



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 60 2004 007 597 T2** 2008.04.17

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 533 075 B1**

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

(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2004 007 597.3**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **04 256 800.6**

(96) Europäischer Anmeldetag: **04.11.2004**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **25.05.2005**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **18.07.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **17.04.2008**

(30) Unionspriorität:

**712186                      13.11.2003                      US**

(74) Vertreter:

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

(73) Patentinhaber:

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

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB, IT**

(72) Erfinder:

**Muldowney, Gregory P., Earleville, MD 21919, US**

(54) Bezeichnung: **Polierkissen mit Rillen zum Optimieren des Schlammverbrauchs**

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 das Gebiet des chemisch-mechanischen Polierens. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein Polierkissen, das Rillen aufweist, welche die Nutzung von Aufschlammung bzw. Schlamm erhöhen.

**[0002]** Ein Beispiel eines mit Rillen versehenen Polierkissens gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 ist in EP-A-1 114 697 offenbart.

**[0003]** Bei der Herstellung von integrierten Schaltkreisen und anderen elektronischen Bauelementen werden mehrere Schichten von leitenden, halbleitenden und dielektrischen Materialien auf eine Oberfläche eines Halbleiterwafers abgeschieden oder davon entfernt. Dünne Schichten von leitenden, halbleitenden und dielektrischen Materialien können durch eine Vielzahl von Abscheidungstechniken abgeschieden werden. Übliche Abscheidungstechniken bei der modernen Waferverarbeitung schließen physikalische Dampfabscheidung (PVD), auch bekannt als Sputtern, chemische Dampfabscheidung (CVD), plasmaverstärkte chemische Dampfabscheidung (PECVD) und elektrochemisches Plattieren ein. Übliche Entfernungstechniken schließen unter anderem nasses und trockenes isotropes und anisotropes Ätzen ein.

**[0004]** Wenn Materialschichten nacheinander abgeschieden und entfernt werden, wird die oberste Fläche des Wafers uneben. Da anschließende Halbleiterverarbeitung (beispielsweise Metallisierung) erfordert, dass der Wafer eine ebene Oberfläche aufweist, muss der Wafer geebnet werden. Das Ebnen ist nützlich zum Entfernen von unerwünschter Oberflächentopographie und Oberflächendefekten bzw. Flächentopographie und Flächendefekten, wie rauen Flächen, agglomerierten Materialien, Kristallgitterschäden, Kratzern und kontaminierten Schichten oder Materialien.

**[0005]** Chemisch-mechanische Ebnung oder chemisch-mechanisches Polieren (CMP) ist eine übliche Technik, die zum Ebnen von Werkstücken eingesetzt wird, wie Halbleiterwafer. Bei üblichem CMP wird ein Waferträger oder Polierkopf auf einer Trägereinrichtung befestigt. Der Polierkopf hält den Wafer und positioniert den Wafer im Kontakt mit einer Polierschicht eines Polierkissens in einer CMP-Vorrichtung. Die Trägereinrichtung liefert einen kontrollierbaren Druck zwischen dem Wafer und dem Polierkissen. Gleichzeitig damit wird eine Aufschlammung oder ein anderes Poliermedium auf das Polierkissen und in die Rille bzw. den Spalt zwischen Wafer und Polierschicht strömen lassen. Zum Bewirken von Polieren werden Polierkissen und Wafer in Bezug aufeinander bewegt, im Allgemeinen gedreht. Die Waferoberfläche wird somit durch chemische und mechanische Wir-

kung der Polierschicht und der Aufschlammung auf der Fläche poliert und geebnet.

**[0006]** Wichtige Erwägungen bei der Konstruktion einer Polierschicht umfassen unter anderem die Verteilung von Aufschlammung über die Stirnfläche der Polierschicht, den Strom von frischer Aufschlammung in den Polierbereich, den Strom von benutzter Aufschlammung aus dem Polierbereich und die Menge auf Aufschlammung, die durch die Polierzone ungenutzt strömt. Ein Weg, um diese Erwägungen anzusprechen, ist die Bereitstellung einer Polierschicht mit Rillen. Über die Jahre wurden einige verschiedene Rillennuster und Konfigurationen eingesetzt. Rillennuster des Standes der Technik umfassen u.a. radiale, konzentrisch-zirkuläre, kartesische Gitter und Spiralen Rillenkongfigurationen des Standes der Technik umfassen Konfigurationen, worin die Tiefe von allen Rillen gleichförmig unter allen Rillen von Konfigurationen sind, wobei die Tiefe der Rillen von einer Rille zur anderen variiert.

**[0007]** Es wird im Allgemeinen unter CMP-Anwendern anerkannt, dass bestimmte Rillennuster zu einem höheren Aufschlammungsverbrauch führen als andere, um vergleichbare Materialentfernungsraten zu erzielen. Kreisförmige Rillen, die die äußere Peripherie der Polierschicht nicht verbinden, neigen zum Verbrauch von weniger Aufschlammung als radiale Rillen, die den kürzest möglichen Weg für die Aufschlammung, um den Kissenumfang unter der Kraft der Kissenrotation zu erreichen, bereitstellen. Kartesische Gitter von Rillen, die Wege verschiedener Längen zur äußeren Peripherie der Polierschicht bieten, halten eine mittlere Position.

**[0008]** Verschiedene Rillennuster wurden im Stand der Technik offenbart, die eine Verminderung des Aufschlammungsverbrauchs und eine Maximierung der Aufschlammungsnutzung auf der Polierschicht angingen. Beispielsweise offenbart US-Patent 6 159 088 von Nakajima ein Polierkissen mit Rillen, die im Allgemeinen die Aufschlammung des Wafertracks vom sowohl mittleren Abschnitt des Kissens als auch äußeren peripheren Abschnitt drücken. In einer Ausführungsform hat jede Rille einen ersten Abschnitt, der sich von der Mitte des Kissens radial zu der longitudinalen Mittellinie des Wafertracks erstreckt. Ein zweiter Abschnitt von jeder Rille erstreckt sich von dem Mittellinienende des ersten Abschnitts zur äußeren Peripherie des Kissens, im Allgemeinen zu der Richtung der Kissenrotation. Ein Paar von Rillenvorsprüngen liegt bei jeder Rille an einer Gabelung, gebildet durch Schneiden des ersten und zweiten Abschnitts, vor. Diese Vorsprünge erlauben, dass an der Gabelung Aufschlammung gesammelt wird, wenn das Kissen gedreht wird, um in dem Wafertrack leicht zu der Polierfläche zu strömen. Die Rillenkongfiguration von Nakajima gestattet, dass frische Aufschlammung, die in die ersten Abschnitte strömt, sich mit al-

ter Aufschlammung, die in die zweiten Abschnitte strömt, vermischt und zu dem Wafertrack abgegeben wird. Andere Beispiele von Rillen, die in Erwägung gezogen wurden, um den Aufschlammungsverbrauch zu vermindern und die Aufschlammungsnutzung maximal zu gestalten, schließen beispielsweise Spiralrillen, von denen angenommen wird, dass sie Aufschlammung zur Mitte der Polierschicht unter der Kraft der Kissenrotation schieben, Zickzack- oder gekrümmte Rillen, die den wirksamen Strömungswiderstand und die Zeit, die der Flüssigkeitstransport über das Kissen erfordert, erhöhen, und Netzwerke kurzer miteinander verbundener Kanäle, die Flüssigkeit besser unter der Kraft der Kissenrotation halten als lange gerade Durchgänge von Rillen eines Kartesischen Gitters, ein.

**[0009]** EP-A-1 114 697 offenbart ein Polierkissen mit Aufschlammungsverteilungs-/Zurückhaltungsrillen, die auf einer Fläche davon gebildet sind. Die Rillen sind angepasst, um den Aufschlammungsstrom einwärts von einem Umfangsabschnitt des Kissens/Platte zu lenken. Beim Betrieb liefern die Rillen gleichförmige Verteilung der Aufschlammung an Bereiche auf einem Polierkissen/Platte.

**[0010]** Untersuchen und Modellieren von CMP, einschließlich von fluiddynamischen Simulationen, haben heutzutage gezeigt, dass bei Netzwerken von Rillen mit festgelegter oder sich allmählich ändernder Tiefe eine wesentliche Menge an Polieraufschlammung nicht den Wafer kontaktiert, da die Aufschlammung in dem tiefsten Abschnitt von jeder Rille unter dem Wafer ohne Kontakt strömt. Obwohl Rillen mit einer minimalen Tiefe bereitgestellt werden müssen, um verlässlich Aufschlammung zu transportieren, wird, da die Fläche der Polierschicht abgenutzt wird, jegliche zu große Tiefe dazu führen, dass ein gewisser Teil der Aufschlammung, der für die Polierschicht bereitgestellt wird, nicht genutzt wird, da bei üblichen Polierschichten ein ununterbrochener Strömungsweg unterhalb des Werkstücks vorliegt, worin die Aufschlammung ohne am Polieren teilzunehmen strömt. Folglich besteht ein Bedarf für eine Polierschicht mit Rillen, die in einer Weise konfiguriert sind, dass die Menge von nicht genutzter Aufschlammung, die zu der Polierschicht geliefert wird, vermindert wird und folglich die Verschwendung von Aufschlammung verringert wird.

#### KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG

**[0011]** Die vorliegende Erfindung ist in ihren verschiedenen Aspekten wie in den beigefügten Ansprüchen angegeben. In einem Aspekt der Erfindung umfasst ein Polierkissen, geeignet zum Polieren einer Oberfläche eines Halbleitersubstrats, (a) eine Polierschicht mit einem Polierbereich, aufgebaut zum Polieren der Fläche eines Werkstücks, und (b) eine Vielzahl von Rillen, angeordnet in der Polierschicht, wo-

bei jede Rille: (i) sich zumindest teilweise in den Polierbereich erstreckt und (ii) aufgebaut ist zum Aufnehmen eines Anteils an Polierlösung; wobei zumindest einige der Vielzahl an Rillen jeweils eine Vielzahl von Mischstrukturen enthalten, aufgebaut zum Vermischen der Polierlösung in der Rille.

**[0012]** In einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst das Verfahren zum chemisch-mechanischen Polieren eines Halbleitersubstrats die Schritte: (a) Bereitstellen einer Polierlösung für ein Polierkissen, das eine Polierschicht mit einem Polierbereich enthält und das eine Vielzahl von Rillen enthält, wobei jede Rille: (i) einen oberen Abschnitt und einen unteren Abschnitt aufweist; (ii) sich zumindest teilweise in die Polierzone erstreckt und (iii) einen Teil der Polierlösung aufnimmt; wobei zumindest einige der Vielzahl von Rillen, die jeweils eine Vielzahl von Mischstrukturen enthalten, die funktionsfähig aufgebaut sind zum Vermischen der Polierlösung in der Rille; (b) In-Eingriff-Bringen des Halbleitersubstrats mit der Polierschicht in dem Polierbereich; und (c) Drehen des Polierkissens in Bezug auf das Halbleitersubstrat, um Strömung in jeder Rille der Vielzahl von Rillen zu verleihen, welche mit zumindest einigen Mischstrukturen der Vielzahl von Mischstrukturen zusammen wirkt, zum Vermischen der Polierlösung, die sich in dem unteren Abschnitt der Rille befindet mit der Polierlösung, die sich in den oberen Abschnitten der Rille befindet.

**[0013]** In einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst ein Poliersystem zur Verwendung mit einer Polierlösung zum Polieren einer Fläche eines Halbleitersubstrats: (a) ein Polierkissen, mit: (i) einer Polierschicht mit einem Polierbereich, aufgebaut zum Polieren der Fläche des Halbleitersubstrats, und (ii) einer Vielzahl von Rillen, befindlich in der Polierschicht, wobei jede Rille: (A) sich zumindest teilweise in die Polierzone erstreckt, und (B) aufgebaut ist zur Aufnahme eines Anteils der Polierlösung; wobei zumindest einige der Vielzahl der Rillen jeweils eine Vielzahl von Mischstrukturen enthalten, aufgebaut zum Vermischen der Flüssigkeit in jener Rille, wobei die Vielzahl von Mischstrukturen eine Reihe von Erhebungen und Vertiefungen enthält, und (b) einem Polierlösungsabgabesystem zur Abgabe der Polierlösung an das Polierkissen.

#### KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0014]** [Fig. 1](#) ist ein Teilschema und eine perspektivische Teilansicht eines chemisch-mechanischen Poliersystems (CMP) der vorliegenden Erfindung;

**[0015]** [Fig. 2](#) ist eine Draufsicht auf ein erfindungsgemäßes Polierkissen, geeignet zur Verwendung mit dem CMP-System von [Fig. 1](#);

**[0016]** [Fig. 3A](#) ist eine vergrößerte Querschnittsan-

sicht des Polierkissens von [Fig. 2](#) genommen entlang der Längsmittellinie von einer der Rillen, welche eine Vielzahl von Mischstrukturen, angeordnet innerhalb der Rille, zeigt;

[0017] [Fig. 3B](#) ist eine Querschnittsansicht des Polierkissens von [Fig. 2](#), genommen entlang Linie 3B-3B von [Fig. 3A](#);

[0018] [Fig. 3C](#) ist eine vergrößerte Längsquerchnittsansicht der Rille, wobei die Rille eine Vielzahl von alternativen Mischstrukturen, angeordnet innerhalb der Rille, umfasst;

[0019] [Fig. 3D](#) ist eine vergrößerte Längsquerchnittsansicht der Rille, wobei die Rille eine Vielzahl von Mischstrukturen und eine nominale Tiefe, die linear entlang der Länge der Rille variiert, umfasst;

[0020] [Fig. 4A–Fig. 4G](#) sind perspektivische Ansichten von Polierkissenrillen der vorliegenden Erfindung, welche verschiedene alternative Mischstrukturen erläutern; und

[0021] [Fig. 5A–Fig. 5C](#) sind perspektivische und entsprechende Querschnittsansichten von Polierkissenrillen der vorliegenden Erfindung, die verschiedene kompliziertere Mischstrukturen erläutern.

#### BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG IM EINZELNEN

[0022] Unter Bezugnahme auf die Figuren zeigt [Fig. 1](#) nun gemäß der vorliegenden Erfindung ein chemisch-mechanisches Poliersystem (CMP), das im Allgemeinen mit Ziffer **100** bezeichnet wird. CMP-System **100** umfasst ein Polierkissen **104** mit einer Polierschicht **108**, die eine Vielzahl von Rillen **112** einschließt, aufgebaut zum Erhöhen der Nutzung einer Aufschlammung **116** oder eines anderen flüssigen Poliermediums, angewandt auf das Polierkissen während des Polierens eines Halbleitersubstrats, wie einem Halbleiterwafer **120**, oder einem anderen Werkstück, wie unter anderem Glas, Siliziumwafer und magnetischer Informationsspeicherungsdisk. Zweckmäßigerweise wird in der nachstehenden Beschreibung der Begriff "Wafer" verwendet. Der Fachmann wird allerdings erkennen, dass Werkstücke abweichend von Wafern im Umfang der vorliegenden Erfindung liegen. Polierkissen **104** und seine einzigartigen Merkmale werden nachstehend genauer beschrieben.

[0023] CMP-System **100** kann eine Polierplatte **124** einschließen, die um eine Achse **126** durch einen Plattenantrieb **128** drehbar ist. Platte **124** kann eine obere Fläche **132** aufweisen, auf die Polierkissen **104** befestigt wird. Ein Waferträger **136**, drehbar um eine Achse **140**, kann oberhalb von Polierschicht **108** getragen werden. Waferträger **136** kann eine untere

Fläche **144** aufweisen, die mit Wafer **120** im Eingriff steht. Wafer **120** hat eine Fläche **148**, die zu Polierschicht **108** weist, und wird während des Polierens geebnet. Waferträger **136** kann von einer Trägereinrichtung **152**, angepasst zum Drehen von Wafer **120** und Bereitstellen einer Abwärtskraft **F** zum Drücken von Waferfläche **148** gegen Polierschicht **108** getragen werden, sodass ein gewünschter Druck zwischen Waferfläche und der Polierschicht während des Polierens besteht.

[0024] CMP-System **100** kann auch ein Aufschlammungszuführungssystem **156** zum Zuführen von Aufschlammung **116** zur Polierschicht **108** einschließen. Aufschlammungszuführungssystem **156** kann ein Reservoir **160** einschließen, beispielsweise ein temperaturgesteuertes Reservoir, das Aufschlammung **116** hält. Eine Leitung **164** kann Aufschlammung **116** von Reservoir **160** zu einem Ort, benachbart von Polierkissen **104**, transportieren, wo die Aufschlammung auf eine Polierschicht **108** abgegeben wird bzw. dosiert wird. Ein Strömungsregelungsventil **168** kann verwendet werden, um die Abgabe von Aufschlammung **116** auf Polierkissen **104** zu kontrollieren, zu regeln oder zu steuern.

[0025] CMP-System **100** kann mit Systemcontroller **172** zur Kontrolle, Steuerung bzw. Regelung der verschiedenen Komponenten des Systems, wie unter anderem Strömungsregelventil **168** des Aufschlammungszuführungssystems **156**, Plattenantrieb **128** und Trägertrageeinrichtung **152**, während der Beladungs- bzw. Stückungs-, Polier- und Entnahme- bzw. Entladevorgängen, versehen werden. In einer beispielhaften Ausführungsform umfasst Systemcontroller **172** einen Prozessor **176**, Speicher **180**, angeschlossen an den Prozessor und Unterstützungskreis **184**, zum Unterstützen des Vorgangs des Prozessors, Speichers und anderer Komponenten des Systemcontrollers.

[0026] Während des Poliervorgangs verursacht Systemcontroller **172**, dass sich Platte **124** und Polierkissen **104** drehen, und aktiviert Aufschlammungszuführungssystem **156** zur Abgabe von Aufschlammung **116** auf das rotierende Polierkissen. Die Aufschlammung verteilt sich über die Polierschicht **108**, einschließlich des Spaltes unterhalb Wafer **120** und Polierkissen **104**. Systemcontroller **172** verursacht auch, dass Waferträger **136** sich bei einer ausgewählten Geschwindigkeit dreht, beispielsweise 0 U/min bis 150 U/min, sodass Waferfläche **148** sich relativ zu der Polierschicht **108** bewegt. Systemcontroller **172** steuert auch Waferträger **136** zur Bereitstellung einer Abwärtskraft **F**, sodass ein gewünschter Druck, beispielsweise 0 psi bis 15 psi, zwischen Wafer **120** und Polierkissen **104** induziert wird. Systemcontroller **172** kontrolliert außerdem die Rotationsgeschwindigkeit der Polierplatte **124**, die sich typischerweise bei einer Geschwindigkeit von 0 bis 150 U/min

dreht.

[0027] **Fig. 2** zeigt ein beispielhaftes Polierkissen **200**, das als Polierkissen **104** von **Fig. 1** oder mit anderen Poliersystemen, die ähnliche Kissen nutzen, verwendet werden kann. Polierkissen **200** umfasst eine Polierschicht **204**, die einen Polierbereich **208** enthält, der zu der Fläche eines Wafers (nicht dargestellt) während des Polierens zeigt. In einer dargestellten Ausführungsform wird Polierkissen **200** zur Verwendung in CMP-System **100** von **Fig. 1** entwickelt, wobei Wafer **120** in einer festgelegten Position relativ zur Platte **124**, die sich selbst dreht, gedreht wird. Folglich ist Polierabschnitt **208** ringförmig und hat eine Breite  $W$  gleich dem Durchmesser des entsprechenden Wafers, beispielsweise Wafer **120** von **Fig. 1**. In einer Ausführungsform, worin der Wafer nicht nur gedreht, sondern in einer Richtung parallel zur Polierschicht **204** auch oszilliert bzw. geschwungen wird, würde Polierbereich **208** gleichfalls ringförmig sein, aber Breite  $W$  würde größer sein als der Durchmesser des Wafers, was auf die Oszillationsumhüllungskurve zurückzuführen ist. In anderen Ausführungsformen kann sich Polierabschnitt **208** über die gesamte Polierschicht **204** ausdehnen.

[0028] Polierschicht **204** umfasst eine Vielzahl von Rillen **212** zum Erhöhen der Verteilung und des Stromes von Aufschlammung (nicht dargestellt) über Polierbereich **208**, unter anderen Gründen, wie Erhöhung der Aufschlammungsretentionszeit in dem Polierbereich. In der dargestellten Ausführungsform sind Rillen **212** im Allgemeinen von gekrümmter Form und können im Allgemeinen als sich auswärts von einem mittigen Bereich **216** der Polierschicht strahlenförmig ausbildend bezeichnet werden. Obwohl Rillen **212** so dargestellt sind, wird der Fachmann leicht erkennen, dass die zugrunde liegenden Konzepte der vorliegenden Erfindung mit Rillen, die eine beliebige Form und ein beliebiges Muster in Polierschicht **204** definieren, verwendet werden können. Beispielsweise können Rillen **212** beliebige von anderen Formen sein, die vorstehend im Abschnitt des Hintergrundes der Technik beschrieben wurden, d.h. radial, kreisförmig, kartesisches Gitter und spiralförmig, um einige zu nennen.

[0029] Polierkissen **200** kann von beliebigem üblichen oder anderem Aufbau sein. Beispielsweise kann Polierkissen **200** aus mikroporösem Polyurethan unter anderen Materialien hergestellt sein und gegebenenfalls eine nachgebende oder starre Stützung (nicht dargestellt) zur Bereitstellung des geeigneten Tragens bzw. Unterstützens des Kissens während des Polierens enthalten. Rillen **212** können in Polierkissen **200** unter Verwendung eines beliebigen Verfahrens, das für das verwendete Material zur Herstellung des Kissens geeignet ist, gebildet werden. Beispielsweise können Rillen **212** unter anderen Möglichkeiten zu Polierkissen **200** geformt oder zu

dem Polierkissen, nachdem das Kissen geformt wurde, geschnitten werden. Der Fachmann wird verstehen, wie Polierkissen **200** gemäß der vorliegenden Erfindung hergestellt werden kann.

[0030] **Fig. 3A** zeigt eine Längsquerschnittsansicht durch eine der Rillen **212** von Polierkissen **200** von **Fig. 2**. Rille **212** schließt eine Vielzahl von Mischstrukturen **220** ein (im Allgemeinen durch zusätzliche Schraffur angezeigt), die sich entlang der Länge der Rille befinden, sodass sie den Boden **224** der Rille definieren. Im Allgemeinen definieren Mischstrukturen **220** eine Reihe von Erhebungen **228** (oder wie nachstehend erwähnt Plateaus) und Vertiefungen **232**, die die Strömung der Aufschlammung **236** in einem unteren Abschnitt **240** der Rille stören, um einen ausreichenden Grad von Stratifikation bzw. Streifenbildung dieser Strömung zu inhibieren. Wenn Mischstrukturen **220** geeignet gestaltet und geformt sind, ruft diese Störung ein gewisses Maß an Mischen zwischen Aufschlammung **236** in einem oberen Abschnitt **244** in der Rille **212** und der Aufschlammung im unteren Bereich **240** der Rille hervor.

[0031] Wenn Mischstrukturen **220** nicht vorliegen würden, wie im vorstehenden Abschnitt des Hintergrundes der Technik diskutiert, würde Aufschlammung **236** im oberen Abschnitt **244** von Rille **212** aktiv am Polieren teilnehmen, wohingegen die Aufschlammung im unteren Abschnitt **240** der Rille im Allgemeinen den Polierabschnitt **208** (**Fig. 2**) durch die Wirkung der Zentrifugalkraft aufgrund der Drehung des Polierkissens **200** unter der relativen Bewegungen von Polierkissen **200** und dem Wafer, beispielsweise Wafer **120** von **Fig. 1**, vorbeiziehen, ohne aktiv am Polieren teilzunehmen. Wenn allerdings die Mischstrukturen **220** vorliegen, wird die Störung induziert, wodurch hervorgerufen wird, dass Aufschlammung **236** von oberen und unteren Abschnitten **244**, **240** von Rille **212** miteinander vermischt werden. Das heißt, die Störung mischt "verbrauchte" Aufschlammung **236** vom oberen Abschnitt **244** und "frische" Aufschlammung vom unteren Abschnitt **240**, sodass mehr frische Aufschlammung die Gelegenheit hat, aktiv am Polieren teilzunehmen, und die erhaltene Konzentration im Beharrungszustand von aktiven chemischen Spezies in der Aufschlammung unmittelbar benachbart zur Waferoberfläche höher ist. Wie in **Fig. 3B** dargestellt, schließt Rille **212** voneinander beabstandete Wände **248** ein, die senkrecht zur Oberfläche **252** der Polierschicht wie dargestellt sein können oder alternativ einen Winkel, der von  $90^\circ$  mit der Oberfläche verschieden ist, bilden können. Wie auch in **Fig. 3B** dargestellt, können Rillen **212** einen Boden aufweisen, der zur Oberfläche **252** im Wesentlichen parallel ist oder alternativ können sie einen Winkel in Abweichung von  $0$  mit der Oberfläche bilden.

[0032] Unter Bezugnahme wiederum auf **Fig. 3A**



können Mischstrukturen **220** relativ zu einer nominalen Tiefe D von Rille **212** definiert werden. Die nominale Tiefe D ist der vertikale Abstand zwischen Oberfläche **252** von Polierschicht **208** und einer Linie, erhalten durch Verbinden des untersten Punktes an jeder Vertiefung **232** zu dem untersten Punkt von jeder unmittelbar benachbarten Vertiefung. In dem Beispiel von [Fig. 3A](#) ist zu beobachten, dass die untersten Punkte von allen Vertiefungen **232** bei demselben Abstand von der Oberfläche **252** der Polierschicht **208** sind. Folglich ist die nominale Tiefe D gleichförmig entlang der Länge von Rille **212**. Wie jedoch in [Fig. 3C](#) gezeigt, kann die nominale Tiefe D von Rille **212'** in Abhängigkeit von den Konfigurationen von Mischstrukturen **220'**, die eingesetzt werden, variieren. [Fig. 3D](#) erläutert, wie nominale Tiefe D linear entlang der Länge von Rille **212''** in Gegenwart von einer Vielzahl von gleichmäßig bemessenen und mit Steigung bzw. Höhe versehenen Mischstrukturen **220''** variieren kann. Der Fachmann wird leicht erkennen, dass viele Wege die nominale Tiefe D in Abhängigkeit von der Auswahl und Verwendung von verschieden bemessenen und gestalteten Mischstrukturen variieren können.

[0033] Mischstrukturen, beispielsweise Mischstrukturen **220** von [Fig. 3A](#), sind im Allgemeinen besonders wirksam, wenn ihre Höhe H ([Fig. 3A](#)) relativ zur nominalen Tiefe D in einen bestimmten Bereich fällt und die Steigung bzw. Höhe P der Mischstrukturen entlang Rille **212** in einen bestimmten Bereich fällt. Diese Bereiche variieren mit den Formen von Mischstrukturen **220** und den erhaltenen Vertiefungen **232**. Da es viele mögliche Formen gibt, ist es nicht praktisch, exakte Bereiche bereitzustellen, sondern stattdessen allgemeine Ausgestaltungsprinzipien. Im Allgemeinen muss Höhe H von Mischstrukturen **220** groß genug sein, um zumindest gewisses Vermischen zu bewirken, aber nicht groß genug, dass Vertiefungen **232** so tief sind, dass der Strom separiert und darin stagniert. Steigung bzw. Pitch P von Mischstrukturen **220** muss hoch genug sein, dass die Vertiefungen **232** Strömung erfahren, aber gering genug, damit Mischen von frischer und verwendeter Aufschlammung nicht trivial ist und entlang einer wesentlichen Länge von Rillen **212** stattfindet. In einer Ausführungsform, worin Mischstrukturen **220** Boden **224** von Rille **212** mit einer sinusförmigen, periodischen Querschnittsform versehen, wie in [Fig. 3A](#) gezeigt, wird erwartet, dass Höhe H und Steigung P von Mischstrukturen **220** zu einem guten Mischvermögen führen von 10% bis 50% von nominaler Tiefe D für eine Höhe und ein- bis viermal der nominalen Tiefe D für Steigung P und vorzugsweise 15% bis 30% der nominalen Tiefe D für Höhe sind. Der Fachmann wird verstehen, dass diese Bereiche nur beispielhaft sind und andere Bereiche nicht ausschließen.

[0034] Außerdem wird angemerkt, dass, obwohl Mischstrukturen **220** als periodisch und identisch zu-

einander gezeigt werden, dies nicht so sein muss. Stattdessen können Steigung P, Höhe H, Form und beliebige Kombinationen von diesen von Mischstrukturen **220** variieren. Obwohl Mischstrukturen **220** typischerweise entlang der gesamten Länge von Rille **212** bereitgestellt werden, können sie außerdem in einem oder mehreren speziellen Bereichen, worin Mischen von Aufschlammung **236** besonders erwünscht ist, bereitgestellt werden. Beispielsweise können Mischstrukturen **220** nur im Polierbereich **208** von Polierschicht **204** vorliegen. Obwohl alle Rillen **212** auf Polierkissen **200** mit Mischstrukturen **220** bereitgestellt werden können, muss dies in ähnlicher Weise nicht so sein. Falls erwünscht, können nur bestimmte von Rillen **212** auf Polierkissen **200** von [Fig. 2](#) mit Mischstrukturen **220** versehen sein. Beispielsweise bezüglich Rillen **212** von [Fig. 2](#) mag jede andere Rille oder jede dritte Rille nicht mit Mischstrukturen **220** unter anderen Möglichkeiten versehen sein.

[0035] [Fig. 4A](#) bis [Fig. 4G](#) zeigen eine Probe von alternativen Formen, die für Mischstrukturen in den Rillen von Polierkissen, beispielsweise Polierkissen **104**, **200** von [Fig. 1](#) bzw. [Fig. 2](#), verwendet werden können. In [Fig. 4A](#) ist jede Mischstruktur **300** dreieckig, sodass sie im Allgemeinen V-förmige Vertiefungen **304** bildet. [Fig. 4B](#) zeigt jede Mischstruktur **400** mit einer schiefen Sägezahnform, sodass ein Muster von ungleichmäßigem ansteigenden und absteigenden Hängen auf dem Boden **404** von Nut **408** verliehen wird. [Fig. 4C](#) zeigt hügelförmige Mischstrukturen **500**, **520** mit zwei Höhen, die sich miteinander abwechseln. Mischstrukturen **600** von [Fig. 4D](#) sind so geformt, dass sie lang gezogene wellenförmige Vertiefungen **604** definieren. Mischstrukturen **700** von [Fig. 4E](#) haben jeweils eine bogenförmige obere Fläche **704**. Mischstrukturen **800** von [Fig. 4F](#) sind im Allgemeinen von Trapezform, sodass sie Plateaus **804** definieren. [Fig. 4G](#) zeigt Mischstrukturen **900** mit Formen, die unter den Mischstrukturen etwas zufällig sind. Hinsichtlich verschiedener Formen, die für die erfindungsgemäßen Mischstrukturen verwendet werden können, ist es erwünscht, aber nicht notwendig, dass der Übergang von Spitzen bzw. Peaks zu Vertiefungen eher glatt als abrupt ist. In ähnlicher Weise ist erwünscht, aber nicht notwendig, dass die Übergänge am Boden der Vertiefungen gleichfalls glatt und nicht abrupt sind.

[0036] [Fig. 5A–Fig. 5C](#) zeigen eine Probe von zusätzlichen alternativen Formen, die für Mischstrukturen in den Rillen eines erfindungsgemäßen Polierkissens, beispielsweise Rillen **112**, **212** von Polierkissen von [Fig. 1](#) bzw. [Fig. 2](#), insbesondere Mischstrukturen mit einer Höhe H, die nicht nur mit dem Abstand entlang der Rille variiert, sondern auch mit einem Abstand über die Rille variiert, verwendet werden können. [Fig. 5A](#) zeigt Mischstrukturen **940**, die entstehen, wenn zwei identische Geometrien **942**, **944** (wo

die Seiten von Rille 946 den Boden der Rille treffen) entlang der Länge der Rille relativ zueinander verschoben sind und mit geraden Linien 948 bei ihren entsprechenden Punkten verbunden sind. Fig. 5B zeigt Mischstrukturen 950, die entstehen, wenn zwei identische Geometrien 952, 954 relativ zueinander entlang der Tiefe von Rille 956 verschoben sind und durch gerade Linien 958 an ihren entsprechenden Punkten verbunden. Fig. 5C zeigt Mischstruktur 960 gebildet an zwei sich unterscheidenden Sätzen 962, 964 von Strukturen, die entgegen gesetzte Seiten von Rillen 966 einnehmen, sodass im Allgemeinen die Querschnittsform der Rille eine Diskontinuität in der Höhe aufweist.

### Patentansprüche

1. Polierkissen (200), geeignet zum Polieren einer Fläche eines Halbleitersubstrats (120), wobei das Polierkissen (200) umfasst:

- (a) eine Polierschicht (204) mit einem Polierbereich (208), aufgebaut zum Polieren der Fläche eines Werkstücks (120); und
- (b) eine Vielzahl von Rillen (212), angeordnet in der Polierschicht (204), wobei jede Rille:
  - (i) sich zumindest teilweise in den Polierbereich (208) erstreckt; und
  - (ii) aufgebaut ist zum Aufnehmen eines Anteils der Polierlösung;

**dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest einige der Vielzahl an Rillen (212) jeweils eine Vielzahl von Mischstrukturen (220) enthalten, aufgebaut zum Vermischen der Polierlösung in jener Rille, wobei die Vielzahl von Mischstrukturen (220) eine Reihe von Erhebungen (228) und Vertiefungen (232) enthält.

2. Polierkissen (200) nach Anspruch 1, wobei jene der Vielzahl von Mischstrukturen (220) in jeder entsprechenden jeweiligen Rille der Vielzahl von Rillen (212) einen periodischen Abstand (P) aufweisen.

3. Polierkissen (200) nach Anspruch 2, wobei jede der Vielzahl von Mischstrukturen (220) in jeder entsprechenden jeweiligen Rille der Vielzahl von Rillen (212) dieselbe Form wie eine andere aufweist.

4. Polierkissen (200) nach Anspruch 1, wobei jede Rille der Vielzahl von Rillen (212), die jene der Vielzahl von Mischstrukturen (220) enthält, eine nominale Tiefe (D) aufweist und der periodische Abstand (P) gleich der nominalen Tiefe (D) bis viermal der nominalen Tiefe (D) ist.

5. Polierkissen (200) nach Anspruch 1, wobei jede Rille der Vielzahl von Rillen (212), die jene der Vielzahl von Mischstrukturen (220) enthält, eine nominale Tiefe (D) aufweist und jene der Vielzahl von Mischstrukturen (220) in der Rille eine Höhe (H) gleich 10% bis 50% der nominalen Tiefe (D) jener Rille aufweisen.

6. Verfahren zum chemisch-mechanischen Polieren eines Halbleitersubstrats (120) mit den Schritten:

- (a) Bereitstellen einer Polierlösung für ein Polierkissen (200), das eine Polierschicht (204) mit einem Polierbereich (208) enthält und eine Vielzahl von Rillen (212) enthält, wobei jede Rille:

- (i) einen oberen Abschnitt und einen unteren Abschnitt aufweist;
- (ii) sich zumindest teilweise in die Polierzone erstreckt; und
- (iii) einen Teil der Polierlösung aufnimmt;

dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einige der Vielzahl von Rillen (212), die jeweils eine Vielzahl von Mischstrukturen (220) enthalten, funktionsfähig aufgebaut sind zum Vermischen der Polierlösung in der Rille, wobei die Vielzahl von Mischstrukturen (220) eine Reihe von Erhebungen (228) und Vertiefungen (232) enthält;

- (b) Ineingriffbringen des Halbleitersubstrats (120) mit der Polierschicht (204) in dem Polierbereich (208); und
- (c) Drehen des Polierkissens (200) in Bezug auf das Halbleitersubstrat (120), um Strömung in jeder Rille der Vielzahl von Rillen (212) zu verleihen, welche mit zumindest einigen Mischstrukturen (220) der Vielzahl von Mischstrukturen (220) zusammenwirkt zum Vermischen der Polierlösung, die sich in dem unteren Abschnitt der Rille befindet mit der Polierlösung, die sich in dem oberen Abschnitt der Rille befindet.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei das Polierkissen (200) einen mittigen Bereich (216) aufweist, und Schritt (a) Bereitstellung der Polierlösung in der Nähe des mittigen Bereichs (216) einschließt.

8. Verfahren nach Anspruch 6, das außerdem den Schritt der Bereitstellung des Polierkissens (200) einschließt, wobei jede Rille der Vielzahl von Rillen (212), die jene der Vielzahl von Mischstrukturen (220) enthält, eine nominale Tiefe (D) und einen periodischen Abstand (P) aufweist; und der periodische Abstand (P) gleich der nominalen Tiefe (D) bis viermal der nominalen Tiefe (D) ist.

9. Verfahren nach Anspruch 6, das außerdem den Schritt der Bereitstellung des Polierkissens (200) einschließt, wobei jede Rille der Vielzahl von Rillen (212), die jene der Vielzahl von Mischstrukturen (220) enthält, eine nominale Tiefe (D) aufweist und jene der Vielzahl von Mischstrukturen (220) in jener Rille eine Höhe (H) gleich 10% bis 50% der nominalen Tiefe (D) von jener Rille aufweisen.

10. Poliersystem zur Verwendung mit einer Polierlösung zum Polieren einer Oberfläche eines Halbleitersubstrats (120) mit:

- (a) Polierkissen (200), mit:
  - (i) Polierschicht (204) mit einem Polierbereich (208), aufgebaut zum Polieren der Fläche des Halbleitersubstrats (120) und

(ii) einer Vielzahl von Rillen (**212**), befindlich in der Polierschicht (**204**), wobei jede Rille:

(A) sich zumindest teilweise in die Polierzone erstreckt; und

(B) aufgebaut ist zur Aufnahme eines Anteils der Polierlösung;

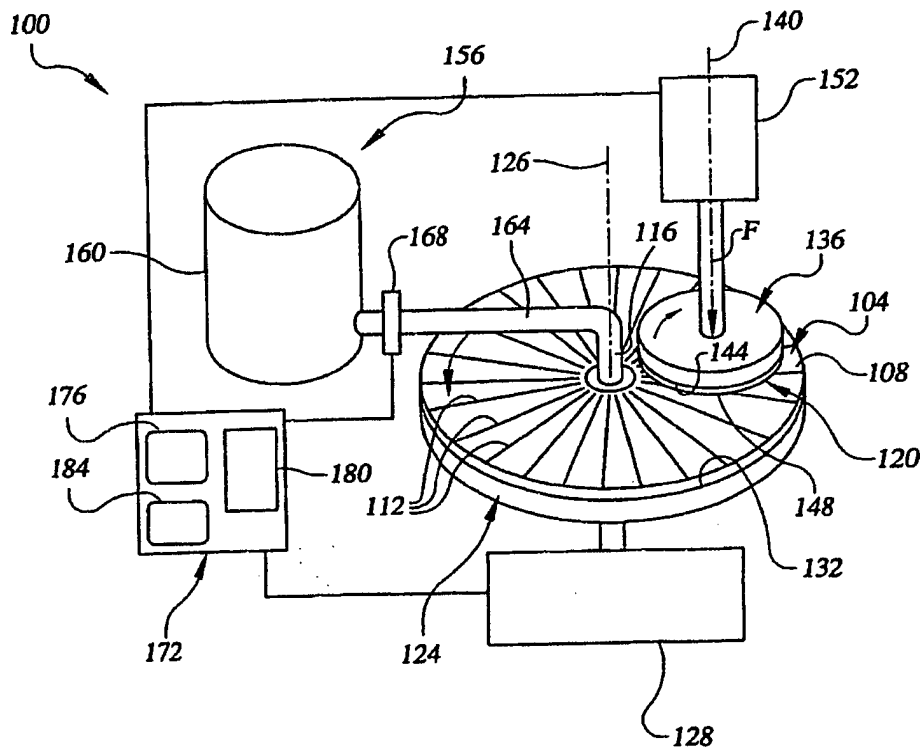
wobei zumindest einige der Vielzahl von Rillen (**212**) jeweils eine Vielzahl von Mischstrukturen (**220**) enthalten, aufgebaut zum Vermischen der Flüssigkeit in jener Rille, wobei die Vielzahl von Mischstrukturen (**220**) eine Reihe von Erhebungen (**228**) und Vertiefungen (**232**) enthält; und

(b) einem Polierlösungsabgabesystem zur Abgabe der Polierlösung an das Polierkissen (**200**).

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen



**FIG.1**



**FIG.2**

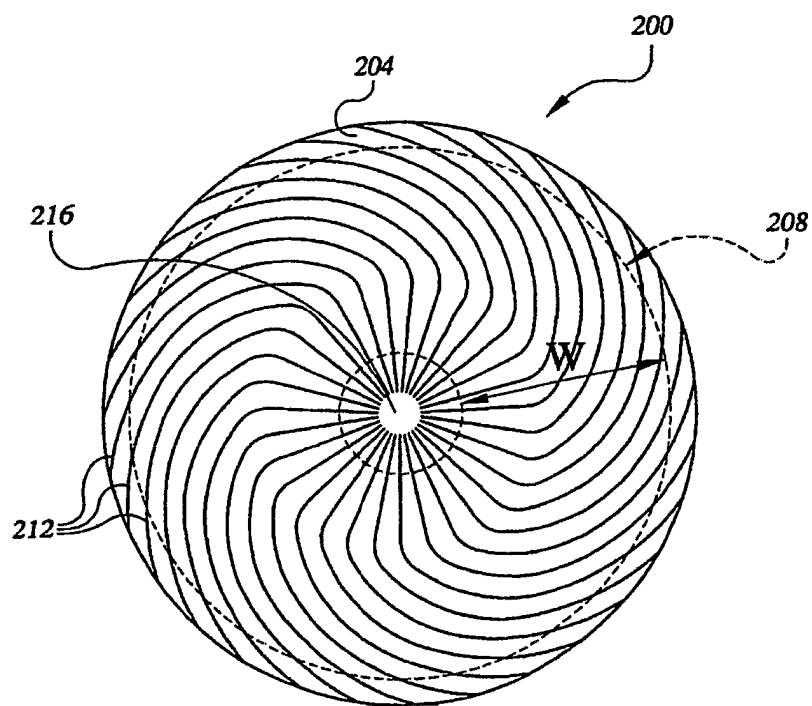


FIG.3A

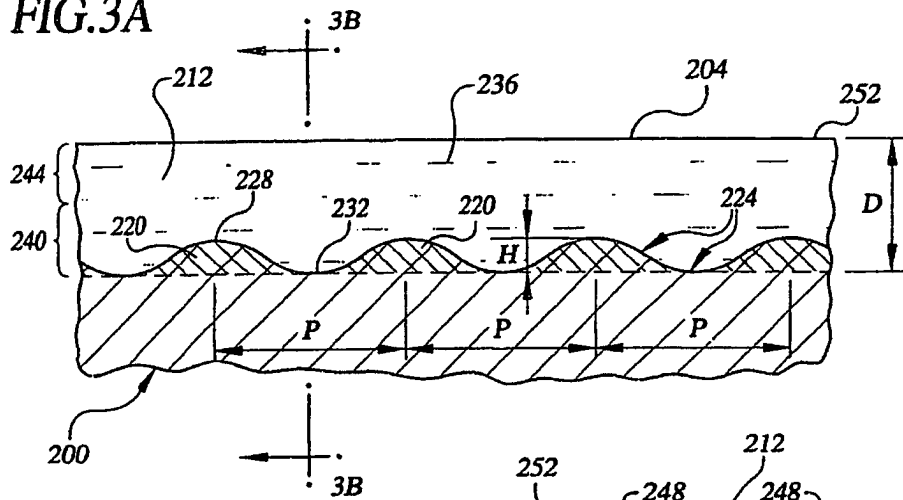


FIG.3B

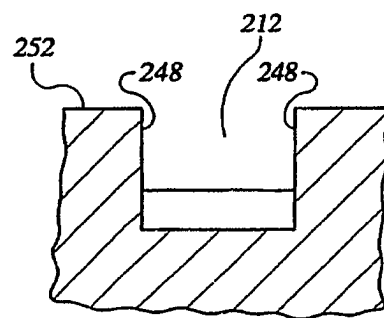


FIG.3C

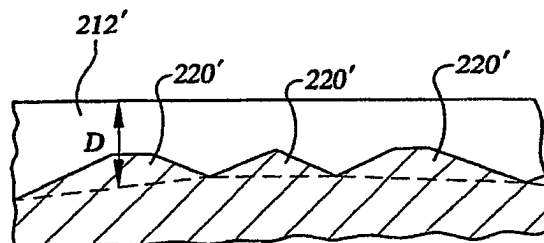


FIG.3D

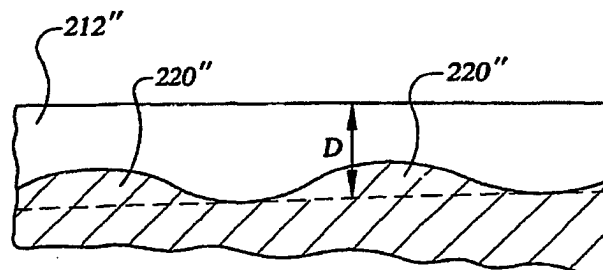


FIG.4A

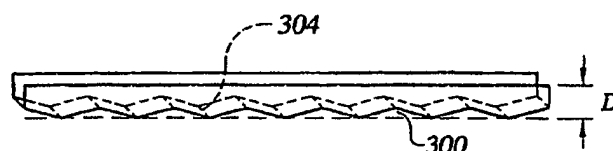


FIG.4B

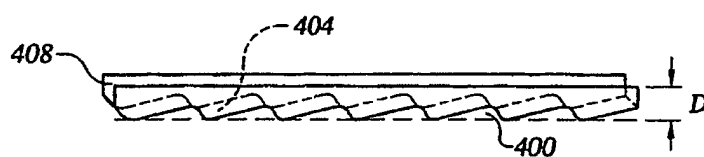


FIG.4C

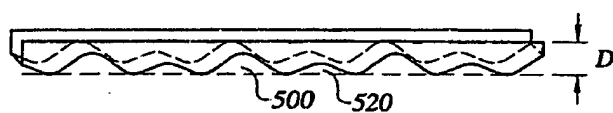


FIG.4D

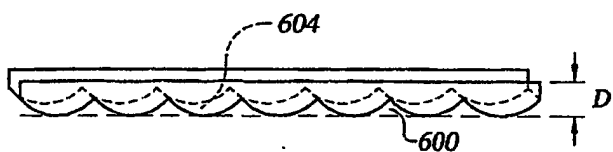


FIG.4E



FIG.4F

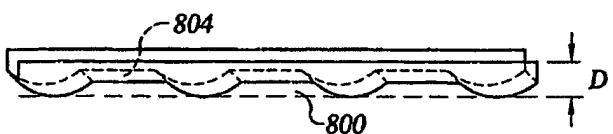
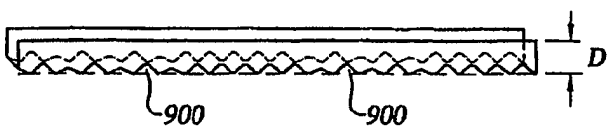
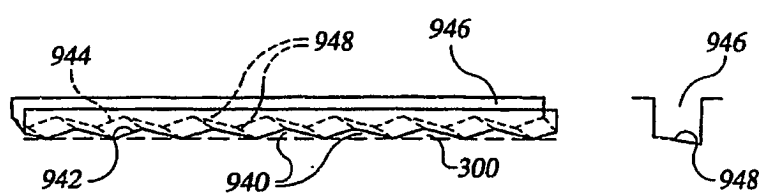


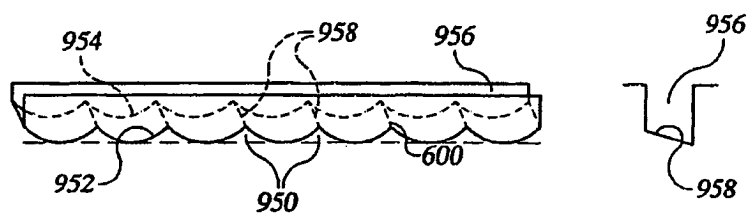
FIG.4G



**FIG.5A**



**FIG.5B**



**FIG.5C**

