



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 17 080 T2** 2008.08.14

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 536 919 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 17 080.3**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US03/27181**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 791 962.8**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2004/020148**

(86) PCT-Anmeldetag: **27.08.2003**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **11.03.2004**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **08.06.2005**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **24.10.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **14.08.2008**

(51) Int Cl.⁸: **B24B 37/04** (2006.01)
B23H 5/08 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
230970 29.08.2002 US

(73) Patentinhaber:
Micron Technology, Inc., Boise, Id., US

(74) Vertreter:
Klunker, Schmitt-Nilson, Hirsch, 80797 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,
TR**

(72) Erfinder:
**LEE, Whonchee, Boise, ID 83709, US; MEIKLE,
Scott G., Gainesville, VA 20155, US; MOORE, Scott
E., Meridian, ID 83642, US**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ELEKTROMECHANISCHEN UND/ODER ELEKTROCHE-
MISCH-MECHANISCHEN ENTFERNEN VON LEITENDEM MATERIAL VON EINEM MIKROELEKTRONISCHEN
SUBSTRAT**

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

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Einrichtung zum elektromechanischen und/oder elektrochemisch-mechanischen Entfernen von leitfähigem Material von mikroelektronischen Substraten.

HINTERGRUND

[0002] Mikroelektronische Substrate und Substratanordnungen beinhalten typischerweise ein Halbleitermaterial mit Einrichtungen, wie zum Beispiel Speicherzellen, die mit leitfähigen Leitungen gekoppelt sind. Die leitfähigen Leitungen können gebildet werden, indem zuerst Gräben oder andere Vertiefungen in dem Halbleitermaterial gebildet werden und anschließend ein leitfähiges Material (wie zum Beispiel ein Metall) in den Gräben überlagert wird. Das leitfähige Material wird dann selektiv entfernt, sodass leitfähige Leitungen zurückbleiben, die sich von einer Einrichtung in dem Halbleitermaterial zu einer anderen Einrichtung erstrecken.

[0003] In der US 2002/025760 A1 sind Verfahren und Einrichtungen zum elektrischen und/oder chemisch-mechanischen Entfernen von leitfähigem Material von einem mikroelektronischen Substrat offenbart. Eine Einrichtung dafür kann ein Halteelement beinhalten, das das Substrat trägt, und das Medium zum Entfernen von Material kann ein Polier-Pad bzw. Polierkissen beinhalten, das einen ersten Teil aufweist, der einer ersten Elektrode benachbart ist, sowie einen zweiten Teil aufweist, der einer zweiten Elektrode benachbart ist. Ein Fluid kann zwischen dem mikroelektronischen Substrat und einer Polieroberfläche des Polier-Pads angeordnet werden, um das elektrische und/oder chemisch-mechanische Entfernen des leitfähigen Materials zu erleichtern. Die Elektroden sind mit einer Quelle von variierenden elektrischen Signalen gekoppelt. Gemäß einer Ausführungsform sind die Elektroden durch einen Spalt voneinander getrennt. Ferner ist eine freiliegende Oberfläche von jeder der Elektroden dem Substrat direkt zugewandt angeordnet, wobei diese freiliegenden Oberflächen Kanäle beinhalten können, die durch Kanalfächen gebildet sind, die Gasblasen sammeln können und die Gasblasen von dem Bereich in der Nähe des Substrats und/oder den Elektroden wegführen können.

[0004] Elektrolytische Techniken sind bereits zum Aufbringen und Entfernen von Metallschichten auf bzw. von Halbleitersubstraten in Verwendung. Beispielsweise kann ein Wechselstrom über einen zwischengeordneten Elektrolyten an eine leitfähige Schicht angelegt werden, um Teile der Schicht zu entfernen. Bei einer Anordnung, wie sie in [Fig. 1](#) ge-

zeigt ist, beinhaltet eine herkömmliche Einrichtung **60** eine erste Elektrode **20a** und eine zweite Elektrode **20b**, die mit einer Stromquelle **21** gekoppelt sind. Die erste Elektrode **20a** ist direkt an einer Metallschicht **11** eines Halbleitersubstrats **10** angebracht, und die zweite Elektrode **20b** wird zumindest teilweise in einen flüssigen Elektrolyten **31** eingetaucht, der auf der Oberfläche der Metallschicht **11** angeordnet ist, indem die zweite Elektrode nach unten bewegt wird, bis sie mit dem Elektrolyten **31** in Kontakt tritt. Eine Barriere **22** schützt die erste Elektrode **20a** vor direktem Kontakt mit dem Elektrolyten **31**. Die Stromquelle **21** beaufschlagt das Substrat **10** über die Elektroden **20a** und **20b** und den Elektrolyten **31** mit Wechselstrom, um leitfähiges Material von der leitfähigen Schicht **11** zu entfernen. Das Wechselstromsignal kann viele verschiedene Wellenformen aufweisen, wie diese zum Beispiel von Frankenthal et al. in einer Veröffentlichung mit dem Titel "Elektroätzen von Platin bei der Titan-Platin-Gold-Metallisierung auf integrierten Siliziumschaltungen" (Bell Laborstories) offenbart sind.

[0005] Ein Nachteil bei der in [Fig. 1](#) gezeigten Anordnung besteht darin, dass möglicherweise kein Material von der leitfähigen Schicht **11** in dem Bereich entfernt werden kann, in dem die erste Elektrode **20a** angebracht ist, da die Barriere **22** den Elektrolyten **31** daran hindert, in diesem Bereich mit dem Substrat **10** in Berührung zu treten. Wenn alternativ hierzu die erste Elektrode **20a** in diesem Bereich mit dem Elektrolyten in Berührung tritt, kann der elektrolytische Vorgang die erste Elektrode **20a** beeinträchtigen. Noch ein weiterer Nachteil besteht darin, dass der elektrolytische Vorgang möglicherweise das Material nicht gleichmäßig von dem Substrat **10** entfernt. Beispielsweise können "Inseln" von verbleibendem leitfähigem Material, die keine direkte elektrische Verbindung mit der ersten Elektrode **20a** haben, in der leitfähigen Schicht **11** entstehen. Das verbleibende leitfähige Material kann das Bilden und/oder den Betrieb der leitfähigen Leitungen beeinträchtigen, und es kann schwierig oder unmöglich sein, leitfähiges Material mit dem elektrolytischen Verfahren zu entfernen, wenn die erste Elektrode **20a** nicht neu positioniert wird, um mit derartigen "Inseln" gekoppelt zu werden.

[0006] Eine Vorgehensweise zum Überwinden von einigen der vorstehend geschilderten Nachteile besteht darin, eine Mehrzahl von ersten Elektroden **20a** um den Umfang des Substrats **10** herum anzubringen, um die Gleichmäßigkeit zu steigern, mit der das leitfähige Material entfernt wird. Trotz der zusätzlichen ersten Elektroden **20a** können dennoch immer noch Inseln von leitfähigem Material verbleiben. Eine weitere Vorgehensweise besteht darin, die Elektroden **20a** und **20b** aus einem inerten Material, wie zum Beispiel Carbon, zu bilden und die Barriere **22** zu entfernen, um die mit dem Elektrolyten **31** in Kontakt ste-

hende Fläche der leitfähigen Schicht **11** zu vergrößern. Derartige inerte Elektroden sind jedoch möglicherweise nicht so effektiv wie reaktivere Elektroden beim Entfernen des leitfähigen Materials, und bei Verwendung der inerten Elektroden kann immer noch restliches leitfähiges Material auf dem Substrat **10** verbleiben.

[0007] [Fig. 2](#) veranschaulicht noch ein weitere Verfahrensweise beim Überwinden von einigen der vorstehend geschilderten Nachteile, wobei zwei Substrate **10** teilweise in einen Behälter **30** eingetaucht sind, der den Elektrolyten **31** enthält. Die erste Elektrode **20a** ist an dem einen Substrat **10** angebracht, und die zweite Elektrode **20b** ist an dem anderen Substrat **10** angebracht. Ein Vorteil bei dieser Vorgehensweise besteht darin, dass die Elektroden **20a** und **20b** nicht mit dem Elektrolyten in Kontakt stehen. Nach Abschluss des elektrolytischen Verfahrens können jedoch immer noch Inseln aus leitfähigem Material vorhanden sein, und es kann schwierig sein, das leitfähige Material von den Stellen zu entfernen, an denen die Elektroden **20a** und **20b** an den Substraten **10** angebracht sind.

KURZBESCHREIBUNG

[0008] Die vorliegende Erfindung ist auf eine Einrichtung gemäß Anspruch 1 sowie auf ein Verfahren gemäß Anspruch 15 gerichtet.

[0009] Im Spezielleren befasst sich die vorliegende Erfindung mit einem Verfahren und einer Einrichtung zum elektromechanischen und/oder elektrochemisch-mechanischen Entfernen von leitfähigem Material von einem mikroelektronischen Substrat. Im Spezielleren weist eine Einrichtung gemäß einem Gesichtspunkt der Erfindung ein Halteelement auf, das zum freigegebenen Tragen eines mikroelektronischen Substrats ausgebildet ist. Eine erste und eine zweite Elektrode sind mit einem Abstand voneinander sowie von dem mikroelektronischen Substrat angeordnet, wenn das mikroelektronische Substrat durch das Halteelement getragen wird. Wenigstens eine der Elektroden ist mit einer Quelle von variierenden elektrischen Signalen koppelbar. Ein Poliermedium, von dem wenigstens ein Teil zwischen den Elektroden und dem Halteelement positioniert ist, beinhaltet eine Polieroberfläche, die angeordnet ist, um das mikroelektronische Substrat zu kontaktieren, wenn das mikroelektronische Substrat durch das Halteelement getragen wird. Wenigstens ein Teil der ersten und der zweiten Elektrode sind von der Polieroberfläche zurückgesetzt.

[0010] Das Poliermedium weist eine Mehrzahl von Flussschläuchen auf, die mit einer Flüssigkeitsquelle koppelbar sind, und jeder Flussschlauch hat eine Öffnung benachbart zu der Polieroberfläche, wobei weiterhin das Poliermedium eine Vertiefung

benachbart zu jeder Öffnung beinhaltet, wobei die Vertiefung von der Polieroberfläche abgesetzt ist.

[0011] Ein Verfahren gemäß einem weiteren Gesichtspunkt der Erfindung beinhaltet im Spezielleren das Kontaktieren des mikroelektronischen Substrats mit einer Polieroberfläche eines Poliermediums, das Positionieren des mikroelektronischen Substrats in der Nähe von sowie beabstandet von einer ersten und einer zweiten Elektrode, die wiederum voneinander beabstandet sind und von der Polieroberfläche zurückgesetzt sind. Weiterhin beinhaltet das Verfahren das Bewegen des mikroelektronischen Substrats relativ zu der ersten und der zweiten Elektrode, während eine variables elektrisches Signal durch die Elektroden und das mikroelektronische Substrat geleitet wird. Eine elektrolytische Flüssigkeit wird durch eine Mehrzahl von Flussschläuchen in dem Poliermedium und aus den Flussschläuchen zu einem Bereich des Poliermediums geleitet, der von der Polieroberfläche zurückgesetzt ist.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0012] In den Zeichnungen zeigen:

[0013] [Fig. 1](#) eine teilweise schematische Seitenaufrissansicht einer Einrichtung zum Entfernen von leitfähigem Material von einem Halbleitersubstrat gemäß dem Stand der Technik;

[0014] [Fig. 2](#) eine teilweise schematische Seitenaufrissansicht einer weiteren Einrichtung zum Entfernen von leitfähigem Material von zwei Halbleitersubstraten gemäß dem Stand der Technik;

[0015] [Fig. 3](#) eine teilweise schematische Seitenaufrissansicht einer Einrichtung mit einem Halteelement und mit einem Paar von Elektroden zum Entfernen von leitfähigem Material von einem mikroelektronischen Substrat;

[0016] [Fig. 4](#) eine teilweise schematische Seitenaufrissansicht einer Einrichtung zum Entfernen von leitfähigem Material und zum Erfassen von Eigenschaften des mikroelektronischen Substrats, von dem das Material entfernt wird;

[0017] [Fig. 5](#) eine teilweise schematische Seitenaufrissansicht einer Einrichtung, die zwei Elektrolyten beinhaltet;

[0018] [Fig. 6](#) eine teilweise schematische Draufsicht auf ein Substrat in der Nähe von einer Mehrzahl von Elektroden;

[0019] [Fig. 7](#) eine im Schnitt dargestellte Seitenaufrissansicht einer Elektrode und eines Substrats;

[0020] [Fig. 8A](#) eine teilweise schematische, isome-

trische Ansicht eines Bereichs eines Halters für die Aufnahme von Elektrodenpaaren;

[0021] [Fig. 8A](#) bis [Fig. 8C](#) isometrische Ansichten von Elektroden;

[0022] [Fig. 9](#) eine teilweise schematische Seitenaufrissansicht einer Einrichtung sowohl zum Einebnen als auch zum elektrolytischen Bearbeiten von mikroelektronischen Substraten;

[0023] [Fig. 10](#) eine teilweise schematische, teilweise auseinandergezogene isometrische Ansicht eines Planarisierungs-Pads und einer Mehrzahl von Elektroden;

[0024] [Fig. 11](#) eine teilweise schematische Seitenaufrissansicht einer Einrichtung sowohl zum Einebnen als auch zum elektrolytischen Bearbeiten von mikroelektronischen Substraten;

[0025] [Fig. 12A](#) und [Fig. 12B](#) schematische Darstellungen einer Schaltung und einer Wellenform zum elektrolytischen Bearbeiten eines mikroelektronischen Substrats;

[0026] [Fig. 13](#) eine isometrische, teilweise schematische und teilweise weggeschnittene Ansicht eines Teils einer Einrichtung mit Elektroden und einem Poliermedium;

[0027] [Fig. 14](#) eine isometrische, teilweise schematische und teilweise weggeschnittene Ansicht einer Einrichtung mit Elektroden und einem Poliermedium;

[0028] [Fig. 15](#) eine isometrische, teilweise schematische und teilweise weggeschnittene isometrische Ansicht einer Einrichtung mit Elektroden und einem Poliermedium;

[0029] [Fig. 16](#) eine isometrische, teilweise schematische und teilweise weggeschnittene Ansicht einer Einrichtung mit einem Poliermedium mit ovalen Öffnungen gemäß der Erfindung;

[0030] [Fig. 17](#) eine isometrische Ansicht einer Einrichtung, die ein Substrat zum Ausführen einer Bewegung entlang einer Bahn trägt; und

[0031] [Fig. 18](#) eine isometrische Ansicht einer Einrichtung mit Elektroden.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0032] Die vorliegende Offenbarung beschreibt ein Verfahren und eine Einrichtung zum Entfernen von leitfähigem Material von einem mikroelektronischen Substrat und/oder einer Substratanordnung, wie diese bei der Fertigung von mikroelektronischen Vorrichtungen verwendet werden.

[0033] [Fig. 3](#) zeigt eine teilweise schematische Seitenaufrissansicht einer Einrichtung **160** zum Entfernen von leitfähigem Material von einem mikroelektronischen Substrat oder einer Substratanordnung **110**. Die Einrichtung **160** beinhaltet einen Behälter **130**, der einen Elektrolyten **131** enthält, der sich in einem flüssigen Zustand oder einem Gel-Zustand befinden kann. Ein Halteelement **140** haltet das mikroelektronische Substrat **110** relativ zu dem Behälter **130** in einer derartigen Weise, dass eine leitfähige Schicht **111** des Substrats **110** mit dem Elektrolyten **131** in Kontakt steht. Die leitfähige Schicht **111** kann Metalle wie zum Beispiel Platin, Wolfram, Tantal, Gold, Kupfer oder andere leitfähige Materialien beinhalten. Das Halteelement **140** ist mit einer Substrat-Antriebseinheit **141** gekoppelt, die das Halteelement **140** und das Substrat **110** relativ zu dem Behälter **130** bewegt. Beispielsweise kann die Substrat-Antriebseinheit **141** eine Translationsbewegung des Halteelements **140** (wie dies durch einen Pfeil "A" dargestellt ist) und/oder eine Rotationsbewegung des Halteelements **140** (wie dies durch einen Pfeil "B" dargestellt ist) ausführen.

[0034] Die Einrichtung **160** beinhaltet ferner eine erste Elektrode **120a** und eine zweite Elektrode **120b** (die kollektiv als Elektroden **120** bezeichnet werden), die durch ein Halteelement **124** relativ zu dem mikroelektronischen Substrat **110** gehalten sind. Der Haltearm **124** ist mit einer Elektroden-Antriebseinheit **123** gekoppelt, um die Elektroden **120** relativ zu dem mikroelektronischen Substrat **110** zu bewegen. Beispielsweise kann die Elektroden-Antriebseinheit **123** die Elektroden zu der leitfähigen Schicht **111** des mikroelektronischen Substrats **110** hin sowie von dieser weg (wie dies durch einen Pfeil "C" dargestellt ist) und/oder in Querrichtung (wie dies durch einen Pfeil "D" dargestellt ist) in einer zu der leitfähigen Schicht **111** allgemein parallelen Ebene bewegen. Alternativ hierzu kann die Elektroden-Antriebseinheit **123** die Elektroden in anderer Weise bewegen oder die Elektroden-Antriebseinheit **123** kann eliminiert werden, wenn die Substrat-Antriebseinheit **141** für eine ausreichende Relativbewegung zwischen dem Substrat **110** und den Elektroden **120** sorgt.

[0035] Die Elektroden **120** sind mittels Leitungen **128** mit einer Stromquelle **121** gekoppelt, um dem Elektrolyten **131** und der leitfähigen Schicht **111** elektrischen Strom zuzuführen. Im Betrieb liefert die Stromquelle **121** einen Wechselstrom (einphasig oder mehrphasig) zu den Elektroden **120**. Der Strom fließt durch den Elektrolyten **131** und reagiert elektrochemisch mit der leitfähigen Schicht **111**, um von der leitfähigen Schicht **111** Material (beispielsweise Atome oder Gruppen von Atomen) zu entfernen. Die Elektroden **120** und/oder das Substrat **110** können relativ zueinander bewegt werden, um Material von ausgewählten Teilen der leitfähigen Schicht **111** oder von der gesamten leitfähigen Schicht **111** zu

entfernen.

[0036] Bei der in [Fig. 3](#) dargestellten Einrichtung **160** ist eine Distanz D_1 zwischen den Elektroden **120** und der leitfähigen Schicht **111** derart gewählt, dass diese kleiner ist als eine Distanz D_2 zwischen der ersten Elektrode **120a** und der zweiten Elektrode **120b**. Ferner weist der Elektrolyt **131** im Allgemeinen einen höheren Widerstand als die leitfähige Schicht **111** auf. Somit folgt der Wechselstrom dem Weg des geringsten Widerstands von der ersten Elektrode **120a** durch den Elektrolyten **131** hindurch zu der leitfähigen Schicht **111** sowie durch den Elektrolyten **131** zurück zu der zweiten Elektrode **120b**, anstatt einem Weg von der ersten Elektrode **120a** direkt durch den Elektrolyten **131** hindurch zu der zweiten Elektrode **120b**. Alternativ hierzu kann ein Material mit geringer Dielektrizität (nicht gezeigt) zwischen der ersten Elektrode **120a** und der zweiten Elektrode **120b** angeordnet werden, um die direkte elektrische Verbindung zwischen den Elektroden **120** aufzukoppeln, bei der der Strom nicht zuerst durch die leitfähige Schicht **111** fließt.

[0037] Ein Merkmal der in [Fig. 3](#) dargestellten Einrichtung **160** besteht darin, dass die Elektroden **120** nicht mit der leitfähigen Schicht **111** des Substrats **110** in Kontakt stehen. Ein Vorteil dieser Anordnung besteht darin, dass sich restliches leitfähiges Material eliminieren lässt, das aus einer direkten elektrischen Verbindung zwischen den Elektroden **120** und der leitfähigen Schicht **111** resultiert, wie dies vorstehend unter Bezugnahme auf die [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) beschrieben worden ist. Zum Beispiel kann die Einrichtung **160** restliches leitfähiges Material in der Nähe von dem Kontaktbereich zwischen den Elektroden und der leitfähigen Schicht eliminieren, da die Elektroden **120** die leitfähige Schicht **111** nicht kontaktieren.

[0038] Das Substrat **110** und/oder die Elektroden **120** sind relativ zueinander beweglich, um die Elektroden **120** an einer beliebigen Stelle in der Nähe der leitfähigen Schicht **111** zu positionieren. Ein Vorteil dieser Anordnung besteht darin, dass die Elektroden **120** nacheinander in der Nähe von jedem Teil der leitfähigen Schicht positioniert werden können, um Material von der gesamten leitfähigen Schicht **111** zu entfernen. Wenn es alternativ hierzu erwünscht ist, nur ausgewählte Teile der leitfähigen Schicht **111** zu entfernen, können die Elektroden **120** zu diesen ausgewählten Teilen bewegt werden, sodass die übrigen Teile der leitfähigen Schicht **111** intakt bleiben.

[0039] [Fig. 4](#) zeigt eine teilweise schematische Seitenansicht einer Einrichtung **260**, die ein Halteelement **240** aufweist, das zum Tragen des Substrats **110** positioniert ist. Das Halteelement **240** trägt das Substrat **110** mit der leitfähigen Schicht **111** nach oben weisend. Eine Substrat-Antriebseinheit **241**

kann das Halteelement **240** und das Substrat **110** bewegen, wie dies vorstehend unter Bezugnahme auf [Fig. 3](#) beschrieben worden ist. Eine erste und eine zweite Elektrode **220a** und **220b** sind über der leitfähigen Schicht **111** angeordnet und mit einer Stromquelle **221** gekoppelt. Ein Halteelement **224** trägt die Elektroden **220** relativ zu dem Substrat **110** und ist mit einer Elektroden-Antriebseinheit **223** gekoppelt, um die Elektroden **220** in allgemein ähnlicher Weise, wie dies vorstehend unter Bezugnahme auf [Fig. 3](#) beschrieben worden ist, über die Oberfläche der leitfähigen Schicht **111** des Halteelements zu bewegen.

[0040] Wie in [Fig. 4](#) gezeigt, beinhaltet die Einrichtung **260** ferner einen Elektrolytbehälter **230**, der eine Zuführleitung **237** mit einer Öffnung **238** aufweist, die in der Nähe der Elektroden **220** angeordnet ist. Somit kann ein Elektrolyt **231** lokal in einem Grenzflächenbereich **239** zwischen den Elektroden **220** und der leitfähigen Schicht **111** aufgebracht werden, ohne dass hierbei notwendigerweise die gesamte leitfähige Schicht **111** abgedeckt wird. Der Elektrolyt **231** und das von der leitfähigen Schicht **111** entfernte leitfähige Material fließen über das Substrat **110** und sammeln sich in einer Elektrolytaufnahme **232**. Die Mischung aus Elektrolyt **231** und leitfähigem Material kann zu einer Rückgewinnungseinrichtung **233** fließen, die den größten Teil des leitfähigen Materials aus dem Elektrolyten **231** entfernt. Ein Filter **234**, das der Rückgewinnungseinrichtung **233** nachgeordnet ist, sorgt für ein zusätzliches Filtrieren des Elektrolyten **231**, und eine Pumpe **235** führt den aufbereiteten Elektrolyten **231** über eine Rückführleitung **236** zu dem Elektrolytbehälter **230** zurück.

[0041] Die Einrichtung **260** kann eine Sensoranordnung **250** beinhalten, die einen Sensor **251** in einer Anordnung nahe der leitfähigen Schicht **111** sowie eine mit dem Sensor **251** gekoppelte Sensorsteuerereinheit **252** aufweist, um von dem Sensor **251** erzeugte Signale zu verarbeiten. Die Steuereinheit **252** kann auch den Sensor **251** relativ zu dem Substrat **110** bewegen. Bei einem weiteren Gesichtspunkt dieser Ausführungsform kann die Sensoranordnung **250** über einen Rückkopplungsweg **253** mit der Elektroden-Antriebseinheit **223** und/oder der Substrat-Antriebseinheit **241** gekoppelt werden. Somit kann der Sensor **251** bestimmen, welche Bereiche der leitfähigen Schicht **111** ein zusätzliches Entfernen von Material benötigen, und er kann die Elektroden **220** und/oder das Substrat **110** relativ zueinander bewegen, um die Elektroden **220** über diesen Bereichen zu positionieren. Alternativ hierzu (beispielsweise wenn der Entfernungsvorgang sich stark reproduzieren lässt) können sich die Elektroden **220** und/oder das Substrat **110** nach Maßgabe eines vorbestimmten Bewegungsablaufs relativ zueinander bewegen.

[0042] Der Sensor **251** und die Sensorsteuerereinheit **252** können eine beliebige von mehreren geeigneten

Konfigurationen aufweisen. Beispielsweise kann es sich bei dem Sensor **251** um einen optischen Sensor handeln, der das Entfernen der leitfähigen Schicht **111** detektiert, indem er eine Änderung in der Intensität, der Wellenlänge oder der Phasenverschiebung des von dem Substrat **110** reflektierten Lichts feststellt, wenn das leitfähige Material entfernt wird. Alternativ hierzu kann der Sensor **251** Strahlungsreflexion mit anderen Wellenlängen, beispielsweise Röntgenstrahlen, emittieren und detektieren. Der Sensor **251** kann eine Veränderung beim Widerstand oder der Kapazität der leitfähigen Schicht **111** zwischen zwei ausgewählten Stellen messen. Die oder beide Elektroden **120** können die Funktion des Sensors **251** (und auch die vorstehend beschriebene Funktion zum Entfernen von Material) ausführen, sodass die Notwendigkeit für einen separaten Sensor **251** eliminiert ist. Bei noch weiteren Ausführungsformen kann der Sensor **251** eine Veränderung bei der Spannung und/oder dem Strom feststellen, der beim Entfernen der leitfähigen Schicht **111** von der Stromquelle **221** gezogen wird.

[0043] Der Sensor **251** kann von dem Elektrolyten **231** getrennt positioniert werden, da der Elektrolyt **231** sich auf den Grenzflächenbereich **239** zwischen den Elektroden **220** und der leitfähigen Schicht **111** konzentriert. Somit kann die Genauigkeit, mit der der Sensor **251** den Ablauf des elektrolytischen Prozesses bestimmt, verbessert werden, da eine geringere Wahrscheinlichkeit besteht, dass der Elektrolyt **231** den Betrieb des Sensors **251** beeinträchtigt. Beispielsweise wenn es sich bei dem Sensor **251** um einen optischen Sensor handelt, besteht eine geringere Wahrscheinlichkeit, dass die von der Oberfläche des Substrats **110** reflektierte Strahlung durch den Elektrolyten **231** verzerrt wird, da der Sensor **251** an einer von dem Grenzflächenbereich **239** entfernten Stelle angeordnet ist.

[0044] Unter Bezugnahme auf [Fig. 4](#) wird der dem Grenzflächenbereich **239** zugeführte Elektrolyt **231** in kontinuierlicher Weise nachgefüllt, und zwar entweder mit einem aufbereiteten Elektrolyten oder mit einem frischen Elektrolyten. Ein Vorteil dieses Merkmals besteht darin, dass die elektrochemische Reaktion zwischen den Elektroden **220** und der leitfähigen Schicht **111** auf einem hohen und beständigen Niveau gehalten werden kann.

[0045] [Fig. 5](#) zeigt eine teilweise schematische Seitenansicht einer Einrichtung **360**, bei der Wechselstrom durch einen ersten Elektrolyten **331a** und einen zweiten Elektrolyten **331b** zu dem Substrat **110** geschickt wird. Der erste Elektrolyt **331a** ist in zwei ersten Elektrolytbehältern **330a** angeordnet, und der zweite Elektrolyt **331b** ist in einem zweiten Elektrolytbehälter **330b** angeordnet. Die ersten Elektrolytbehälter **330a** sind teilweise in den zweiten Elektrolyten **331b** eingetaucht. Die Einrichtung **360** kann

ferner Elektroden **320** aufweisen, die als erste Elektrode **320a** und zweite Elektrode **320b** dargestellt sind und jeweils mit einer Stromversorgung **321** gekoppelt sind sowie jeweils in einem der ersten Elektrolytbehälter **330a** aufgenommen sind. Alternativ hierzu kann eine der Elektroden **320** mit Masse verbunden sein. Die Elektroden **320** können solche Materialien wie Silber, Platin, Kupfer und/oder andere Materialien beinhalten, und der erste Elektrolyt **331a** kann Natriumchlorid, Kaliumchlorid, Kupfersulfat und/oder andere Elektrolyten beinhalten, die mit dem Material kompatibel sind, aus dem die Elektroden **320** gebildet sind.

[0046] Die ersten Elektrolytbehälter **330a** beinhalten einen Strömungsbegrenzer **322**, wie zum Beispiel eine durchlässige Trennmembran aus Teflon®, gesinterten Materialien wie zum Beispiel gesintertem Glas, Quarz oder Saphir oder aus anderen geeigneten porösen Materialien, die eine Passage von Ionen hin und her zwischen den ersten Elektrolytbehältern **330a** und dem zweiten Elektrolytbehälter **330b** zulassen, jedoch keine Passage des zweiten Elektrolyten **330b** nach innen in Richtung auf die Elektroden **320** zulassen (zum Beispiel in einer allgemein ähnlichen Weise wie bei einer Salzbrücke). Alternativ hierzu kann der erste Elektrolyt **331a** den Elektrodenbehältern **330a** von einer ersten Elektrolytquelle **339** mit einem ausreichenden Druck und einer ausreichende Rate zugeführt werden, um den ersten Elektrolyten **331a** nach außen durch den Strömungsbegrenzer **322** zu leiten, ohne dass der erste Elektrolyt **331a** oder der zweite Elektrolyt **330b** durch den Strömungsbegrenzer **322** zurückkehren kann. Der zweite Elektrolyt **331b** bleibt durch den Fluss des ersten Elektrolyten **331a** durch den Begrenzer **322** elektrisch mit den Elektroden **320** gekoppelt.

[0047] Die Einrichtung **360** kann ebenfalls ein Halteelement **340** aufweisen, das das Substrat **110** derart trägt, dass die leitfähige Schicht **111** den Elektroden **200** zugewandt ist. Beispielsweise kann das Halteelement **340** in dem zweiten Elektrolytbehälter **330b** angeordnet sein. Das Halteelement **340** und/oder die Elektroden **320** können durch eine oder mehrere Antriebseinheiten (nicht gezeigt) relativ zueinander beweglich sein.

[0048] Unter Bezugnahme auf [Fig. 5](#) kann der erste Elektrolyt **331a** so gewählt werden, dass er mit den Elektroden **320** kompatibel ist. Ein Vorteil dieses Merkmals besteht darin, dass bei dem ersten Elektrolyten **331a** eine geringere Wahrscheinlichkeit zur Beeinträchtigung der Elektroden **320** als bei herkömmlichen Elektrolyten vorhanden sein kann. Im Gegensatz dazu kann der zweite Elektrolyt **331b** ohne Berücksichtigung seiner Wirkung auf die Elektroden **320** ausgewählt werden, da er durch den Strömungsbegrenzer **322** von den Elektroden **320** chemisch getrennt ist. Somit kann der zweite Elektrolyt **331b** Salz-

säure oder ein anderes Mittel beinhalten, das in aggressiver Weise mit der leitfähigen Schicht **111** des Substrats **110** reagiert.

[0049] [Fig. 6](#) zeigt eine von oben gesehene Draufsicht auf das mikroelektronische Substrat **110**, das unter einer Mehrzahl von Elektroden mit mehreren Formgebungen und Konfigurationen positioniert ist. Zum Zweck der Veranschaulichung sind mehrere verschiedene Elektrodentypen in der Nähe des gleichen mikroelektronischen Substrats **110** angeordnet dargestellt; in der Praxis können jedoch Elektroden des gleichen Typs relativ zu einem einzigen mikroelektronischen Substrat **110** angeordnet werden.

[0050] Die Elektroden **720a** und **720b** lassen sich zur Bildung eines Elektrodenpaares **770a** in Gruppen anordnen, wobei jede Elektrode **720a** und **720b** mit einem gegenüberliegenden Anschluss einer Stromversorgung **121** gekoppelt ist ([Fig. 3](#)). Die Elektroden **770a** und **770b** können eine längliche oder streifenartige Formgebung aufweisen und derart angeordnet sein, dass sie sich über den Umfang des Substrats **110** parallel zueinander erstrecken. Der Abstand zwischen einander benachbarten Elektroden eines Elektrodenpaares **370a** kann derart gewählt werden, dass elektrischer Strom in das Substrat **110** eingeleitet wird, wie dies vorstehend unter Bezugnahme auf [Fig. 3](#) beschrieben worden ist.

[0051] Alternativ hierzu können die Elektroden **720c** und **720d** zum Bilden eines Elektrodenpaares **720b** gruppiert werden, wobei jede Elektrode **720c** und **720d** eine Keilform oder "Tortenstückform" aufweisen kann, die sich nach innen zum Zentrum des mikroelektronischen Substrats **110** hin verjüngt. Bei noch einer weiteren Ausführungsform können schmale streifenartige Elektroden **720e** und **720f** zum Bilden von Elektrodenpaaren **770c** gruppiert werden, wobei jede Elektrode **720e** und **720f** von dem Zentrum **113** des mikroelektronischen Substrats **110** radial nach außen zu dem Umfang **112** des mikroelektronischen Substrats **111** verläuft.

[0052] Bei noch einer weiteren Alternative kann sich eine einzelne Elektrode **720g** in etwa über die Hälfte der Fläche des mikroelektronischen Substrats **110** erstrecken und eine halbkreisförmige planare Formgebung aufweisen. Die Elektrode **720g** kann mit einer weiteren Elektrode (nicht gezeigt) eine Gruppe bilden, deren Formgebung ein Spiegelbild der Elektrode **720g** ist, und beide Elektroden können mit der Stromquelle **121** gekoppelt werden, um dem mikroelektronischen Substrat Wechselstrom in einer beliebigen der vorstehend unter Bezugnahme auf die [Fig. 3](#) bis [Fig. 5](#) beschriebenen Weisen zuzuführen.

[0053] [Fig. 7](#) zeigt eine teilweise schematische, im Schnitt dargestellte Seitenaufrißansicht eines Teils des Substrats **110**, der unter der vorstehend unter

Bezugnahme auf [Fig. 6](#) beschriebenen Elektrode **720c** angeordnet ist. Die Elektrode **720c** weist eine obere Oberfläche **771** und gegenüber von der oberen Oberfläche **771** eine untere Oberfläche **772** auf, die der leitfähigen Schicht **111** des Substrats **110** zugewandt ist. Die untere Oberfläche **772** kann bei einem Gesichtspunkt dieser Ausführungsform von dem Zentrum **113** des Substrats **110** in Richtung zu dem Umfang **112** des Substrats **110** schräg nach unten verlaufen, sodass die Elektrode **720c** ein keilförmiges Profil erhält. Alternativ hierzu kann die Elektrode **720c** eine plateauartige Konfiguration aufweisen, bei der die untere Oberfläche **772** in der in [Fig. 7](#) dargestellten Weise angeordnet ist und die obere Oberfläche **771** parallel zu der unteren Oberfläche **772** ist. Die elektrische Kopplung zwischen der Elektrode **720c** und dem Substrat **110** kann zum Umfang **112** des Substrats **110** hin stärker sein als zum Zentrum **113** des Substrats **110**. Dieses Merkmal kann von Vorteil sein, wenn sich der Umfang **112** des Substrats **110** mit einer schnelleren Geschwindigkeit relativ zu der Elektrode **720c** bewegt als das Zentrum **113** des Substrats **110**, beispielsweise wenn sich das Substrat **110** um sein Zentrum **113** dreht. Somit kann die Elektrode **720c** derart ausgebildet werden, dass Relativbewegung zwischen der Elektrode und dem Substrat **110** berücksichtigt wird.

[0054] Die Elektrode **720c** kann auch weitere Formgebungen aufweisen. Beispielsweise kann die untere Oberfläche **772** ein gekrümmtes anstelle eines ebenen Profils aufweisen. Alternativ hierzu kann jede der Elektroden, die vorstehend unter Bezugnahme auf [Fig. 6](#) beschrieben worden sind (oder andere Elektroden mit anderen Formgebungen als den in [Fig. 6](#) gezeigten), eine geneigte oder gekrümmte untere Oberfläche aufweisen. Die Elektroden können weitere Formgebungen aufweisen, die eine Relativbewegung zwischen den Elektroden und dem Substrat **110** berücksichtigen.

[0055] [Fig. 8A](#) zeigt eine teilweise schematische Darstellung eines Elektrodenträgers **473** zum Tragen einer Mehrzahl von Elektroden. Der Elektrodenträger **473** kann eine Mehrzahl von Elektrodenöffnungen **474** aufweisen, wobei in jeder von diesen entweder eine erste Elektrode **420a** oder eine zweite Elektrode **420b** untergebracht ist. Die ersten Elektroden **420a** sind durch die Öffnungen **474** mit einer ersten Leitung **428a** gekoppelt, und die zweiten Elektroden **420b** sind mit einer zweiten Leitung **428b** gekoppelt. Beide der Leitungen **428a** und **428b** sind mit einer Stromversorgung **421** gekoppelt. Somit bildet jedes Paar **470** aus einer ersten und einer zweiten Elektrode **420a** und **420b** einen Teil eines Kreislaufs, der durch das Substrat **110** und den/die vorstehend unter Bezugnahme auf die [Fig. 3](#) bis [Fig. 5](#) beschriebenen Elektrolyt(en) vervollständigt wird.

[0056] Die erste Leitung **428a** kann von der zweiten

Leitung **428b** abgesetzt sein, um die Wahrscheinlichkeit von Kurzschlüssen und/oder einer kapazitiven Kopplung zwischen den Leitungen zu vermindern. Ferner kann der Elektrodenträger **473** eine allgemein ähnliche Konfiguration wie die vorstehend unter Bezugnahme auf die [Fig. 1](#) bis [Fig. 7](#) beschriebenen Konfigurationen aufweisen. Beispielsweise kann jede der einzelnen Elektroden (zum Beispiel **320a**, **320c**, **320e** oder **320g**), die vorstehend unter Bezugnahme auf [Fig. 6](#) beschrieben worden sind, durch einen Elektrodenträger **473** ersetzt werden, der die gleiche Formgebung insgesamt aufweist und eine Mehrzahl von Öffnungen **474** beinhaltet, von denen jede eine der ersten Elektroden **420a** oder der zweiten Elektroden **420b** aufnimmt. Der Elektrodenträger **473** kann zum mechanischen Entfernen von Material von dem mikroelektronischen Substrat konfiguriert sein, beispielsweise in allgemein ähnlicher Weise, wie dies im Folgenden unter Bezugnahme auf die [Fig. 9](#) bis [Fig. 11](#) und [Fig. 13](#) bis [Fig. 18](#) beschrieben wird.

[0057] Die in [Fig. 8A](#) dargestellten Elektrodenpaare **470** können in einer Weise angeordnet werden, die der Nähe zwischen den Elektroden **420a**, **420b** und dem mikroelektronischen Substrat **110** ([Fig. 7](#)) entspricht, und/oder die Elektrodenpaare **470** können in einer Weise angeordnet werden, die der Rate der relativen Bewegung zwischen den Elektroden **420a**, **420b** und dem mikroelektronischen Substrats **110** entspricht. Beispielsweise können die Elektrodenpaare **470** an der Peripherie **112** des Substrats **110** oder in anderen Bereichen, in denen die relative Geschwindigkeit zwischen den Elektrodenpaaren **470** und dem Substrat **110** relativ hoch ist (siehe [Fig. 7](#)), stärker konzentriert werden. Die gesteigerte Konzentration von Elektrodenpaaren **470** kann somit für einen höheren elektrolytischen Strom sorgen, um dadurch die hohe relative Geschwindigkeit zu kompensieren. Darüber hinaus können die erste Elektrode **420a** und die zweite Elektrode **420b** jedes Elektrodenpaares **470** relativ nahe beieinander in Bereichen (wie zum Beispiel der Peripherie **112** des Substrats **110**) angeordnet werden, in denen die Elektroden nahe bei der leitfähigen Schicht **111** (siehe [Fig. 7](#)) angeordnet sind, da die unmittelbare Nähe zu der leitfähigen Schicht **111** die Wahrscheinlichkeit einer direkten elektrischen Kopplung zwischen der ersten Elektrode **420a** und der zweiten Elektrode **420b** vermindert. Die Amplitude, Frequenz und/oder Wellenform, wie diese verschiedenen Elektrodenpaaren **470** zugeführt werden, können in Abhängigkeit von solchen Faktoren wie der Beabstandung zwischen dem Elektrodenpaar **470** und dem mikroelektronischen Substrat **111** sowie der relativen Geschwindigkeit zwischen dem Elektrodenpaar **470** und dem mikroelektronischen Substrat **110** variieren.

[0058] Die [Fig. 8B](#) und [Fig. 8C](#) veranschaulichen Elektroden **820** (die als erste Elektroden **820a** und zweite Elektroden **820b** dargestellt sind), die in einer

konzentrischen Anordnung vorgesehen sind. Wie in [Fig. 85](#) gezeigt ist, kann die erste Elektrode **820a** konzentrisch um die zweite Elektrode **820b** herum angeordnet werden, und zwischen der ersten Elektrode **820a** und der zweiten Elektrode **820b** kann ein dielektrisches Material **829** angeordnet werden. Die erste Elektrode **820a** kann einen vollständigen Kreisbogen von 360° um die zweite Elektrode **820b** bilden, wie dies in [Fig. 8B](#) gezeigt ist, oder alternativ hierzu kann die erste Elektrode **820a** einen Kreisbogen von weniger als 360° bilden.

[0059] Wie in [Fig. 8C](#) gezeigt ist, kann die erste Elektrode **820A** konzentrisch zwischen zwei zweiten Elektroden **820b** angeordnet sein, wobei das dielektrische Material **829** zwischen benachbarten Elektroden **820** angeordnet ist. Strom kann jeder der zweiten Elektroden **820b** ohne Phasenverschiebung zugeführt werden. Alternativ hierzu kann der der einen zweiten Elektrode **820b** zugeführte Strom relativ zu dem der anderen zweiten Elektrode **820** zugeführten Strom phasenverschoben sein. Der Strom, der jeder zweiten Elektrode **820b** zugeführt wird, kann auch in anderen Eigenschaften als der Phase, beispielsweise der Amplitude, verschieden sein.

[0060] Ein Merkmal der vorstehend unter Bezugnahme auf die [Fig. 8B](#) und [Fig. 8C](#) beschriebenen Elektroden **820** besteht darin, dass die erste Elektrode **820a** die zweite(n) Elektrode(n) **820b** vor Interferenz von anderen Stromquellen abschirmen kann. Beispielsweise kann die erste Elektrode **820a** mit Masse verbunden sein, um die zweiten Elektroden **820b** abzuschirmen. Ein Vorteil dieser Anordnung besteht darin, dass der dem Substrat **110** ([Fig. 7](#)) über die Elektroden **820** zugeführte Strom exakter gesteuert werden kann.

[0061] [Fig. 9](#) veranschaulicht in schematischer Weise eine Einrichtung **560** sowohl zum Einebnen bzw. Planarisieren als auch zum elektrolytischen Bearbeiten des mikroelektronischen Substrats **110**. Die Einrichtung **560** weist einen Haltetisch **580** mit einer oberen Platte **581** an einer Arbeitsstation auf, an der ein Arbeitsbereich "W" eines Einebnungs-Pads **582** positioniert ist. Die obere Platte **581** ist im Allgemeinen in Form einer starren Platte ausgebildet, um eine ebene massive Oberfläche zu schaffen, an der ein bestimmter Bereich des Einebnungs-Pads **582** während der Einebnung befestigt werden kann.

[0062] Die Einrichtung **560** kann ferner eine Mehrzahl von Rollen zum Führen, Positionieren und Halten des Einebnungs-Pads **582** über der oberen Platte **581** aufweisen. Die Rollen können eine Zuführrolle **583**, eine erste und eine zweite Leerlaufrolle **584a** und **584b**, eine erste und eine zweite Führungsrolle **558a** und **558b** sowie eine Aufnahmerolle **586** aufweisen. Die Zuführrolle **583** trägt einen unbenutzten oder vor dem Betrieb vorhandenen Bereich des Ein-

ebnungs-Pads **582**, und die Aufnahmerolle **583** trägt einen benutzten oder nach dem Betrieb vorhandenen Bereich des Einebnungs-Pads **582**. Darüber hinaus können die erste Leerlaufrolle **584a** und die erste Führungsrolle **585a** für eine Erststreckung des Einebnungs-Pads **582** über der oberen Platte **581** sorgen, um den Einebnungs-Pad **582** während des Betriebs stationär zu halten. Ein Motor (nicht gezeigt) treibt zumindest eine von der Zuführrolle **583** und der Aufnahmerolle **586** an, um den Einebnungs-Pad **582** nach und nach über die obere Platte **581** voranzubewegen. Somit können saubere, vor dem Betrieb vorhandene Bereiche des Einebnungs-Pads **582** rasch für benutzte Bereiche substituiert werden, um eine konsistente Oberfläche für das für das Einebnen bzw. Planarisieren und/oder das Reinigen des Substrats **110** zu schaffen.

[0063] Die Einrichtung **560** kann auch eine Trägeranordnung **590** aufweisen, die das Substrat **110** während der Planarisierung steuert und schützt. Die Trägeranordnung **590** kann einen Substrathalter **592** beinhalten, um das Substrat **110** in den geeigneten Stadien des Planarisiervorgangs aufzunehmen, zu halten und freizugeben. Die Trägeranordnung **590** kann auch ein Tragegestell **594** aufweisen, das eine Antriebsanordnung **595** trägt, die eine Translationsbewegung entlang des Gestells **594** ausführen kann. Die Antriebsanordnung **595** kann einen Aktuator **596**, eine mit dem Aktuator **596** gekoppelte Antriebswelle **597** sowie einen von der Antriebswelle **597** wegragenden Arm **598** aufweisen. Der Arm **598** trägt den Substrathalter **592** über einen Anschlussschaft **599** in einer derartigen Weise, dass die Antriebsanordnung **595** den Substrathalter **592** um eine Achse E-E (wie dies durch den Pfeil "R₁" dargestellt ist), rotationsmäßig bewegt. Der Anschlussschaft **599** kann auch den Substrathalter **592** um seine zentrale Achse rotationsmäßig bewegen (wie durch den Pfeil "R₂" dargestellt ist).

[0064] Der Planarisierungs-Pad **582** und eine Planarisierungslösung **587** bilden ein Planarisiermedium, das mechanisch und/oder chemisch-mechanisch Material von der Oberfläche des Substrats **110** entfernt. Der bei der Einrichtung **560** verwendete Planarisierungs-Pad **582** kann ein Planarisierungs-Pad mit festgelegten Schleifpartikeln sein, bei dem die Schleifpartikel mit einem Suspensionsmedium fest verbunden sind. Somit kann es sich bei der Planarisierungslösung **587** um eine "saubere Lösung" ohne Schleifpartikel handeln, da die Schleifpartikel über eine Planarisierungsoberfläche **588** des Planarisierungs-Pads **582** in feststehender Weise verteilt sind. Bei anderen Anwendungen kann es sich bei dem Planarisierungs-Pad **582** um einen Pad ohne Schleifwirkung handeln, bei dem keine Schleifpartikel vorhanden sind, und bei der Planarisierungslösung **587** kann es sich um eine Aufschlammung mit Schleifpartikeln und Chemikalien zum Entfernen von Material

von dem Substrat **110** handeln.

[0065] Zum Planarisieren des Substrats **110** unter Verwendung der Einrichtung **560** drückt die Trägeranordnung **590** das Substrat **110** gegen die Planarisierungsoberfläche **588** des Planarisierungs-Pads **582** in der Gegenwart der Planarisierungslösung **587**. Die Antriebsanordnung **595** lässt dann den Substrathalter **592** um die Achse E-E umlaufen und veranlasst wahlweise eine Rotationsbewegung des Substrathalters **592** um die Achse F-F, um für eine Translationsbewegung des Substrats **110** über die Planarisierungsoberfläche **588** zu sorgen. Als Ergebnis hiervon entfernen die Schleifpartikel und/oder die Chemikalien in dem Planarisierungsmedium Material von der Oberfläche des Substrats **110** in einem chemischen und/oder chemisch-mechanischen Planarisierungsvorgang (CMP-Vorgang). Somit kann der Planarisierungs-Pad **582** das Substrat **110** glätten, indem er von der leitfähigen Schicht **111** des Substrats **110** hervorstehende raue Merkmale entfernt.

[0066] Die Einrichtung **560** kann einen Elektrolytzuführbehälter **530** aufweisen, der einen Elektrolyten über eine Leitung **537** der Planarisierungsoberfläche des Planarisierungs-Pads **582** zuführt, wie dies unter Bezugnahme auf [Fig. 10](#) noch ausführlicher beschrieben wird. Die Einrichtung **560** kann ferner eine Stromversorgung **521** beinhalten, die mit dem Tragetisch **580** und/oder der oberen Platte **581** gekoppelt ist, um Elektroden, die in dem Tragetisch **580** und/oder der oberen Platte **581** angeordnet sind, elektrischen Strom zuzuführen. Somit kann die Einrichtung **560** in ähnlicher Weise, wie dies vorstehend unter Bezugnahme auf die [Fig. 1](#) bis [Fig. 8C](#) beschrieben worden ist, Material elektrolytisch von der leitfähigen Schicht **111** entfernen.

[0067] Unter Bezugnahme auf [Fig. 9](#) kann Material nach und nach von der leitfähigen Schicht **111** des Substrats **110** entfernt werden, und zwar zuerst durch einen elektrolytischen Vorgang und anschließend durch einen CMP-Vorgang. Beispielsweise kann der elektrolytische Vorgang Material von der leitfähigen Schicht **111** in einer Weise entfernen, durch die die leitfähige Schicht **111** angeraut wird. Nachdem eine ausgewählte Periode der elektrolytischen Bearbeitungszeit verstrichen ist, kann der elektrolytische Bearbeitungsvorgang angehalten werden, und zusätzliches Material kann über eine CMP-Bearbeitung entfernt werden. Alternativ hierzu können der elektrolytische Vorgang und der CMP-Vorgang auch gleichzeitig ausgeführt werden. Bei jeder dieser Bearbeitungsanordnungen besteht ein Merkmal einer Ausführungsform der vorstehend unter Bezugnahme auf [Fig. 9](#) beschriebenen Einrichtung **560** darin, dass die gleiche Einrichtung **560** das Substrat **110** über einen CMP-Vorgang planarisieren bzw. glätten kann sowie auch über einen elektrolytischen Vorgang Material von dem Substrat **110** entfernen kann. Ein Vorteil die-

ser Anordnung besteht darin, dass das Substrat **110** nicht von einer Einrichtung zu einer anderen Einrichtung verbracht werden muss, um sowohl eine CMP-Bearbeitung als auch eine elektrolytische Bearbeitung auszuführen.

[0068] Der elektrolytische Vorgang kann relativ große Materialmengen in einer Weise entfernen, die zum Anrauen des mikroelektronischen Substrats **110** führt, und der Planarisierungsvorgang kann Material in einem feineren Maßstab derart entfernen, dass das mikroelektronische Substrat **110** geglättet und/oder eingeebnet wird.

[0069] Fig. 10 zeigt eine teilweise auseinandergezogene und teilweise schematische isometrische Ansicht eines Bereichs der Einrichtung **560**, wie diese vorstehend unter Bezugnahme auf Fig. 9 beschrieben worden ist. Wie in Fig. 10 gezeigt ist, ist in der oberen Platte **581** eine Mehrzahl von Elektrodenpaaren **570** untergebracht, von denen jedes eine erste Elektrode **520a** und eine zweite Elektrode **520b** beinhaltet. Die ersten Elektroden **520a** sind mit einer ersten Leitung **528a** gekoppelt, und die zweiten Elektroden **520b** sind mit einer zweiten Leitung **528b** gekoppelt. Die erste und die zweite Leitung **528a** und **528b** sind mit einer Stromquelle **521** (Fig. 9) gekoppelt. Die erste Elektrode **520a** kann von den zweiten Elektroden **520b** durch eine Elektrodendielektrikumschicht **529a** getrennt sein, die Teflon® oder ein anderes geeignetes dielektrisches Material beinhaltet. Die Elektrodendielektrikumschicht **529** kann somit das Volumen und die Dielektrizitätskonstante des Bereichs zwischen der ersten und der zweiten Elektrode **520a** und **520b** steuern, um dadurch die elektrische Kopplung zwischen den Elektroden zu steuern.

[0070] Die Elektroden **520a** und **520b** können mit dem mikroelektronischen Substrat **110** (Fig. 9) durch den Planarisierungs-Pad **582** elektrisch gekoppelt werden. Bei einem Gesichtspunkt dieser Ausführungsform ist der Planarisierungs-Pad **582** mit einem Elektrolyten **531** gesättigt, der von den Zuführleitungen **537** durch Öffnungen **538** in der oberen Platte **581** unmittelbar unter dem Planarisierungs-Pad **582** zugeführt wird. Daher sind die Elektroden **520a** und **520b** mit dem Elektrolyten **531** kompatibel ausgewählt. Bei einer alternativen Anordnung kann der Elektrolyt **531** dem Planarisierungs-Pad **582** anstatt durch die obere Platte **581** von oben her zugeführt werden (beispielsweise durch Anordnen des Elektrolyten **531** in der Planarisierungsflüssigkeit **587**). Somit kann der Planarisierungs-Pad **582** eine Pad-Dielektrikumschicht **529b** aufweisen, die zwischen dem Planarisierungs-Pad **582** und den Elektroden **520a** und **520b** angeordnet ist. Wenn die Pad-Dielektrikumschicht **529b** in Position ist, sind die Elektroden **520a** und **520b** vor einem physischen Kontakt mit dem Elektrolyten **531** getrennt, sodass sie aus Materialien gewählt werden können, die nicht notwendi-

gerweise mit dem Elektrolyten **531** kompatibel sind.

[0071] Unter Bezugnahme auf Fig. 10 kann der Planarisierungs-Pad **582** mehrere Vorteile gegenüber von einigen herkömmlichen elektrolytischen Anordnungen schaffen. Zum Beispiel kann der Planarisierungs-Pad **582** die Elektroden **520a** und **520b** gleichmäßig von dem mikroelektronischen Substrat **110** trennen (Fig. 9), sodass sich die Gleichmäßigkeit steigern lässt, mit der der elektrolytische Vorgang Material von der leitfähigen Schicht **111** entfernt (Fig. 9). Der Planarisierungs-Pad **582** kann auch Schleifpartikel **589** zum Planarisieren des mikroelektronischen Substrats **110** in der vorstehend unter Bezugnahme auf Fig. 9 beschriebenen Weise aufweisen. Darüber hinaus kann der Planarisierungs-Pad **582** Kohlenstoff oder anderes Material filtern, das von den Elektroden **520a** und **520b** erodiert, um zu verhindern, dass das Elektrodenmaterial mit dem mikroelektronischen Substrat **110** in Kontakt gelangt. Darüber hinaus kann der Planarisierungs-Pad **582** als ein Schwamm zum Festhalten des Elektrolyten **531** in unmittelbarer Nähe zu dem mikroelektronischen Substrat **110** wirken.

[0072] Fig. 11 zeigt eine teilweise schematische, im Schnitt dargestellte Seitenaufrißansicht einer rotierenden Einrichtung **660** zum Planarisieren und/oder elektrolytischen Bearbeiten des mikroelektronischen Substrats **110**. Die Einrichtung **660** weist eine allgemein kreisförmige Auflage oder einen allgemein kreisförmigen Tisch **680**, eine Trägeranordnung **690**, einen auf dem Tisch **680** positionierten Planarisierungs-Pad **682** sowie eine Planarisierungsflüssigkeit **687** auf dem Planarisierungs-Pad **682** auf. Bei dem Planarisierungs-Pad **682** kann es sich um einen Planarisierungs-Pad mit feststehenden Schleifpartikeln handeln oder alternativ hierzu kann es sich bei der Planarisierungsflüssigkeit **687** um eine Aufschlämmung mit einer Suspension aus Schleifkörpern handeln, während es sich bei dem Planarisierungs-Pad **682** um einen Pad ohne Schleifpartikel handelt. Eine Antriebsanordnung **695** sorgt für eine Rotationsbewegung (Pfeil "G") und/oder eine hin- und hergehende Bewegung (Pfeil "H") der Platte **680**, um den Planarisierungs-Pad **682** während der Planarisierung zu bewegen.

[0073] Die Trägeranordnung **690** steuert und schützt das mikroelektronische Substrat **110** während der Planarisierung. Die Trägeranordnung **690** weist typischerweise einen Substrathalter **692** mit einem Pad **694** auf, der das mikroelektronische Substrat **110** über eine Saugwirkung hält. Eine Antriebsanordnung **696** der Trägeranordnung **690** sorgt typischerweise für eine Rotationsbewegung und/oder Translationsbewegung des Substralthalters **692** (Pfeile "I" bzw. "J"). Alternativ hierzu kann der Substrathalter **692** eine gewichtete, frei schwebende Scheibe (nicht gezeigt) aufweisen, die sich über dem Planari-

sierungs-Pad **682** bewegen lässt.

[0074] Zum Planarisieren des mikroelektronischen Substrats **110** mittels der Einrichtung **660** drückt die Trägeranordnung **690** das mikroelektronische Substrat **110** gegen eine Planarisierungsoberfläche **688** des Planarisierungs-Pads **682**. Die Platte **680** und/oder der Substrathalter **692** bewegen sich dann relativ zueinander, um für eine Translationsbewegung des mikroelektronischen Substrats **110** über die Planarisierungsoberfläche **688** zu sorgen. Als Ergebnis hiervon entfernen die Schleifpartikel in dem Planarisierungs-Pad **682** und/oder die Chemikalien in der Planarisierungsflüssigkeit **687** Material von der Oberfläche des mikroelektronischen Substrats **110**.

[0075] Die Einrichtung **660** kann auch eine mit Leitungen **628a** und **628b** zu einem oder mehreren Elektrodenpaaren **670** (von denen eines in [Fig. 11](#) gezeigt ist) gekoppelte Stromquelle **621** aufweisen. Die Elektrodenpaare **670** können im Allgemeinen in der gleichen Weise, in der die Elektroden **520a** und **520b** ([Fig. 10](#)) in die obere Platte **581** ([Fig. 10](#)) integriert sind, in die Platte **680** integriert sein. Alternativ hierzu können die Elektrodenpaare **670** in den Planarisierungs-Pad **682** integriert sein. Die Elektrodenpaare **670** können Elektroden mit allgemein ähnlichen Formgebungen und Konfigurationen wie bei den vorstehend unter Bezugnahme auf die [Fig. 3](#) bis [Fig. 10](#) beschriebenen aufweisen, um leitfähiges Material von dem mikroelektronischen Substrat **110** elektrolytisch zu entfernen. Der elektrolytische Vorgang kann vor, während oder nach dem CMP-Vorgang ausgeführt werden, wie dies vorstehend unter Bezugnahme auf [Fig. 9](#) beschrieben worden ist.

[0076] [Fig. 12A](#) zeigt eine schematische Schaltungsdarstellung von einigen der Komponenten die vorstehend unter Bezugnahme auf [Fig. 10](#) beschrieben worden sind. Die Schaltungsanalogie gilt auch für jede der vorstehend unter Bezugnahme auf die [Fig. 3](#) bis [Fig. 11](#) beschriebenen Anordnungen. Wie in [Fig. 12A](#) schematisch dargestellt ist, ist die Stromquelle **521** mit der ersten Elektrode **520a** und der zweiten Elektrode **520b** über Leitungen **528a** bzw. **528b** gekoppelt. Die Elektroden **520a** und **520b** sind mit dem mikroelektronischen Substrat **110** mit dem Elektrolyten **531** in einer Anordnung gekoppelt, die schematisch durch zwei Sätze von parallelen Kondensatoren und Widerständen dargestellt werden kann. Ein dritter Kondensator und ein dritter Widerstand stellen schematisch dar, dass das mikroelektronische Substrat **110** relativ zur Masse oder einem anderen Potenzial "schwebend" ist.

[0077] Wie in [Fig. 12A](#) gezeigt ist, kann die Stromquelle **521** mit einem Amplitudenmodulator **522** gekoppelt sein, der das von der Stromquelle **521** erzeugte Signal moduliert, wie dies in [Fig. 126](#) gezeigt ist. Somit kann die Stromquelle **521** eine Hochfre-

quenzwelle **804** erzeugen, und der Amplitudenmodulator **522** kann der Hochfrequenzwelle **804** eine Niederfrequenzwelle **802** überlagern. Beispielsweise kann die Hochfrequenzwelle **804** eine Serie von positiven oder negativen Spannungsspitzen enthalten, die in einer Rechteckwellen-Umhüllenden enthalten sind, die durch die Niederfrequenzwelle **802** gebildet ist. Jede Spitze der Hochfrequenzwelle **804** kann eine relativ steile Anstiegszeitflanke aufweisen, um Ladung durch das Dielektrikum zu dem Elektrolyten zu übertragen, sowie eine allmählichere Abfallszeitflanke aufweisen. Die Abfallszeitflanke kann eine gerade Linie bilden, wie dies durch die Hochfrequenzwelle **804** dargestellt ist, oder kann eine gekrümmte Linie bilden, wie dies durch die Niederfrequenzwelle **804a** dargestellt ist. Alternativ hierzu können die Hochfrequenzwelle **804** und die Niederfrequenzwelle **802** andere Formgebungen aufweisen, die zum Beispiel von den speziellen Eigenschaften des dielektrischen Materials und des Elektrolyten in der Nähe der Elektroden **420**, den Eigenschaften des Substrats **110** und/oder der Sollrate abhängen, mit der Material von dem Substrat **110** entfernt werden soll.

[0078] Ein Vorteil dieser Anordnung besteht darin, dass das Hochfrequenzsignal die erforderliche elektrische Energie von den Elektroden **520a** und **520b** zu dem mikroelektronischen Substrat **110** übertragen kann, während das Niederfrequenz-Überlagerungssignal in wirksamerer Weise die elektrochemische Reaktion zwischen dem Elektrolyten **531** und der leitfähigen Schicht **111** des mikroelektronischen Substrats **110** unterstützen kann. Unter Bezugnahme auf die [Fig. 3](#) bis [Fig. 11](#) sowie die [Fig. 13](#) bis [Fig. 18](#) kann die Einrichtung einen Amplitudenmodulator zusätzlich zu einer Stromquelle beinhalten.

[0079] [Fig. 13](#) zeigt eine teilweise schematische und teilweise weggebrochene isometrische Ansicht eines Bereichs einer Einrichtung **1360**, die zum elektromechanischen und/oder elektrochemisch-mechanischen Entfernen von Material von dem mikroelektronischen Substrat **110** ausgebildet ist. Die Einrichtung **1360** beinhaltet ein Poliermedium **1382** und eine Mehrzahl von Elektrodenpaaren **1370**. Jedes Elektrodenpaar **1370** kann eine erste Elektrode **1320a** und eine zweite Elektrode **1320b** beinhalten, die sich entlang von parallelen Achsen **1390** erstrecken. Die Elektroden **1320a** und **1320b** können jeweils eine Weite $W1$ quer zu den Achsen **1390** aufweisen und können durch Polier-Padbereiche **1383** voneinander getrennt sein. Jeder Polier-Padbereich **1383** kann eine Weite $W2$ quer zu den Achsen **1390** aufweisen und kann eine längliche Polieroberfläche **1386** aufweisen. Die Polieroberflächen **1386** der Padbereiche **1383** ragen über die Elektroden **1320a**, **1320b** hinaus. Somit können die Elektroden **1320a**, **1320b** über eine Rücksetzdistanz RD von den Polieroberflächen **1386** zurückgesetzt sein, während die Polieroberflä-

chen **1386** mit dem mikroelektronischen Substrat **110** in Kontakt treten, um dieses mechanisch, elektromechanisch und/oder elektrochemisch-mechanisch zu polieren und/oder zu planarisieren oder anderweitig Material von dem mikroelektronischen Substrat **110** zu entfernen. Bei einer Ausführungsform kann die Rücksetzdistanz RD einen Wert von ca. 0,1 mm bis ca. 10 mm aufweisen. Bei weiteren Ausführungsformen kann die Rücksetzdistanz RD andere Werte aufweisen, wobei diese zum Beispiel von den speziellen Geometrien der Elektroden **1320a**, **1320b** und der Padbereiche **1383** abhängig sind.

[0080] Die Padbereiche **1383** können Flussschläuche **1384** beinhalten, von denen jeder eine Öffnung **1385** in der Nähe der entsprechenden Polieroberfläche **1386** aufweist. Die Flussschläuche **1384** sind mit einer Zuführleitung **1337** gekoppelt, die wiederum mit einem Elektrolytfluidreservoir (in [Fig. 13](#) nicht dargestellt) gekoppelt sein kann. Bei einer Ausführungsform kann es sich bei den Flussschläuchen **1384** um einzelne lineare Durchgänge zwischen der Leitung **1337** und der Polieroberfläche **1386** handeln, wie dies in [Fig. 13](#) gezeigt ist. Die Padbereiche **1383** können im Allgemeinen porös sein, und die Flussschläuche **1384** können ein Netzwerk von miteinander verbundenen, verwundenen Wegen beinhalten. Bei jeder dieser Ausführungsformen können die Flusspassagen **1384** einen Elektrolyten **1331** (wie zum Beispiel ein Elektrolytfluid) wenigstens in der Nähe einer Grenzfläche zwischen dem mikroelektronischen Substrat **110** und den Polieroberflächen **1386** bereitstellen.

[0081] Die Padbereiche **1383** können Polyurethan-Materialien oder andere geeignete Materialien beinhalten, wie diese zum Beispiel in Polier-Pads enthalten sind, die von Rodel, Inc., Phoenix, Arizona erhältlich sind. Die Weite W1 der Padbereiche **1383** kann geringer sein als die Breite W2 der Zwischenraumelektroden **1320a**, **1320b**, um für eine ausreichende elektrische Kommunikation zwischen den Elektroden **1320a**, **1320b** und dem mikroelektronischen Substrat **110** zu sorgen. Die Elektroden **1320a**, **1320b** und die Polier-Padbereiche **1383** können in Abhängigkeit von den speziellen Geometrien dieser Komponenten auch andere relative Abmessungen aufweisen.

[0082] Ein Merkmal der in [Fig. 13](#) dargestellten Einrichtung **1360** besteht darin, dass die Elektroden **1320a**, **1320b** von den Polieroberflächen **1386** zurückgesetzt sind. Somit können die Elektroden **1320a**, **1320b** über den Elektrolyten **1331** mit dem mikroelektronischen Substrat **110** in Kontakt stehen, ohne dass sie in direkten körperlichen Kontakt mit dem mikroelektronischen Substrat **110** gelangen. Die dem mikroelektronischen Substrat **110** zugewandten Oberflächen der Elektroden **1320a**, **1320b** liegen frei, um einen direkten elektrischen Kontakt mit dem Elek-

trolyten **1331** zu schaffen. Die Elektroden **1320a**, **1320b** können von einer Schutzschicht oder einer anderen Konstruktion umschlossen oder teilweise umschlossen sein, die die Elektroden **1320a**, **1320b** schützen kann, während sie dennoch eine elektrische Kommunikation zwischen den Elektroden **1320a**, **1320b** und dem mikroelektronischen Substrat **110** über den Elektrolyten **1331** zulässt.

[0083] Ein weiteres Merkmal der in [Fig. 13](#) dargestellten Einrichtung **1360** besteht darin, dass der Elektrolyt **1331** zumindest in der Nähe (und bei einigen Ausführungsformen auch direkt an) einer Grenzfläche zwischen den Polieroberflächen **1386** und dem mikroelektronischen Substrat **110** vorgesehen werden kann. Auf diese Weise kann der Elektrolyt **1331** die Grenzfläche zwischen dem mikroelektronischen Substrat **110** und den Polieroberflächen **1386** schmieren, den Materialabtrag von dem mikroelektronischen Substrat **110** chemisch unterstützen und/oder abgetragene Teilchen von der Grenzfläche weg befördern. Gleichzeitig kann der Elektrolyt **1331** die Vertiefungen zwischen benachbarten Padbereichen **1383** ausfüllen, um für eine elektrische Kommunikation zwischen den Elektroden **1320a**, **1320b** und dem mikroelektronischen Substrat **110** zu sorgen, um dadurch das elektrische Entfernen von Material von dem mikroelektronischen Substrat **110** zu erleichtern.

[0084] [Fig. 14](#) zeigt eine teilweise schematische und teilweise weggebrochene isometrische Ansicht eines Bereichs einer Einrichtung **1460**. Die Einrichtung **1460** beinhaltet Elektrodenpaare **1470** mit ersten Elektroden **1420a** und zweiten Elektroden **1420b**. Die Elektroden **1420a**, **1420b** beinhalten Flussschläuche **1484** mit Öffnungen **1485**, um den Elektrolyten **1331** in der Nähe der Oberfläche des mikroelektronischen Substrats **110** bereitzustellen. Somit sind die Flussschläuche **1484** mit einer Zuführleitung **1447** verbunden, die wiederum mit einer Elektrolytfluidquelle gekoppelt ist.

[0085] Jede Elektrode **1420a**, **1420b** ist von ihrem Nachbarn durch eine dielektrische Schicht **1429** abgestanden. Die dielektrische Schicht **1429** kann in einer Ebene bündig mit den Oberseiten der Elektroden **1420a**, **1420b** enden. Ein Poliermedium **1482** kann dann in Anlage an den Elektroden **1420a**, **1420b** und den nach oben weisenden Rändern der dielektrischen Schichten **1429** positioniert werden. Das Poliermedium **1482** kann einen Teil-Pad **1487** zum Abstützen der Padbereiche **1483** beinhalten. Jeder Padbereich **1483** kann eine Polieroberfläche **1486** aufweisen, die in allgemein ähnlicher Weise wie vorstehend beschrieben, mit dem mikroelektronischen Substrat **110** in Kontakt tritt. Der Teil-Pad **1487** kann Öffnungen aufweisen, die mit den Flussschläuchgangs-Öffnungen **1485** fluchten, um einen ungehinderten Fluss des Elektrolyten **1331** aus den Flussschläuchen **1484** zu ermöglichen. Der Teil-Pad

1487 kann eine poröse Zusammensetzung aufweisen, die zum Verteilen des Elektrolyten **1331** in den Zwischenräumen zwischen benachbarten Padbereichen **1483** beiträgt. Der Teil-Pad **1487** kann eliminiert werden, und die Padbereiche **1483** können in einer allgemein ähnlichen Anordnung wie der vorstehend unter Bezugnahme auf [Fig. 13](#) beschriebenen in integraler Weise mit den dielektrischen Schichten **1429** ausgebildet sein.

[**0086**] Eines der Merkmale der in [Fig. 14](#) dargestellten Einrichtung **1460** besteht darin, dass die Öffnungen **1485** der Flussdurchgänge **1484** von der Grenzfläche zwischen dem mikroelektronischen Substrat **110** und den Polieroberflächen **1486** zurückgesetzt sind. Somit kann der Elektrolyt **1331** trotz des Vorhandenseins des mikroelektronischen Substrats **110** frei aus den Flussdurchgängen **1484** herausfließen.

[**0087**] [Fig. 15](#) zeigt eine isometrische Ansicht eines Bereichs einer Einrichtung **1560** mit Elektroden **1520a**, **1520b** und einem Poliermedium **1582**. Das Poliermedium **1582** beinhaltet Polier-Padbereiche **1583**, die über die Elektroden **1520a**, **1520b** hinausragen. Jeder Polier-Padbereich **1583** beinhaltet eine Polieroberfläche **1586** und eine Mehrzahl von Flussdurchgängen **1584**. Jeder Flussdurchgang **1584** besitzt eine Öffnung **1585** in der Nähe der Polieroberfläche **1586**, um einen Elektrolyten **1331** in der Nähe einer Grenzfläche zwischen dem mikroelektronischen Substrat **110** und der Polieroberfläche **1586** bereitzustellen. Die Padbereiche **1583** können Vertiefungen **1587** aufweisen, die jede Öffnung **1585** umschließen. Somit kann der Elektrolyt **1331** aus den Flussdurchgängen **1584** nach außen weiter fließen, während des mikroelektronische Substrat **110** direkt darüber angeordnet ist.

[**0088**] [Fig. 16](#) zeigt eine isometrische Ansicht eines Bereichs einer Einrichtung **1660** mit einem Poliermedium **1682** in einer Konfiguration gemäß der Erfindung. Das Poliermedium **1682** kann einen Polier-Pad **1683** und einen Teil-Pad **1687** aufweisen, die in Anlage an ersten Elektroden **1620a** und zweiten Elektroden **1620b** positioniert sind. Die Elektroden **1620a**, **1620b** sind durch eine dielektrische Schicht **1629** getrennt. Die dielektrische Schicht **1629** beinhaltet Flussdurchgänge **1684** mit Öffnungen **1685** zum Zuführen des Elektrolyten **1331** in der Nähe einer Grenzfläche zwischen dem Poliermedium **1682** und dem mikroelektronischen Substrat **110** ([Fig. 15](#)).

[**0089**] Das Poliermedium **1682** beinhaltet eine Polieroberfläche **1686** mit einer Mehrzahl von Vertiefungen **1689**. Die Vertiefungen **1689** können sich vollständig durch den Polier-Pad **1683** und den Teil-Pad **1687** hindurch erstrecken, um sowohl die Öffnungen **1685** als auch die nach oben weisenden Oberflächen der Elektroden **1620a**, **1620b** freizulegen. Somit können die Vertiefungen **1689** für einen ungehinderten

Fluss von Elektrolyt **1331** aus den Öffnungen **1685** sorgen, und sie können für eine elektrische Verbindung (über den Elektrolyten **1331**) zwischen den Elektroden **1620a**, **1620b** und dem mikroelektronischen Substrat **110** sorgen. Das Poliermedium **1682** kann ferner quer verlaufende Kanäle **1688** beinhalten, die einander benachbarte Vertiefungen **1689** miteinander verbinden und eine Passage des Elektrolyten von einer Vertiefung **1689** zu der anderen Vertiefung zulassen, ohne dass dabei eine Beeinträchtigung durch das mikroelektronische Substrat **110** stattfindet.

[**0090**] Bei einem Ausführungsbeispiel gemäß [Fig. 16](#) können die Vertiefungen **1689** eine in der Draufsicht allgemein ovale Formgebung aufweisen. Die Vertiefungen **1689** können auch andere Formgebungen (wie zum Beispiel kreisförmige Formgebungen) aufweisen, die eine Strömung des Elektrolyten **1331** aus den Öffnungen **1685** zulassen und die eine elektrische Verbindung zwischen den Elektroden **1620a**, **1620b** über den Elektrolyten **1331** mit dem mikroelektronischen Substrat **110** zulassen. Somit können sich die Vertiefungen **1689** vollständig durch den Polier-Pad **1683** und den Teil-Pad **1687** (wie vorstehend beschrieben) hindurch erstrecken, oder bei einer anderen Ausführungsform können sich die Vertiefungen **1689** durch den Polier-Pad **1683**, jedoch nicht durch den Teil-Pad **1687** hindurch erstrecken. Der Teil-Pad **1687** kann somit eine poröse Zusammensetzung aufweisen, die ein Diffundieren des Elektrolyten **1331** aus den Öffnungen **1685**, durch den Teil-Pad **1687** sowie in die Vertiefungen **1689** zulässt.

[**0091**] [Fig. 17](#) zeigt eine von oben gesehene isometrische Ansicht einer Einrichtung **1760**. Die Einrichtung **1760** beinhaltet Elektrodenpaare **1770**, die jeweils eine erste Elektrode **1720a** im Abstand von einer zweiten Elektrode **1720b** aufweisen. Die Einrichtung **1760** kann ferner ein Poliermedium **1782** beinhalten, das Padbereiche **1783** aufweist, die über die nach oben weisenden Oberflächen der Elektroden **1720a**, **1720b** hinausragen. Auf diese Weise können die Elektroden **1720a**, **1720b** und das Poliermedium **1782** in einer zu der vorstehend beschriebenen allgemein ähnlichen Weise Material von dem mikroelektronischen Substrat **110** entfernen.

[**0092**] Das mikroelektronische Substrat **110** kann einen Durchmesser D aufweisen, und die Einrichtung **1760** kann eine Länge L und eine Weite W aufweisen, die beide größer sind als der Durchmesser D des mikroelektronischen Substrats. Somit kann das mikroelektronische Substrat **110** über dem Poliermedium **1782** herumbewegt werden, während es stets in elektrischer Verbindung mit zumindest einer der Elektroden **1720a**, **1720b** steht. Bei der Bewegung des mikroelektronischen Substrats **110** sorgen verschiedene Paare von Elektroden **1720a**, **1720b** für

eine elektrische Kommunikation mit dem mikroelektronischen Substrat **110**.

[0093] Die Elektroden **1720a**, **1720b** und die Padbereiche **1783** sind parallel zu einer Achse **1790** länglich ausgebildet. Das mikroelektronische Substrat **110** kann sich in einer durch einen Pfeil A dargestellten Richtung relativ zu dem Poliermedium **1782** vor- und zurück bewegen. Ein Winkel Θ zwischen dem Pfeil A und der Achse **1790** kann 90° oder weniger betragen. Der Winkel Θ kann einen Wert von etwa 45° aufweisen. Somit kann sich das mikroelektronische Substrat **110** über eine Mehrzahl von elektrischen Feldern bewegen, die während der Bearbeitung durch eine entsprechende Mehrzahl von Elektrodenpaaren **1770** erzeugt werden. Ein Vorteil dieser Anordnung besteht darin, dass die Gleichmäßigkeit, mit der Material von dem mikroelektronischen Substrat **110** entfernt wird, relativ zu einer Anordnung, bei der sich das Zentrum des mikroelektronischen Substrats **110** nicht relativ zu dem Poliermedium **1782** bewegt, gesteigert werden kann.

[0094] [Fig. 18](#) zeigt eine von oben gesehene isometrische Ansicht einer Einrichtung **1860**. Die Einrichtung **1860** besitzt Elektrodenpaare **1870**, von denen jedes eine erste Elektrode **1820a** und eine zweite Elektrode **1820b** aufweist. Einander benachbarte Elektroden **1820a**, **1820b** sind durch eine dielektrische Schicht **1829** voneinander getrennt. Die Einrichtung **1860** kann ferner ein Poliermedium beinhalten, das jedem der vorstehend beschriebenen im Allgemeinen ähnlich ist, jedoch in [Fig. 18](#) aus Gründen der Klarheit nicht dargestellt ist.

[0095] Ferner können die Elektroden **1820a**, **1820b** fischgrätenförmig oder pfeilförmig ausgebildet sein sowie in Umfangsrichtung derart angeordnet sein, dass ein rechteckiges Feld gebildet ist. Beispielsweise kann jede Elektrode **1820a**, **1820b** einen Scheitel oder Winkelbereich **1821** sowie einen ersten und einen zweiten Bereich **1822**, **1823** aufweisen, die sich von dem Scheitel oder Winkelbereich **1821** weg erstrecken. Die ersten und die zweiten Bereiche **1822**, **1823** können einen eingeschlossenen Winkel mit einem Wert von 180° oder weniger bilden. Bei einer speziellen Ausführungsform kann α einen Wert von etwa 90° aufweisen, wobei α bei anderen Ausführungsformen andere Werte aufweisen kann. Wenn sich das mikroelektronische Substrat **110** ([Fig. 17](#)) relativ zu den Elektroden **1820a**, **1820b** bewegt, ist bei jeder dieser Ausführungsformen das mikroelektronische Substrat **110** einer Mehrzahl von elektrischen Feldern ausgesetzt, die durch die Mehrzahl von Elektrodenpaaren **1870** erzeugt werden. Wie vorstehend unter Bezugnahme auf [Fig. 17](#) erläutert worden ist, besteht ein Vorteil dieser Anordnung darin, dass die Gleichmäßigkeit verbessert werden kann, mit der Material von dem mikroelektronischen Substrat **110** entfernt wird.

[0096] Aus dem Vorstehenden ist zu erkennen, dass eine Mehrzahl von Einrichtungen vorstehend zum Zweck der Erläuterung beschrieben worden ist, wobei der Umfang der Erfindung durch die beigefügten Ansprüche definiert ist. Die Poliermedien (die in den [Fig. 13](#) bis [Fig. 18](#) nach obenweisend dargestellt sind, um mit einer nach untenweisenden Oberfläche des mikroelektronischen Substrats in Kontakt zu treten) können nach untenweisend angeordnet sein, um mit einer nach obenweisenden Oberfläche des mikroelektronischen Substrats in Kontakt zu treten.

Patentansprüche

1. Einrichtung (**1660**) zum Entfernen von Material von mikroelektronischen Substraten (**110**), umfassend:
 ein Halteelement (**140**), das zum freigebbaren Tragen eines mikroelektronischen Substrats (**110**) ausgebildet ist;
 eine erste Elektrode (**1620a**), die mit einem Abstand von dem mikroelektronischen Substrat (**110**) angeordnet ist, wenn das mikroelektronische Substrat (**110**) durch das Halteelement (**140**) getragen wird;
 eine zweite Elektrode (**1620b**), die von dem mikroelektronischen Substrat (**110**) beabstandet ist, wenn das mikroelektronische Substrat (**110**) durch das Halteelement (**140**) getragen wird, wobei die zweite Elektrode (**1620b**) von der ersten Elektrode (**1620a**) beabstandet ist, wobei wenigstens eine der Elektroden mit einer Quelle von variierenden elektrischen Signalen (**121**) koppelbar ist; und
 ein Poliermedium (**1682**), wobei wenigstens ein Teil desselben zwischen den Elektroden (**1620a/1620b**) und dem Halteelement (**140**) positioniert ist, wobei das Poliermedium (**1682**) eine Polieroberfläche (**1686**) aufweist, die angeordnet ist um das mikroelektronische Substrat (**110**) zu kontaktieren, wenn das mikroelektronische Substrat (**110**) durch das Halteelement (**140**) getragen wird, wobei wenigstens ein Teil der ersten und zweiten Elektrode (**1620a/1620b**) von der Polieroberfläche (**1686**) zurückgesetzt ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Poliermedium (**1682**) eine Mehrzahl von Flussdurchgängen (**1684**) aufweist, die mit einer Flüssigkeitsquelle (**530**) koppelbar sind, und wobei jeder Flussdurchgang (**1684**) eine Öffnung (**1685**) benachbart zu der Polieroberfläche (**1686**) aufweist, wobei weiterhin das Poliermedium (**1682**) eine Vertiefung (**1689**) benachbart zu jeder Öffnung (**1685**) beinhaltet, wobei die Vertiefung (**1689**) von der Polieroberfläche (**1686**) abgesetzt ist.

2. Einrichtung (**1660**) nach Anspruch 1, wobei das Poliermedium (**1682**) ein Polier-Pad-Material beinhaltet.

3. Einrichtung (**1660**) nach Anspruch 1, wobei die Öffnungen (**1685**) positioniert sind, um eine Flüssig-

keit (**587**) wenigstens benachbart zu der Polieroberfläche abzugeben.

4. Einrichtung (**1660**) nach Anspruch 1, wobei die erste und zweite Elektrode (**1620a/1620b**) in Richtung des Halteelements (**140**) gerichtet sind.

5. Einrichtung (**1660**) nach Anspruch 1, wobei die erste Elektrode (**1620a**), die zweite Elektrode (**1620b**) und ein Teil des Poliermediums (**1682**) zwischen der ersten und zweiten Elektrode (**1620a/1620b**) sich entlang paralleler Achsen erstrecken.

6. Einrichtung (**1660**) nach Anspruch 1, wobei die erste Elektrode (**1620a**), die zweite Elektrode (**1620b**) und ein Teil des Poliermediums (**1682**) zwischen der ersten und zweiten Elektrode (**1620a/1620b**) sich entlang im allgemeinen geraden, parallelen Achsen erstrecken.

7. Einrichtung (**1660**) nach Anspruch 1, wobei das Poliermedium (**1682**) ein Polyurethanmaterial beinhaltet.

8. Einrichtung (**1660**) nach Anspruch 1, wobei die erste und zweite Elektrode (**1620a/1620b**) von der Polieroberfläche (**1686**) mit einem Abstand von ungefähr 0,1 mm bis ungefähr 10 mm zurückgesetzt sind.

9. Einrichtung (**1660**) nach Anspruch 1, wobei das mikroelektronische Substrat (**110**) einen Durchmesser aufweist und die erste und zweite Elektrode (**1620a/1620b**) jeweils eine Länge größer als der Durchmesser aufweisen.

10. Einrichtung (**1660**) nach Anspruch 1, wobei die erste Elektrode (**1620a**) eine Länge und eine erste Weite aufweist, die geringer ist als die Länge und im allgemeinen quer zu der Länge angeordnet ist und wobei das Poliermedium (**1682**) eine zweite Weite aufweist, die geringer ist als die erste Weite.

11. Einrichtung (**1660**) nach Anspruch 1, wobei die erste Elektrode (**1620a**) eine Mehrzahl von Flussdurchgängen (**1684**) aufweist, die mit einer Flüssigkeitsquelle koppelbar sind, und wobei jeder Flussdurchgang eine Öffnung aufweist, die benachbart ist zu dem Poliermedium (**1682**), wobei die Öffnungen derart positioniert sind, um die Flüssigkeit benachbart zu der Polieroberfläche (**1686**) abzugeben.

12. Einrichtung (**1660**) nach Anspruch 1, wobei die Polieroberfläche (**1686**) beabstandet ist von der ersten und zweiten Elektrode (**1620a/1620b**), und wobei wenigstens einige der Vertiefungen (**1689**) zu einem Bereich geöffnet sind, der benachbart zu den Elektroden ist.

13. Einrichtung nach Anspruch 1, wobei wenigstens eine Vertiefung (**1689**) einen Durchmesser größer als einen Durchmesser von einer korrespondierenden Öffnung aufweist, über welcher die Vertiefung (**1689**) angeordnet ist.

14. Einrichtung (**1660**) nach Anspruch 1, wobei die Mehrzahl von Flussdurchgängen (**1684**) eine erste Mehrzahl von Flussdurchgängen (**1684**) ist und die Vertiefung (**1689**) eine erste Vertiefung (**1689**) ist, und wobei das Poliermedium (**1682**) eine zweite Vertiefung (**1689**) aufweist und einen Kanal (**1688**), der die erste und zweite Vertiefung (**1689**) koppelt, und eine zweite Mehrzahl von Flussdurchgängen (**1684**), die mit der Flüssigkeitsquelle (**230**) koppelbar sind und Öffnungen aufweisen, die in der zweiten Vertiefung (**1689**) angeordnet sind.

15. Verfahren zum Entfernen von Material von einem mikroelektronischen Substrat (**110**), umfassend: Kontaktieren des mikroelektronischen Substrats (**110**) mit einer Polieroberfläche (**1686**) eines Poliermediums (**1682**);

Positionieren des mikroelektronischen Substrats (**110**) in der Nähe zu und beabstandet von einer ersten Elektrode (**1620a**), wobei die erste Elektrode (**1620a**) von der Polieroberfläche (**1686**) zurückgesetzt ist;

Positionieren des mikroelektronischen Substrats (**110**) in der Nähe zu und beabstandet von einer zweiten Elektrode (**1620b**), wobei die zweite Elektrode (**1620b**) von der ersten leitenden Elektrode beabstandet ist und von der Polieroberfläche (**1686**) zurückgesetzt ist;

Bewegen des mikroelektronischen Substrats (**110**) relativ zu der ersten und zweiten Elektrode (**1620a/1620b**), während ein variables elektrisches Signal durch die erste und zweite Elektrode (**1620a/1620b**) und das mikroelektronische Substrat (**110**) geleitet wird;

Leiten einer elektrolytischen Flüssigkeit durch eine Mehrzahl von Flussdurchgängen in dem Poliermedium (**1682**) und aus den Flussdurchgängen zu einem Bereich des Poliermediums (**1682**), der von der Polieroberfläche (**1686**) zurückgesetzt ist.

16. Verfahren nach Anspruch 15, weiterhin umfassend Entfernen von Material von dem mikroelektronischen Substrat (**110**) an einer Berührstelle zwischen dem mikroelektronischen Substrat (**110**) und der Polieroberfläche (**1686**).

17. Verfahren nach Anspruch 15, wobei sich die erste und zweite Elektrode (**1620a/1620b**) entlang einer Achse erstrecken und wobei das Bewegen des mikroelektronischen Substrats (**110**) das Bewegen des mikroelektronischen Substrats (**110**) in einer Richtung quer zu der Achse beinhaltet.

18. Verfahren nach Anspruch 15, wobei wenigstens

tens eine der ersten und zweiten Elektrode (**1620a/1620b**) den Flusssdurchgang beinhaltet, der mit einer Polierflüssigkeitsquelle gekoppelt ist.

19. Verfahren nach Anspruch 15, weiterhin aufweisend das Leiten der elektrolytischen Flüssigkeit durch eine Öffnung in dem zurückgesetzten Bereich (**1689**) und in elektrische Kommunikation mit wenigstens einer der Elektroden (**1620a/1620b**).

20. Verfahren nach Anspruch 15, wobei das Leiten einer elektrolytischen Flüssigkeit durch wenigstens einen Flusssdurchgang weiterhin umfasst:

Leiten eines ersten Teils der elektrolytischen Flüssigkeit durch eine erste Mehrzahl von Öffnungen (**1685**) und in eine erste Vertiefung (**1689**) des Poliermediums (**1682**), die mit der ersten Mehrzahl von Flusssdurchgängen (**1684**) kommuniziert, wobei der erste Teil der elektrolytischen Flüssigkeit in Kommunikation mit dem mikroelektronischen Substrat (**110**) und der ersten und zweiten Elektrode (**1620a/1620b**) ist, während er sich in der ersten Vertiefung (**1689**) befindet;

Leiten eines zweiten Teils der elektrolytischen Flüssigkeit durch eine zweite Mehrzahl von Öffnungen (**1685**) und in eine zweite Vertiefung (**1689**) des Poliermediums (**1682**), die mit der zweiten Mehrzahl von Flusssdurchgängen (**1684**) kommuniziert, wobei der zweite Teil der elektrolytischen Flüssigkeit in Kommunikation mit dem mikroelektronischen Substrat (**110**) und der ersten und zweiten Elektrode (**1620a/1620b**) ist, während er sich in der zweiten Vertiefung (**1689**) befindet; und

Leiten von wenigstens etwas des ersten Teils der elektrolytischen Flüssigkeit in die zweite Vertiefung (**1689**) über einen Durchgang (**1688**), der die erste und zweite Vertiefung (**1689**) verbindet.

Es folgen 13 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

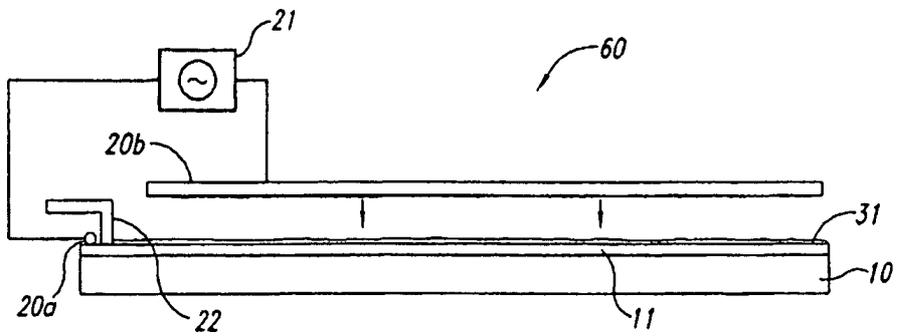


Fig. 1
(Stand der Technik)

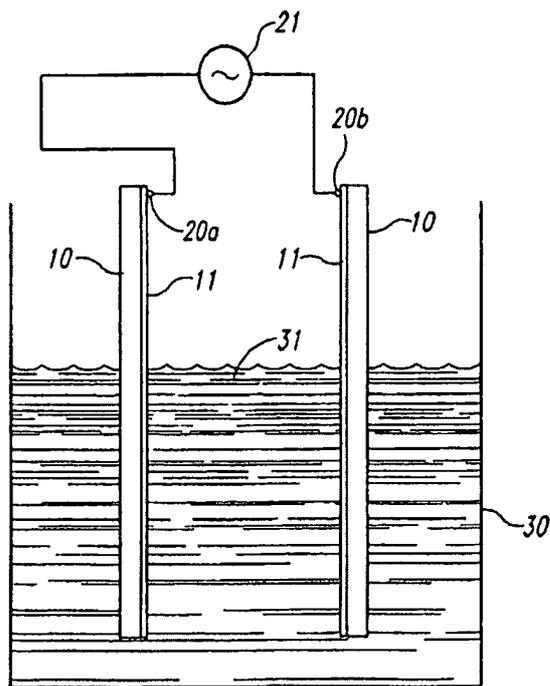


Fig. 2
(Stand der Technik)

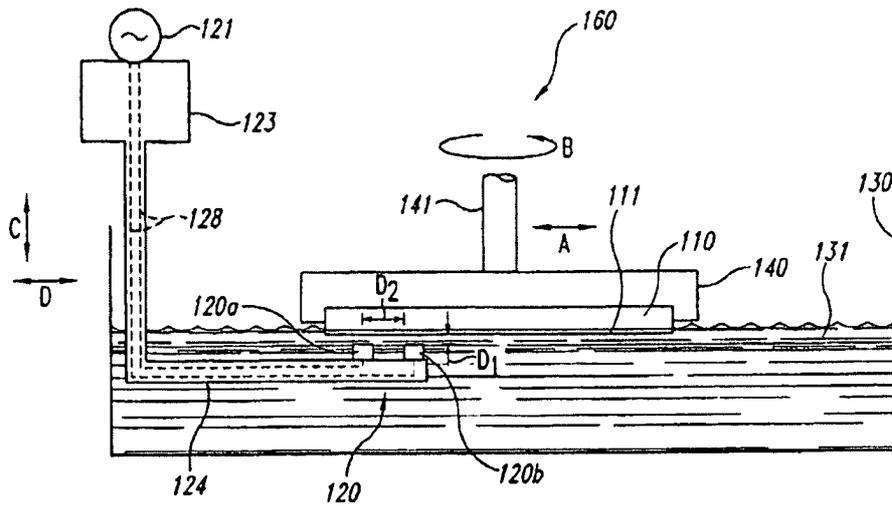


Fig. 3

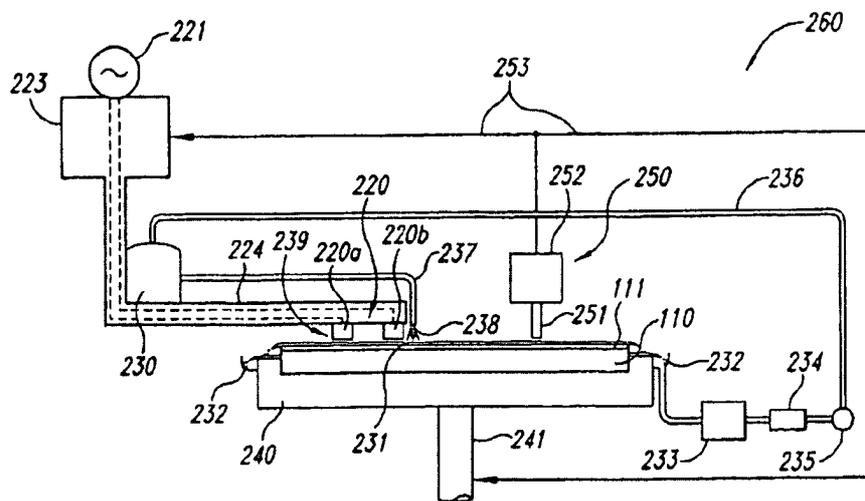


Fig. 4

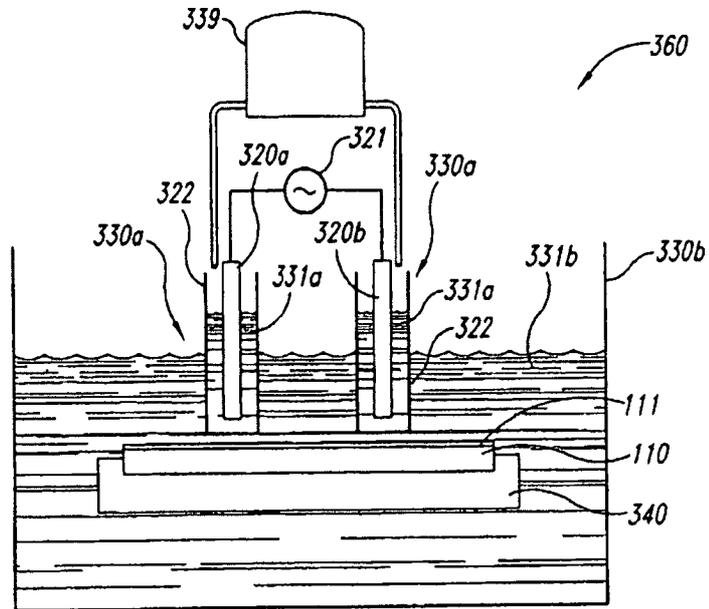


Fig. 5

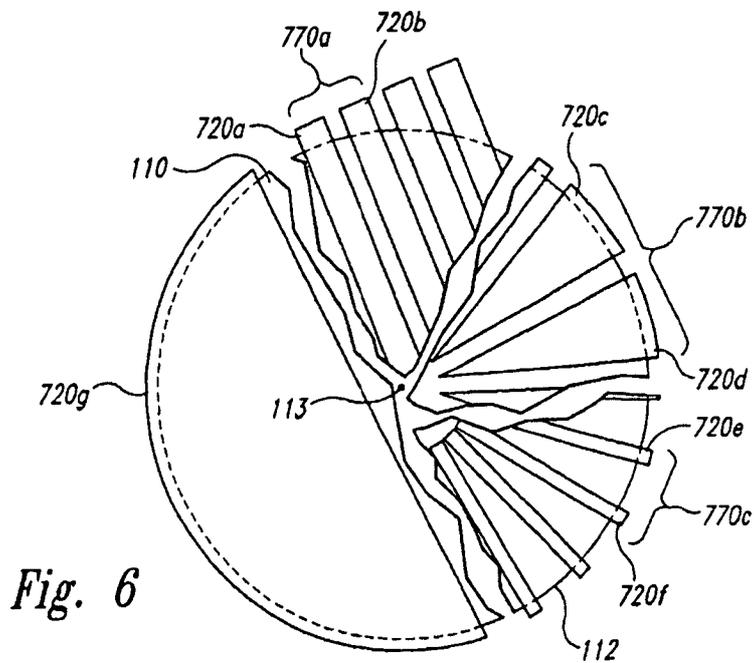


Fig. 6

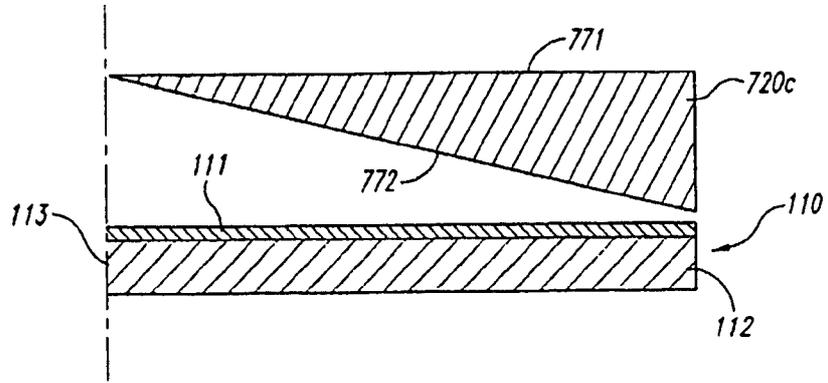


Fig. 7

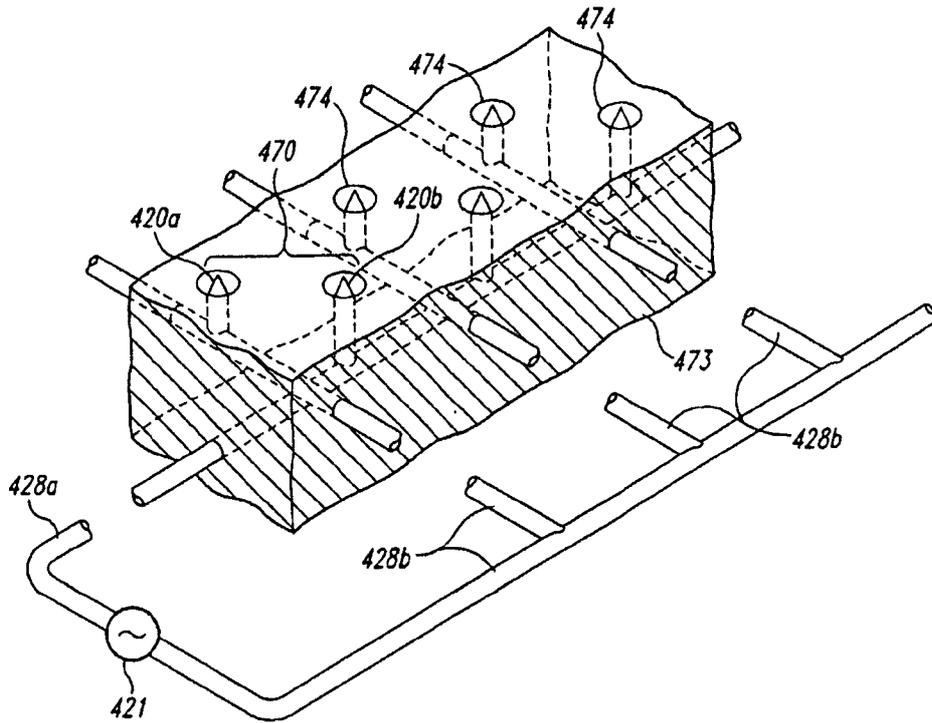


Fig. 8A

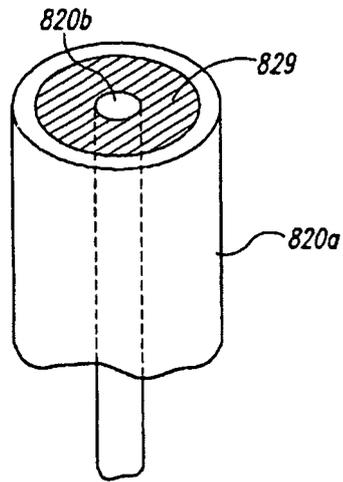


Fig. 8B

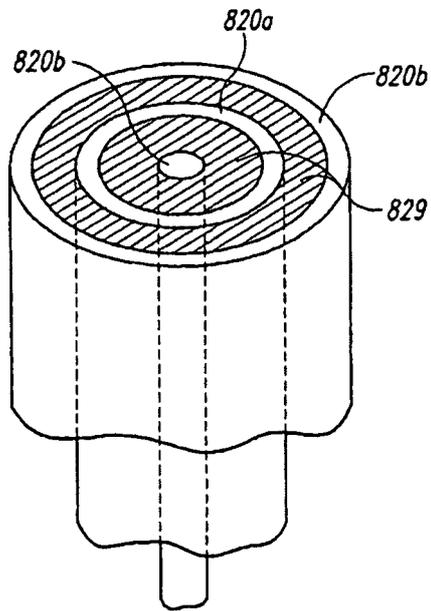


Fig. 8C

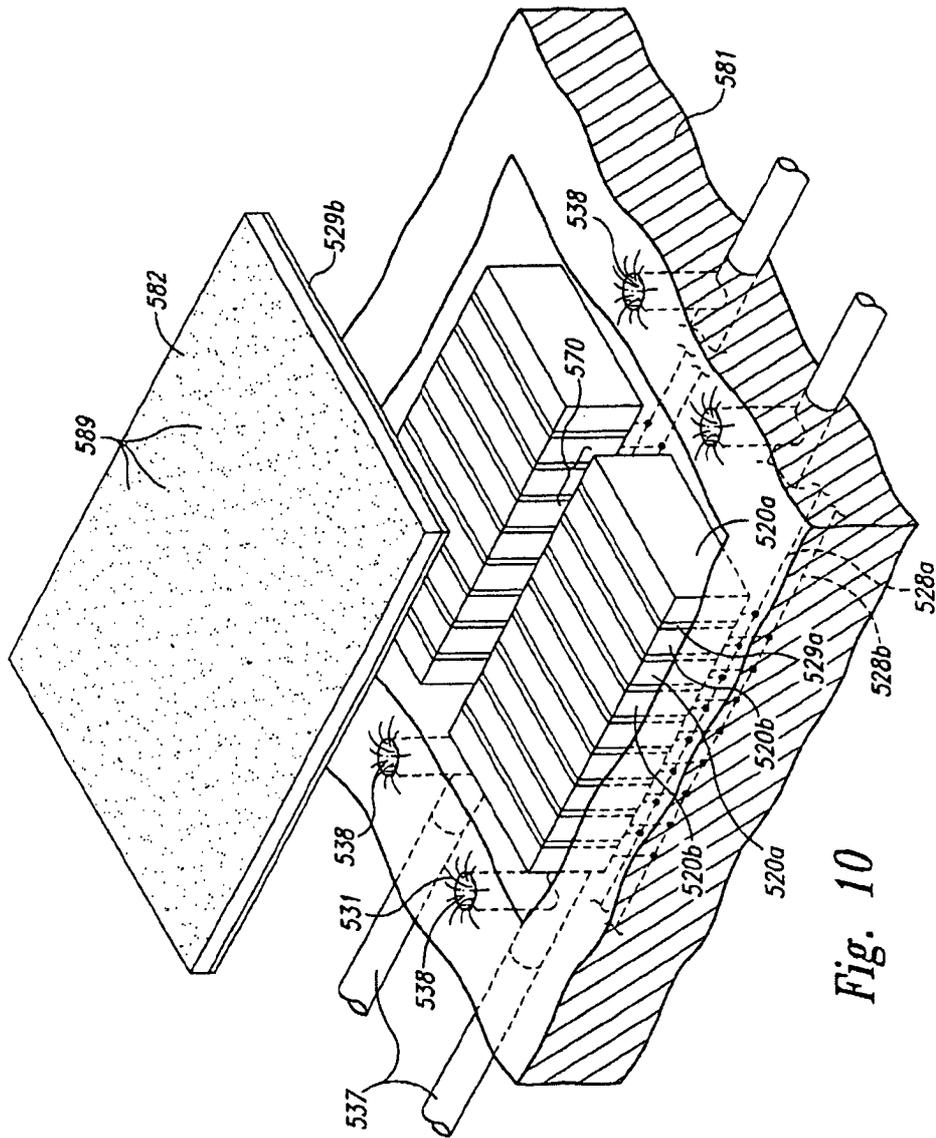


Fig. 10

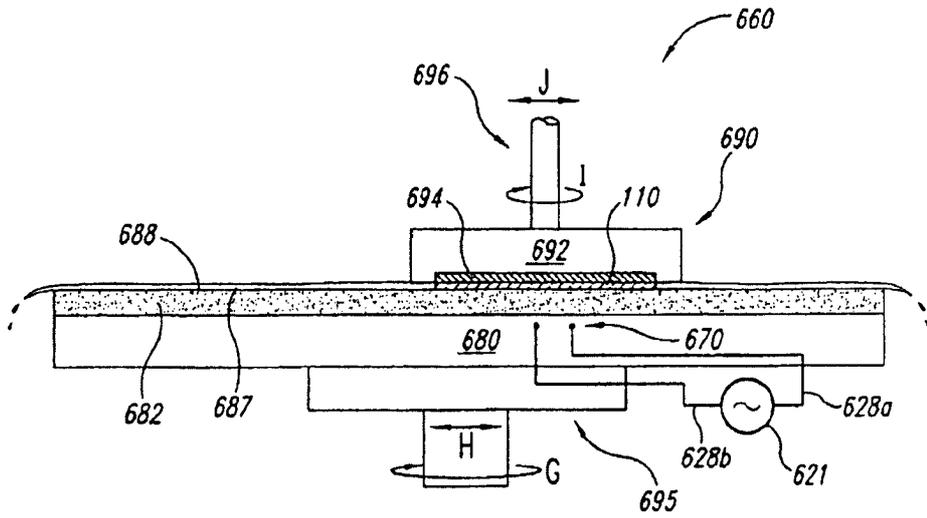


Fig. 11

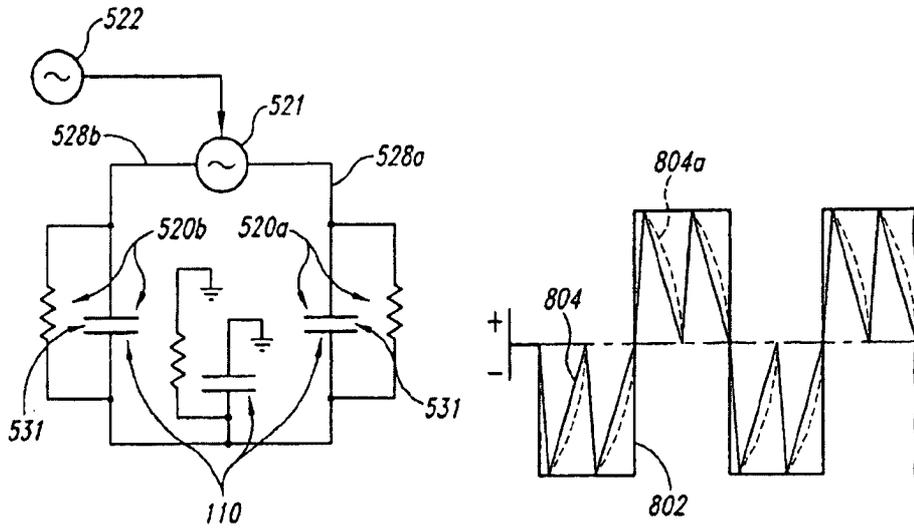


Fig. 12A

Fig. 12B

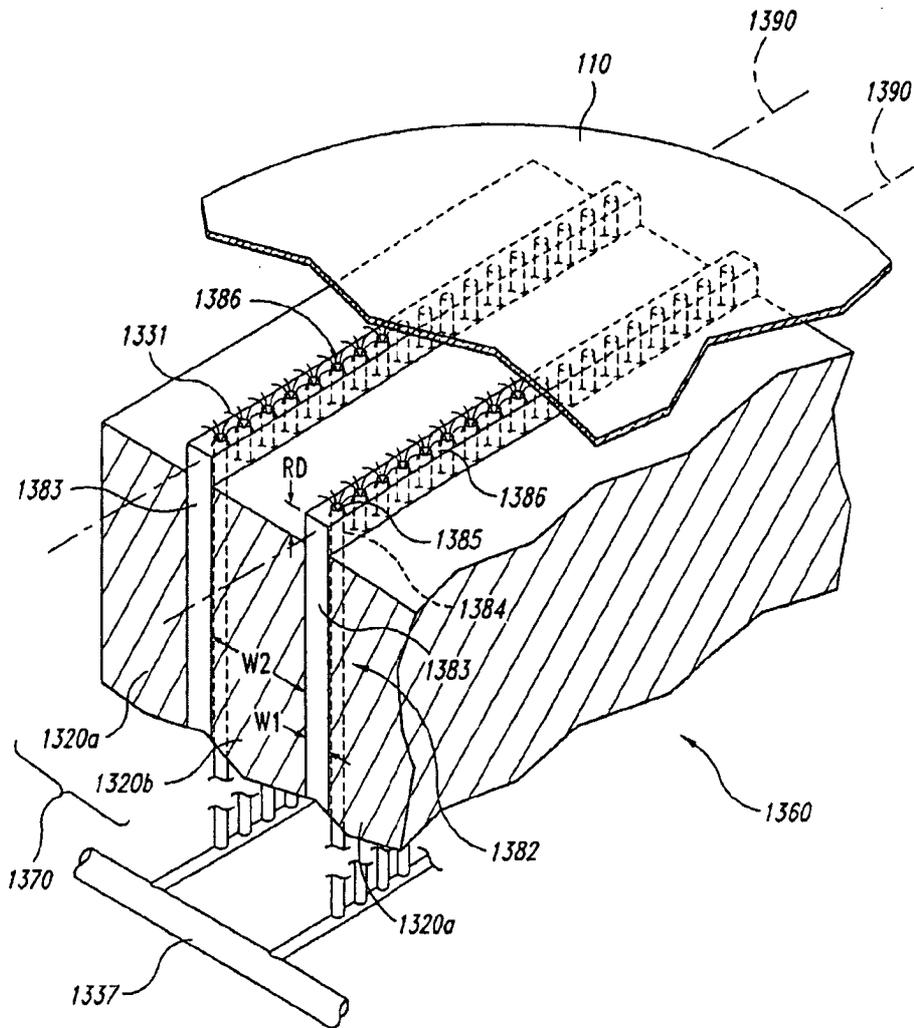


Fig. 13

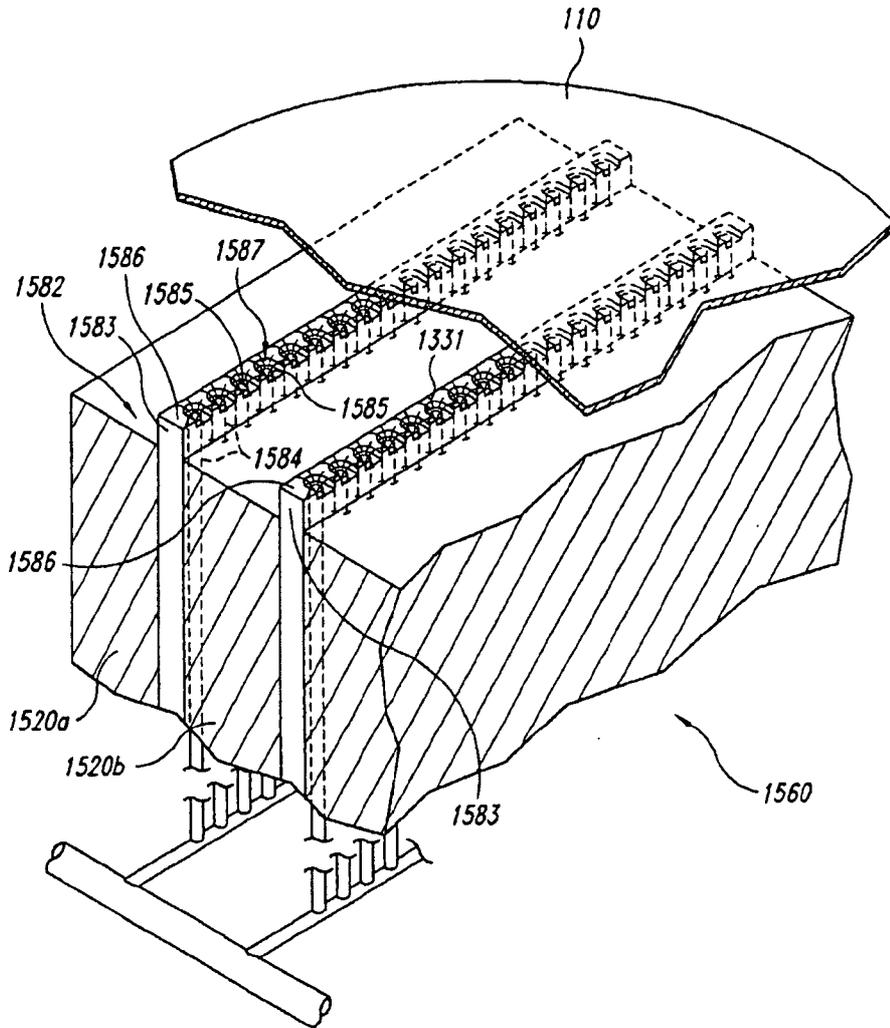


Fig. 15

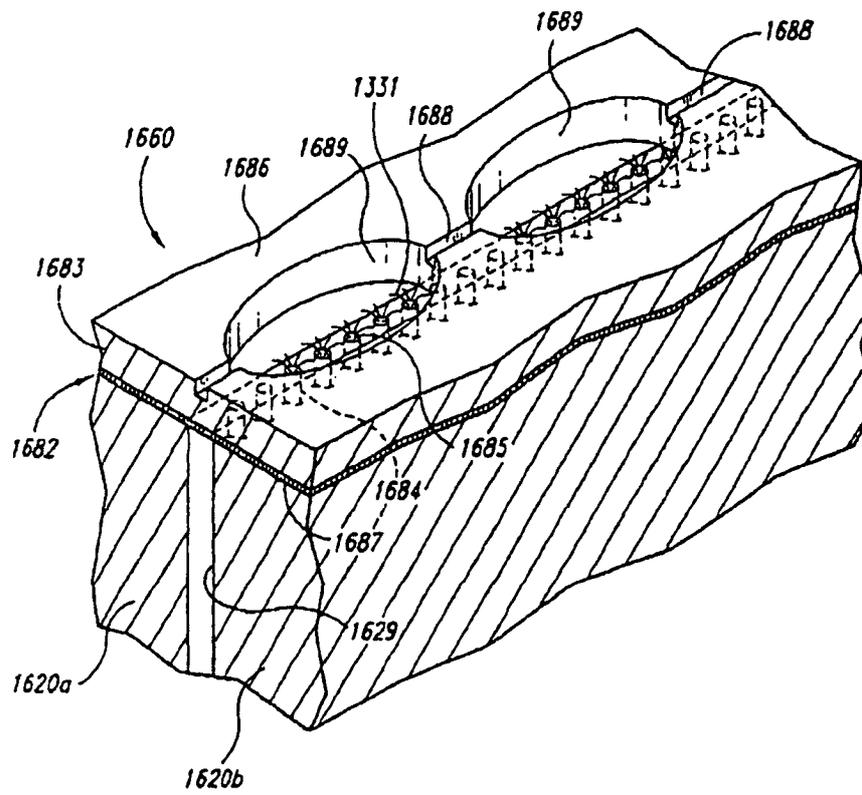


Fig. 16

