffe ein.

[0028] Die Geschwindigkeit, mit welcher sich der Waferhalter **33** dreht, wird von der bestimmten Vorrichtung, den Bearbeitungsbedingungen, dem Schleifgegenstand und den gewünschten Wafermodifizierungskriterien abhängen. Im Allgemeinen dreht sich der Waferhalter **33** mit ungefähr 2 bis ungefähr 1000 U/min, typischerweise zwischen ungefähr 5 bis ungefähr 500 U/min, und vorzugsweise zwischen ungefähr 10 bis ungefähr 300 U/min, und noch mehr vorgezogen werden zwischen ungefähr 20 bis ungefähr 100 U/min. Wenn sich der Waferhalter zu langsam oder zu schnell dreht, könnte die gewünschte Abtragungsgeschwindigkeit nicht erreicht werden. Der Waferhalter **33** und/oder die Basis **42** können sich auf kreisförmige Weise, auf spiralförmige Weise, auf nicht einheitliche Weise, auf elliptische Weise, so wie in Form einer Acht, oder auf eine zufällige Bewegungsweise drehen. Häufig verschiebt sich der Waferhalter entlang eines Radius des Schleifgegenstandes. Der Waferhalter oder die Basis können außerdem oszillieren oder vibrieren, wie beispielsweise durch Übertragung von Ultraschallvibrationen durch den Halter oder die Basis.

[0029] In dem Verfahren der Erfindung wie vorstehend beschrieben, wird ein Schleifgegenstand mit einer Arbeitsoberfläche verwendet, die geeignet ist, um die Oberfläche eines Werkstückes, wie beispielsweise eine Schicht eines strukturierten Halbleiterwafers, abzuschleifen. Das Verfahren der Erfindung erfordert keine Verwendung einer Schleifaufschlämmung. Die Arbeitsoberfläche des Gegenstandes umfasst eine strukturierte Arbeitsoberfläche, die vorzugsweise eine Mehrzahl von erhabenen Gebieten umfasst, um die strukturierte Waferoberfläche entweder gesondert oder in Gegenwart einer geeigneten chemischen Umgebung abzuschleifen oder zu polieren. Jedes der erhabenen Kontaktgebiete wird typischerweise eine Mehrzahl von Bereichen umfassen, in denen jede der Polymerphasen vorhanden ist.

[0030] Unter Bezugnahme auf [Fig. 4](#) wird ein bevorzugter Aufbau eines Schleifgegenstandes, der in dem

Verfahren der vorliegenden Erfindung nützlich ist, gezeigt und nun beschrieben. Der Schleifgegenstand **40** enthält eine Schleifoberfläche, die im Allgemeinen mit dem Bezugszeichen **41** angegeben ist. Die Schleifoberfläche **41** ist an einer Hauptoberfläche der Basis **42** befestigt und umfasst vorzugsweise eine Mehrzahl von Schleifverbundwerkstoffen **44**, die an der Basis **42** befestigt werden. Die Verbundwerkstoffe **44** können als integraler Bestandteil mit der Basis formgepresst werden oder durch einen Klebstoff oder dergleichen daran befestigt werden. Vorzugsweise enthält die Schleifoberfläche offene Kanäle, die im Allgemeinen mit **46** angegeben sind, die sich zwischen den Verbundwerkstoffen **44** erstrecken, um die Zirkulation einer Arbeitsflüssigkeit über die gesamte Oberfläche **41** zu erleichtern, wenn der Schleifgegenstand **40** in einem CMP-Verfahren verwendet wird. Arbeitsflüssigkeiten sind bekannt und können beispielsweise verwendet werden, um die Grenzfläche zwischen dem Halbleiterwafer und der Schleifoberfläche **41** zu kühlen, um geeignete Chemikalien zu der Grenzfläche zu befördern, um durch den Poliervorgang freigesetzten Abfall zu entfernen, oder Kombinationen davon und weitere Funktionen. Es wird erkannt, dass das relative Volumen der Kanäle **46** und der Verbundwerkstoffe **44** abhängig von den Anforderungen eines spezifischen Poliervorganges unterschiedlich sein kann. Die Kanäle **46** werden allerdings typischerweise zwischen 5 und 95 Prozent des Volumens zwischen der Arbeitsoberfläche **48** und der Ebene der Basen der Verbundwerkstoffe einnehmen, und vorzugsweise zwischen 50 und 80 Prozent eines solchen Volumens.

[0031] Nützliche Schleifgegenstände können außerdem eine (nicht dargestellte) Unterlage enthalten, die an der Oberfläche der Basis **42**, den Verbundwerkstoffen **44** gegenüberliegend, befestigt wird. Bekannte beschichtete Schleifunterlagen sind zur Verwendung in den Schleifgegenständen geeignet. Die Unterlage kann flexibel sein oder alternativ kann die Unterlage steifer sein. Beispiele für typische flexible Schleifunterlagen schließen Polymerfilme, grundierte Polymerfilme, Metallfolie, Leinen, Papier, vulkanisierte Fasern, Textilverbundstoffe ein, sowie behandelte Ausführungen davon und Kombinationen davon. Die Unterlage kann außerdem eine Behandlung enthalten, um ihre physikalischen Eigenschaften zu modifizieren. Ein weiteres Beispiel einer Unterlage ist in US-Patentschrift Nr. 5,417,726 beschrieben. Beispiele von steiferen Unterlagen schließen Metallplatten, Keramikplatten, behandelte Textilverbundstoffsubstrate, behandeltes Leinen und dergleichen ein. Die Unterlage kann außerdem aus zwei oder mehreren miteinander laminierten Unterlagen bestehen. Die Unterlage kann außerdem aus verstärkten Fasern bestehen, die in einem Polymerwerkstoff eingeschlossen sind, wie in der veröffentlichten PCT-Anmeldung WO93/12911 offenbart.

[0032] Bevorzugte Unterlagen für die Einebnung eines Halbleiterwafers sind in ihrer Dicke sehr einheitlich. Wenn die Unterlage keine einheitliche Dicke aufweist, kann dies zu größerer Unterschiedlichkeit bei der Zwischenstufe der Flachheit eines Halbleiterwafers nach dem Einebnungsvorgang führen.

[0033] Eine bevorzugte Art von Unterlagen sind Polymerfilme und Beispiele von solchen Filmen schließen Polyesterfilme, Polyester- und Copolyesterfilme, Polyesterfilme mit Mikrofehlstellen, Polyimidfilme, Polyamidfilme, Polyvinylalkoholfilme, Polypropylenfilme, Polyethylenfilme und dergleichen ein. Außerdem sollte eine gute Haftung zwischen der Polymerfilmunterlage und dem Schleifgegenstand oder der Beschichtung bestehen. In vielen Fällen sind die Polymerfilmunterlagen grundiert. Die Grundierung kann aus einer Oberflächenveränderung oder einer Art chemischen Grundierung bestehen. Beispiele von Oberflächenveränderungen schließen Corona-Behandlung, UV-Behandlung, Elektronenstrahlenbehandlung, Flammenbehandlung und Abreiben ein, um den Oberflächenbereich zu erhöhen. Beispiele für Grundierungen chemischer Art schließen Ethylen-Acrylsäure-Copolymer ein, wie in US-Patentschrift Nr. 3,188,265, kolloidale Dispersionen wie in US-Patentschrift Nr. 4,906,523 gelehrt, Werkstoffe der Aziridin Art wie in US-Patentschrift, 4,749,617 offenbart und durch Strahlung aufpolymerisierte Grundierungen, wie in US-Patentschriften Nr. 4,563,388 und 4,933,234 gelehrt. Die Dicke der Polymerfilmunterlage bewegt sich im Allgemeinen zwischen ungefähr 20 bis 1000 Mikrometern, vorzugsweise zwischen 50 und 500 Mikrometern und noch eher bevorzugt zwischen 60 und 200 Mikrometern.

[0034] Die Schleifverbundwerkstoffe **44** umfassen vorzugsweise ein phasensepariertes Polymersystem, das eine erste oder „harte“ Phase und eine zweite oder „weiche“ Phase aufweist, wobei die harte Phase die harten Segmente des Polymers umfasst und die weiche Phase die weichen Segmente des Polymers umfasst. Die harte Phase des phasenseparierten Polymers ist härter als die weiche Phase, und die harte Phase kann durch ihre Glasübergangstemperatur (T_g) charakterisiert werden, welche vorzugsweise höher als die Temperatur der Arbeitsoberfläche des Gegenstandes während der Verwendung in einem CMP-Verfahren ist. Typischerweise wird die T_g des harten Segmentes höher als ungefähr 49°C sein und im Allgemeinen zwischen ungefähr 10°C und ungefähr 100°C betragen. Die weiche Phase des phasenseparierten Polymers kann durch ihre Glasübergangstemperatur charakterisiert werden, welche vorzugsweise niedriger als die Temperatur der Arbeitsoberfläche des Gegenstandes während der Verwendung in einem CMP-Verfahren ist. Bei einem solchen phasenseparierten Polymersystem wird die harte Phase des Polymers auf eine Weise funktionieren, die einem

Schleifkorn während eines CMP-Verfahrens ähnlich ist, während die weichere Phase des Polymers örtliche Einheitlichkeit des Kissens auf der Oberfläche des strukturierten Wafers, der poliert wird, unterstützen wird. Die weiche Phase wird vorzugsweise ausreichende Nachgiebigkeit aufweisen, die es ermöglicht, dass Oberflächenhebungen über die Ebene des aktiven Schleifkorns hervorstehen, und abgeschoren werden, wenn das Schleifkorn vorbei kommt. Die Fachleute werden erkennen, dass die Morphologie der härteren Phase durch Änderungen der relativen Molarvolumina der harten und weichen Phase verändert werden kann.

[0035] Für die Rezeptur der Verbundwerkstoffe **44** können A-B-Blockpolymeren verwendet werden, wobei eine der Komponenten die vorgenannten harten Segmente ausbildet und die andere Komponente die weichen Segmente ausbildet.

[0036] Das Polymersystem kann außerdem aus einem Blockcopolymer der Art A-B-A bestehen, oder aus einem Polymer, das eine so genannte Sternblockkonfiguration bereitstellt. Es wird auch erwartet, dass mikro-phasenseparierte Urethane (z. B. Estanes) in einigen CMP-Polieranwendungen verwendet werden können. In den weitesten Aspekten der Erfindung, wird ein Polymerwerkstoff als nützlich für die Bildung der Verbundwerkstoffe betrachtet, wenn der integrierte Bereich unter der Spannungs-/Dehnungs-Ausfallkurve (Brucharbeit) größer ist als die entsprechende Brucharbeit für das zu entfernende Material. Um eine Selektivität für die Materialentfernung zu fördern, kann es für die Brucharbeit des Polymerwerkstoffes wünschenswert sein, dass sie größer als die entsprechende Brucharbeit für das zu entfernende Material ist, während sie kleiner als die Brucharbeit für die darunter liegende dielektrische Schicht und/oder irgendeine Haftungs-/Sperrschicht ist, die unter dem zu entfernenden Material liegt.

[0037] Ein bevorzugtes Polymersystem zur Verwendung in den Schleifverbundwerkstoffen **44** ist ein Styrol-Butadien-Styrol (SBS) Blockcopolymersystem. Im Allgemeinen ist das SBS-System kostengünstig, einfach durch Thermoformen oder Lösungsmittelgießen herzustellen, und kann ohne weiteres strukturell modifiziert werden, um an unterschiedliche Polieranwendungen angepasst zu werden. Bei diesem System ist die Styrolphase in der Lage, während eines CMP-Verfahrens Kupfer abzuschleifen, und ist insbesondere in der Lage, Kupferverbindungen abzuschleifen, welche sich bilden, wenn eine Kupferoberfläche einer oxidierenden Umgebung ausgesetzt wird, die aus dem Auftragen einer Arbeitsflüssigkeit (z. B. eine Lösung aus Wasserstoffperoxid) auf das Kupfermetall resultiert, das beispielsweise während eines dualen Damaszier-Verfahrens auf den strukturierten Wafer aufgedampft wird. Den Fachleuten sind für CMP-Verfahren nützliche Arbeitsflüssigkeiten bekannt und werden hier nicht weiter beschrieben. Beispiele solcher Arbeitsflüssigkeiten können in den Vereinigten Staaten von Amerika anhängigen Patentanmeldungen mit der Seriennummer 09/091,932, eingereicht am 24. Juni 1998 und in der Patentanmeldung in den Vereinigten Staaten von Amerika mit der Seriennummer 09/266,208, eingereicht am 10. März 1999, gefunden werden.

[0038] Bei dem SBS-System und bei relativ niedrigen Gewichtsfraktionen von Styrol, wird die Styrolphase als ein Schleifkorn fungieren und wird wahrscheinlich die Gestalt von gleichmäßig in einer Butadienmatrix feinst verteilten Kügelchen annehmen. Die Styrolphase ist mehrwertig mit der verbleibenden Polymermatrix gebunden und es ist deswegen unwahrscheinlich, dass sie sich während des Poliervorgangs von der Matrix ablöst. Sobald der Styrolgehalt in der SBS-Rezeptur erhöht wird, werden die Styrolbereiche wachsen und können eine zylinderförmige Ausgestaltung oder dergleichen innerhalb des SBS-Polymersystems annehmen. Sobald der Styrolgehalt in dem SBS noch weiter erhöht wird, wird das SBS-System schließlich doppelt fortlaufend werden und danach eine lamellenförmige Struktur annehmen, in welcher sich Styrolschichten mit Butadienschichten abwechseln. Noch weitere Erhöhungen des Styrolgehalts werden über eine zweite doppelt fortlaufende Bereichsanordnung führen, um eine Struktur zu begünstigen, in welcher die kontinuierliche Phase aus Styrol besteht und der Butadienabschnitt des Systems eine gut dispergierte Population von Zylindern und danach Kügelchen bildet. Weitere Einzelheiten über die Morphologien von phasenseparierten Polymersystemen können in der Encyclopedia of Polymer Science and Technology, Band 9, Seiten 760–788, John Wiley & Sons (1987) gefunden werden.

[0039] Wenn das SBS-Polymersystem in dem Schleifgegenstand verwendet wird, um die Verbundwerkstoffe zu bilden, wird der Styrolgehalt innerhalb des SBS-Systems typischerweise innerhalb des Bereichs von ungefähr 10 Gew.-% bis ungefähr 90 Gew.-% betragen. Am meisten werden ungefähr 15 Gew.-% bis ungefähr 40 Gew.-% bevorzugt. Im Gegensatz zu herkömmlichen mineralischen Schleifmitteln kann jeder Polymerrückstand, der auf das Werkstück übertragen wurde, ohne weiteres mit denselben Bearbeitungsbedingungen entfernt werden, die verwendet werden, um die Polymermasken zu entfernen, die als Bestandteil des Waferfertigungsverfahrens aufgedampft werden. Vorzugsweise bildet die Styrolphase in dem SBS-Polymer kleine Gebiete, die einem Schleifteilchen ähnlich oder analog sind, das einen mittleren Durchmesser zwischen ungefähr 50 Ångström (Å) und ungefähr 1.000 Å aufweist. Im Handel erhältliche Blockcopolymeren, die zur Verwendung

in den zuvor genannten Schleifgegenständen geeignet sind, schließen diejenigen ein, die unter der Handelsbezeichnung KRATON D1101 bekannt sind, ein lineares Styrol-Butadien-Styrol Blockcopolymer, das ein Styrol : Butadien-Gewichtsverhältnis von 31 : 69 aufweist und bei Shell Chemical Company aus Houston, Texas, USA erhältlich ist.

[0040] Ein weiteres geeignetes Polymer ist ein lineares Styrol-Ethylen-Butadien-Styrol Copolymer, das ein Styrol : Gummi-Gewichtsverhältnis von 29 : 71 aufweist und von Shell Chemical Company unter der Handelsbezeichnung KRATON G1650 erhältlich ist.

[0041] Falls gewünscht oder erforderlich, können dem Polymersystem hängende funktionelle Gruppen hinzugefügt werden, um beispielsweise das Benetzen der Schleifoberfläche zu verbessern. Eine einzelne gewünschte Modifizierung des SBS-Polymersystems kann durch Sulfonierung eines Bruchteils der Styrolgruppen des Blockpolymers erzielt werden, um die Leistungsfähigkeit von wässriger Chemie zu verbessern, die herkömmlicherweise in CMP-Verfahren verwendet wird, um den Schleifgegenstand während der Verwendung gleichmäßiger zu benetzen, als auch die Reibung zu reduzieren und/oder dazu beizutragen, Metall oder Metallionen zu maskieren, sowie sie von der Oberfläche des Halbleiterwafers entfernt werden.

[0042] Bei der gezeigten Ausführungsform weisen die Schleifverbundwerkstoffe **44** eine deutliche unterscheidbare Gestalt in Form von abgestumpften Pyramiden auf. Die Verbundwerkstoffe können allerdings in irgendeiner Vielfalt von Gestalten, wie beispielsweise Zylinder (oder Säulen), Pyramiden, Würfel oder dergleichen zur Verfügung gestellt werden. Darüber hinaus kann ein einziger Schleifgegenstand unterschiedlich ausgestaltete Verbundwerkstoffe darauf enthalten. Die Verbundwerkstoffe können so geformt sein, dass sie Arbeitsoberflächen **48** enthalten, die im Wesentlichen in derselben Ebene liegen, wie in [Fig. 4](#). Als Alternative können die individuellen Arbeitsoberflächen in Bezug auf die Basis **42** derart geneigt sein, dass die individuellen Arbeitsoberflächen nicht innerhalb derselben Ebene liegen, sondern in mehr als einer Ebene liegen können. Einige der Verbundwerkstoffe können Oberflächen enthalten, die innerhalb derselben Ebene liegen, während andere Verbundwerkstoffe desselben Gegenstandes in unterschiedlichen Ebenen liegen. Darüber hinaus können die individuellen Verbundwerkstoffe aus einer Kombination von Ausgestaltungen mit einer ersten Ausgestaltung an der Basis des Gegenstandes und einer zweiten Ausgestaltung an der Arbeitsoberfläche des Verbundwerkstoffs bestehen. Beispielsweise kann der Verbundwerkstoff einen Querschnitt aufweisen, der einem sechsarmigen Stern an der Basis entspricht, und einen kreisförmigen Querschnitt an der anfänglichen Arbeitsoberfläche. Der Übergang von einer Ausgestaltung zu der nächsten innerhalb irgendeines einzelnen Verbundwerkstoffs kann ein kontinuierlicher Übergang sein oder es kann ein plötzlicher oder unterbrochener Übergang sein.

[0043] Zur vereinfachten Herstellung können die Verbundwerkstoffe als eine periodische Anordnung gebildet werden.

[0044] Die für die Erfindung nützlichen Gegenstände können allerdings eine Arbeitsoberfläche enthalten, die eine zufällige Anordnung von Verbundwerkstoffen umfasst. Vorzugsweise werden die Verbundwerkstoffe **44** der Schleif-Oberfläche **41** das phasenseparierte Polymer, wie vorstehend beschrieben, umfassen. Es wird allerdings außerdem in Erwägung gezogen, dass die individuellen Verbundwerkstoffe **44** weitere Werkstoffe zusätzlich zu dem phasenseparierten Copolymer umfassen können. Beispielsweise können die Verbundwerkstoffe das phasenseparierte Polymer in einem Gebiet des Verbundwerkstoffs enthalten, das sich von der Arbeitsoberfläche **48** bis zu einer definierten Entfernung von ihr erstreckt. Der Rest des Verbundwerkstoffs kann ein weiteres Material enthalten, das zum Tragen des phasenseparierten Polymers geeignet ist. Das phasenseparierte Polymer kann als eine dünne Beschichtung über einem profilierten Gegenstand zur Verfügung gestellt werden, wobei der profilierte Gegenstand abhängig von den Eigenschaften des Werkstückes entweder steifer oder weniger steif als das phasenseparierte Polymer sein kann. Die Arbeitsoberfläche des Verbundwerkstoffs kann außerdem eine feine Struktur enthalten, wie beispielsweise Nuten oder dergleichen, um die örtliche Zufuhr/das örtliche Abfließen von Arbeitsflüssigkeit zu verbessern und um das Einschließen von Teilchen zu vermeiden oder zu vermindern, welche zu Kratzern führen können.

[0045] Während die Schleifoberfläche **41** vorzugsweise eine Mehrzahl von Schleifverbundwerkstoffen, wie beispielsweise die in [Fig. 4](#) abgebildeten Verbundwerkstoffe **44** umfassen wird, ist es verständlich, dass weitere Ausgestaltungen der Schleifoberfläche außerdem innerhalb des Umfangs der Erfindung liegen, und für die Fachleute wird es verständlich sein, dass die Erfindung nicht auf irgendeine besondere Ausgestaltung der Schleifoberfläche beschränkt ist. Die Arbeitsoberfläche des Schleifgegenstandes wird vorzugsweise in irgendeiner Weise strukturiert sein und wird ein Polymersystem umfassen, das mit der vorhergehend aufgeführten Beschreibung übereinstimmt. Vorzugsweise wird die strukturierte Schleifoberfläche der Erfindung auf eine

Weise ausgestaltet sein, welche die Ausübung von im Wesentlichen gleichmäßigem Druck auf den während eines CMP-Verfahrens zu polierenden Gegenstand erlaubt. Im Allgemeinen sind die Gegenstände, die in der vorliegenden Erfindung am praktischsten sind, durch eine Schleifoberfläche gekennzeichnet, die ein phasensepariertes Polymer umfasst, welches harte Segmente und weiche Segmente enthält, wie hier beschrieben.

[0046] Schleifgegenstände, die in der vorliegenden Erfindung nützlich sind, können durch eine Reihe von unterschiedlichen, aber bekannten Herstellungsverfahren, wie beispielsweise das Formgießen oder das Formstanzen, hergestellt werden. Das Formstanzverfahren sollte entweder unter Verwendung einer Walze oder einer Formstanzrolle ausgeführt werden und die Temperatur des Polymers während des Formstanzschrittes sollte über der Glasübergangstemperatur des harten Segmentes des phasenseparierten Stufenpolymers liegen. Die Herstellung dieser Gegenstände ist darüber hinaus in den Beispielen dargestellt.

[0047] Die in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung nützlichen Gegenstände können in irgendeiner der Vielfalt von Ausgestaltungen zur Verfügung gestellt werden. Die Gegenstände können beispielsweise als Kissen zur Verfügung gestellt werden, wobei die Schleifoberfläche, welche mit dem Halbleiterwafer in Kontakt tritt, im Wesentlichen kreisförmig ist. Als Alternative kann der Schleifgegenstand als eine Netz- oder als eine Bogenform zur Verfügung gestellt werden, wobei der Schleifgegenstand aufgerollt sein kann und in aufgerollter Form in einer geeigneten CMP-Maschine angebracht sein kann, um jederzeit während des CMP-Vorganges eine ungebrauchte Schleifoberfläche zur Verfügung zu stellen. Für den Schleifgegenstand können außerdem weitere Formen möglich sein, und für Fachleute wird es verständlich sein, dass die Erfindung nicht auf die Verwendung eines Schleifgegenstandes beschränkt ist, der irgendein besonderes Format aufweist.

[0048] Es wird damit gerechnet, dass die Halbleiterwafer, die mit den zuvor genannten Schleifgegenständen bearbeitet werden, ein höheres Maß selektiver Einebnung aufweisen, als diejenigen, die mit auf herkömmlicher Aufschlämmung beruhender Bearbeitung hergestellt werden, weil die harten Segmente in dem gewählten Polymersystem so ausgewählt werden können, dass sie beispielsweise Metall entfernen, während sie das dielektrische Material unangetastet lassen. Darüber hinaus wäre das Wafereinebnungsverfahren im Wesentlichen frei von freien Schleifteilchen in der Arbeitsflüssigkeit, und deswegen sollte die Arbeitsflüssigkeit sehr viel weniger Aufwand beim Reinigen erfordern. Die Arbeitsflüssigkeit sollte ohne weiteres durch Verwendung einfacher Filtration oder weiterer bekannter Verfahren recycelt werden, um Abfall zu entfernen. Ähnliche Vorteile würden sich bei weiteren Poliervorgängen ergeben.

[0049] Die Erfindung wird darüber hinaus durch die nicht einschränkenden, nachstehend ausgeführten Beispielen dargestellt.

BEISPIELE

[0050] Die nachfolgenden Prüfverfahren wurden hier angewendet.

PRÜFVERFAHREN I

[0051] Mit Kupfer beschichtete Deckschichtenwafer wurden aus einer monokristallinen Siliziumbasiseinheit hergestellt, die einen Durchmesser von 100 mm und eine Dicke von ungefähr 0,5 mm aufweist; bezogen entweder von WaferNet oder Silicon Valley Microelectronics, beide aus San Jose, CA, USA. Vor der Aufdampfung der Metallschicht wurde eine Siliziumdioxidschicht von ungefähr 5.000 Å Dicke auf dem Siliziumwafer gezogen. Eine Haftungs-/Sperrschicht aus Titan wurde vor der Metallaufdampfung auf die Siliziumdioxidschicht aufgedampft. Die Dicke von Ti betrug typischerweise 200 Å, kann allerdings zwischen 100 und 300 Å betragen. Danach wurde eine einheitliche Schicht von Cu über die Siliziumbasis unter Verwendung physikalischer Dampfablagerung (PVD, physical vapour deposition) aufgedampft. Die Dicke der Metallschicht betrug typischerweise zwischen 11.000 und 12.000 Å, und wurde von einem berührungslosen Metallüberwachungssystem, Omnimap NC110, von TENCOR Instruments, Unternehmensbereich Prometrix, Santa Clara, CA, USA, gemessen.

[0052] Die Versuchsmaschine war eine modifizierte Strasbaugh Läppmaschine, Modell 6Y-1. Das Waferwerkstück lag auf einer Schaumunterlage, die von Rodel aus Newark, DE, USA, unter der Bezeichnung „DF200“ erhältlich ist, und die Anordnung wurde in einen federbelasteten Kunststoffrückhaltering platziert. Der Schleifgegenstand des Beispiels war auf einem Trägerkissen befestigt, das einen 20 Milli-Inch „PCF20“ Polykarbonatbogen umfasst, der von General Electric Structured Plastics, General Electric Corp., Schenectady, NY, USA, erhältlich ist, das mit einem 3M-Klebstoff 442 DL oder 9671LE, erhältlich von 3M, St. Paul, MN, USA, auf einen 90 Milli-Inch Ethylvinylacetat-Schaum mit geschlossenen Zellen laminiert wurde, erhältlich von Voltek,

Unternehmensbereich von Sekisui America Corp., Lawrence, Massachusetts, USA; das Kissen wurde an der Platte der Strasbaugh befestigt.

[0053] Der Trägerkopf, welcher den Wafer hält, wurde mit einem Schleifgegenstand in Kontakt gebracht, der gemäß dem hier angeführten Prüfverfahren III hergestellt wurde.

[0054] Der Wafer wurde bei ungefähr 40 U/min gedreht und die Platte wurde mit derselben Geschwindigkeit wie der Trägerkopf gedreht. Sowohl der Wafer als auch der Schleifgegenstand drehen sich im Uhrzeigersinn. Zusätzlich zu dem Drehen bewegte sich der Wafer in einem Bogen (ungefähr 31 mm bei einer 9 Sekunden Periodizität), angefangen bei ungefähr 13 mm von dem Rand des Schleifgegenstandes. Der Durchmesser der Platte betrug 12 Inch. Der Schleifgegenstand und der Trägerkopf wurden mit einer nach unten gerichteten Kraft von ungefähr 350 KPa (50 englische Pfund), so weit nichts anderes angegeben ist, miteinander in Kontakt gebracht. Die Arbeitsflüssigkeit wurde auf den Schleifgegenstand gepumpt, bevor er mit dem Wafer in Kontakt kommt. Während des Polierens wurde Arbeitsflüssigkeit mit einer Durchflussgeschwindigkeit von ungefähr 40 ml/min auf den Wafer und die Schleifgrenzfläche gepumpt. Der Schleifgegenstand wurde verwendet, um die Deckschichtenwafer während eines Zyklus von einer Minute (60 Sekunden) zu polieren. Nach dem Polierzyklus wurde jeder Wafer aus dem Halter entfernt und ersetzt.

[0055] Die Abtragungsgeschwindigkeit von Metall wurde berechnet, indem die Veränderung der Metallfilmdicke bestimmt wurde. Zu Anfang (d. h. vor dem Polieren) und am Ende (d. h. nach dem Polieren) wurden Messungen an denselben Stellen auf der NC110 vorgenommen. Fünf Ablesungen wurden gemittelt, um die Abtragungsgeschwindigkeit in Ångström pro Minute (Å/min) zu bestimmen. Die standardmäßige Abweichung der Differenzen, geteilt durch das Mittel der Differenzen, wird als die %NU (Non-Uniformity) oder Inhomogenität dargestellt. „Die Inhomogenität“ ist ein Maß, das aussagt, wie einheitlich die Abtragungsgeschwindigkeit von Kupfer über die Oberfläche des Wafers geschieht. Im Allgemeinen wird eine niedrige Zahl für die Inhomogenität (z. B. 2 bis 3%) bevorzugt.

PRÜFVERFAHREN II (ARBEITSFLÜSSIGKEITEN)

[0056] Arbeitsflüssigkeiten wurden unter Verwendung der nachstehend aufgeführten Bestandteile hergestellt. Wasserstoffperoxid der Halbleiterklasse wurde von Olin Corp. (Norwalk, CT, USA) als eine 30%ige Lösung bezogen, und wie erforderlich verdünnt. Ammoniumwasserstoffphosphat (analyserein nach ACS, American Chemical Society,) Iminodiazidische Säure, Ammoniumzitrat (ein Chelatbildner) und 1-H- Benzotriazol (BHT) wurden alle von Aldrich Chemical Company, Milwaukee, WI, USA, bezogen. Die Feststoffe wurden separat gewogen und in Wasser aufgelöst, wobei die 30%ige Wasserstoffperoxidlösung als letztes zugefügt wurde (wenn zum Polieren bereit), um die richtige Verdünnung zu erlangen. Der Rest für jede Lösung war voll entsalztes Wasser. Das gesamte Gewicht der Arbeitsflüssigkeit betrug 1000 g, was ungefähr 1 Liter entspricht. Der pH-Wert der fertigen Lösung betrug ungefähr 7,4.

ZUSAMMENSETZUNG DER ARBEITSFLÜSSIGKEIT

3,0% Ammoniumwasserstoffphosphat
 3,3% Wasserstoffperoxid
 0,5% Ammoniumzitrat
 0,1% 1-H-Benzotriazol (BTA)
 93,1% Wasser.

PRÜFVERFAHREN III (HERSTELLUNG VON SCHLEIFGEGENSTÄNDEN)

[0057] Schleifgegenstände werden aus einem Blockpolymersystem zur Verwendung in Kupferpoliervorgängen gefertigt. Die Gegenstände wurden aus im Handel erhältlichen Polymeren hergestellt, die unter der Handelsbezeichnung KRATON G1650 und KRATON D1101 erhältlich sind. Ein Muster wurde zum Pressformen vorbereitet, indem nacheinander folgendes gestapelt wird: ein Bogen Kartonpappe, eine mit Chrom plattierte Messingplatte, ein 16 Inch × 16 Inch (40,6 cm × 40,6 cm) großes Formstanzwerkzeug aus Nickel, eine Schicht aus Polymergranulat, eine zweite, mit Chrom plattierte Messingplatte, und ein zweiter Bogen Kartonpappe. Der Stapel wurde in einer Druckpresse (Wabash Modell V75H-24-CLX erhältlich von Wabash MPI, Wabash, ID) angeordnet und bei dem vorgeschriebenen Druck, der vorgeschriebenen Zeit und Temperatur formgepresst. Der Stapel wurde dann unter Druck auf die gewünschte Temperatur abgekühlt. Der Stapel wurde aus der Presse entfernt und in Einzelteile zerlegt, um ein monolithisches Polymermuster bereitzustellen.

[0058] Das Formstanzwerkzeug aus Nickel war so ausgelegt, dass es eine Anordnung von abstumpften Pyramiden herstellt, welche nominal in einer quadratischen Anordnung 0,0035 Inch (88,9 Mikron) hoch waren bei einem 0,00585 Inch (148,6 Mikron) Mittelpunktabstand. Die Spitzen der Säule sind ursprünglich 0,00341 Inch (86,6 Mikron) quadratisch und die Seiten sind von der Vertikalen ausgehend um 10° geneigt. Die Säulen machen ungefähr 47% des Volumens der Schleifoberfläche aus (z. B. zwischen den Ebenen, die durch die Basen der Pyramiden und durch die Spitzen der Pyramiden definiert sind), wodurch ungefähr 53% des Schleifoberflächenvolumens als Strömungskanäle verbleiben.

BEISPIEL I

[0059] Ein Schleifgegenstand wird gemäß Prüfverfahren III unter Verwendung von ungefähr 900 ml KRATON D1101 SBS-Blockcopolymerpellets hergestellt. Der Gegenstand wird unter 30 US-Tonnen (30,480 kg), bei 160°C über zwei Minuten formgepresst, danach auf weniger als 70°C abgekühlt und aus dem Stapel entfernt, um einen Gegenstand von ungefähr 75 Milli-Inch (1,9 mm) Dicke zu erhalten. Dieser Gegenstand wurde an einem Kupferdeckschichtenwafer getestet. Der Deckschichtenwafer und der Versuch entsprachen dem Prüfverfahren I. Die Verfahrensbedingungen beinhalten 40 U/min Plattengeschwindigkeit, 40 U/min Trägergeschwindigkeit und eine 40 ml/min Durchflussmenge für die Arbeitsflüssigkeit. Das Testen wurde unter Verwendung eines einzelnen Schleifgegenstandes durchgeführt, wobei in dem Versuch jeweils nach 60 Sekunden Versuchsintervall ein neuer Wafer verwendet wird. Die Ergebnisse werden in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1

Wafer	Zeit (Sekunden)	Verbleibendes Cu (Å)	Abtragungsge- schwindigkeit (Å/min)	Inhomo- genität %
12	60	11800	35.36	134
11	60	10930	255.2	48.3
10	60	10640	1049	35.1
9	60	9000	2826	5.77
8	60	8163	2804	10.0
7	60	8136	2836	8.01
6	60	8122	2812	10.9
5	60	8161	2772	10.9
4	60	8095	2837	6.99
3	60	8055	2863	11.0

BEISPIEL 2

[0060] Ein Schleifgegenstand wird gemäß Prüfverfahren III unter Verwendung von ungefähr 400 ml KRATON G1650 SBS-Blockcopolymerpellets hergestellt. Der Gegenstand wird mit 50 US-Tonnen (50,800 kg), bei 190°C über zwei Minuten formgepresst, danach auf weniger als 70°C abgekühlt und aus dem Stapel entfernt, um einen Gegenstand von ungefähr 25–30 Milli-Inch (0,64 bis 0,76 mm) Dicke zu erhalten. Dieser Gegenstand wurde an einem Kupferdeckschichtenwafer getestet. Der Deckschichtenwafer und der Versuch entsprachen dem Prüfverfahren I. Die Verfahrensbedingungen beinhalteten eine 40 U/min Plattengeschwindigkeit, 40 U/min Trägergeschwindigkeit und eine 40 ml/min Durchflussmenge für die Arbeitsflüssigkeit.

[0061] Das Testen wurde unter Verwendung eines einzelnen Schleifgegenstandes durchgeführt, wobei in dem Versuch nach 60 Sekunden Versuchsintervall jeweils ein neuer Wafer verwendet wurde. Die Ergebnisse werden in der Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2

Wafer	Zeit (Sekunden)	Verbleibendes Cu (Å)	Abtragungsge- schwindigkeit (Å/min)	Inhomo- genität %
25	60	10220	2074	8.89
24	60	9922	2422	5.12
23	60	9685	2622	4.50
22	60	9978	2335	4.64
21	60	9894	2412	1.49
20	60	9898	2463	4.34
19	60	9895	2428	2.90
18	60	9831	2516	3.59
17	60	9778	2581	2.36
16	60	9807	2585	2.14
15	60	9692	2687	3.73
14	60	9196	2633	1.77
13	60	9202	2649	4.10

[0062] Auf den vorhergehenden Testergebnissen beruhend erzielte der Gegenstand aus Beispiel 2 eine mittlere Abtragungsgeschwindigkeit von 2527 Ångström pro Minute bei einer 3,39%NU (Inhomogenität) für die letzten 12 Wafer. Auf den Polierungstest folgend ergab eine optische Überprüfung des Kissens, dass mehrere Ausschnitte, ungefähr 2 mm im Durchmesser, auf der Arbeitsoberfläche des Kissens vorhanden waren. Die Ausschnitte scheinen unvollständig erwärmte Abschnitte des Polymers zu sein, welche nicht richtig formgestanzt wurden. Der Gegenstand aus Beispiel 1 erzielte eine mittlere Abtragungsgeschwindigkeit von 2821 Ångström pro Minute bei einer 9,08%NU (Inhomogenität) für die letzten 7 Wafer. Es wurde beobachtet, dass die Farbe der Arbeitsflüssigkeit in dem Versuch von Beispiel 1 während des vierten Testintervalls (Wafer 9) von klar zu Grün wechselte, wodurch der Beginn von Kupferabtragung angezeigt wird. Es wird erwartet, dass durch Konditionieren des Schleifgegenstandes vor dem Polieren eine sofortige Kupferabtragung mit diesen Gegenständen erreicht wird.

[0063] Während die vorstehend bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ein Verfahren für die chemischmechanisch Einebnung von Halbleiteroberflächen beschreibt, ist es verständlich, dass das beschriebene Verfahren auf die Modifizierung irgendeiner von einer Vielfalt von Oberflächen anwendbar ist. Insbesondere kann der beschriebene Schleifgegenstand für die Oberflächenmodifizierung einer Vielfalt von aufgestäubten Metallbeschichtungen für Computerspeicherplatten verwendet werden, wobei die Metallbeschichtung typischerweise (z. B. durch Aufstäuben) auf Glas, Aluminium, Glaskeramik, oder irgendein anderes geeignetes Substrat aufgedampft wird. Die beschriebenen Metallbeschichtungen können von dem Substrat entfernt werden und anderweitig gemäß der vorliegenden Erfindung modifiziert werden. Im Allgemeinen können die beschriebenen Gegenstände und das Verfahren für deren Verwendung bei der Modifizierung einer Oberfläche auf irgendeinen aus einer Vielfalt von Schleifvorgängen angepasst werden, und es wird davon ausgegangen, dass sie insbesondere auf die Oberflächenmodifizierung von Oberflächen anwendbar sind, welche den hier vorstehend beschriebenen Härtekriterien entsprechen.

[0064] Während eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ausführlich beschrieben worden ist, ist es offensichtlich, dass Änderungen an der beschriebenen Ausführungsform durch Fachleute vorgenommen werden können, ohne den Umfang der Erfindung zu verlassen, welcher in den beigefügten Ansprüchen definiert ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Modifizieren einer Oberfläche, das die folgenden Schritte aufweist:

(a) Kontaktieren der zu modifizierenden Oberfläche mit einer Arbeitsoberfläche eines Schleifgegenstands, wobei der Schleifgegenstand, der frei von herkömmlichen Schleifeteilchen ist, ein phasensepariertes Polymer mit einer ersten Phase und einer zweiten Phase aufweist, wobei die erste Phase härter ist als die zweite Phase; und

(b) relatives Bewegen der zu modifizierenden Oberfläche und des fixierten Schleifgegenstands, um bei Abwesenheit einer Schleifaufschlämmung Material von der zu modifizierenden Oberfläche zu entfernen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Brucharbeit für das phasenseparierte Polymer größer ist als die Brucharbeit für das von der Oberfläche des Wafers entfernte Material.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die erste Phase des phasenseparierten Polymers härter ist als das von der Oberfläche des Wafers entfernte Material.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das phasenseparierte Polymer ein Blockcopolymer ist ausgewählt aus A-B-Diblockcopolymeren, A-B-A-Triblockcopolymeren, A-B-A-B-Tetrablockcopolymeren, A-B-Multiblock- und Sternblockcopolymeren.

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das phasenseparierte Polymer ein Styrol-Butadien-Styrol-Copolymer oder ein Styrol-Ethylen-Butadien-Styrol-Copolymer ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei Styrol in dem phasenseparierten Polymer in einer Menge vorliegt, die ausreicht, um harte Segmente mit einem mittleren Durchmesser zwischen etwa 500 bis etwa 1000 nm (etwa 50 Å bis etwa 100 Å) zu bilden.

7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der fixierte Schleifgegenstand weiterhin eine Unterlage mit einer Schleifschicht darauf aufweist, wobei die Schleifschicht das phasenseparierte Polymer aufweist.

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei die Unterlage einen Polymerfilm und einen Primer zum Verbessern der Haftung zwischen der Schleifbeschichtung und der Unterlage aufweist.

9. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Oberfläche des strukturierten Schleifgegenstands erodiert werden kann.

10. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Oberfläche des fixierten Schleifgegenstands eine Vielzahl von Schleifverbundwerkstoffen aufweist, die in einem vorbestimmten Muster angeordnet sind.

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die Schleifverbundwerkstoffe eine Gestalt aufweisen, die ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus kubisch, zylindrisch, prismenförmig, pyramidenförmig, pyramidenstumpfförmig, kegelförmig, kegelstumpfförmig, pfostenartig mit einer flachen Deckfläche, halbkugelförmig und Kombinationen davon.

12. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die Schleifverbundwerkstoffe voneinander beabstandet sind.

13. Verfahren nach Anspruch 10, wobei der fixierte Schleifgegenstand eine Unterlage mit einer Oberfläche aufweist, die die Schleifverbundwerkstoffe in Form einer Beschichtung aufweist, wobei jeder der Verbundwerkstoffe im wesentlichen die gleiche Orientierung relativ zur Unterlage aufweist.

14. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schleifgegenstand an einem Unterkissen befestigt ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

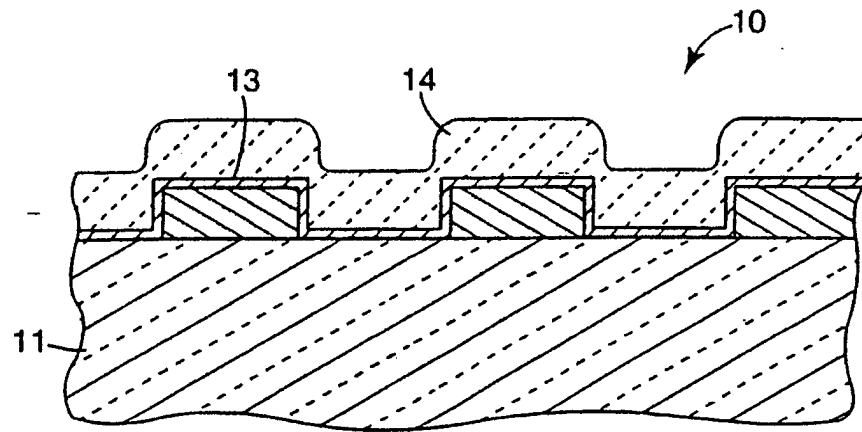


Fig. 1

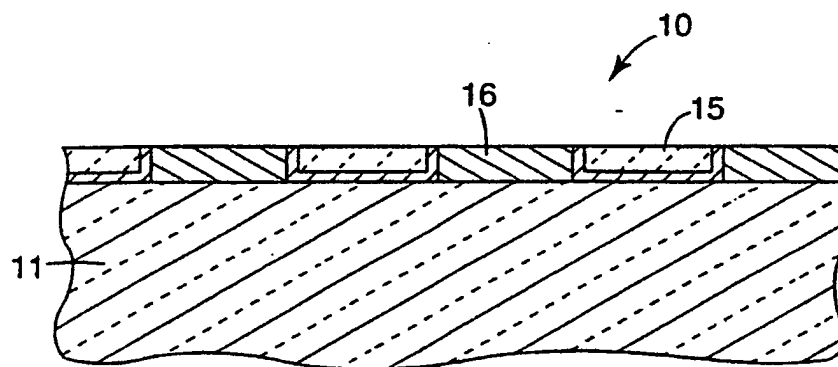


Fig. 2

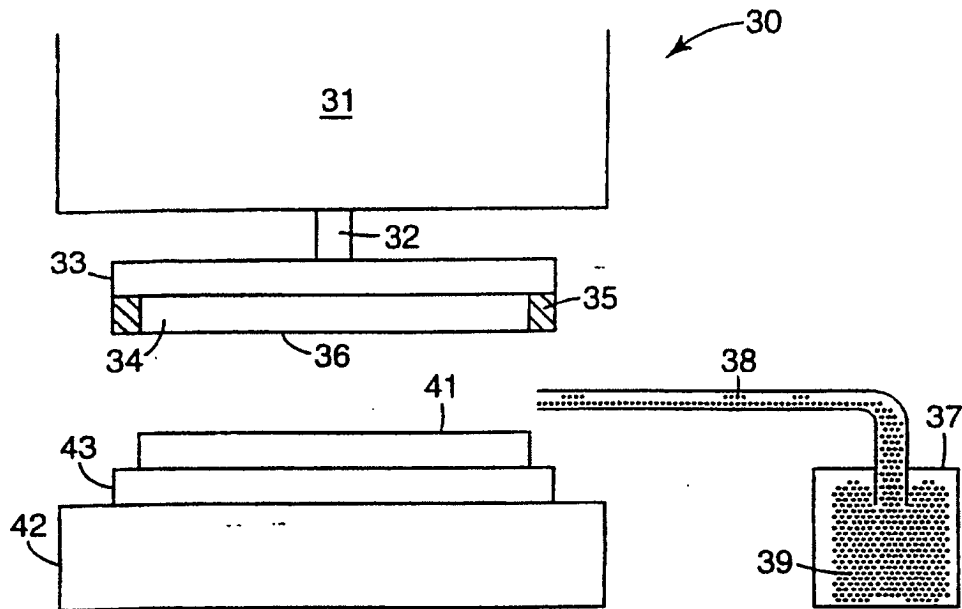


Fig. 3

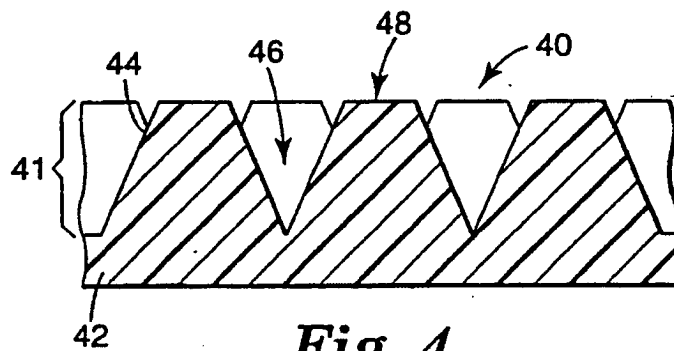


Fig. 4