



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 11 728 T2** 2007.05.03

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 433 195 B1**

(51) Int Cl.⁸: **H01L 21/00** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 11 728.3**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/EP02/11001**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 800 144.4**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2003/028949**

(86) PCT-Anmeldetag: **01.10.2002**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **10.04.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **30.06.2004**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **24.05.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **03.05.2007**

(30) Unionspriorität:

010864	01.10.2001	IE
020315	26.04.2002	IE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR

(73) Patentinhaber:

Xsil Technology Ltd., Dublin, IE

(72) Erfinder:

BOYLE, Adrian, County Kildare, IE; MEIGHAN, Oonagh, Dublin 13, IE

(74) Vertreter:

Hauck Patent- und Rechtsanwälte, 80339 München

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR BEARBEITUNG VON SUBSTRATEN**

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 betrifft die Bearbeitung von Substraten und im Besonderen von Wafern, wobei die Erfindung jedoch nicht auf diese Anwendung beschränkt ist.

Stand der Technik

[0002] Das Schneiden von Wafern mit Trennsägen ist bekannt, und der Durchsatz ist dabei eine Funktion der Maschinengeschwindigkeit, der Ausrichtungszeit und der Ergiebigkeit.

[0003] DE 19840508 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Bearbeiten eines Substrats unter Verwendung eines Lasers zur Bearbeitung einer Formation in einer ersten Oberfläche und das folgende Entfernen von Material unter Verwendung einer mechanischen Einrichtung von einer zweiten Oberfläche.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Vorgesehen ist gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur Bearbeitung eines Substrats, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst: das Verwenden eines Lasers, der sichtbare oder ultraviolette Strahlung emittiert, um eine Formation in einer ersten Oberfläche des Substrats bis auf eine vorbestimmte Tiefe von der ersten Oberfläche zu bearbeiten, die geringer ist als die vollständige Tiefe des Substrats in einer umgebungs-fremden geregelten Gasumgebung, und zwar unter Verwendung mindestens eines reaktiven Gases und eines passiven Gases entweder zumindest vor, während oder nach der Laserbearbeitung; und das folgende Entfernen von Material von einer zweiten Oberfläche des Substrats, die der ersten Oberfläche gegenüber liegt, bis auf die vorbestimmte Tiefe von der ersten Oberfläche, um mit der Formation zu kommunizieren unter Verwendung von chemischem Ätzen, Plasmaätzen oder Laserablation.

[0005] In geeigneter Weise umfasst Schritt (a) die Laserbearbeitung mit einem Laser, der Strahlung einer Wellenlänge von im Wesentlichen 266 nm, 355 nm oder 532 nm.

[0006] In vorteilhafter Weise umfasst Schritt (a) das Bearbeiten eines Kanals, und Schritt (b) umfasst das Fertigstellen eines Schnitts durch das Substrat an dem Kanal.

[0007] In geeigneter Weise umfasst Schritt (a) das Bearbeiten eines Kanals mit im Wesentlichen planaren entgegengesetzten Seitenwänden zwischen der ersten Oberfläche und der vorbestimmten Tiefe von

der ersten Oberfläche und mit im Wesentlichen gebogenen entgegengesetzten Seitenwänden unterhalb der vorbestimmten Tiefe.

[0008] In vorteilhafter Weise umfasst Schritt (a) das Bearbeiten eines Kanalarasters, und Schritt (b) umfasst das Fertigstellen des Schneidens des Substrats entlang des Kanalarasters.

[0009] In geeigneter Weise umfasst Schritt (b) das Ausüben von mechanischem Druck auf das Substrat, um das Substrat entlang des Kanals zu brechen.

[0010] Alternativ umfasst der Schritt (a) des Bearbeitens der Formation das Bearbeiten einer Durchkontaktierung und das Metallisieren der Durchkontaktierung mit Metall, und wobei der Schritt (b) das Aussetzen eines Teilstücks des Metalls in der Durchkontaktierung an der zweiten Oberfläche umfasst, und zwar unter Verwendung von mechanischer Materialentfernung, im Besonderen durch Lappen und Polieren, chemischem Ätzen, Plasmaätzen oder Laserablation.

[0011] In geeigneter Weise umfasst der Schritt des Bearbeitens einer Durchkontaktierung das Bearbeiten in einem Pfad, der einen Kreis oder eine Mehrzahl konzentrischer Kreise bildet, so dass eine Durchkontaktierung gebildet wird, die in einer Mitte des Kreis oder der Mehrzahl konzentrischer Kreise zentriert ist.

[0012] Vorzugsweise weist der Schritt des Metallisierens der Durchkontaktierung einen vorherigen Schritt des Oxidierens der Durchkontaktierung auf.

[0013] In vorteilhafter Weise umfasst der Schritt des Verwendens zumindest eines reaktiven Gases oder eines passiven Gases den Einsatz eines passiven Gases, das im Wesentlichen inert ist im Verhältnis zu dem Substrat, im Wesentlichen um eine Oxidierung des Substrats während dessen Laserbearbeitung zu verhindern.

[0014] In geeigneter Weise umfasst der Schritt des Verwendens eines passiven Gases das Verwenden von Argon oder Helium.

[0015] In vorteilhafter Weise umfasst der Schritt des Verwendens zumindest eines reaktiven Gases oder eines passiven Gases den Einsatz eines Gases, das im Verhältnis zu dem Substrat reagieren kann, um die Rauheit der in dem Schritt (a) gebildeten und durch Laser bearbeiteten Oberflächen zu reduzieren.

[0016] In vorteilhafter Weise umfasst der Schritt des Verwendens zumindest eines reaktiven Gases oder eines passiven Gases den Einsatz eines Gases, das im Verhältnis zu dem Substrat reagieren kann, um in dem Schritt (a) erzeugte Rückstände zu entfernen.

[0017] In geeigneter Weise umfasst das Verwenden eines reaktiven Gases im Verhältnis zu dem Substrat das Verwenden zumindest eines Gases auf Chlorfluorkohlenwasserstoffbasis oder eines Gases auf Halogenkohlenwasserstoffbasis.

[0018] In vorteilhafter Weise umfasst der Schritt (a) den weiteren Schritt des Bereitstellens einer Schutzschicht für die erste Oberfläche vor Rückständen, die zumindest in dem Schritt (a) oder in dem Schritt (b) gebildet werden.

[0019] In geeigneter Weise umfasst der Schritt des Bereitstellens einer Schutzschicht die Bereitstellung einer rotationsbeschichteten Schutzschicht.

[0020] Alternativ umfasst der Schritt des Bereitstellens einer Schutzschicht die Bereitstellung eines Bands.

[0021] In geeigneter Weise besteht das Substrat aus Siliziummaterial.

[0022] Optional besteht das Substrat aus einem optoelektronischen Material.

[0023] Optional umfasst das Substrat Schichten aus Halbleitermaterial und Metall.

[0024] Vorzugsweise umfasst der Schritt (a) die Laserbearbeitung mit einem Q-Switch-Laser.

[0025] Vorgesehen ist gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung ein Substratbearbeitungssystem, das zur Bearbeitung einer Formation in einer ersten Oberfläche eines Substrats auf eine vorbestimmte Tiefe von der ersten Oberfläche angeordnet ist, die kleiner ist als eine vollständige Tiefe des Substrats, wobei das Substratbearbeitungssystem folgendes umfasst: eine Laserbearbeitungseinrichtung, die zum Emittieren von sichtbarer oder ultravioletter Strahlung geeignet ist; und eine Materialentfernungseinrichtung, die für eine Materialentfernung von einer zweiten Oberfläche des Substrats angeordnet ist, die der ersten Oberfläche gegenüber liegt, bis auf eine vorbestimmte Tiefe von der ersten Oberfläche, um mit der bearbeiteten Formation zu kommunizieren, mit mindestens einer chemischen Ätzeinrichtung, einer Plasmaätzeinrichtung oder einer Laserablationseinrichtung, dadurch gekennzeichnet, dass eine Gasbehandlungseinrichtung so angeordnet ist, dass sie zumindest eine reaktive Gasumgebung oder eine passive Gasumgebung für das Substrat zumindest vor, während oder nach der Laserbearbeitung bereitstellt.

[0026] In geeigneter Weise ist die Laserbearbeitungseinrichtung so angeordnet, dass ein Kanal bearbeitet wird, und wobei die Materialentfernungseinrichtung so angeordnet ist, dass sie einen Schnitt

durch das Substrat an dem Kanal fertig stellt.

[0027] In vorteilhafter Weise ist die Laserbearbeitungseinrichtung so angeordnet, dass ein Kanal mit im wesentlichen planaren, entgegengesetzten Seitenwänden zwischen der ersten Oberfläche und der vorbestimmten Tiefe von der ersten Oberfläche bearbeitet wird, und mit im Wesentlichen gebogenen entgegengesetzten Wänden über die vorbestimmte Tiefe hinausgehend.

[0028] Vorzugsweise ist die Laserbearbeitungseinrichtung so angeordnet, dass sie ein Kanalaraster bearbeitet, und wobei die Materialentfernungseinrichtung so angeordnet ist, dass sie das Zerschneiden des Substrats entlang des Kanalarasters fertig stellt.

[0029] Alternativ ist die Laserbearbeitungseinrichtung so angeordnet, dass sie eine Durchkontaktierung bearbeitet, wobei das System ferner eine Metallisierungseinrichtung zur Metallisierung der Durchkontaktierung umfasst, und wobei die Materialentfernungseinrichtung mindestens eine mechanische Materialentfernungseinrichtung umfasst, im Besonderen eine Läpp- und Poliereinrichtung; eine chemische Ätzeinrichtung; eine Plasmaätzeinrichtung oder eine Laserablationseinrichtung, die so angeordnet ist, dass sie das Metall in der Durchkontaktierung an der zweiten Oberfläche umfasst.

[0030] Vorzugsweise umfasst das System ferner eine Oxidationseinrichtung, die so angeordnet ist, dass sie die Durchkontaktierung vor der Metallisierung oxidiert.

[0031] In vorteilhafter Weise ist das System für eine Bearbeitung von Siliziummaterial angeordnet.

[0032] Optional ist das System so angeordnet, dass es ein Substrat bearbeitet, das Schichten aus Halbleitermaterial und Metall umfasst.

[0033] Optional ist das System so angeordnet, dass es ein Substrat bearbeitet, das ein optoelektronisches Material umfasst.

[0034] Vorzugsweise umfasst die Laserbearbeitungseinrichtung einen Q-Switch-Laser.

[0035] In geeigneter Art und Weise ist die Laserbearbeitungseinrichtung so angeordnet, dass sie Strahlung einer der Wellenlängen von im Wesentlichen 266 nm, 355 nm und 532 nm emittiert.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0036] Die Erfindung wird aus der folgenden Beschreibung bestimmter Ausführungsbeispiele der Erfindung besser verständlich, wobei diese in Bezug auf die beigefügten Zeichnungen nur als Beispiele

dienen. In den Zeichnungen zeigen:

[0037] [Fig. 1](#) eine Draufsicht eines Wafers vor dem Zerschneiden;

[0038] [Fig. 2](#) eine schematische Querschnittsansicht des Wafers aus [Fig. 1](#), wobei ein aktiver Bereich und ein Unterstützungsbereich der Wafer ebenso dargestellt sind wie ein mittels Laser bearbeiteter Kanal;

[0039] [Fig. 3](#) eine schematische Ansicht von [Fig. 2](#), wobei der unterstützende bzw. Unterstützungsbereich entfernt worden ist;

[0040] die [Fig. 4\(a\)](#), [Fig. 4\(b\)](#) und [Fig. 4\(c\)](#) eine Reihe von Querschnittsdiagrammen eines Bearbeitungsverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0041] die [Fig. 5\(a\)](#) und [Fig. 5\(b\)](#) Querschnittsdiagramme, die ein alternatives Bearbeitungsverfahren veranschaulichen, das für das Verständnis der Erfindung nützlich ist; und

[0042] die [Fig. 6\(a\)](#), [Fig. 6\(b\)](#) und [Fig. 6\(c\)](#) Querschnittsdiagramme eines weiteren Ausführungsbeispiels des Bearbeitungsverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung.

Beste Ausführungsarten der vorliegenden Erfindung

[0043] In Bezug auf die Abbildung aus [Fig. 1](#) zeigt diese einen Teil eines Wafers **1**. Der Wafer umfasst integrierte Schaltungsplättchen bzw. Chips **2**, die durch Linien bzw. Pfade **3** getrennt sind. Wie dies in der Abbildung aus [Fig. 2](#) dargestellt ist, umfasst jeder Chip **2** einen aktiven Bereich **4**, der durch einen unterstützenden Bereich **5** gestützt wird, der während der Fertigung mechanische Stützung bereitstellt. Innerhalb des aktiven Bereichs **4** befinden sich eine obere aktive Schaltungsschicht **7** und eine untere finale Stütz- bzw. Trägerschicht **6**.

[0044] Allgemein weist der aktive Bereich **4** eine Dicke von weniger als 100 Mikron auf. Im Allgemeinen kann es sich bei dem aktiven Bereich **4** um einen integrierten elektronischen Schaltkreis handeln, wobei es sich aber auch um eine Lichtwellenleiterschaltung handeln kann.

[0045] Damit der Wafer bzw. die Halbleiterscheibe mechanisch robust ist, ist es erforderlich, dass der Wafer eine ausreichende Dicke aufweist. Für Wafer mit großer Fläche, wie etwa Wafer mit 300 mm, kann die Dicke für gewöhnlich im Bereich von 500 Mikron bis 800 Mikron liegen. Bisher wurde das Trennen des Wafers durch Trennsägen vorgenommen, und der Durchsatz ist dabei eine Funktion der Bearbeitungsgeschwindigkeit, der Ausrichtungszeit und des Ertrags bzw. der Ergiebigkeit.

[0046] Bei der vorliegenden Erfindung kommt eine alternative Technik zum Einsatz, die eine Kombination als Laserpfadbearbeitung und rückseitiger Wafer-Ausdünnung verwendet.

[0047] In dem ersten Schritt wird ein Laser eingesetzt, um einen Kanal **8** ([Fig. 2](#)) mit einer Tiefe d und einer Breite w in den Linien- bzw. Pfadbereich zu ritzen. Um eine hohe Bearbeitungsgeschwindigkeit zu erreichen, kann ein Hochleistungs-Q-Switch-Laser eingesetzt werden, der innerhalb eines Bereichs von im Wesentlichen 10 nm arbeitet, zentriert bei 266 nm, 355 nm oder 532 nm. Unter Verwendung einer entsprechend geeigneten Reihe von Laser-, Abtast- und optischen Parametern kann die Linie mit hoher Geschwindigkeit bearbeitet werden, ohne die Funktionalität von Bausteinen in dem aktiven Bereich **4** zu beeinflussen. Für gewöhnlich können bei geeigneten Lasereinstellungen Kanäle **8** mit einer Tiefe von 20 bis 100 Mikron mit Geschwindigkeiten von bis zu 80 mm/S. bearbeitet werden. Wie dies in der Abbildung aus [Fig. 2](#) dargestellt ist, kann der Kanal **8** im Wesentlichen ebene entgegengesetzte Seitenwände zwischen der ersten Oberfläche und einer vorbestimmten Tiefe aufweisen sowie im Wesentlichen gebogene, gegenüberliegende Wände unterhalb der vorbestimmten Tiefe.

[0048] Nachdem die Linie **3** bis auf die erforderliche Tiefe bearbeitet worden ist wird der Unterstützungsbereich **5** des Wafers durch Läppen und Polieren, chemisches Ätzen, Plasmaätzen oder Laserablation dünner gestaltet. Die Verdünnung stellt die fertigen getrennten Halbleiterchips **2** bereit, wie dies in der Abbildung aus [Fig. 3](#) dargestellt ist. Das Ergebnis ist ein geteilter bzw. zerteilter Wafer. Die aktive Schaltungsschicht **7** wird durch die fertige Unterstützungsschicht **6** unterstützt.

[0049] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, das in den Abbildungen der [Fig. 4\(a\)](#) bis [Fig. 4\(c\)](#) veranschaulicht ist, wird ein Q-Switch-Laserstrahl **9** dazu eingesetzt, Mikrodurchkontaktierungsmerkmale **10** durch die aktive Schaltungsschicht **7** und die unterstützende Substratschicht **6** bis nach unten auf die unterstützende Struktur **5** zu bohren, wie dies in der Abbildung aus [Fig. 4\(a\)](#) dargestellt ist. Die Mikrodurchkontaktierungen **10** werden danach mit Metall **11** metallisiert, um die elektrische Verbindung der aktiven Schaltungsschicht **7** zu verbessern bzw. zu erleichtern.

[0050] Das Bohren von Mikrodurchkontaktierungen **10** mit Impulslasern kann unter Verwendung eines von zwei Verfahren vorgenommen werden. In einem ersten Verfahren wird ein stationärer Strahl (Pixel-durchkontaktierungen) verwendet. Unter Verwendung dieser Technik werden mehrere Laserimpulse einem einzelnen Punkt auf dem Substrat zugeführt. Die Anzahl der Impulse, die erforderlich sind, um eine

bestimmte Tiefe zu erreichen, ist von deren Energie, Wellenlänge und Dauer abhängig. Diese Technik eignet sich für Durchkontaktierungen mit einem geringeren Durchmesser als ungefähr 100 Mikron. Der präzise Durchmesser der Durchkontaktierung ist von dem Durchmesser des Laserstrahls, den optischen und Laserparametern und dem Materialeigenschaften abhängig. Bei einem zweiten Verfahren wird ein Strahl entlang des äußeren Profils der Durchkontaktierung abgetastet. Diese Technik eignet sich für Durchkontaktierungen mit einem Durchmesser von mehr als ungefähr 100 Mikron.

[0051] Der Laser bewegt sich in einem kreisförmigen Muster, in einem einzigen Kreis oder einer Mehrzahl konzentrischer Kreise. Es können mehrere Wiederholungen erforderlich sein, um die erforderliche Tiefe zu erreichen. Der Durchkontaktierungsdurchmesser ist eine Funktion des Radius des äußersten Kreises und des Strahlendurchmessers. Eine derartige Durchkontaktierung wird als abgetastete oder ausgeschnittene Durchkontaktierung bezeichnet.

[0052] Durch die Bearbeitung der Mikrodurchkontaktierung auf die erforderliche Tiefe in dem Material des Wafers, sei es als Pixel- oder ausgeschnittene Durchkontaktierung, wird eine blinde Mikrodurchkontaktierungsstruktur gebildet, die in der Folge mit Metall **11** gefüllt wird, um einen leitenden Pfad bereitzustellen, wie dies in der Abbildung aus [Fig. 4\(b\)](#) dargestellt ist. Die Mikrodurchkontaktierung kann vor der Metallisierung oxidiert werden. Die Rückseite des Wafers wird danach durch Läppen und Polieren, chemisches Ätzen oder Plasmaätzen ausgedünnt, um das Metall in der mittels Laser bearbeiteten Mikrodurchkontaktierung frei zu legen, wodurch eine elektrische Verbindung von Bausteinen in der aktiven Schaltungsschicht mit Leistungs- und Erdungsquellen ermöglicht wird.

[0053] In Bezug auf die Abbildungen der [Fig. 5\(a\)](#) und [Fig. 5\(b\)](#) werden für den Fall, dass die Wafer, auf denen sich aktive Bausteine befinden, dünn sind (für gewöhnlich < 300 Mikron), Durchkontaktierungen mittels Laser durch die aktive Schicht **20** und vollständig durch das unterstützende bzw. stützende Substrat **21** bearbeitet. Die Durchkontaktierung **22** wird in der Folge nach der Oxidierung mit Metall **23** metallisiert, um den elektrischen Anschluss zu erleichtern ([Fig. 5\(b\)](#)).

[0054] In Bezug auf die Abbildungen der [Fig. 6\(a\)](#) bis [Fig. 6\(c\)](#) besteht der aktive Baustein in einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung aus einer Reihe von sich abwechselnden Siliziumschichten **32** und Metallschichten **33**, wie dies in der Abbildung aus [Fig. 6\(a\)](#) dargestellt ist. Ein Q-Switch-Laser wird zum Bohren einer Mikrodurchkontaktierungsstruktur **34** von der Oberfläche eines aktiven Bausteins **35** durch diese Schicht des aktiven

Bausteins und in das stützende Substrat **36** verwendet ([Fig. 6\(b\)](#)). Die Mikrodurchkontaktierung **34** wird danach mit Metall **37** metallisiert.

[0055] Die Rückseite wird danach durch Läppen und Polieren, chemisches Ätzen, Plasmaätzen oder Laserablation ausgedünnt ([Fig. 6\(c\)](#)), um die Metallschicht in der mittels Laser bearbeiteten Mikrodurchkontaktierung frei zu legen, wodurch ein elektrischer Anschluss der Bausteinschichten mit Leistungs- und Erdungsquellen ermöglicht wird.

[0056] Die Laserbearbeitung kann in einer durch ein Gasbehandlungssystem geregelten umgebungs-fremden Gasumgebung vorgenommen werden. Gasparameter, wie etwa die Strömungsrate, die Konzentration, die Temperatur, die Gasart und Gasgemische, werden vor, während und nach der Laserbearbeitung geregelt. Eine Reihe von Gasen können nacheinander vor, während und/oder nach der Laserbearbeitung bzw. der Laserbehandlung eingesetzt werden.

[0057] Die verwendeten Gase können im Verhältnis zu dem Halbleitersubstrat und/oder den Schichten in dem zu bearbeitenden Halbleitersubstrat passiv oder reaktiv sein. Inertgase (z.B. Argon und Helium) verhindern Oxidwachstum während der Laserbearbeitung. Gase, die mit Silizium reagieren (z.B. Chlorfluorkohlenwasserstoff und Halogenkohlenwasserstoffe) können vor, während und/oder nach der Laserbearbeitung verwendet werden, um die Oberflächenrauheit der mittels Laser bearbeiteten Seitenwände zu reduzieren und um ferner die während dem Verfahren der Bearbeitung mittels Laser erzeugten Rückstände zu reduzieren.

[0058] Ein Gas auf Chlorfluorkohlenwasserstoffbasis und/oder Halogenkohlenwasserstoffbasis kann während einer Laserabtastung der Chipseitenwände eingesetzt werden, um Rückstände zu entfernen, die an den Seitenwänden des mittels Laser bearbeiteten Kanals oder der Durchkontaktierung vorhanden sind.

[0059] Ein Gas auf Chlorfluorkohlenwasserstoffbasis und/oder Halogenkohlenwasserstoffbasis kann während einer Laserabtastung des äußeren Rands des mittels Laser bearbeiteten Kanals oder der Durchkontaktierung eingesetzt werden, um Rückstände von der Oberseite der mittels Laser bearbeiteten Oberfläche zu entfernen.

[0060] Die Oberfläche des Substrats, auf welches der Laser auftrifft, kann mit einer Schutzschicht rotationsbeschichtet werden, um es zu verhindern, dass Rückstände von der Laserbearbeitung oder den Schritten der mechanischen Bearbeitung auf die aktive Bausteinschicht **4** fallen.

[0061] Die Oberfläche des Substrats, auf welche

der Laser auftrifft, kann mit Band abgedeckt werden, so dass sie als Schutzschicht fungiert, welche es verhindert, dass Rückstände der Schritte der Laserbearbeitung oder der mechanischen Bearbeitung auf die aktive Bausteinschicht **4** fallen.

[0062] Nach der Laserbearbeitung kann die mittels Laser bearbeitete Oberfläche des Substrats mit einem rückseitigen Schleifband, einem Chipbefestigungsband oder einem Chipaufteilungsband beschichtet werden, um das Halten des Chips nach dem Verfahren der mechanischen Bearbeitung zu halten.

[0063] Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, vielmehr ist sie in Bezug auf die Konstruktion und die Einzelheiten veränderlich.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bearbeitung eines Substrats (**1**), wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst: (a) das Verwenden eines Lasers, der sichtbare oder ultraviolette Strahlung (**9**) emittiert, um eine Formation (**8**; **10**; **22**; **34**) in einer ersten Oberfläche des Substrats bis auf eine vorbestimmte Tiefe von der ersten Oberfläche zu bearbeiten, die geringer ist als die vollständige Tiefe des Substrats in einer umgebungs-fremden geregelten Gasumgebung, und zwar unter Verwendung mindestens eines reaktiven Gases und eines passiven Gases entweder zumindest vor, während oder nach der Laserbearbeitung; und (b) das folgende Entfernen von Material von einer zweiten Oberfläche des Substrats, die der ersten Oberfläche gegenüber liegt, bis auf die vorbestimmte Tiefe von der ersten Oberfläche, um mit der Formation zu kommunizieren unter Verwendung von chemischem Ätzen, Plasmaätzen oder Laserablation.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt (a) die Laserbearbeitung mit einem Laser, der Strahlung einer Wellenlänge von im Wesentlichen 266 nm, 355 nm oder 532 nm umfasst.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Schritt der Bearbeitung der Formation das Bearbeiten eines Kanals (**8**) umfasst, und wobei der Schritt (b) einen Schnitt durch das Substrat an dem Kanal fertig stellt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei der Schritt (a) das Bearbeiten eines Kanals (**8**) mit im Wesentlichen planaren entgegengesetzten Seitenwänden zwischen der ersten Oberfläche und der vorbestimmten Tiefe von der ersten Oberfläche und mit im Wesentlichen gebogenen entgegengesetzten Seitenwänden unterhalb der vorbestimmten Tiefe.

5. Verfahren nach Anspruch 3, wobei der Schritt

(a) das Bearbeiten eines Kanalarasters umfasst, und wobei der Schritt (b) das Schneiden des Substrats entlang des Kanalarasters fertig stellt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei der Schritt (b) das Ausüben von mechanischem Druck auf das Substrat umfasst; um das Substrat entlang des Kanals zu brechen.

7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt (a) des Bearbeitens der Formation das Bearbeiten einer Durchkontaktierung (**10**; **22**; **34**) und das Metallisieren der Durchkontaktierung mit Metall (**11**; **23**; **37**) umfasst und wobei der Schritt (b) das Aussetzen eines Teilstücks des Metalls in der Durchkontaktierung an der zweiten Oberfläche umfasst, und zwar unter Verwendung von mechanischer Materialentfernung, im Besonderen durch Läppen und Polieren, chemischem Ätzen, Plasmaätzen oder Laserablation.

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei der Schritt des Bearbeitens einer Durchkontaktierung das Bearbeiten in einem Pfad umfasst, der einen Kreis oder eine Mehrzahl konzentrischer Kreise bildet, so dass eine Durchkontaktierung gebildet wird, die in einer Mitte des Kreis oder der Mehrzahl konzentrischer Kreise zentriert ist.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, wobei der Schritt des Metallisierens der Durchkontaktierung einen vorherigen Schritt des Oxidierens der Durchkontaktierung aufweist.

10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Schritt des Verwendens zumindest eines reaktiven Gases oder eines passiven Gases den Einsatz eines passiven Gases umfasst, das im Wesentlichen inert ist im Verhältnis zu dem Substrat, im Wesentlichen um eine Oxidierung des Substrats während dessen Laserbearbeitung zu verhindern.

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei der Schritt des Verwendens eines passiven Gases das Verwenden von Argon oder Helium umfasst.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei der Schritt des Verwendens zumindest eines reaktiven Gases oder eines passiven Gases den Einsatz eines Gases umfasst, das im Verhältnis zu dem Substrat reagieren kann, um die Rauheit der in dem Schritt (a) gebildeten und durch Laser bearbeiteten Oberflächen zu reduzieren.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei der Schritt des Verwendens zumindest eines reaktiven Gases oder eines passiven Gases den Einsatz eines Gases umfasst, das im Verhältnis zu dem Substrat reagieren kann, um in dem Schritt (a) erzeugte Rückstände zu entfernen.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 13, wobei das Verwenden eines reaktiven Gases im Verhältnis zu dem Substrat das Verwenden zumindest eines Gases auf Chlorfluorkohlenwasserstoffbasis oder eines Gases auf Halogenkohlenwasserstoffbasis umfasst.

15. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Schritt (a) den weiteren Schritt des Bereitstellens einer Schutzschicht für die erste Oberfläche vor Rückständen umfasst, die zumindest in dem Schritt (a) oder in dem Schritt (b) gebildet werden.

16. Verfahren nach Anspruch 15, wobei dieses die Bereitstellung einer rotationsbeschichteten Schutzschicht umfasst.

17. Verfahren nach Anspruch 15, wobei dieses das Bereitstellen eines Bands als die Schutzschicht umfasst.

18. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Substrat (**5**; **21**; **36**) aus Siliziummaterial besteht.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, wobei das Substrat aus einem optoelektronischen Material besteht.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, wobei das Substrat Schichten aus Halbleitermaterial (**32**) und Metall (**33**) umfasst.

21. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Schritt (a) die Laserbearbeitung mit einem Q-Switch-Laser umfasst.

22. Substratbearbeitungssystem, das zur Bearbeitung einer Formation (**8**; **10**; **22**; **34**) in einer ersten Oberfläche eines Substrats (**1**) auf eine vorbestimmte Tiefe von der ersten Oberfläche angeordnet ist, die kleiner ist als eine vollständige Tiefe des Substrats, wobei das Substratbearbeitungssystem folgendes umfasst: eine Laserbearbeitungseinrichtung, die zum Emittieren von sichtbarer oder ultravioletter Strahlung (**9**) geeignet ist; und eine Materialentfernungseinrichtung, die für eine Materialentfernung von einer zweiten Oberfläche des Substrats angeordnet ist, die der ersten Oberfläche gegenüber liegt, bis auf eine vorbestimmte Tiefe von der ersten Oberfläche, um mit der bearbeiteten Formation zu kommunizieren, mit mindestens einer chemischen Ätzeinrichtung, einer Plasmaätztzeinrichtung oder einer Laserablationseinrichtung, dadurch gekennzeichnet, dass eine Gasbehandlungseinrichtung so angeordnet ist, dass sie zumindest eine reaktive Gasumgebung oder eine passive Gasumgebung für das Substrat zumindest vor, während oder nach der Laserbearbeitung bereitstellt.

23. System nach Anspruch 22, wobei die Laserbearbeitungseinrichtung so angeordnet ist, dass ein Kanal (**8**) bearbeitet wird, und wobei die Materialentfernungseinrichtung so angeordnet ist, dass sie einen Schnitt durch das Substrat an dem Kanal fertig stellt.

24. System nach Anspruch 22, wobei die Laserbearbeitungseinrichtung so angeordnet ist, dass ein Kanal (**8**) mit im Wesentlichen planaren, entgegengesetzten Seitenwänden zwischen der ersten Oberfläche und der vorbestimmten Tiefe von der ersten Oberfläche bearbeitet wird, und mit im Wesentlichen gebogenen entgegengesetzten Wänden über die vorbestimmte Tiefe hinausgehend.

25. System nach Anspruch 22, wobei die Laserbearbeitungseinrichtung so angeordnet ist, dass sie ein Kanalaraster bearbeitet, und wobei die Materialentfernungseinrichtung so angeordnet ist, dass sie das Zerschneiden des Substrats entlang des Kanalarasters fertig stellt.

26. System nach Anspruch 22, wobei die Laserbearbeitungseinrichtung so angeordnet ist, dass sie eine Durchkontaktierung (**10**; **22**; **34**) bearbeitet, wobei das System ferner eine Metallisierungseinrichtung zur Metallisierung der Durchkontaktierung umfasst, und wobei die Materialentfernungseinrichtung mindestens eine mechanische Materialentfernungseinrichtung umfasst, im Besonderen eine Läpp- und Poliereinrichtung; eine chemische Ätzeinrichtung; eine Plasmaätztzeinrichtung oder eine Laserablationseinrichtung, die so angeordnet ist, dass sie das Metall (**11**; **23**; **37**) in der Durchkontaktierung an der zweiten Oberfläche umfasst.

27. System nach Anspruch 26, wobei das System ferner eine Oxidationseinrichtung umfasst, die so angeordnet ist, dass sie die Durchkontaktierung vor der Metallisierung oxidiert.

28. System nach einem der Ansprüche 22 bis 27, wobei es so angeordnet ist, dass es Siliziummaterial bearbeitet.

29. System nach einem der Ansprüche 22 bis 28, wobei das System so angeordnet ist, dass es ein Substrat bearbeitet, das Schichten aus Halbleitermaterial (**32**) und Metall (**33**) umfasst.

30. System nach einem der Ansprüche 22 bis 28, wobei das System so angeordnet ist, dass es ein Substrat bearbeitet, das ein optoelektronisches Material umfasst.

31. System nach einem der Ansprüche 22 bis 30, wobei die Laserbearbeitungseinrichtung einen Q-Switch-Laser umfasst.

32. System nach einem der Ansprüche 22 bis 31, wobei die Laserbearbeitungseinrichtung so angeordnet ist, dass sie Strahlung (9) einer der Wellenlängen von im Wesentlichen 266 nm, 355 nm und 532 nm emittiert.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

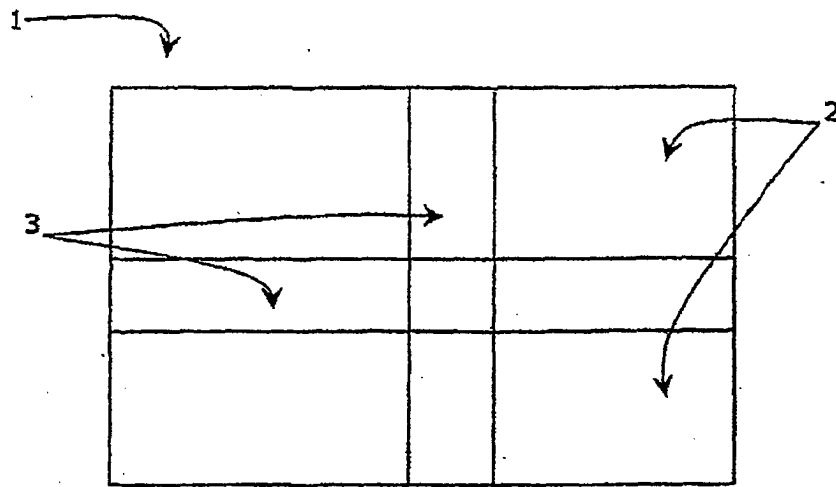


Fig. 1

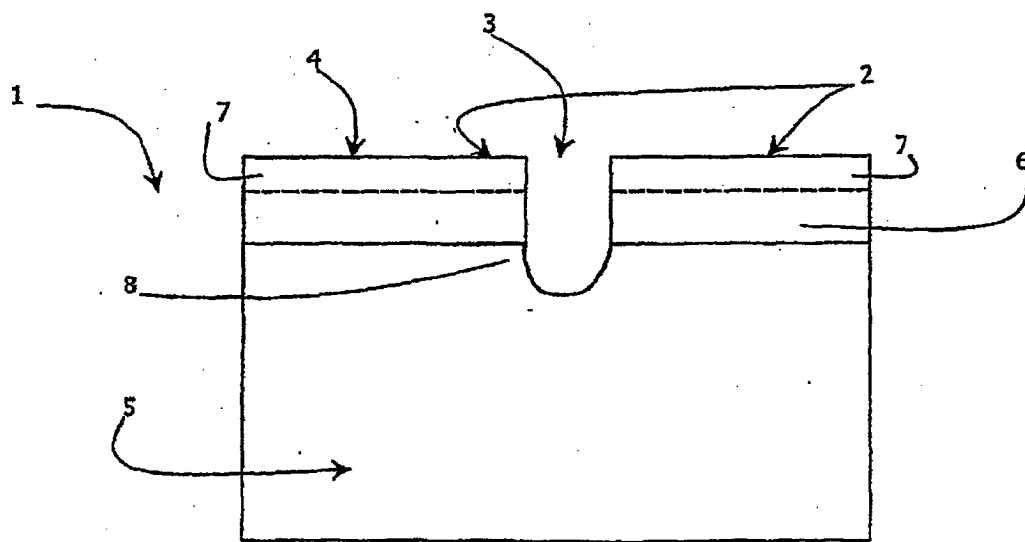


Fig. 2

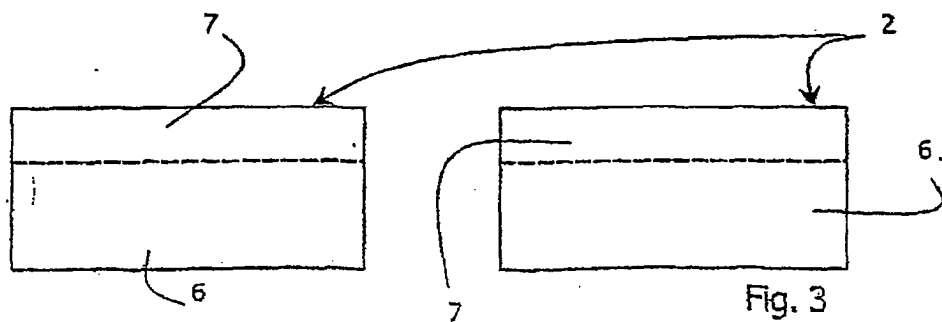


Fig. 3

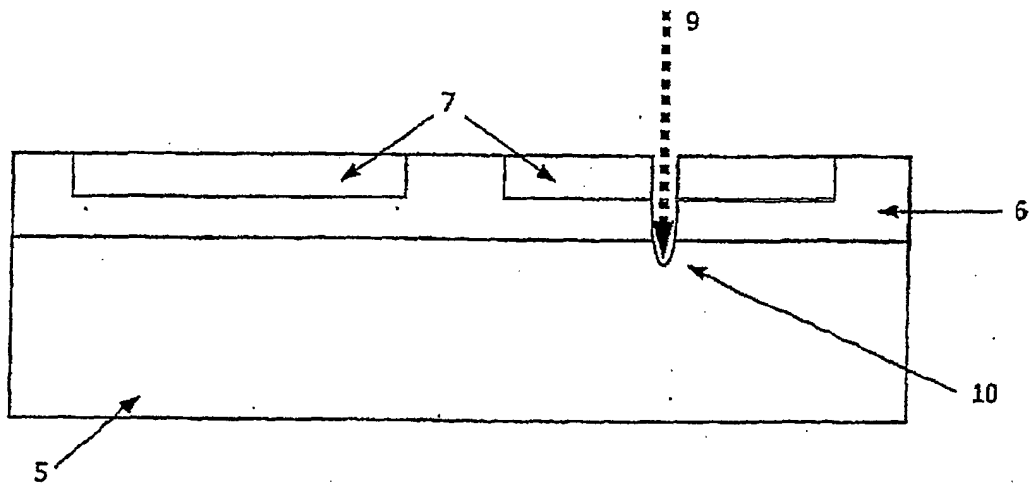


Fig. 4(a)

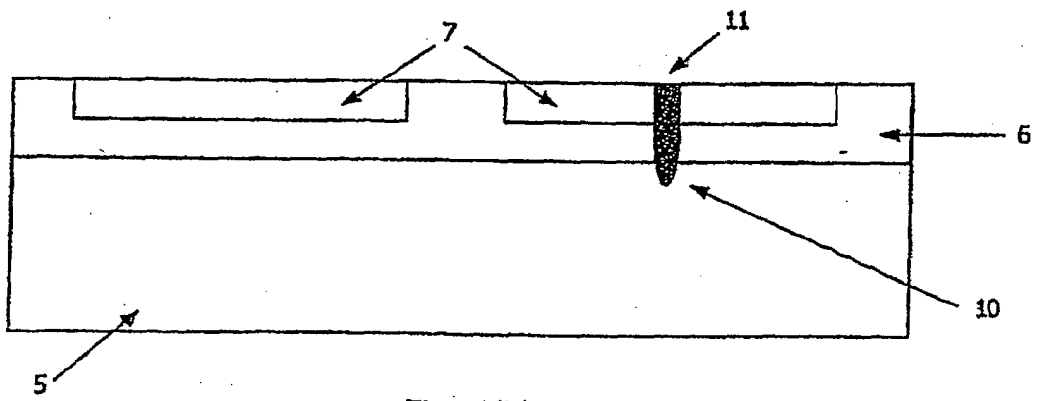


Fig. 4(b)

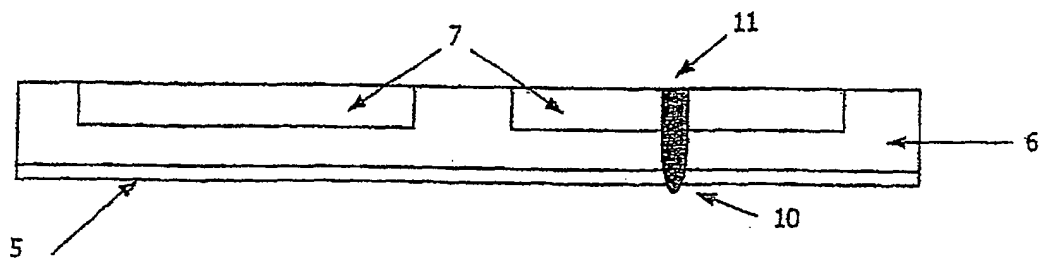


Fig. 4(c)

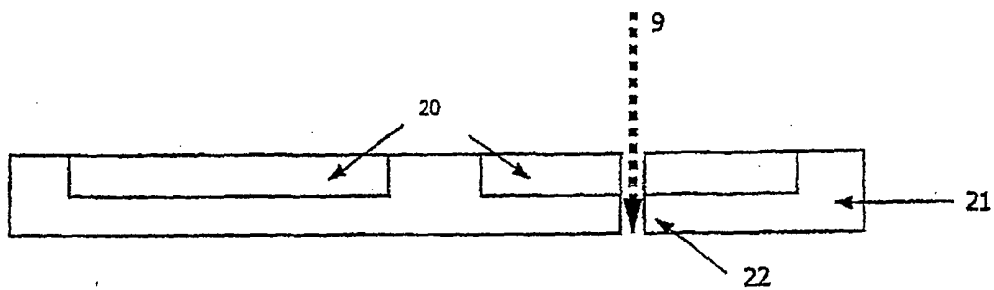


Fig. 5(a)

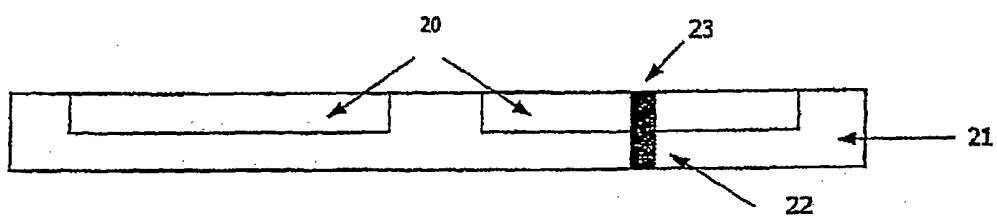


Fig. 5(b)

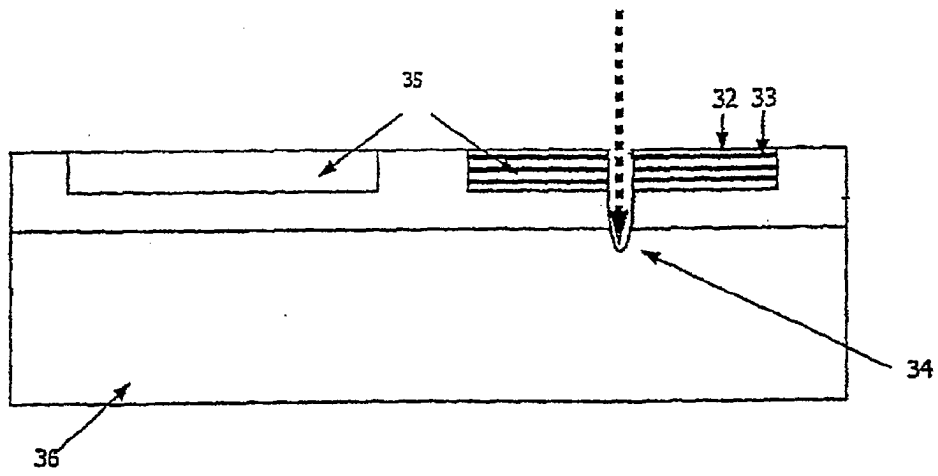


Fig. 6(a)

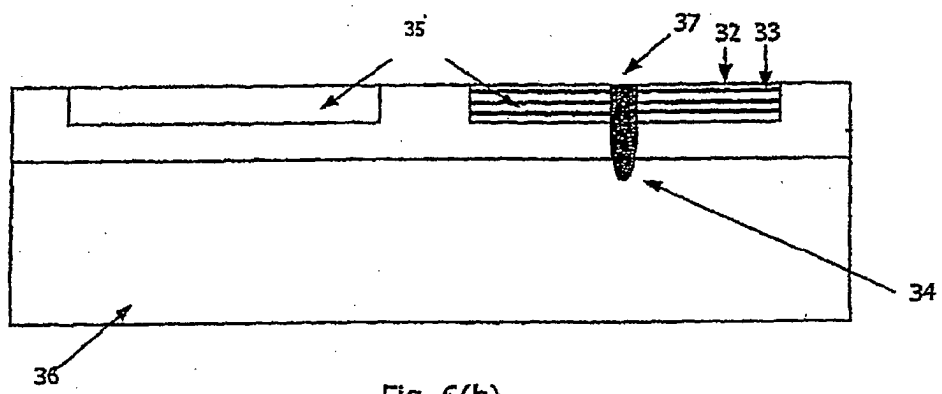


Fig. 6(b)

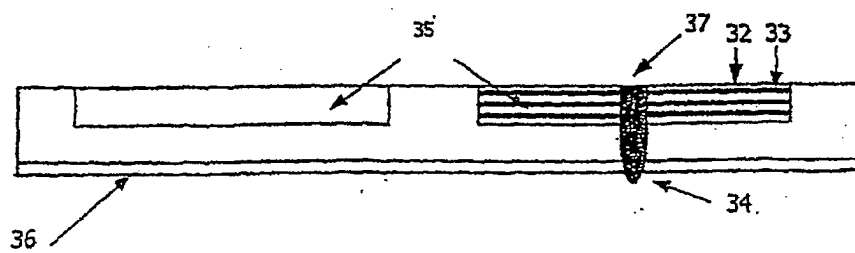


Fig. 6(c)