



(10) **DE 10 2009 051 007 B4** 2011.12.22

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 051 007.9**
 (22) Anmeldetag: **28.10.2009**
 (43) Offenlegungstag: **05.05.2011**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **22.12.2011**

(51) Int Cl.: **H01L 21/304** (2006.01)
C09G 1/02 (2011.01)
C09G 1/04 (2011.01)
B24B 7/04 (2011.01)
B24D 7/00 (2011.01)
B24D 13/00 (2011.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Siltronic AG, 81737, München, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:

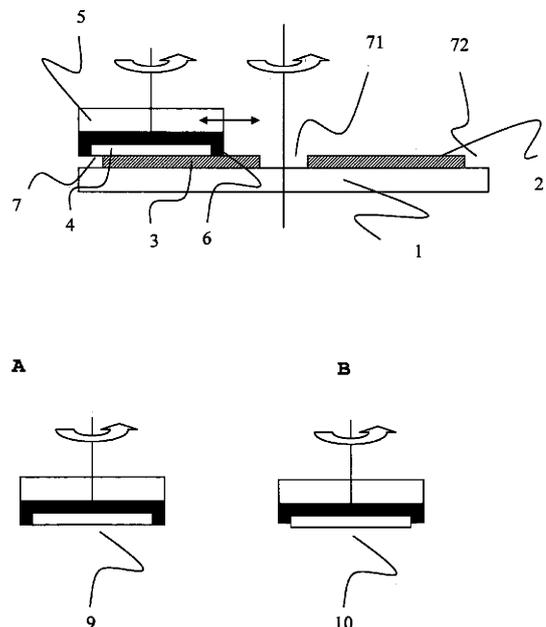
(72) Erfinder:
Schwandner, Jürgen, 84518, Garching, DE;
Buschhardt, Thomas, 84489, Burghausen, DE;
Koppert, Roland, 84371, Triftern, DE

DE	10 2007 035 266	A1
DE	101 96 254	T5
EP	1 050 369	A2
EP	1 261 020	A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Polieren einer Halbleiterscheibe**

(57) **Hauptanspruch:** Verfahren zum beidseitigen Polieren einer Halbleiterscheibe, umfassend folgende Schritte in der angegebenen Reihenfolge:

- a) Polieren einer Rückseite der Halbleiterscheibe mittels eines auf einem Polierteller befestigten Poliertuchs, das fest gebundene Abrasivstoffe enthält, wobei während des Polierschrittes eine Poliermittellösung, die frei von Feststoffen ist, zwischen die Rückseite der Halbleiterscheibe und das Poliertuch gebracht wird;
- b) Abtragspolitur der Vorderseite der Halbleiterscheibe mittels eines auf einem Polierteller befestigten Poliertuchs, das fest gebundene Abrasivstoffe enthält, wobei während des Polierschrittes eine Poliermittellösung, die frei von Feststoffen ist, zwischen die Vorderseite der Halbleiterscheibe und das Poliertuch gebracht wird;
- c) Entfernen der Mikrorauhigkeit von der Vorderseite der Halbleiterscheibe durch Polieren der Vorderseite der Halbleiterscheibe mittels eines auf einem Polierteller befestigten Poliertuchs, wobei während des Polierschrittes eine Poliermittellösung, die Abrasivstoffe enthält, zwischen die Vorderseite der Halbleiterscheibe und das Poliertuch gebracht wird;
- d) Endpolitur der Vorderseite der Halbleiterscheibe durch Polieren der Vorderseite der Halbleiterscheibe mittels eines...



Beschreibung

[0001] Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zum beidseitigen Polieren einer Halbleiterscheibe.

[0002] Bekannt sind aus dem Stand der Technik die Politur beider Seiten einer Halbleiterscheibe mittels eines Poliertuchs unter Zuführung eines Poliermittels als Abtragspolitur (DSP-Schritt) bzw. im anderen Fall die Endpolitur nur der Vorderseite (der „Bauteil-Seite“) unter Verwendung eines weicheren Poliertuchs als sog. Schleierfreipolitur (CMP-Schritt, „Finishing“), aber auch neue sog. „Fixed Abrasive Polishing“ (FAP)-Technologien, bei denen die Halbleiterscheibe auf einem Poliertuch poliert wird, das jedoch einen im Poliertuch gebundenen Abrasivstoff enthält („fixed-abrasive pad“). Ein Polierschritt, bei dem ein solches FAP-Poliertuch verwendet wird, wird nachfolgend kurz als FAP-Schritt bezeichnet.

[0003] In der WO 99/55491 A1 ist ein zweistufiges Polierverfahren beschrieben, mit einem ersten FAP-Polierschritt und einem nachfolgenden zweiten CMP-Polierschritt. Bei CMP enthält das Poliertuch keinen gebundenen Abrasivstoff. Abrasivstoff wird hier wie bei einem DSP-Schritt in Form einer Suspension zwischen die Halbleiterscheibe und das Poliertuch gebracht. Ein solches zweistufiges Polierverfahren wird insbesondere dazu eingesetzt, Kratzer zu beseitigen, die der FAP-Schritt auf der polierten Oberfläche des Substrates hinterlassen hat.

[0004] Die EP 1 717 001 A1 ist ein Beispiel dafür, dass FAP-Schritte auch beim Polieren von Halbleiterscheiben eingesetzt werden, auf deren Oberfläche noch keine Bauelementstrukturen gebildet wurden. Bei der Politur solcher Halbleiterscheiben geht es in erster Linie darum, mindestens eine Seitenfläche zu erzeugen, die besonders eben ist und die eine möglichst geringe Mikrorauhigkeit und Nanotopographie aufweist.

[0005] US 2002/0069967 A1 betrifft CMP-Verfahren zum Einebnen von topographischen Oberflächen während der Herstellung elektronischer Bauelemente. Es steht das Bemühen im Vordergrund, den Nachteil vergleichsweise niedriger Abtragsraten beim Einsatz von FAP-Poliertüchern zu mildern. Vorgeschlagen wird eine Sequenz von Polierschritten, bei denen zuerst mit einem FAP-Tuch in Verbindung mit einer Poliermittelsuspension und anschließend mit einem FAP-Tuch in Verbindung mit einer Poliermittellösung poliert wird. Dabei ist die Reihenfolge der Schritte gezielt ausgewählt, um die Abtragsrate zu erhöhen. Die Politur von Scheiben aus Material mit homogener Zusammensetzung, z. B. Siliciumscheiben, ist dort nicht offenbart.

[0006] Ebenso offenbart auch WO 03/074228 A1 ein Verfahren zum Einebnen von topographischen Ober-

flächen während der Herstellung elektronischer Bauelemente. Hier liegt der Kern der Erfindung in der Endpunkterkennung in CMP-Verfahren. Bei der Endpunkterkennung geht es bekanntlich darum, die Politur und damit den Materialabtrag rechtzeitig zu beenden, bevor Bereiche abgetragen werden, die zu polieren gar nicht beabsichtigt ist. Dazu wird ein zweistufiges Verfahren zum Abpolieren einer Kupferschicht vorgeschlagen. Im ersten Schritt wird mit einem FAP-Poliertuch poliert, wobei optional das Poliermittel freie Abrasivpartikel enthält oder auch nicht. Im zweiten Polierschritt, bei dem ebenfalls mit einem FAP-Tuch poliert wird, ist dagegen die Verwendung eines Poliermittels mit freien Abrasivpartikeln wesentlich.

[0007] DE 102 007 035 266 A1 beschreibt ein Verfahren zum Polieren eines Substrates aus Halbleitermaterial, umfassend zwei Polierschritte vom FAP-Typ, die sich dadurch unterscheiden, dass bei einem Polierschritt eine Poliermittelsuspension, die ungebundenen Abrasivstoff als Feststoff enthält, zwischen das Substrat und das Poliertuch gebracht wird, während beim zweiten Polierschritt an die Stelle der Poliermittelsuspension eine Poliermittellösung tritt, die frei von Feststoffen ist.

[0008] Weitere Verfahren zum Polieren eines Substrats aus Halbleitermaterial sind beispielsweise in EP 1 261 020 A1 und DE 101 96 254 T1 offenbart.

[0009] Die üblichen Polierverfahren, insbesondere die DSP-Politur, führen zu einer ungünstigen Randsymmetrie, insbesondere zu einem sog. „Edge Roll-off“, also zu einem auf die Dicke der Halbleiterscheibe bezogenen Randabfall.

[0010] Grundsätzlich werden die Halbleiterscheiben mit Hilfe eines Polierkopfes („polishing head“) mit der zu polierenden Seitenfläche gegen das auf einem Polierteller liegende Poliertuch gedrückt.

[0011] Zu einem Polierkopf gehört auch ein Führungsring („retainer ring“) der das Substrat seitlich umschließt und daran hindert, während der Politur vom Polierkopf zu gleiten. Um also zu verhindern, dass die bei der Politur auftretenden Querkräfte den Wafer aus dem Polierkopf schieben, werden die Wafer durch solche Retainerringe in Position gehalten. Diese Vorrichtungen sind in verschiedenen Patenten beschrieben (US 6293 850 B1; US 6033292; EP 1029633 A1; US 5944590).

[0012] Die Retainerringe werden mehr oder weniger fest auf das Poliertuch gepresst.

[0013] Bei modernen Polierköpfen liegt die dem Poliertuch abgewandte Seitenfläche der Halbleiterscheibe auf einer elastischen Membran auf, die den ausgeübten Polierdruck überträgt. Die Membran ist Bestandteil eines gegebenenfalls unterteilten Kam-

mersystems, das ein Gas- oder Flüssigkeitskissen bilden (Membrancarrier, Zonencarrier).

[0014] Die Druckkammern sind vorzugsweise konzentrisch oder segmentär angeordnet und können getrennt voneinander mit einem bestimmten Druck beaufschlagt werden. Der Polierdruck wird schließlich über elastische Auflageflächen der mit Druck beaufschlagten Druckkammern auf die Rückseite einer Trägerplatte übertragen. Dies gilt beispielsweise für die Mehrteller-Poliermaschine AMAT Reflection von Applied Materials, Inc, die einen 5 Zonen-Membrancarrier mit unterschiedlich einstellbarem Druckprofil umfasst.

[0015] Die Politur des Substrates erfolgt bei DSP und CMP unter Zuführen eines Poliermittels zwischen das Substrat und das Poliertuch und unter Drehen der Polierkopfes und des Poliertellers.

[0016] Aus DE 10 2008 053 610 A1 ist ein Verfahren zum beidseitigen Polieren einer Halbleiterscheibe bekannt, umfassend folgende Schritte in der angegebenen Reihenfolge:

- a) Polieren einer Rückseite der Halbleiterscheibe auf einem Poliertuch, das einen im Poliertuch gebundenen Abrasivstoff enthält, wobei während des Polierschrittes eine Poliermittellösung, die frei von Feststoffen ist, zwischen die Rückseite der Halbleiterscheibe und das Poliertuch gebracht wird;
- b) Abtragspolitur der Vorderseite der Halbleiterscheibe auf einem Poliertuch, das einen im Poliertuch gebundenen Abrasivstoff enthält, wobei während des Polierschrittes eine Poliermittellösung, die frei von Feststoffen ist, zwischen die Vorderseite der Halbleiterscheibe und das Poliertuch gebracht wird;
- c) Entfernen der Mikrorauigkeit von der Vorderseite der Halbleiterscheibe durch Polieren der Vorderseite der Halbleiterscheibe auf einem Poliertuch, wobei während des Polierschrittes eine Poliermittelsuspension, die Abrasivstoffe enthält, zwischen die Vorderseite der Halbleiterscheibe und das Poliertuch gebracht wird;
- d) Endpolitur der Vorderseite der Halbleiterscheibe durch Polieren der Vorderseite der Halbleiterscheibe auf einem Poliertuch, das keinen im Poliertuch gebundenen Abrasivstoff enthält, wobei während des Polierschrittes eine Poliermittelsuspension, die Abrasivstoffe enthält, zwischen die Vorderseite der Halbleiterscheibe und das Poliertuch gebracht wird.

[0017] Bei den Schritten a) und b) dieses Verfahrens handelt es sich um FAP-Polituren. Auch Schritt c) kann in Form einer FAP-Politur durchgeführt werden, also mit einem Poliertuch, das fest gebundene Abrasive umfasst. Bei Schritt d) handelt es sich um eine typische CMP-Politur.

[0018] Dieses Verfahren ermöglicht es, die Nanotopographie der Halbleiterscheibe sowie deren Randgeometrie zu verbessern. Der im Stand der Technik vorgesehene DSP-Schritt kann entfallen.

[0019] DE 10 2007 035 266 A1 beschreibt ein Verfahren zum Polieren eines Substrates aus Halbleitermaterial, umfassend mindestens zwei Polierschritte (Typ A und B) vom FAP-Typ, wobei beim Typ A das Substrat auf einem Poliertuch poliert wird, das einen im Poliertuch gebundenen Abrasivstoff enthält, wobei während des Polierschrittes eine Poliermittellösung zwischen das Substrat und das Poliertuch gebracht wird. Beim Polierschritt vom Typ B wird das Substrat auf einem Poliertuch poliert, das einen im Poliertuch gebundenen Abrasivstoff enthält, wobei während des Polierschrittes eine Poliermittelsuspension, die ungebundenen Abrasivstoff enthält, zwischen das Substrat und das Poliertuch gebracht wird. Das in DE 10 2007 035 266 A1 offenbarte Verfahren kann weitere Polierschritte umfassen, beispielsweise einen CMP-Schritt.

[0020] In EP 1 050 369 A2 wird ein zweistufiges Verfahren zum Polieren eines Substrates aus Halbleitermaterial mittels FAP-Technik offenbart, wobei sich die beiden Polierschritte unterscheiden. Im ersten Polierschritt wird eine hohe Oberflächenebenheit erreicht, während im zweiten nachfolgenden Polierschritt eine abschließende Oberflächenbehandlung unter Beibehaltung der hohen Oberflächenqualität aus dem ersten Polierschritt erfolgt.

[0021] Auf der Suche nach einer weiteren Verbesserung der Randgeometrie der nach diesem Verfahren polierten Halbleiterscheiben haben die Erfinder erkannt, dass insbesondere bei FAP-Polituren unter Verwendung von vergleichsweise harten und steifen FAP-Poliertüchern die üblicherweise verwendeten Poliermaschinen und Wafer-Haltesysteme teilweise nachteilig sind. Dies liegt daran, dass die harten FAP-Poliertücher kaum "nachgeben", d. h. nur unzureichend auf Druck von außen reagieren (Druck in AMAT 5-Zonencarrier, Retainerringanpressdruck).

[0022] Daraus ergab sich die Aufgabenstellung der vorliegenden Erfindung.

[0023] Die Aufgabe der Erfindung wird auch gelöst durch ein erfindungsgemäßes Verfahren zum beidseitigen Polieren einer Halbleiterscheibe, umfassend folgende Schritte in der angegebenen Reihenfolge:

- a) Polieren einer Rückseite der Halbleiterscheibe mittels eines auf einem Polierteller befestigten Poliertuchs, das fest gebundene Abrasivstoffe enthält, wobei während des Polierschrittes eine Poliermittellösung, die frei von Feststoffen ist, zwischen die Rückseite der Halbleiterscheibe und das Poliertuch gebracht wird;

b) Abtragspolitur der Vorderseite der Halbleiterscheibe mittels eines auf einem Polierteller befestigten Poliertuchs, das fest gebundene Abrasivstoffe enthält, wobei während des Polierschrittes eine Poliermittellösung, die frei von Feststoffen ist, zwischen die Vorderseite der Halbleiterscheibe und das Poliertuch gebracht wird;

c) Entfernen der Mikrorauhigkeit von der Vorderseite der Halbleiterscheibe durch Polieren der Vorderseite der Halbleiterscheibe mittels eines auf einem Polierteller befestigten Poliertuchs, wobei während des Polierschrittes eine Poliermittelsuspension, die Abrasivstoffe enthält, zwischen die Vorderseite der Halbleiterscheibe und das Poliertuch gebracht wird;

d) Endpolitur der Vorderseite der Halbleiterscheibe durch Polieren der Vorderseite der Halbleiterscheibe mittels eines auf einem Polierteller befestigten Poliertuchs, das keinen im Poliertuch gebundenen Abrasivstoff enthält, wobei während des Polierschrittes eine Poliermittelsuspension, die Abrasivstoffe enthält, zwischen die Vorderseite der Halbleiterscheibe und das Poliertuch gebracht wird;

dadurch gekennzeichnet, dass die Halbleiterscheibe wenigstens bei den Schritten a) bis c) mittels eines auf einem Carrier befestigten Haltesystems, das eine ausgekleidete Aussparung in der Größe der aufzunehmenden Halbleiterscheibe umfasst, mit der nicht zu polierenden Seite mittels Adhäsion in der Aussparung gehalten wird und der Carrier so geführt wird, dass die Halbleiterscheibe während des Polierens zeitweilig mit einem Teil ihrer Fläche über die Oberfläche des Poliertuchs hinausragt.

[0024] Solche Haltesysteme, die Aussparungen zur Aufnahme einer Halbleiterscheibe aufweisen, werden auch als Templates bezeichnet.

[0025] Die Erfindung sieht vor, eine Politur mittels Poliertüchern, die fest gebundene Abrasive umfassen, in einer Poliermaschine mit einem Carriersystem mit Template und Werkstücküberlauf durchzuführen.

[0026] Vorzugsweise ist die Aussparung des Templates von einem Ring begrenzt, in dem die Halbleiterscheibe gehalten und geführt wird. Jedoch wird dieser Ring im Gegensatz zu herkömmlichen Retainerringen nicht mit einem Anpressdruck gegen das Poliertuch gepresst. Außerdem umfasst das Haltesystem keinerlei mit Druck beaufschlagte Druckkammern auf. Mit solchen Haltesystemen ist die Lösung der Aufgabe nicht zu bewerkstelligen.

[0027] Auch wird die Halbleiterscheibe nicht auf das Haltesystem gekittet, sondern mittels Adhäsion gehalten.

[0028] Die dem Poliertuch abgewandte Seite der Halbleiterscheibe wird vorzugsweise auf einem Trägertuch bzw. auf einer Auflagefläche gehalten. Dieses die Auflagefläche bildende Tuch wird oft auch als Backing Pad bezeichnet. Diese Bezeichnung soll auch in der nun folgenden Beschreibung verwendet werden. Die nicht zu polierende Seite der Halbleiterscheibe liegt also vorzugsweise nicht direkt auf dem Template bzw. der Unterfläche der Aussparung des Templates, sondern auf einem separaten Tuch, mit dem die Aussparung des Templates ausgekleidet ist, auf. Statt einem Tuch kann die Oberfläche der Aussparung des Templates selbstverständlich auch mit einem geeigneten Material beschichtet sein, so dass in diesem Fall nicht von einem Tuch, sondern eher von einer Backing Pad-Schicht zu sprechen ist. Auch kann das Template aus einem Material bestehen und die Oberfläche des Templates, insbesondere die Oberfläche der Aussparung entsprechend bearbeitet sein, so dass die gewünschten Eigenschaften des „Backing pad“ resultieren. So können Template und Backing Pad auch aus ein- und denselben Material bestehen und einteilig gestaltet sein. Geeignete Materialien für Templates und Backing Pads werden anschließend erläutert.

[0029] Vorzugsweise ist das Haltesystem auf einer Trägerplatte bzw. Carriergrundplatte befestigt, die eine plane, konkave oder besonders bevorzugt eine konvexe Form aufweist und die mit dem Polierkopf verbunden ist. Dies bedeutet keinen Unterschied zum Stand der Technik, in dem die Membrancarrier, Zonencarrier ebenfalls auf solchen Trägerplatten aufgebracht sind. Die ganze Trägerplatte lässt sich leicht aus der Poliermaschine ausbauen, so dass die Montage des Haltesystems auf der Trägerplatte außerhalb der Poliermaschine stattfinden kann, was bevorzugt ist. Die Trägerplatte wird oft auch als „Backing Plate“ bezeichnet.

[0030] Für die Aussparungen der Templates ist auch die Bezeichnung Pocket gebräuchlich.

[0031] Die Tiefe der Aussparung wird dementsprechend oft als Pockettiefe spezifiziert. Sie stimmt im Wesentlichen mit einer Dicke des vorzugsweise die Aussparung umgebenden Rings überein.

[0032] Geeignete Templates sind beispielsweise offenbart in JP 2003188126, JP 2003188127, US 5267418 sowie in US 5549511.

[0033] Kommerziell erhältlich sind Templates für Einseiten-Poliermaschinen, die je nach Anwendung aus verschiedenen Materialien bestehen und in unterschiedlichen Größen vorliegen sowie mit verschiedenen Pockettiefen ausgestattet sind, beispielsweise von Zeromicron® Inc. oder von PR Hoffman oder von Nagase & Co. Ltd.

[0034] Beispielsweise können Templates aus Epoxydharz verstärktem Fiberglas oder aus Polyethylenterephthalat (PET) gefertigt sein.

[0035] Das Template kann in poröser oder nicht-poröser Form vorliegen.

[0036] Das Backing Pad des Templates oder das Template selbst umfasst vorzugsweise ein druckempfindliches Adhäsiv (PSA).

[0037] Das Backing pad umfasst vorzugsweise ein weiches Material, z. B. ein Polyurethan einer Härte von 20–90 nach Shore A. Auf dieses Polyurethan kann die PSA-Schicht aufgebracht sein.

[0038] Vorzugsweise ist das Backing Pad-Material viskos und elastisch.

[0039] Als Backing Pad-Material eignen sich weiterhin insbesondere Acrylat- oder Polyacrylatharze, Acrylkautschuk, auf Styrol basierende Harze wie Polystyrol-Polyisopren-Polystyrol(SIS)-Blockcopolymer, Naturkautschuk mit Harzzusammensetzungen.

[0040] Weiterhin geeignet sind Mischungen enthaltend ein thermoplastisches Elastomer wie Styrolblockcopolymer, Polystyrol-Poly(Ethylen/Butylen)-Polystyrol (S-EB-S) oder S-I-S-Blockcopolymer, und ein polares, hydrophiles Harz wie Polyvinylalkylether, Polyvinylpyrrolidon, Polyethyloxazolidin, Polyvinylalkohol oder Polyacrylsäurecopolymer, Naturharz oder Naturharzester oder Ester von polymerisierten Naturharzen.

[0041] Es kann je nach Bedarf ein Template mit glatter oder rauher Oberfläche ausgewählt werden.

[0042] Vorzugsweise weist das Template einen Rückhaltering auf, der die Aussparung des Templates umgibt und die Halbleiterscheibe umschließt. Dabei handelt es sich um eine Art Retainerring, der die Halbleiterscheibe in Position hält und mehr oder weniger fest auf das Poliertuch presst, um zu verhindern, dass die beim Polieren auftretenden Querkräfte die Halbleiterscheibe aus dem Polierkopf schieben, wie in US 6293850 B1, US 6033292, EP 1029633 A1 oder US 5944590 beschrieben sind, jedoch ohne Vorsehen eines Retainerringanpressdrucks wie im Stand der Technik.

[0043] Wie zuvor bereits erwähnt, dürfen Carrier, die konzentrisch oder segmentär angeordnetem mit Druck beaufschlagte Druckkammern aufweisen und diesen über elastische Auflageflächen der Druckkammern auf die Rückseite der Trägerplatte übertragen, nicht verwendet werden.

[0044] Das Template ist vorzugsweise so auf der Carriergrundplatte angebracht, dass es leicht ausgetauscht werden kann. Vorzugsweise ist es auf die Carriergrundplatte aufgeklebt. Das Template umfasst dazu vorzugsweise eine selbstklebende Schicht.

[0045] Die Halbleiterscheibe wird auf dem Backing pad mittels Adhäsion gehalten.

[0046] Dabei kann es je nach verwendetem Backing Pad erforderlich sein, dass die Oberfläche des Backing Pad, auf dem die Halbleiterscheibe gehalten wird, feucht ist.

[0047] Angefeuchtet wird das Backing pad vorzugsweise mit deionisiertem Wasser.

[0048] Vorzugsweise wird das Backing Pad nach dem Anfeuchten mit einer Bürste behandelt, z. B. mit einer Bürste aus Nylon. Nylon ist ein Handelsname für Kunstfasern aus Polyamid.

[0049] Bei Verwendung von PSA ist ein Anfeuchten des Backing Pad nicht nötig, um die Adhäsion zu aktivieren.

[0050] Die Halbleiterscheiben ragen während der Bearbeitung zeitweilig teilflächig über den Rand des Poliertuchs bzw. über die Fläche des auf dem Polierteller befestigten Poliertuchs hinaus. Dieses zeitweilige, teilflächige Herausragen der Werkstücke wird als „Werkstück-Überlauf“ bezeichnet.

[0051] [Fig. 1](#) zeigt schematisch, was unter dem Überlauf der Halbleiterscheibe zu verstehen ist.

[0052] Überlauf **7** bedeutet, dass die Halbleiterscheibe **4** über die Ränder des Poliertuchs **3** geführt wird, damit die Poliertuchoberfläche **2** in ihrer gesamten Breite beansprucht wird. Dadurch lässt sich die Ausbildung von Verschleißrändern verhindern.

[0053] Vorzugsweise beträgt der Überlauf etwa 20% bis hin zu 100% des Radius der Halbleiterscheibe.

[0054] Geführt und gehalten wird die Halbleiterscheibe **4** durch einen Carrier **5**, der mit einem Template **6** versehen ist.

[0055] Des Weiteren ist es nicht unbedingt erforderlich, dass die Fläche der FA-Poliertuchoberfläche **2** identisch ist mit der Fläche von Polierteller **1**.

[0056] Der Polierteller **1** kann auch eine größere Fläche beanspruchen und dient zum Halten des Poliertuchs.

[0057] Bei Verwendung von Poliertüchern, die fest gebundene Abrasive enthalten, hat sich dies als vorteilhaft erwiesen, da durch die Werkstückbewegung

über den Rand des Poliertuchbelags hinaus die Kontaktfläche zwischen Halbleiterscheibe (Wafer) und Poliertuch und damit der effektive Bearbeitungsdruck schwanken. Weiterhin ist die überlaufende Waferfläche dem Materialentfernungsprozess zeitweise entzogen.

[0058] Die maximale Weite des Überlaufs wird durch die Auslegung der Geometrie des Haltesystems bestimmt, die zeitliche Dauer im Prozess jedoch durch die kinematischen Parameter.

[0059] In Verbindung mit dem Überlauf sind unterschiedliche Pockettiefen darstellbar.

[0060] Ist die Pockettiefe geringer als die Waferdicke, so spricht man von Waferüberstand (siehe [Fig. 1B](#)), ist sie dagegen größer oder gleich so spricht man von Waferunterstand (siehe [Fig. 1A](#)).

[0061] Durch die erfindungsgemäße Kombination von Überlauf mit variabler Pockettiefe der Aussparung des Templates lässt sich der Polierabtrag im Bereich des Waferrands gezielt beeinflussen und so eine Verbesserung der Waferrandgeometrie herbeiführen.

[0062] Die Poliermittellösung gemäß Schritt a) und b) des zweiten erfindungsgemäßen Verfahrens ist im einfachsten Fall Wasser, vorzugsweise deionisiertes Wasser (DIW) mit der für die Verwendung in der Halbleiterindustrie üblichen Reinheit.

[0063] Die Poliermittellösung kann aber auch Verbindungen wie Natriumcarbonat (Na_2CO_3), Kaliumcarbonat (K_2CO_3), Natriumhydroxid (NaOH), Kaliumhydroxid (KOH), Ammoniumhydroxid (NH_4OH), Tetramethylammoniumhydroxid (TMAH) oder beliebige Mischungen davon enthalten. Ganz besonders bevorzugt ist die Verwendung von Kaliumcarbonat. In diesem Fall liegt der pH-Wert der Poliermittellösung vorzugsweise in einem Bereich von 10 bis 12 und der Anteil der genannten Verbindungen in der Poliermittellösung beträgt vorzugsweise 0,01 bis 10 Gew.-%, besonders bevorzugt von 0,01 bis 0,2 Gew.-%.

[0064] Die Poliermittellösung kann darüber hinaus einen oder mehrere weitere Zusätze enthalten, beispielsweise oberflächenaktive Additive wie Netzmittel und Tenside, als Schutzkolloide wirkende Stabilisatoren, Konservierungsmittel, Biozide, Alkohole und Komplexbildner.

[0065] Zwischen Schritt b) und c) erfolgt vorzugsweise ein weiterer FAP-Schritt unter Verwendung einer Poliermittelsuspension wie in Schritt c), jedoch mit einem FAP-Tuch.

[0066] Der Anteil des Abrasivstoffes in der Poliermittelsuspension gemäß Schritt c) und d) des erfindungsgemäßen Verfahrens beträgt vorzugsweise 0,25 bis 20 Gew.-%, besonders bevorzugt 0,25 bis 1 Gew.-%.

[0067] Die Größenverteilung der Abrasivstoff-Teilchen ist vorzugsweise monomodal ausgeprägt.

[0068] Die mittlere Teilchengröße beträgt 5 bis 300 nm, besonders bevorzugt 5 bis 50 nm.

[0069] Der Abrasivstoff besteht aus einem das Substratmaterial mechanisch abtragendem Material, vorzugsweise aus einem oder mehreren der Oxide der Elemente Aluminium, Cer oder Silicium.

[0070] Besonders bevorzugt ist eine Poliermittelsuspension, die kolloid-disperse Kieselsäure enthält (Kieselsool, vgl. Tabelle 1 und zugehörige Beschreibung; „Glanzox“).

[0071] Der pH-Wert der Poliermittelsuspension liegt vorzugsweise in einem Bereich von 9 bis 11,5 und wird vorzugsweise durch Zusätze wie Natriumcarbonat (Na_2CO_3), Kaliumcarbonat (K_2CO_3), Natriumhydroxid (NaOH), Kaliumhydroxid (KOH), Ammoniumhydroxid (NH_4OH), Tetramethylammoniumhydroxid (TMAH) oder beliebige Mischungen dieser Verbindungen eingestellt. Ganz besonders bevorzugt ist die Verwendung von Kaliumcarbonat.

[0072] Die Poliermittelsuspension kann darüber hinaus einen oder mehrere weitere Zusätze enthalten, beispielsweise oberflächenaktive Additive wie Netzmittel und Tenside, als Schutzkolloide wirkende Stabilisatoren, Konservierungsmittel, Biozide, Alkohole und Komplexbildner.

[0073] Eine gleichzeitig simultane Politur von Vorder- und Rückseite (DSP) ist nicht Gegenstand der Erfindung. Erfindungsgemäß wird in jedem Bearbeitungsschritt jeweils nur eine Seite der Halbleiterscheibe bearbeitet.

[0074] Des Weiteren kann das erfindungsgemäße Verfahren gleichermaßen auf Einteller- und Mehrteller-Poliermaschinen durchgeführt werden.

[0075] Bevorzugt ist die Verwendung von Mehrteller-Poliermaschinen mit vorzugsweise zwei, ganz besonders bevorzugt drei Poliertellern und Polierköpfen.

[0076] Dabei können auch unterschiedliche Poliertücher und unterschiedliche Poliermittel zum Einsatz kommen.

[0077] Im erfindungsgemäßen Verfahren wird in den Schritten a) und b) jeweils ein Poliertuch verwendet, das einen im Poliertuch gebundenen Abrasivstoff enthält (FAP- oder FA-Tuch bzw. FA-Pad).

[0078] Geeignete Abrasivstoffe umfassen beispielsweise Partikel von Oxiden der Elemente Cer, Aluminium, Silicium, Zirkon sowie Partikel von Hartstoffen wie Siliciumcarbid, Bornitrid und Diamant.

[0079] Besonders geeignete Poliertücher weisen eine von replizierten Mikrostrukturen geprägte Oberflächentopografie auf. Diese Mikrostrukturen („posts“) haben beispielsweise die Form von Säulen mit einem zylindrischen oder mehreckigen Querschnitt oder die Form von Pyramiden oder Pyramidenstümpfen.

[0080] Nähere Beschreibungen solcher Poliertücher sind beispielsweise in WO 92/13680 A1 und US 2005/227590 A1 enthalten.

[0081] Besonders bevorzugt ist die Verwendung von im Poliertuch gebundenen Ceroxid-Partikeln, vgl. auch US 6602117 B1.

[0082] Die mittlere Partikelgröße der im FAP-Polier-tuch enthaltenen Abrasive beträgt vorzugsweise 0,1–1,0 µm, besonders bevorzugt 0,1–0,6 µm und ganz besonders bevorzugt 0,1–0,25 µm.

[0083] In Schritt c) wird vorzugsweise ein Abtragspoliertuch verwendet. Hierzu eignen sich beispielsweise ein Poliertuch der SUBA™-Reihe von Rohm & Haas, z. B. das SUBA™ 1250 („Stock Pad“) oder ein typisches CMP-Polier-tuch („Finishing Pad“) wie das SPM 3100 von Rodel®.

[0084] Es kann sich aber auch um ein FAP-Polier-tuch handeln, wie in Schritt b) des erfindungsgemä-ßen Verfahrens, also ein Poliertuch, das im Gegen-satz zu den Abtrags- und CMP-Polier-tüchern gebun-denen Abrasivstoff enthält.

[0085] In den Bearbeitungsschritten b) und c) kann es sich also um dasselbe Poliertuch handeln oder es können unterschiedliche Poliertücher eingesetzt wer-den. In Schritt c) kann also ein FAP-Polier-tuch ver-wendet werden. Es ist jedoch auch bevorzugt, ein CMP-Polier-tuch zu verwenden.

[0086] In Schritt d) wird ein CMP-Polier-tuch verwen-det, z. B. das SPM 3100 von Rodel®, das keine ge-bundenen Abrasive enthält. Schritt d) entspricht ein-er herkömmlichen CMP-Polierschritt.

[0087] Bevorzugt wird in einer Endphase der Politur, vorzugsweise 5 bis 300 s bevor das Substrat vom Poli-erteller gehoben wird, der Polierdruck um mindes-tens 10% reduziert und das Substrat mit diesem re-duzierten Polierdruck bis zum Abheben vom Polier-teller weiterpoliert.

[0088] Ebenfalls bevorzugt ist es, das Poliertuch mit einem Reinigungsmittel zu reinigen, indem das Rei-nigungsmittel mit Hilfe eines offenen Schaum-

körpers auf dem Poliertuch verteilt wird. Dies ge-schieht vorzugsweise in-situ, also während der Poli-tur des Substrates. Die Tuchreinigung unterscheidet sich von einer Tuchkonditionierung dadurch, dass der Schaumkörper keine daran gebundenen Ab-rasivstoffe enthält. Grundsätzlich eignet sich jeder elastische Kunststoffschäum mit offener Zellenstruk-tur, beispielsweise Polyurethanschäume, Polyvinyl-alkoholschäume, Polystyrolschäume, Siliconschäu-me, Epoxidschäume, Harnstoff-Formaldehyd-Schäu-me, Polyimidschäume, Polybenzimidazolschäume, Schäume auf der Basis von Phenolharzen, Poly-ethylenschäume, Polypropylenschäume, Polyacryl-schäume, Polyesterschäume und Viskoseschäume. Als Reinigungsmittel eignet sich insbesondere das im jeweiligen Polierschritt verwendete Poliermittel.

[0089] Erfindungswesentlich ist die sequentielle An-wendung – bezogen auf die jeweilige Waferseite (Vorderseite bzw. Rückseite) – eine Politur basie-rend auf der Fixed Abrasive Poliertechnologie, un-ter Verwendung eines Template-Haltesystems mit Werkstücküberlauf.

[0090] Dadurch läßt sich der Waferrand gezielt be-einflussen, um so die gewünschten Geometrie-eigen-schaften der polierten Halbleiterscheibe einzustellen. Die beiden Polituren, das heißt die Rückseitenpoli-tur und die Vorderseitenpolitur können aufeinander ab-gestimmt werden, so dass sich auch auf diese Art und Weise eine noch gezieltere Beeinflussung der Wafer-geometrie und -nanotopologie vornehmen läßt.

[0091] Desweiteren kann dann bei Durchführung ei-ner solchen sequentiellen Politur auf einer Mehrtel-ler-Einseitenpoliermaschine, wozu sich beispielswei-se der Typ „Reflection“ der Fa. Applied Materials oder der Typ „PW 300 Apollo“ der Fa. Peter Wol-ters, Rendsburg eignen, eine vorgeschaltene typi-sche DSP-Politur entfallen, da sowohl die Geome-trie als auch die Nanotopologie bestimmende Poli-tur komplett auf ein- und demselben Maschinentyp durchgeführt werden.

[0092] Erfolgt sowohl die Politur der Waferrücksei-te als auch der Wafervorderseite komplett auf einer Poliermaschine, wird eine Vorrichtung zum Umdreh-en der Wafer an bzw. in der Maschine bereitgestellt. Solche Vorrichtungen sind in der Waferindustrie be-kannt.

[0093] Vorzugsweise ist nach einer ersten Politur der Rückseite der Halbleiterscheibe ein Zwischenschritt zur Geometriemessung vorgesehen. Auf Basis der Geometriemessung wird dann die Politur der Vorder-seite der Halbleiterscheibe angepasst.

[0094] Zusammenfassend bietet die Erfindung fol-gende Vorteile:

Der äußere Waferrandbereich lässt sich gezielt beeinflussen. Die Erfindung führt zu einer Verbesserung der lokalen Geometrie in einem Bereich von kleiner oder gleich 2 mm Randausschluss, insbesondere von kleiner oder gleich 1 mm Randausschluss.

[0095] Die Poliersequenz lässt sich deutlich vereinfachen. Insbesondere für Wafer der neusten Generation mit einem Durchmesser von 450 mm bietet das erfindungsgemäße Verfahren damit deutliche Vorteile auch in Hinblick auf die Produktionskosten.

[0096] Insbesondere lässt sich die komplette Politur der Halbleiterscheibe auf einem Poliermaschinentyp mit einem kombinierten Polierverfahren durchführen. Sowohl die Abtragswie auch die Schleierfreipolitur findet auf dem gleichen Poliermaschinentyp statt. Der bislang übliche DSP-Prozess entfällt.

[0097] Es hat sich gezeigt, dass der Einsatz eines Carriers mit einem Template und die Realisierung eines Werksücküberlaufs in Kombination bei Verwendung von steifen, unelastischen und harten Poliertücher besonders vorteilhaft sind.

[0098] Daher ist die Kombination aus Einseitenpolitur, FA-Polier Tuch, Template-Carriersystem und Werkstücküberlauf erfindungswesentlich.

[0099] Der Edge Roll-off, also der Abfall der Dicke zum Rand der Halbleiterscheibe hin, lässt sich reduzieren.

Beispiel

[0100] Alle nachfolgend dargestellten Polituren werden mit einem vollflächigem Carrier (Kein Membran-carrier, kein Multizonencarrier), der mit einem Template bestückt ist durchgeführt.

[0101] Die Carriergrundplatte selbst kann eine plane, konvexe oder konkave Form aufweisen.

[0102] Als Poliermaschine kommt eine 3-Teller-Poliermaschine wie die AMAT Reflection von Applied Materials, Inc. zum Einsatz.

A. Vergleichspolitur der Rückseite der Halbleiterscheibe mit Werkstücküberlauf:

[0103] Verwendung eines FA-Polier tuchs mit einer mittleren Partikelgröße der Abrasive von 0,5 µm. Zufuhr eines abrasivfreien Poliermittels z. B. verdünnte K_2CO_3 .

[0104] Optional erfolgt ein zweiter Teilpolierschritt der Rückseite der Halbleiterscheibe auf dem gleichen Poliertuch, aber unter Zufuhr eines Kiesel sols, z. B. Glanzox 3900 um die Rauheit der Waferrückseite gezielt einzustellen.

B. Politur der Vorderseite der Halbleiterscheibe in drei Schritten:

B.1. Teller 1 mit FAP-Polier Tuch bestückt, Zufuhr einer verdünnten alkalischen Lösung, zum Beispiel auf Basis von K_2CO_3

B.2. Teller 2 mit Abtragspoliertuch (z. B. Suba 1250) bestückt, Zufuhr eines Poliermittels enthaltend Abrasive, vorzugsweise Kiesel sol und alkalische Lösung.

B.3. Teller 3: typische CMP-Schleierfreipolitur, CMP-Polier Tuch (z. B. SPM 3100) und CMP-Poliermittel.

[0105] Hierzu eignen sich beispielsweise ein Polier Tuch der SUBA™-Reihe von Rohm & Haas, z. B. das SUBA™ 1250 („Stock Pad“) oder ein typisches CMP-Polier Tuch („Finishing Fad“) wie das SPM 3100 von Rodel®.

[0106] Kommerziell erhältliche Polier tücher sind z. B. das SPM 3100 von Rodel Inc. oder die Tücher der DCP-Serie sowie die Tücher der Marken IC1000™, Polytex™ oder SUBA™ von Rohm & Haas.

[0107] Alternativ zu B.2. kann die Politur der Vorderseite der Halbleiterscheibe mittels einer 2-Stufen-Politur durchgeführt werden. Der Polierschritt B.2. und die CMP-Politur B.3. finden in diesem Fall auf ein und demselben Polier Tuch statt.

[0108] Wird bei den Schritten B.2. und B.3. ein CMP-Polier Tuch verwendet ist folgendes Vorgehen bevorzugt:

Im Schritt B.2. wird ein Kiesel sol mit höherer Feststoffkonzentration, z. B. Levasil 200, zugeführt in einem pH-Bereich von größer oder gleich 11, um eine höhere Abtragsrate zu gewährleisten. Dieser Schritt dient der Beseitigung des Mikrodamages.

[0109] Die LEVASIL®-Produkte von H. C. Starck sind kolloide Dispersionen aus Siliciumdioxid-Partikeln und werden je nach Typ bis zu einer Konzentration von 50% hergestellt und ausgeliefert.

[0110] Bei der CMP-Politur wird ein typisches CMP-Poliermittel wie Glanzox 3900 zugeführt mit einem pH-Wert von 10 bis maximal 11. Dieser Schritt mit niedriger Abtragsrate dient der Erzeugung einer schleierfrei polierten Oberfläche.

[0111] Glanzox 3900 ist der Produktname für eine Poliermittelsuspension, die von Fujimi Incorporated, Japan, als Konzentrat angeboten wird. Das Konzentrat mit einem pH von 10,5 enthält ca. 9 Gew.-% kolloidales SiO_2 mit einer mittleren Teilchengröße von 30 bis 40 nm.

[0112] Wird bei den Schritten B.2. und B.3. ein Abtrags-Poliertuch verwendet, ist folgendes Vorgehen bevorzugt:

In Schritt 8.2. wird ein Kieselöl mit höherer Feststoffkonzentration, z. B. Levasil 200, zugeführt in einem pH-Bereich von größer oder gleich 11. Die Polierdauer wird deutlich reduziert. Dieser Schritt dient der Beseitigung des Mikrodamage mit erhöhter Abtragsrate.

[0113] Bei der CMP-Politur wird ein typisches CMP-Poliermittel wie Glanzox 3900 zugeführt mit einem pH-Wert von 10 bis maximal 11. Die Polierzeit bei CMP wird infolge einer niedrigeren Abtragsrate verlängert. Dieser Schritt dient der Erzeugung einer schleierfrei polierten Oberfläche.

[0114] Der Prozess lässt sich auch auf ein- und derselben Poliermaschine – hier eine 3-Teller-Poliermaschine vom Typ Reflection (AMAT Corp.) realisieren: AMAT Reflection (3-Teller-Poliermaschine) zur Politur der Rückseite auf Teller 1 → dann Halbleiterscheibe wenden → dann 3-Teller-Politur der Vorderseite (Teller 1, Teller 2, Teller 3).

Teller 1: FAP-Poliertuch; K₂CO₃-Lösung (verdünnt); Glanzox 3900

Teller 2: z. B. Polierruch Suba 1250 und Standardabtragspoliermittel; Glanzox 3900

Teller 3: z. B. Polierruch SPM 3100 und Glanzox 3900

Patentansprüche

1. Verfahren zum beidseitigen Polieren einer Halbleiterscheibe, umfassend folgende Schritte in der angegebenen Reihenfolge:

a) Polieren einer Rückseite der Halbleiterscheibe mittels eines auf einem Polierteller befestigten Poliertuchs, das fest gebundene Abrasivstoffe enthält, wobei während des Polierschrittes eine Poliermittellösung, die frei von Feststoffen ist, zwischen die Rückseite der Halbleiterscheibe und das Polierruch gebracht wird;

b) Abtragspolitur der Vorderseite der Halbleiterscheibe mittels eines auf einem Polierteller befestigten Poliertuchs, das fest gebundene Abrasivstoffe enthält, wobei während des Polierschrittes eine Poliermittellösung, die frei von Feststoffen ist, zwischen die Vorderseite der Halbleiterscheibe und das Polierruch gebracht wird;

c) Entfernen der Mikrorauhigkeit von der Vorderseite der Halbleiterscheibe durch Polieren der Vorderseite der Halbleiterscheibe mittels eines auf einem Polierteller befestigten Poliertuchs, wobei während des Polierschrittes eine Poliermittelsuspension, die Abrasivstoffe enthält, zwischen die Vorderseite der Halbleiterscheibe und das Polierruch gebracht wird;

d) Endpolitur der Vorderseite der Halbleiterscheibe durch Polieren der Vorderseite der Halbleiterscheibe mittels eines auf einem Polierteller befestigten Poliertuchs, das keinen im Poliertuch gebundenen Abra-

sivstoff enthält, wobei während des Polierschrittes eine Poliermittelsuspension, die Abrasivstoffe enthält, zwischen die Vorderseite der Halbleiterscheibe und das Polierruch gebracht wird;

dadurch gekennzeichnet, dass die Halbleiterscheibe bei den Schritten a) bis c) mittels eines auf einem Carrier befestigten Haltesystems, das eine ausgekleidete Aussparung in der Größe der aufzunehmenden Halbleiterscheibe umfasst, mit der nicht zu polierenden Seite mittels Adhäsion in der Aussparung gehalten wird und der Carrier so geführt wird, dass die Halbleiterscheibe während des Polierens zeitweilig mit einem Teil ihrer Fläche über die Oberfläche des Poliertuchs hinausragt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Aussparung des Haltesystems von einem Ring begrenzt ist, das Haltesystem keinerlei mit Druck beaufschlagbare Druckkammern aufweist und der Ring nicht mit einem Anpressdruck gegen das Polierruch gepresst wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, wobei die Oberfläche der Aussparung des Haltesystems, die mit der nicht zu polierenden Seite der Halbleiterscheibe in Berührung kommt und eine Auflagefläche der Halbleiterscheibe darstellt, ein druckempfindliches Adhäsiv umfasst.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Auflagefläche des Haltesystems ein weiches Material, vorzugsweise ein Polyurethan einer Härte von 20–90 nach Shore A, umfasst.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Auflagefläche des Haltesystems vor Einbringen der Halbleiterscheibe in die Aussparung des Haltesystems angefeuchtet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei in Schritt c) ebenfalls ein Polierruch verwendet wird, das gebundenen Abrasivstoff enthält.

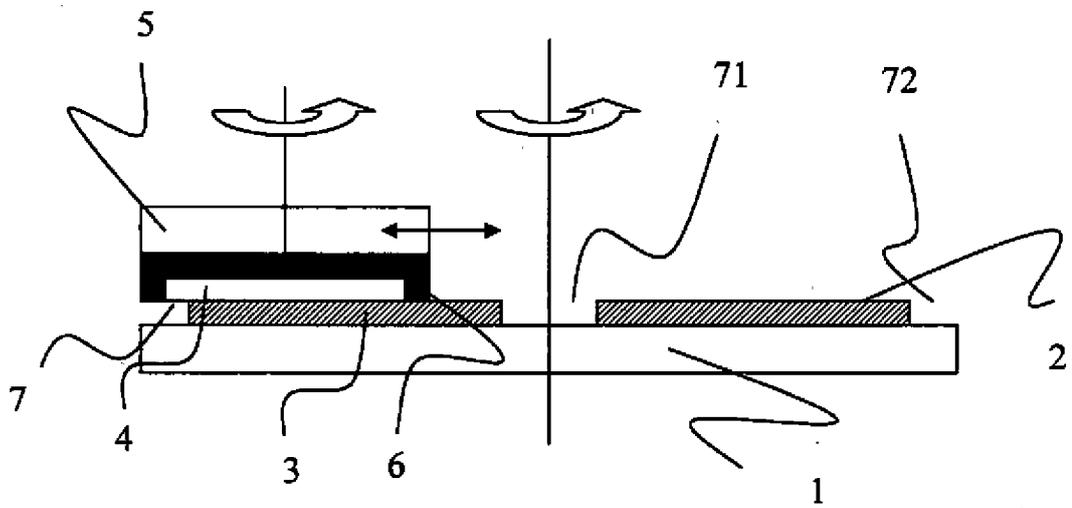
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei in Schritt c) ein Polierruch verwendet wird, das keine gebundenen Abrasivstoffe enthält

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Abrasive der Abrasive enthaltenden Poliertücher ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Partikeln von Oxiden der Elemente Cer, Aluminium, Silicium oder Zirkon oder Partikeln von Hartstoffen wie Siliciumcarbid, Bornitrid oder Diamant enthalten.

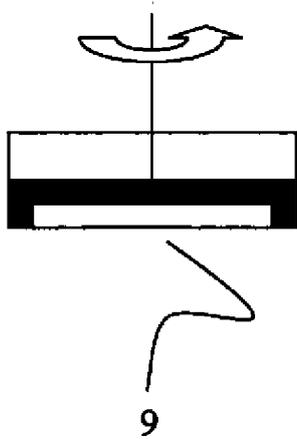
Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1



A



B

