



(10) **DE 10 2010 038 910 A1** 2011.02.24

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2010 038 910.2**

(22) Anmeldetag: **04.08.2010**

(43) Offenlegungstag: **24.02.2011**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01L 29/417** (2006.01)

**H01L 21/283** (2006.01)

**H01L 23/522** (2006.01)

**H01L 21/768** (2006.01)

(30) Unionspriorität:  
**2009-192022 21.08.2009 JP**

(71) Anmelder:  
**Mitsubishi Electric Corp., Tokyo, JP**

(74) Vertreter:  
**PRÜFER & PARTNER GbR, 81479 München**

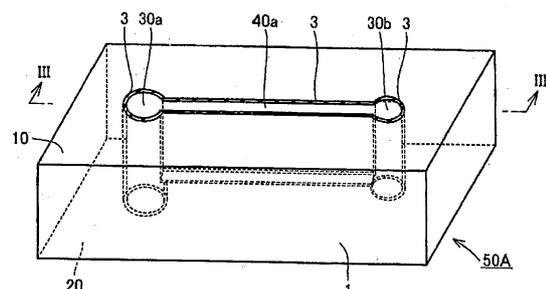
(72) Erfinder:  
**Okumura, Mika, Tokyo, JP; Horikawa, Makio,  
Tokyo, JP; Murakami, Takeshi, Toyko, JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Halbleitervorrichtung mit Durchgangselektrode und Herstellungsverfahren**

(57) Zusammenfassung: Eine Halbleitervorrichtung enthält ein Halbleitersubstrat (1), Elektroden (30a, 30b), die voneinander getrennt sind und sich von einer ersten Hauptoberfläche (10) in der Tiefenrichtung des Halbleitersubstrates (1) erstrecken, und einen Zwischenverbindungsabschnitt (40a), der die Elektroden (30a, 30b) miteinander koppelt und sich von der ersten Hauptoberfläche (10) in der Tiefenrichtung des Halbleitersubstrates (1) erstreckt, ohne durch das Halbleitersubstrat (1) hindurchzugehen. Eine (30a) der Elektroden ist eine Durchgangselektrode, die durch das Halbleitersubstrat (1) hindurchgeht und eine zweite Hauptoberfläche (20) erreicht. Der Zwischenverbindungsabschnitt (40a) dient zum Vergrößern des Designfreiheitsgrades für Halbleitervorrichtungen mit Durchgangselektroden, die vertikal aufeinander gestapelt sind.



**Beschreibung**

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Halbleitervorrichtung mit einer Durchgangselektrode und ein Herstellungsverfahren der Halbleitervorrichtung.

[0002] Bezug nehmend auf [Fig. 43](#) ist eine Halbleitervorrichtung **50** elektrisch mit Halbleitervorrichtungen **60** und **70** durch Drahtverbindungen **32** und **32** verbunden. Die Halbleitervorrichtungen **60** und **70** sind elektrisch miteinander ebenfalls durch eine Drahtverbindung **32** verbunden.

[0003] Die Halbleitervorrichtung **50** ist zum Beispiel eine integrierte Schaltung (ASIC: anwendungsspezifische integrierte Schaltung). Bezug nehmend auf [Fig. 44](#) enthält die Halbleitervorrichtung **50** ein Halbleitersubstrat **1** mit einer ersten Hauptoberfläche **10** und einer zweiten Hauptoberfläche **20**. Die Halbleitervorrichtung **50** enthält auch einen Halbleiterelementabschnitt **5** und einen Anschluss **32a**, der mit einem Draht zu verbinden ist.

[0004] Die Halbleitervorrichtungen **60** und **70** sind zum Beispiel ein Halbleiterbeschleunigungssensor mit einer Dünnschichtstruktur. Bezug nehmend auf [Fig. 45](#) enthält eine Halbleitervorrichtung **60** ein Si-Substrat **61**. Das Si-Substrat **61** ist zwischen Kappenabschnitten **62a** und **62b** gehalten. In dem Si-Substrat **61** sind Tragabschnitte **63a** und **63b** und schwimmende Abschnitte **64a** und **64b** gebildet.

[0005] Die Tragabschnitte **63a** und **63b** sind mit den entsprechenden Kappenabschnitten **62a** und **62b** verbunden. Die Halbleitervorrichtung **60** enthält einen Anschluss **32b**, der mit einem Draht zu verbinden ist. Die JP 2000-187041 A offenbart einen Aufbau ähnlich zu dem der Halbleitervorrichtung **60**.

[0006] Die Halbleitervorrichtung **70** ist ähnlich zu der oben beschriebenen Halbleitervorrichtung **60** aufgebaut. Die Halbleitervorrichtungen **50**, **60** und **70**, wie sie oben beschrieben sind, sind im Wesentlichen auf der gleichen Ebene angeordnet (siehe [Fig. 43](#)), und daher ist eine zweidimensionale Fläche nötig zum Anbringen der Halbleitervorrichtungen **50**, **60** und **70**.

[0007] Im Gegensatz dazu gibt es eine Technik des dreidimensionalen Anbringens der Halbleitervorrichtungen **50**, **60** und **70** durch vertikales Stapeln der Halbleitervorrichtungen **50**, **60** und **70**, was nun beschrieben wird. Bezug nehmend auf [Fig. 46](#) sind die Halbleitervorrichtungen **50**, **60** und **70** in der vertikalen Richtung gestapelt. Entsprechende Halbleiterelemente der Halbleitervorrichtungen **50**, **60** und **70** sind elektrisch miteinander durch Elektroden **30a** und **30c** verbunden, die jeweils eine Durchgangselektrode sind.

[0008] In [Fig. 46](#) ist jede Halbleitervorrichtung schematisch zur Darstellungsvereinfachung gezeigt und Einzelheiten der Halbleiterelemente sind nicht angegeben. Jedes Halbleiterelement ist im Einzelnen in [Fig. 47](#) gezeigt.

[0009] Eine detaillierte Beschreibung wird unter Bezugnahme auf [Fig. 47](#) gegeben. Damit eine Anschlusselektrode **31a**, die elektrisch mit einem Halbleiterelementabschnitt der Halbleitervorrichtung **50** verbunden ist, und eine Anschlusselektrode **31c**, die elektrisch mit einem Halbleiterelementabschnitt der Halbleitervorrichtung **60** verbunden ist, elektrisch verbunden werden, enthält die Halbleitervorrichtung **60** eine Elektrode **30c**, die sich dadurch in der Richtung der Dicke der Halbleitervorrichtung **60** erstreckt. Die Elektrode **30c** ist somit eine Durchgangselektrode. Zwischen den Halbleitervorrichtungen **50** und **60** ist ein elektrisch leitender Bondhocker **33c** zum elektrischen Verbinden der Elektrode **30c** und der Anschlusselektrode **31a** vorgesehen.

[0010] Zum elektrischen Verbinden einer Anschlusselektrode **31e**, die elektrisch mit einem Halbleiterelementabschnitt der Halbleitervorrichtung **70** verbunden ist, und einer Anschlusselektrode **31a** der Halbleitervorrichtung **50** enthält die Halbleitervorrichtung eine Elektrode **30a**, die sich dadurch in der Richtung der Dicke der Halbleitervorrichtung **50** erstreckt. Die Elektrode **30a** ist somit eine Durchgangselektrode. Zwischen den Halbleitervorrichtungen **50** und **70** ist ein elektrisch leitender Bondhocker **33a** zum elektrischen Verbinden der Elektrode **30a** und der Anschlusselektrode **31e** vorgesehen. Somit sind die Halbleitervorrichtungen **50** und **60** elektrisch verbunden, und die Halbleitervorrichtungen **70** und **50** sind elektrisch verbunden.

[0011] Die Halbleitervorrichtung **60** enthält auch eine andere Elektrode **30d**, die eine Durchgangselektrode ist, zum Verbinden der entsprechenden Halbleiterelemente der Halbleitervorrichtungen **50** und **60**. Die Elektrode **30d** verbindet elektrisch eine Anschlusselektrode **31d**, die elektrisch mit einem anderen Halbleiterelementabschnitt der Halbleitervorrichtung **60** vorgesehen ist, und einem Bondhocker **33d**, der zwischen den Halbleitervorrichtungen **60** und **50** vorgesehen ist.

[0012] Ähnlich enthält die Halbleitervorrichtung **50** eine andere Elektrode **30b**, die eine Durchgangselektrode ist, zum Verbinden entsprechender Halbleiterelemente der Halbleitervorrichtungen **50** und **70**. Die Elektrode **30b** verbindet elektrisch eine Anschlusselektrode **31b**, die elektrisch mit einem anderen Halbleiterelementabschnitt der Halbleitervorrichtung **50** und einem elektrisch leitenden Bondhocker **33b** verbunden ist, der zwischen den Halbleitervorrichtungen **50** und **70** vorgesehen ist.

**[0013]** Die Technik des vertikalen Stapelns der Halbleitervorrichtungen **50**, **60** und **70**, sodass die Halbleitervorrichtungen dreidimensional angebracht werden, ist auch in JP 2004-152811 A, JP 2003-046057 A und JP 2004-200547 A offenbart. Eine Technik, die die Durchgangselektrode betrifft, ist ebenfalls in der JP 2002-237468 A, der JP 2001-044197 A und der JP 2007-096233 A offenbart.

**[0014]** Gemäß der Technik des dreidimensionalen Anbringens einer Mehrzahl von Halbleitervorrichtungen, wie zum Beispiel in [Fig. 47](#) gezeigt ist, mittels Durchgangselektroden, wie oben beschrieben wurde, sind Elektroden **30a** und **30c** so vorgesehen, dass sie in der vertikalen Richtung überlappen, damit eine elektrisch geeignete Verbindung zwischen den Elektroden **30a** und **30c** hergestellt wird. Weiter sind die Elektroden **30a** und **30c** so angeordnet, dass das obere Ende der Elektrode **30a** und das untere Ende der Elektrode **30c** mit dem Bondhöcker **33c**, der dazwischen vorgesehen ist, mit Positionsgenauigkeit ausgerichtet sind. Die Elektroden **30a** und **30c** sind beide Durchgangselektroden.

**[0015]** Wegen der Notwendigkeit, jede der Halbleitervorrichtungen so auszulegen, dass die Durchgangselektroden in der vertikalen Richtung überlappen, ist in der Designstufe der Freiheitsgrad im Hinblick der Anordnung der Komponenten wie Halbleiterelemente beschränkt, was in einer Vergrößerung der Abmessung der gesamten Halbleitervorrichtung resultiert, die als ein Produkt fertig gestellt ist.

**[0016]** Die vorliegende Erfindung ist gemacht worden, um dieses Problem zu lösen, und es ist eine Aufgabe der Erfindung eine Halbleitervorrichtung vorzusehen mit einer Durchgangselektrode, die mit anderen Halbleitervorrichtungen in der vertikalen Richtung gestapelt ist, zusammen mit einem vergrößerten Designfreiheitsgrad, und ein Herstellungsverfahren der Halbleitervorrichtung vorzusehen.

**[0017]** Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Halbleitervorrichtung nach Anspruch 1.

**[0018]** Die Halbleitervorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung enthält ein Halbleitersubstrat mit einer ersten und einer zweiten Hauptoberfläche. Eine Mehrzahl von Elektroden ist voneinander getrennt und erstreckt sich von der ersten Hauptoberfläche in der Tiefenrichtung des Halbleitersubstrates. Ein Verbindungsabschnitt koppelt irgendeine der Mehrzahl von Elektroden und erstreckt sich von der ersten Hauptoberfläche in der Tiefenrichtung des Halbleitersubstrates zum elektrischen Verbinden der Mehrzahl von Elektroden miteinander, ohne durch das Halbleitersubstrat (hindurch) zu gehen. Ein erster isolierender Film ist zwischen der Mehrzahl von Elektroden und dem Halbleitersubstrat vorgesehen und zwischen dem Verbindungsabschnitt und dem Halblei-

tersubstrat vorgesehen.

**[0019]** Mindestens eine der Elektroden, die elektrisch mit dem Verbindungsabschnitt verbunden ist, ist eine Durchgangselektrode, die durch das Halbleitersubstrat (hindurch) geht und die zweite Hauptoberfläche erreicht.

**[0020]** Die Aufgabe wird auch gelöst durch ein Verfahren nach Anspruch 10.

**[0021]** Das Verfahren des Herstellens einer Halbleitervorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung enthält die Schritte: Vorbereiten eines Halbleitersubstrates mit einer ersten und einer zweiten Hauptoberfläche. Bilden einer Mehrzahl von Kontaktlöchern, die voneinander getrennt sind und sich von der ersten Hauptoberfläche in der Tiefenrichtung des Halbleitersubstrates erstrecken. Bilden eines Verbindungsgrabens, der irgendwelche der Kontaktlöcher miteinander verbindet und sich von der ersten Hauptoberfläche in der Tiefenrichtung des Halbleitersubstrates erstreckt, ohne durch das Halbleitersubstrat (hindurch) zu gehen. Das Verfahren enthält weiter die Schritte: Bilden eines ersten isolierenden Filmes, der eine Oberfläche der Mehrzahl von Kontaktlöchern bedeckt, die durch den Verbindungsgraben gekoppelt sind, und einer Oberfläche des Verbindungsgrabens. Füllen mit einem leitenden Metall der Innenseite der Mehrzahl von Kontaktlöchern und des Verbindungsgrabens, der mit dem ersten isolierenden Film bedeckt ist. Bilden einer Elektrode, die eine Durchgangselektrode ist, durch die leitende Metallfüllung innerhalb von mindestens einem der Kontaktlöcher, die miteinander durch den Verbindungsgraben verbunden sind, wobei die Elektrode durch das Halbleitersubstrat (hindurch) geht und die zweite Hauptoberfläche erreicht.

**[0022]** Das Kontaktloch, das die Elektrode enthält, ist mit einer im Wesentlichen Kreisform gebildet, wie auf der ersten Hauptoberfläche gesehen wird. In einem Abschnitt, in dem der Verbindungsgraben und das Kontaktloch, das die Elektrode enthält, aneinander anstoßen, ist eine Breite des Verbindungsgrabens, der mit dem Kontaktloch gekoppelt ist, das die Elektrode enthält, kleiner als der Durchmesser des Kontaktloches, das die Elektrode enthält.

**[0023]** Die vorliegende Erfindung kann eine Halbleitervorrichtung mit einem Durchgangsloch vorsehen, die mit anderen Halbleitervorrichtungen in der vertikalen Richtung gestapelt ist, wobei ein Freiheitsgrad der Auslegung vergrößert ist, und ein Herstellungsverfahren der Halbleitervorrichtung kann ebenfalls vorgesehen sein.

**[0024]** Weitere Merkmale und Zweckmäßigkeiten der vorliegenden Erfindung folgen aus der detaillierten Beschreibung von Ausführungsbeispielen an-

hand der Figuren. Von den Figuren zeigen:

[0025] [Fig. 1](#) eine perspektivische Ansicht, die einen Gesamtaufbau einer Halbleitervorrichtung in einer ersten Ausführungsform zeigt;

[0026] [Fig. 2](#) eine Draufsicht, die den Gesamtaufbau der Halbleitervorrichtung in der ersten Ausführungsform zeigt;

[0027] [Fig. 3](#) einen Querschnitt entlang der Linie III-III in [Figur 1](#);

[0028] [Fig. 4](#) eine perspektivische Ansicht, die einen Aufbau zeigt, bei dem Halbleitervorrichtungen dreidimensional in der ersten Ausführungsform angebracht sind;

[0029] [Fig. 5](#) eine Querschnittsansicht, die einen anderen Aufbau zeigt, bei dem Halbleitervorrichtungen dreidimensional in der ersten Ausführungsform angebracht sind;

[0030] [Fig. 6](#) eine perspektivische Ansicht, die einen gesamten Aufbau einer Halbleitervorrichtung in einer zweiten Ausführungsform zeigt;

[0031] [Fig. 7](#) eine Draufsicht, die den gesamten Aufbau der Halbleitervorrichtung in der zweiten Ausführungsform zeigt;

[0032] [Fig. 8](#) eine Querschnittsansicht entlang der Linie VIII-VIII in [Fig. 6](#);

[0033] [Fig. 9](#) eine perspektivische Ansicht, die einen Aufbau zeigt, bei dem Halbleitervorrichtungen dreidimensional in der zweiten Ausführungsform angebracht sind;

[0034] [Fig. 10](#) eine Querschnittsansicht entlang der Linie X-X in [Fig. 9](#);

[0035] [Fig. 11](#) eine perspektivische Ansicht, die einen gesamten Aufbau einer anderen Halbleitervorrichtung in der zweiten Ausführungsform zeigt;

[0036] [Fig. 12](#) eine perspektivische Ansicht, die einen gesamten Aufbau einer noch anderen Halbleitervorrichtung in der zweiten Ausführungsform zeigt;

[0037] [Fig. 13](#) eine Querschnittsansicht entlang der Linie XIII-XIII in [Fig. 12](#);

[0038] [Fig. 14](#) eine Querschnittsansicht entlang der Linie XIV-XIV in [Fig. 12](#);

[0039] [Fig. 15](#) eine Querschnittsansicht, die einen gesamten Aufbau einer Halbleitervorrichtung in einer dritten Ausführungsform zeigt;

[0040] [Fig. 16](#) eine Querschnittsansicht, die eine andere Halbleitervorrichtung zeigt, die mit der Halbleitervorrichtung in der dritten Ausführungsform zu verbinden ist;

[0041] [Fig. 17](#) eine Querschnittsansicht, die einen Aufbau zeigt, bei dem die Halbleitervorrichtung und die andere Halbleitervorrichtung in der dritten Ausführungsform dreidimensional angebracht sind;

[0042] [Fig. 18](#) eine Querschnittsansicht, die einen gesamten Aufbau einer Halbleitervorrichtung in einer vierten Ausführungsform zeigt;

[0043] [Fig. 19](#) eine Querschnittsansicht, die ein Vergleichsbeispiel zeigt, das mit der in [Fig. 18](#) gezeigten Halbleitervorrichtung in der vierten Ausführungsform zu vergleichen ist;

[0044] [Fig. 20](#) eine Querschnittsansicht, die einen gesamten Aufbau einer anderen Halbleitervorrichtung in der vierten Ausführungsform zeigt;

[0045] [Fig. 21](#) eine Querschnittsansicht, die ein Vergleichsbeispiel zeigt, das mit der in [Fig. 20](#) gezeigten anderen Halbleitervorrichtung in der vierten Ausführungsform zu vergleichen ist;

[0046] [Fig. 22](#) eine Draufsicht zum Darstellen eines Verfahrens zum Herstellen einer Halbleitervorrichtung in einer fünften Ausführungsform;

[0047] [Fig. 23](#) einen Querschnitt (erster Querschnitt) entlang der Linie XXIII-XXIII in [Fig. 22](#);

[0048] [Fig. 24](#) bis [Fig. 27](#) zweite bis fünfte Querschnitte zum Darstellen des Verfahrens zum Herstellen der Halbleitervorrichtungen in der fünften Ausführungsform;

[0049] [Fig. 28](#) einen Querschnitt, der eine andere Halbleitervorrichtung zeigt, die mit der Halbleitervorrichtung in der fünften Ausführungsform zu verbinden ist;

[0050] [Fig. 29](#) einen Querschnitt, der einen Aufbau zeigt, bei dem die Halbleitervorrichtung und die andere Halbleitervorrichtung in der fünften Ausführungsform dreidimensional angebracht sind;

[0051] [Fig. 30](#) einen Querschnitt (erster Querschnitt) zum Darstellen eines anderen Verfahrens zum Herstellen einer Halbleitervorrichtung in der fünften Ausführungsform, das mit [Fig. 23](#) zu vergleichen ist;

[0052] [Fig. 31](#) einen Querschnitt, der ein Vergleichsbeispiel zeigt, das mit dem anderen Verfahren zum Herstellen einer Halbleitervorrichtung in der fünften Ausführungsform zu vergleichen ist, um mit

[Fig. 30](#) zu vergleichen;

[0053] [Fig. 32](#) bis [Fig. 37](#) ersten bis sechsten Querschnitt zum Darstellen eines Verfahrens zum Herstellen einer Halbleitervorrichtung in einer sechsten Ausführungsform;

[0054] [Fig. 38](#) eine teilweise vergrößerte Ansicht eines Bereiches, der durch die Linie XXXVIII in [Fig. 37](#) umgeben ist;

[0055] [Fig. 39](#) einen Querschnitt, der eine andere Halbleitervorrichtung zeigt, die mit der Halbleitervorrichtung zu verbinden ist, die in der sechsten Ausführungsform erhalten ist;

[0056] [Fig. 40](#) eine teilweise vergrößerte Ansicht eines Bereiches, der durch die Linie XL in [Fig. 39](#) umgeben ist;

[0057] [Fig. 41](#) einen Querschnitt, der einen Aufbau zeigt, bei dem die Halbleitervorrichtung und eine andere Halbleitervorrichtung, die in der sechsten Ausführungsform erhalten ist, dreidimensional aufgebaut sind;

[0058] [Fig. 42](#) eine teilweise vergrößerte Ansicht des Bereiches, der durch die Linie XLII in [Fig. 41](#) eingeschlossen ist;

[0059] [Fig. 43](#) eine Draufsicht, die drei übliche Halbleitervorrichtungen zeigt, wie sie zusammengebaut sind;

[0060] [Fig. 44](#) einen Querschnitt, der eine übliche Halbleitervorrichtung zeigt, die als eine integrierte Schaltung vorgesehen ist;

[0061] [Fig. 45](#) einen Querschnitt, der eine übliche Halbleitervorrichtung zeigt, die als ein Halbleiterbeschleunigungssensor mit einer Dünnschichtstruktur vorgesehen ist;

[0062] [Fig. 46](#) eine perspektivische Ansicht, die einen Aufbau zeigt, bei dem eine übliche Halbleitervorrichtung, die als integrierte Schaltung vorgesehen ist, und zwei Halbleitervorrichtungen, die als Halbleiterbeschleunigungssensoren vorgesehen sind, vertikal gestapelt sind und

[0063] [Fig. 47](#) einen Querschnitt entlang der Linie XLVII-XLVII in [Fig. 46](#).

[0064] Eine Halbleitervorrichtung und ein Herstellungsverfahren der Halbleitervorrichtung in jeder Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Es soll angemerkt werden, dass, wenn die Zahl, der Betrag oder Ähnliches für jede der unten beschriebenen Ausführungsform erwähnt wird,

der Umfang der vorliegenden Erfindung nicht notwendigerweise auf die Zahl, den Betrag und Ähnliches begrenzt ist, wenn nicht ausdrücklich etwas anderes angegeben wird. Weiterhin werden die gleichen oder entsprechenden Komponenten durch die gleichen Bezugszeichen bezeichnet und die Beschreibung davon wird nicht unbedingt wiederholt.

#### Erste Ausführungsform

[0065] Bezug nehmend auf [Fig. 1](#), [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) wird eine Halbleitervorrichtung **50A** der vorliegenden Ausführungsform beschrieben. Die Halbleitervorrichtung **50A** enthält ein Halbleitersubstrat **1**, eine Elektrode **30a**, eine Elektrode **30b**, einen Zwischenverbindungsabschnitt **40a** und einen ersten isolierenden Film **3**. Das Halbleitersubstrat **1** weist eine erste Hauptoberfläche **10** und eine zweite Hauptoberfläche **20** auf. Elektroden **30a** und **30b** sind so vorgesehen, dass sie sich von der ersten Hauptoberfläche **10** in die Richtung der Tiefe des Halbleitersubstrates **1** erstrecken. Die Elektroden **30a** und **30b** sind voneinander getrennt.

[0066] Der Zwischenverbindungsabschnitt **40a** verbindet die Elektroden **30a** und **30b** miteinander und erstreckt sich auch von der ersten Hauptoberfläche **10** in der Tiefenrichtung des Halbleitersubstrates **1**, ohne durch das Halbleitersubstrat **1** zu gehen. Bei der vorliegenden Ausführungsform ist die Höhe H1 ([Fig. 3](#)) der Elektrode **30a** größer als die Höhe H2 des Zwischenverbindungsabschnittes **40a** und der Höhe H3 der Elektrode **30b**. Der Zwischenverbindungsabschnitt **40a** liegt auf der Seite der ersten Hauptoberfläche **10** nur offen und liegt nicht auf der Seite der zweiten Hauptoberfläche **20** offen.

[0067] Der erste isolierende Film **3** ist zwischen den Elektroden **30a**, **30b** und dem Zwischenverbindungsabschnitt **40a** und dem Halbleitersubstrat **1** vorgesehen. Somit isoliert der erste isolierende Film **3** elektrisch die Elektroden **30a**, **30b** und den Zwischenverbindungsabschnitt **40a** von dem Halbleitersubstrat **1**.

[0068] Der Zwischenverbindungsabschnitt **40a** verbindet elektrisch die Elektroden **30a** und **30b** miteinander. Folglich sind das untere Ende der Elektrode **30a** und das obere Ende der Elektrode **30b** elektrisch leitend verbunden. Die Elektrode **30a**, die mindestens eine von Elektroden **30a** und **30b** ist, die elektrisch durch den Zwischenverbindungsabschnitt **40a** verbunden sind, läuft durch das Halbleitersubstrat **1**, um die zweite Hauptoberfläche **20** zu erreichen. Die Elektrode **30a** ist somit eine Durchgangselektrode.

[0069] Bezug nehmend auf [Fig. 2](#) ist die Elektrode **30a**, die eine Durchgangselektrode ist, so gebildet, dass die Form, wie sie auf der ersten Hauptoberfläche **10** gesehen wird, im Wesentlichen kreisförmig in der Draufsicht ist. In dem Abschnitt, in dem die Elek-

trode **30a** und der Zwischenverbindungsabschnitt **40a** gegeneinander stoßen, ist die Breite  $W1$  des Zwischenverbindungsabschnittes **40a**, der mit der Elektrode **30a** gekoppelt ist, kleiner als der Durchmesser  $D1$  der Elektrode **30a**. Die Halbleitervorrichtung ist so aufgebaut, dass die Elektrode **30a** durch das Halbleitersubstrat **1** geht, während der Zwischenverbindungsabschnitt **40a** nicht durch das Halbleitersubstrat **1** geht, wegen des so genannten Ladeeffektes/Belastungseffektes, der gezeigt wird, wenn das Halbleitersubstrat **1** von der ersten Hauptoberfläche **10** geätzt wird.

**[0070]** Bezüglich der Halbleitervorrichtung **50A** der vorliegenden Ausführungsform kann diese Halbleitervorrichtung **50A** als eine Zwischenverbindungselektrode benutzt werden, genauer, das untere Ende der Elektrode **30a** und das obere Ende der Elektrode **30b**, die elektrisch leitend verbunden sind, während sie räumlich voneinander getrennt sind, können als Zwischenverbindungselektroden benutzt werden, die als elektrischer Eingang und Ausgang dienen. Die Halbleitervorrichtung **50A** der vorliegenden Ausführungsform enthält den Zwischenverbindungsabschnitt **40a**, und folglich können die Elektroden **30a** und **30b** elektrisch leitend verbunden werden, ohne eine externe Zwischenverbindung (andere Komponente) wie ein Elektrodenmuster, das die Elektroden **30a** und **30b** verbindet, die auf der Seite der zweiten Hauptoberfläche **20** offen liegen.

**[0071]** Die Benutzung der Halbleitervorrichtung **50A** der vorliegenden Ausführungsform als eine Zwischenverbindungselektrode wird beschrieben. Bezug nehmend auf [Fig. 4](#) ist eine Halbleitervorrichtung **60A**, die zum Beispiel als eine erste Halbleitervorrichtung bezeichnet wird, zum Kontaktieren der ersten Hauptoberfläche **10** der Halbleitervorrichtung **50A** vorgesehen, und eine Halbleitervorrichtung **70A**, die als eine zweite Halbleitervorrichtung bezeichnet wird, ist zum Kontaktieren der zweiten Hauptoberfläche **20** der Halbleitervorrichtung **50A** vorgesehen.

**[0072]** Genauer, die Halbleitervorrichtung **60A** enthält eine Elektrode **30c**, die eine Durchgangselektrode ist. Das obere Ende der Elektrode **30c** ist elektrisch mit einem Halbleiterelementabschnitt verbunden, der auf der oberen Oberfläche der Halbleitervorrichtung **60A** gebildet ist. Das untere Ende der Elektrode **30c** ist elektrisch mit der oberen Oberfläche der Elektrode **30b** der Halbleitervorrichtung **50A** verbunden.

**[0073]** Die Halbleitervorrichtung **70A** enthält eine Anschlusselektrode **30e**, die sich von einem Halbleiterelementabschnitt erstreckt, der auf der oberen Oberfläche gebildet ist. Die Anschlusselektrode **31e** und die Elektrode **30a** der Halbleitervorrichtung **50A** sind elektrisch mit einem Elektrodenpad/Elektrodenkissen (nicht gezeigt) verbunden, das dazwischen

vorgesehen ist. Die Elektroden **30a** und **30b** der Halbleitervorrichtung **50A** sind elektrisch durch den Zwischenverbindungsabschnitt **40a** verbunden. Dieser Aufbau ermöglicht es, dass der Halbleiterelementabschnitt, der an der oberen Oberfläche der Halbleitervorrichtung **70A** gebildet ist, und der Halbleiterelementabschnitt, der an der oberen Oberfläche der Halbleitervorrichtung **60A** gebildet ist, elektrisch miteinander verbunden sind. In [Fig. 4](#) ist der erste isolierende Film **3** schematisch gezeigt.

**[0074]** Hier sind die Halbleitervorrichtungen **50A**, **60A** und **70A** in der vertikalen Richtung gestapelt, während die Elektroden **30a** und **30c**, die Durchgangselektroden sind, nicht so angeordnet, dass sie in der vertikalen Richtung einander überlappen.

**[0075]** Die Elektroden **30a** und **30c**, die Durchgangselektroden sind, sind so angeordnet, dass diese Elektroden durch die Länge des Zwischenverbindungsabschnittes **40a** in der seitlichen Richtung getrennt sind, wie in [Fig. 4](#) gesehen wird. Die Halbleitervorrichtung **50A** bei der vorliegenden Ausführungsform enthält den Zwischenverbindungsabschnitt **40a**, und folglich ist es nicht notwendig, die Elektrode **30a** der Halbleitervorrichtung **50A** und die Elektrode **30c** der Halbleitervorrichtung **60A** auf solch eine Weise anzuordnen, dass sie in der vertikalen Richtung überlappen.

**[0076]** Bezug nehmend auf [Fig. 2](#) und [Fig. 4](#) wird angenommen als Beispiel, dass die Elektrode **30c** der Halbleitervorrichtung **60A** an einer Position vorgesehen ist, die nach links versetzt ist, wie in [Fig. 2](#) gezeigt ist, aufgrund eines Herstellungsfehlers oder Ähnliches, und somit an der Position eines Bereiches  $R1$  vorgesehen ist ([Fig. 2](#)). In diesem Fall kann ebenfalls die elektrische Verbindung zwischen der Elektrode **30c** und dem Zwischenverbindungsabschnitt **40a** sichergestellt werden, da der Zwischenverbindungsabschnitt **40a** so vorgesehen ist, dass er sich nach links von der Elektrode **30b** erstreckt, wie in [Fig. 2](#) gesehen wird.

**[0077]** Daher kann bei der Halbleitervorrichtung **50A** der vorliegenden Ausführungsform, selbst wenn eine Positionsverschiebung entlang der Richtung auftritt, in der sich der Zwischenverbindungsabschnitt **40a** erstreckt, die elektrische Verbindung immer noch sichergestellt werden. Entsprechende Positionen einer Mehrzahl von Elektroden, die mit dem Zwischenverbindungsabschnitt **40a** verbunden sind, können frei durch Einstellen der Länge des Zwischenverbindungsabschnittes **40a** geändert werden. Der Freiheitsgrad beim Auslegen der Höcker der Vorrichtung kann daher vergrößert werden.

**[0078]** Bei der Halbleitervorrichtung **50A** der vorliegenden Ausführungsform ist es nicht nötig, dass die Elektrode **30a** der Halbleitervorrichtung **50A** und die

Elektrode **30c** der Halbleitervorrichtung **60A** so angeordnet sind, dass sie in der vertikalen Richtung überlappen, und somit ist der Freiheitsgrad bei der Anordnung eines jeden Halbleiterelementes nicht beschränkt. Folglich kann der Grad der Entwicklungsfreiheit im Hinblick auf die Anordnung eines jeden Halbleiterelementes vergrößert werden und die Vergrößerung in der Abmessung der Halbleitervorrichtung als Ganzes, die als Produkt fertig gestellt ist, kann unterdrückt werden.

[0079] Wieder Bezug nehmend auf [Fig. 2](#) ist es für die Halbleitervorrichtung **50A** der vorliegenden Ausführungsform nicht nötig, dass die entsprechenden Elektroden **30a** und **30c** der Halbleitervorrichtungen **50A** und **60A** auf solch eine Weise vorgesehen sind, dass sie vertikal überlappen, und somit kann der Durchmesser D2 der Elektrode **30b** kleiner sein als der Durchmesser D1 der Elektrode **30a**. Da der Durchmesser D2 der Elektrode **30b** kleiner gemacht werden kann, kann auch der Durchmesser der Elektrode **30c**, die an der Halbleitervorrichtung **60A** vorgesehen ist, die auf die erste Hauptoberfläche **10** der Halbleitervorrichtung **50A** gestapelt ist, auch kleiner gemacht werden. Folglich kann der Freiheitsgrad der Anordnung eines jeden Halbleiterelementes der Halbleitervorrichtung **60A** vergrößert werden, und folglich kann die Vergrößerung in der Abmessung der Halbleitervorrichtung **60A**, die als Produkt fertig gestellt ist, ebenfalls unterdrückt werden.

Andere Konfigurationen der ersten Ausführungsform

[0080] Bezug nehmend auf [Fig. 5](#) wird eine Halbleitervorrichtung **50B** mit einer anderen Konfiguration der ersten Ausführungsform beschrieben.

[0081] Genauer, die Halbleitervorrichtung **50B** enthält drei Elektroden, nämlich die Elektroden **30a**, **30b** und **30e** und einen Zwischenverbindungsabschnitt **40a**. Der Zwischenverbindungsabschnitt **40a** verbindet elektrisch die Elektroden **30a** und **30b**. Die Elektroden **30a** und **30b** sind elektrisch von der Elektrode **30e** isoliert.

[0082] Eine Halbleitervorrichtung **60B** enthält eine Elektrode **30c**, die eine Durchgangselektrode ist, die elektrisch mit einem Halbleiterelementabschnitt verbunden ist, der auf der oberen Oberfläche der Halbleitervorrichtung **60B** gebildet ist, und sich in der dicken Richtung erstreckt. Die Elektrode **30c** ist mit einem ersten isolierenden Film **3** bedeckt. Eine Halbleitervorrichtung **70B** enthält ein Si-Substrat **61**. Die Halbleitervorrichtung **70B** enthält einen Kappenabschnitt **62b**. In dem Si-Substrat **61** sind Tragabschnitte **63a** und **63b** und schwimmende Abschnitte **64a** und **64b** gebildet. Die Tragabschnitte **63a** und **63b** sind mit dem Kappenabschnitt **62b** verbunden.

[0083] Die Elektroden **30a**, **30b**, **30c** und der Zwi-

schenverbindungsabschnitt **40a**, die in [Fig. 5](#) gezeigt sind, entsprechenden den Elektroden **30a**, **30b**, **30c** und dem Zwischenverbindungsabschnitt **40a**, wie sie in der Richtung eines Pfeiles AR1 in [Fig. 4](#) gesehen werden. Das obere Ende der Elektrode **30b** der Halbleitervorrichtung **50B** ist elektrisch mit dem unteren Ende der Elektrode **30c** der Halbleitervorrichtung **60B** verbunden. Das untere Ende der Elektrode **30e** der Halbleitervorrichtung **50B** ist elektrisch mit einer Anschlusselektrode **31e** verbunden, die an der oberen Oberfläche des Tragabschnittes **63b** der Halbleitervorrichtung **70B** gebildet ist. Ein Zwischenverbindungsabschnitt ist durch die Elektroden **30a** und **30b** und den Zwischenverbindungsabschnitt **40a** gebildet, der die Halbleitervorrichtungen **50B**, **60B** und **70B** verbindet. Weiter ist ein anderer Zwischenverbindungsabschnitt durch die Elektrode **30e** gebildet, die die Halbleitervorrichtungen **50B** und **70B** verbindet. Für die Halbleitervorrichtung **50B** der vorliegenden Ausführungsform kann eine Mehrzahl von elektrischen Zwischenverbindungsabschnitten, die die Halbleitervorrichtung **50B** mit den anderen Halbleitervorrichtungen **60B** und **70B** verbinden, gebildet werden.

[0084] Die Länge des Zwischenverbindungsabschnittes **40a**, der die Elektroden **30a** und **30b** verbindet, kann frei geändert werden, sodass der Freiheitsgrad der Anordnung eines jeden Halbleiterelementes, das in der Halbleitervorrichtung **50B** gebildet ist, nicht durch die Elektroden **30a** und **30b** beschränkt wird. Folglich kann die Zunahme der Größe der Halbleitervorrichtung als Ganzes, das als Produkt fertig gestellt ist, unterdrückt werden.

[0085] Durch freies Ändern der Länge des Zwischenverbindungsabschnittes **40a**, der die Elektroden **30a** und **30b** verbindet, kann der Freiheitsgrad der Anordnung eines jeden Halbleiterelementes der Halbleitervorrichtung **60B**, die mit der Halbleitervorrichtung **50B** gestapelt ist, vergrößert werden, und weiter kann die Zunahme in der Größe der Halbleitervorrichtung **60B**, die als ein Produkt fertig gestellt ist, ebenfalls unterdrückt werden.

[0086] Die Position der Elektrode **30e**, die eine Durchgangselektrode ist, kann ebenfalls frei geändert werden. Durch freies Ändern der Position der Elektrode **30e**, die eine Durchgangselektrode ist, kann der Freiheitsgrad der Anordnung eines jeden Halbleiterelementes der Halbleitervorrichtung **70B**, die mit der Halbleitervorrichtung **50B** gestapelt ist, vergrößert werden, und weiter kann die Zunahme der Größe der Halbleitervorrichtung **70B**, die als ein Produkt fertig gestellt ist, ebenfalls unterdrückt werden.

[0087] Die Elektrode **30e** und eine Elektrode, die eine andere Durchgangselektrode unterschiedlich von der Elektrode **30e** ist, können weiter vorgesehen sein, und eine andere Zwischenverbindungselektrode, die diese Elektroden verbindet, kann vorgesehen

sein. Durch freies Ändern der Länge dieser Zwischenverbindungselektrode kann der Freiheitsgrad der Anordnung eines jeden Halbleiterelementes der Halbleitervorrichtung **70B**, die mit der Halbleitervorrichtung **50B** gestapelt ist, vergrößert werden, und weiter kann die Zunahme der Größe der Halbleitervorrichtung **70B**, die als Produkt fertig gestellt ist, ebenfalls unterdrückt werden.

Noch andere Konfigurationen der ersten Ausführungsform

**[0088]** Die Elektroden **30a**, **30b** und der Zwischenverbindungsabschnitt **40a** üben eine Spannung auf das Halbleitersubstrat **1** durch den ersten isolierenden Film **3** aus. Wenn die Tiefe der Elektroden **30a**, **30b** und des Zwischenverbindungsabschnittes **40a** ungefähr 100 µm oder mehr beträgt, ist der Einfluss aufgrund der Spannung, die auf das Halbleitersubstrat **1** wirkt, in manchen Fällen nicht vernachlässigbar.

**[0089]** Im Hinblick darauf kann das Material für die Elektroden **30a**, **30b** und den Zwischenverbindungsabschnitt **40a** bevorzugt ein dotiertes Polysilizium sein, das unter geeigneten Bedingungen wie Temperatur, Konzentration, Druck und Wärmebehandlung zum Beispiel zum Optimieren des Freigebens/Auflösens der Spannung abgeschieden wird, die durch den ersten isolierenden Film **3** auf das Halbleitersubstrat **1** ausgeübt wird.

**[0090]** Genauer, in Abhängigkeit von der Spannung, die von dem ersten isolierenden Film **3** auf das Halbleitersubstrat **1** ausgeübt wird, kann ein dotiertes Polysilizium, das zum Vermindern der Spannung funktioniert, benutzt werden. Zum Beispiel kann in dem Fall, in dem der erste isolierende Film **3** mit einer Druckspannung abgeschieden wird, die auf das Halbleitersubstrat **1** wirkt, ein zugdotiertes Polysilizium für die Elektroden **30a**, **30b** und den Zwischenverbindungsabschnitt **40a** benutzt werden. In dem Fall, in dem der erste isolierende Film **3** abgeschieden wird, wobei eine Zugspannung auf das Halbleitersubstrat **1** wirkt, kann ein druckdotiertes Polysilizium für die Elektroden **30a**, **30b** und den Zwischenverbindungsabschnitt **40a** benutzt werden.

**[0091]** Auf diese Weise kann die Spannung, die auf das Halbleitersubstrat **1** durch den ersten isolierenden Film **3** und das dotierte Silizium ausgeübt wird, das als ein Material für die Elektroden **30a**, **30b** und den Zwischenverbindungsabschnitt **40a** benutzt wird, abgebaut werden. Weiter wird durch Benutzen eines dotierten Polysiliziums als Material für die Elektroden **30a**, **30b** und den Zwischenverbindungsabschnitt **40a** der Vorgang zum Bewirken einer elektrischen Leitung unnötig, da das dotierte Polysilizium selbst elektrisch leitend ist.

Zweite Ausführungsform

**[0092]** Bezug nehmend auf [Fig. 6](#), [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) wird eine Halbleitervorrichtung **50C** der vorliegenden Ausführungsform beschrieben. Ein Unterschied zwischen der Halbleitervorrichtung **50C** und der Halbleitervorrichtung **50A** der ersten Ausführungsform liegt in der Elektrode **30b**. Die Elektrode **30b** der Halbleitervorrichtung **50C** läuft wie die Elektrode **30a**, die eine Durchgangselektrode ist, durch das Halbleitersubstrat **1**, um die zweite Hauptoberfläche **20** zu erreichen. Beide Elektroden **30a** und **30b** sind nämlich Durchgangselektroden. Die Höhe H1 der Elektrode **30a** und die Höhe H3 ([Fig. 8](#)) der Elektrode **30b** sind im Wesentlichen gleich zueinander, und diese Höhen sind beide größer als die Höhe H2 des Zwischenverbindungsabschnittes **40a**.

**[0093]** Bezug nehmend auf [Fig. 7](#) sind die Elektroden **30a** und **30b**, die Durchgangselektroden sind, jeweils in einer Kreisform gebildet, wie auf der ersten Hauptoberfläche **10** gesehen wird. In dem Abschnitt, in dem die Elektrode **30a** und der Zwischenverbindungsabschnitt **40a** gegeneinander anstoßen, ist die Breite W1 des Zwischenverbindungsabschnittes **40a**, der mit der Elektrode **30a** gekoppelt ist, kleiner als der Durchmesser D1 der Elektrode **30a**. In dem Abschnitt, in dem die Elektrode **30b** und der Zwischenverbindungsabschnitt **40a** gegeneinander stoßen, ist die Breite W2 des Verbindungsabschnittes **40a**, der mit der Elektrode **30b** gekoppelt ist, kleiner als der Durchmesser D2 der Elektrode **30b**. Wie bei der ersten Ausführungsform liegt der Zwischenverbindungsabschnitt **40a** nicht auf der Seite der zweiten Hauptoberfläche **20** offen. Andere Merkmale sind ähnlich zu jenen der Halbleitervorrichtung **50A**.

**[0094]** Für die Halbleitervorrichtung **50C** der vorliegenden Ausführungsform können das untere Ende der Elektrode **30a** und das untere Ende der Elektrode **30b**, die elektrisch leitend miteinander verbunden sind und voneinander getrennt sind, als Zwischenverbindungselektroden benutzt werden, die als elektrischer Eingang und Ausgang dienen.

**[0095]** Die Benutzung der Halbleitervorrichtung **50C** der vorliegenden Ausführungsform als Zwischenverbindungselektrode wird beschrieben. Bezug nehmend auf [Fig. 9](#) und [Fig. 10](#) können für die Halbleitervorrichtung **50C** der vorliegenden Ausführungsform die beiden Halbleitervorrichtungen **60C** und **70C** so vorgesehen werden, dass sie die zweite Hauptoberfläche **20** der Halbleitervorrichtung **50C** kontaktieren. Die Halbleitervorrichtung **50C** ist auf die Halbleitervorrichtungen **60C** und **70C** in der vertikalen Richtung gestapelt. Die Halbleitervorrichtungen **60C** und **70C** sind Seite an Seite in der lateralen Richtung angeordnet. In [Fig. 9](#) ist der erste isolierende Film **3** schematisch gezeigt.

[0096] Die Halbleitervorrichtung **60C** enthält einen Kappenabschnitt **62b**. In einem Si-Substrat **61** sind Tragabschnitte **63a** und **63b** und schwimmende Abschnitte **64a** und **64b** gebildet. Die Tragabschnitte **63a** und **63b** sind mit dem Kappenabschnitt **62b** verbunden. Die Halbleitervorrichtung **70C** ist ähnlich zu der Halbleitervorrichtung **60C** aufgebaut.

[0097] Die Elektrode **30b** der Halbleitervorrichtung **50C** ist elektrisch mit einer Anschlusselektrode **31e** verbunden, die an der oberen Oberfläche des Tragabschnittes **63b** der Halbleitervorrichtung **60C** gebildet ist. Entsprechend ist die Elektrode **30a** der Halbleitervorrichtung **50C** elektrisch mit einer Anschlusselektrode **31f** ([Fig. 9](#)) verbunden, die an der oberen Oberfläche eines Tragabschnittes der Halbleitervorrichtung **70C** gebildet ist. Die Elektroden **30a** und **30b** und der Zwischenverbindungsabschnitt **40a** können als Zwischenverbindungselektroden benutzt werden, und die Halbleitervorrichtungen **60C** und **70C** sind elektrisch verbunden. Durch Ändern der Länge des Zwischenverbindungsabschnittes **40a** können die relativen Positionen der Elektroden **30a** und **30b**, die mit dem Zwischenverbindungsabschnitt **40a** verbunden sind, frei geändert werden, und somit kann der Freiheitsgrad bei der Auslegung der Halbleitervorrichtungen **50C**, **60C** und **70C** jeweils vergrößert werden.

[0098] Während Halbleiterelementabschnitte, die an der Seite der oberen Oberfläche der Halbleitervorrichtungen **60C** und **70C** gebildet sind, liegt der Zwischenverbindungsabschnitt **40a** nicht offen auf der Seite der zweiten Hauptoberfläche **20** wie bei der ersten Ausführungsform, und daher sind die Halbleiterelementabschnitte, die auf der Seite der oberen Oberfläche der Halbleitervorrichtungen **60C** und **70C** gebildet sind, und der Zwischenverbindungsabschnitt **40a** der Halbleitervorrichtung **50C** elektrisch voneinander isoliert, wobei das Halbleitersubstrat **1** dazwischen ist. Für die Halbleitervorrichtung **50C** bei der vorliegenden Ausführungsform kann die elektrische Isolierung der Halbleiterelemente der anderen Halbleitervorrichtungen **60C** und **70C**, die auf der zweiten Hauptoberfläche **20** der Halbleitervorrichtung **50C** angeordnet sind, sichergestellt werden, und die elektrische Zwischenverbindung wird nur durch die Elektroden **30a** und **30b** durchgeführt.

Andere Konfiguration der zweiten Ausführungsform

[0099] Bezug nehmend auf [Fig. 11](#) wird eine Halbleitervorrichtung **50D** mit einer anderen Konfiguration der zweiten Ausführungsform beschrieben. Im Zusammenhang mit der ersten und der zweiten Ausführungsform sind die Konfigurationen der zwei Elektroden und eines Zwischenverbindungsabschnittes, der diese Elektroden verbindet, beschrieben worden. Stattdessen kann eine Konfiguration von drei oder mehr Elektroden und Zwischenverbindungsabschnitt-

ten, die diese Elektroden verbinden, vorgesehen sein. Zum Beispiel, wie in der linken Seite von [Fig. 11](#) gezeigt ist, kann die Halbleitervorrichtung **50D** aufgebaut sein zum Enthalten von drei Elektroden, nämlich die Elektroden **30a**, **30b** und **30c**, eines Zwischenverbindungsabschnittes **40a**, der die Elektroden **30a** und **30b** verbindet, und eines Zwischenverbindungsabschnittes **40b**, der die Elektroden **30b** und **30c** verbindet.

[0100] Während die Elektroden **30a**, **30b** und **30c** alle Durchgangselektroden sind, kann irgendeine der Elektroden **30a**, **30b** und **30c** eine Durchgangselektrode sein, wie bei der ersten Ausführungsform.

[0101] Bei dieser Konfiguration sind das untere Ende der Elektrode **30a** und das obere Ende und das untere Ende der Elektrode **30b** elektrisch verbunden. Weiter sind das untere Ende der Elektrode **30a** und das obere Ende und das untere Ende der Elektrode **30c** elektrisch verbunden. Entsprechende Längen der Zwischenverbindungsabschnitte **40a** und **40b** können auf verschiedene Weisen geändert werden zum Vergrößern des Freiheitsgrades des Entwurfes bei der Anordnung von jedem der Halbleiterelemente.

[0102] Wie auf der rechten Seite von [Fig. 11](#) gezeigt ist, können Elektroden **30d** bis **30h** und Zwischenverbindungsabschnitte **40c** bis **40f** so aufgebaut sein, dass ein Kreuz mit der Elektrode **30h** im Zentrum gebildet ist. In [Fig. 11](#) sind die Elektroden **30d** bis **30h** alle Durchgangselektroden. Hier kann irgendeine der Elektroden **30d** bis **30h** eine Durchgangselektrode sein.

[0103] Bei dieser Konfiguration sind zum Beispiel das untere Ende der Elektrode **30b** und das obere Ende und das untere Ende der Elektrode **30g** elektrisch verbunden. Weiter sind das untere Ende der Elektrode **30e** und das obere Ende und das untere Ende der Elektrode **30f** elektrisch verbunden. Durch Ändern entsprechender Längen von Zwischenverbindungsabschnitten **40c** bis **40f** auf verschiedene Weise und Ändern der Winkel, die durch die Zwischenverbindungsabschnitte **40c** bis **40f** in Bezug auf einander gebildet sind, wobei die Elektrode **30h** dazwischen ist, kann der Grad der Freiheit des Entwurfes in der Anordnung eines jeden Halbleiterelementes vergrößert werden.

[0104] Auf der linken Seite von [Fig. 11](#) ist nur ein Teil des ersten isolierenden Filmes **3** schematisch gezeigt. Tatsächlich ist jedoch der erste isolierende Film **3** so vorgesehen, dass er sich zwischen den Elektroden **30a**, **30b**, **30c** und den Zwischenverbindungsabschnitten **40a**, **40b** und dem Halbleitersubstrat **1** erstreckt. Auf der rechten Seite von [Fig. 11](#) ist nur ein Teil des ersten isolierenden Filmes **3** schematisch gezeigt. Tatsächlich ist jedoch der erste isolierende Film

**30** so vorgesehen, dass er sich zwischen den Elektroden **30d** bis **30h** und den Zwischenverbindungsabschnitten **40d** bis **40f** und dem Halbleitersubstrat **1** erstreckt.

Noch andere Konfigurationen der zweiten Ausführungsform

**[0105]** Bezug nehmend auf [Fig. 12](#), [Fig. 13](#) und [Fig. 14](#) wird eine Halbleitervorrichtung **50e** mit einer noch anderen Konfiguration der vorliegenden Ausführungsform beschrieben. Bezug nehmend auf die Vorderseite von [Fig. 12](#) bis [Fig. 13](#) unterscheiden sich diese Konfigurationen und die oben beschriebene Konfiguration der zweiten Ausführungsform voneinander darin, wie die zweite Hauptoberfläche **20** aufgebaut ist. Genauer, die zweite Hauptoberfläche **20** enthält eine dritte Hauptoberfläche **20a** und eine vierte Hauptoberfläche **20b**. Die Dicke von der ersten Hauptoberfläche **10** zu der vierten Hauptoberfläche **20b** ist relativ kleiner als die Dicke von der ersten Hauptoberfläche **10** zu der dritten Hauptoberfläche **20a**.

**[0106]** Eine Elektrode **30a**, die als Durchgangselektrode gebildet ist, erstreckt sich von der ersten Hauptoberfläche **10**, um die dritte Oberfläche **20a** zu erreichen, durch das Halbleitersubstrat **1**. Eine Elektrode **30b**, die auch als Durchgangselektrode gebildet ist, erstreckt sich von der ersten Hauptoberfläche **10**, um die vierte Hauptoberfläche **20** zu erreichen, durch das Halbleitersubstrat **1**.

**[0107]** Ein Zwischenverbindungsabschnitt **40a1** und ein Zwischenverbindungsabschnitt **40a2** sind elektrisch leitend miteinander verbunden. In dem Abschnitt, in dem die Elektrode **30a** und der Zwischenverbindungsabschnitt **40a1** aneinander stoßen, ist die Breite  $W1$  des Zwischenverbindungsabschnittes **40a1**, der mit der Elektrode **30a** gekoppelt ist, kleiner als der Durchmesser  $D1$  der Elektrode **30a**. In dem Abschnitt, in dem die Elektrode **30b** und der Zwischenverbindungsabschnitt **40a2** aneinander stoßen, ist die Breite  $W2$  des Zwischenverbindungsabschnittes **40a2**, der mit der Elektrode **30b** gekoppelt ist, kleiner als der Durchmesser  $D2$  der Elektrode **30b**. Die Breite  $W1$  des Zwischenverbindungsabschnittes **40a1** ist größer als die Breite  $W2$  des Zwischenverbindungsabschnittes **40a2**.

**[0108]** Die entsprechenden Durchmesser der Elektroden **30a**, **30b** und die entsprechenden Breiten der Zwischenverbindungsabschnitte **40a1**, **40a2** sind auf die oben beschriebene Weise definiert. Somit können die Elektroden und Zwischenverbindungsabschnitte benutzt werden unter Benutzung des Ladeeffektes/Belastungseffektes in dem Ätzzvorgang, sodass nur die Elektroden **30a** und **30b** durch das Halbleitersubstrat **1** verlaufen, während die Zwischenverbindungsabschnitte **40a1** und **40a2** nicht durch das

Halbleitersubstrat **1** laufen.

**[0109]** Die Höhe  $H1$  ([Fig. 13](#)) der Elektrode **30a** ist größer als die Höhe  $H2a$  des Zwischenverbindungsabschnittes **40a1**. Die Höhe  $H3$  ([Fig. 13](#)) der Elektrode **30b** ist größer als die Höhe  $H2b$  des Zwischenverbindungsabschnittes **40a2**. Die Zwischenverbindungsabschnitte **40a1** und **40a2** liegen nicht auf der Seite der dritten Hauptoberfläche **20a** und der Seite der vierten Hauptoberfläche **20b** offen.

**[0110]** Bei der Halbleitervorrichtung **50E** der vorliegenden Ausführungsform weist die zweite Hauptoberfläche **20** eine Stufe oder einen Niveauunterschied (zwischen der dritten Hauptoberfläche **20a** und der vierten Hauptoberfläche **20b**) auf. Somit kann dieser Niveauunterschied benutzt werden zum Vergrößern des Grades der Auslegungsfreiheit beim Anordnen eines jeden Halbleiterelementes. Ohne andere komplizierte Komponenten wie externe Zwischenverbindungen, die auf der Seite der zweiten Hauptoberfläche **20** offen liegen, können die Elektroden **30a** und **30b** elektrisch mit dem Zwischenverbindungsabschnitt **40a** verbunden werden. Weiter kann die Halbleitervorrichtung **50E** so ausgelegt sein, dass sie an irgendwelche Unebenheiten der Oberfläche der anderen Halbleitervorrichtung, die mit der Halbleitervorrichtung **50E** zu verbinden ist, angepasst ist. Folglich kann eine Zunahme der Größe der Halbleitervorrichtung, die als Produkt fertig gestellt ist, unterdrückt werden.

**[0111]** Bezug nehmend auf die hintere Seite von [Fig. 12](#) und [Fig. 14](#) kann eine zweite Hauptoberfläche **20** weiter eine andere Hauptoberfläche **20c** enthalten. Die Elektroden **30c** bis **30e** sind alle als Durchgangselektroden gebildet. Ein Zwischenverbindungsabschnitt **40b** (Zwischenverbindungsabschnitte **40b1** und **40b2**) und ein Zwischenverbindungsabschnitt **40c** (Zwischenverbindungsabschnitte **40c1** und **40c2**) sind ähnlich zu den oben beschriebenen Zwischenverbindungsabschnitten **40a1** und **40a2** aufgebaut.

**[0112]** Genauer, in dem Abschnitt, in dem die Elektrode **30c** und die Zwischenverbindungsabschnitte **40b1** gegeneinander stoßen, ist die Breite  $W3$  des Zwischenverbindungsabschnittes **40b1**, der mit der Elektrode **30c** gekoppelt ist, kleiner als der Durchmesser  $D3$  der Elektrode **30c**. In dem Abschnitt, in dem die Elektrode **30d** und der Zwischenverbindungsabschnitt **40b2** gegeneinander stoßen, ist die Breite  $W4$  des Zwischenverbindungsabschnittes **40b2**, der mit der Elektrode **40d** gekoppelt ist, kleiner als der Durchmesser  $D4$  der Elektrode **30d**. In dem Abschnitt, in dem die Elektrode **30d** und der Zwischenverbindungsabschnitt **40c** aneinander stoßen, ist die Breite  $W5$  des Zwischenverbindungsabschnittes **4c1**, der mit der Elektrode **30d** gekoppelt ist, kleiner als der Durchmesser  $D4$  der Elektrode **30d**.

[0113] In dem Abschnitt, an dem die Elektrode **30e** und der Zwischenverbindungsabschnitt **40c2** aneinander stoßen, ist die Breite **W6** des Zwischenverbindungsabschnittes **40c2**, der mit der Elektrode **30e** gekoppelt ist, kleiner als der Durchmesser **D5** der Elektrode **30e**. Die Breite **W3** des Zwischenverbindungsabschnittes **40b1** ist größer als die Breite **W4** des Zwischenverbindungsabschnittes **40b2**. Die Breite **W5** des Zwischenverbindungsabschnittes **40c1** ist kleiner als die Breite **W6** des Zwischenverbindungsabschnittes **40c2**.

[0114] Die entsprechenden Durchmesser der Elektroden **30c**, **30d**, **30e** und die entsprechenden Breiten der Zwischenverbindungsabschnitte **40b1**, **40b2**, **40c1**, **40c2** sind wie oben beschrieben definiert. Somit können die Elektroden und Zwischenverbindungsabschnitte gebildet werden, indem der Ladeeffekt/Belastungseffekt in dem Ätzprozess benutzt wird, sodass nur die Elektroden **30c**, **30d** und **30e** durch das Halbleitersubstrat **1** verlaufen, während die Zwischenverbindungsabschnitte **40b1**, **40b2**, **40c1** und **40c2** nicht durch das Halbleitersubstrat **1** laufen.

[0115] Eine Höhe **H4** (Fig. 14) der Elektrode **30c** ist größer als eine Höhe **H5a** des Zwischenverbindungsabschnittes **40b1**. Eine Höhe **H6** (Fig. 14) der Elektrode **30d** ist größer als eine Höhe **H5b** des Zwischenverbindungsabschnittes **40b2** und einer Höhe **H4a** des Zwischenverbindungsabschnittes **40c1**. Eine Höhe **H8** (Fig. 14) der Elektrode **30e** ist größer als eine Höhe **H7b** des Zwischenverbindungsabschnittes **40c2**. Zwischenverbindungsabschnitte **40b1**, **40b2**, **40c1** und **40c2** liegen nicht auf der dritten und vierten Hauptoberfläche **20a** und **20b** und der anderen Hauptoberfläche **20c** offen.

[0116] Für die Halbleitervorrichtung **50E** der vorliegenden Ausführungsform kann die zweite Hauptoberfläche **20** eine Mehrzahl von Stufen oder Niveauunterschieden aufweisen. Die Niveauunterschiede können benutzt werden zum Vergrößern des Freiheitsgrades der Auslegung beim Anordnen eines jeden Halbleiterelementes. Zum Beispiel kann die Halbleitervorrichtung **50E** ausgelegt sein zum Anpassen an die Unebenheit der Oberfläche der anderen Halbleitervorrichtung, die mit der Halbleitervorrichtung **50E** zu verbinden ist. Weiter ist es bei der Halbleitervorrichtung **50E** der vorliegenden Ausführungsform nicht notwendig, andere komplizierte Komponenten wie externe Zwischenverbindungen zu haben. Folglich kann die Zunahme der Größe der gesamten Halbleitervorrichtung, die als ein Produkt fertig gestellt ist, unterdrückt werden.

[0117] In Fig. 12 ist nur ein Teil des ersten isolierenden Filmes **3** schematisch gezeigt. Tatsächlich ist jedoch der erste isolierende Film **3** so gebildet, dass er sich zwischen den Elektroden **30a**, **30b**, dem Zwischenverbindungsabschnitt **40a**, den Elektroden **30c**

bis **30e**, den Zwischenverbindungsabschnitten **40b**, **40c** und dem Halbleitersubstrat **1** erstreckt.

### Dritte Ausführungsform

[0118] Bezug nehmend auf Fig. 15, Fig. 16 und Fig. 17 wird eine Halbleitervorrichtung **50F** der vorliegenden Ausführungsform beschrieben. Ein Herstellungsverfahren der Halbleitervorrichtung **50F** wird später unter Bezugnahme auf Fig. 32 bis Fig. 42 beschrieben. Bezug nehmend auf Fig. 15 ist eine zweite Hauptoberfläche **20** der Halbleitervorrichtung **50F** mit einem zweiten isolierenden Film **6** bedeckt mit der Ausnahme des Abschnittes, an dem eine Elektrode **30a**, die eine Durchgangselektrode ist, vorgesehen ist. Weiter liegt ein unteres Ende **34** der Elektrode **30a**, die als eine Durchgangselektrode gebildet ist, von dem zweiten isolierenden Film **6** offen. Andere Merkmale sind ähnlich zu jenen der ersten oder zweiten Ausführungsform.

[0119] Bezug nehmend auf Fig. 16 wird eine Halbleitervorrichtung **60F**, die mit der Halbleitervorrichtung **50F** zu verbinden ist, beschrieben. Die Halbleitervorrichtung **60F** enthält ein Si-Substrat **61**. Bezüglich des Kappenabschnittes, der unter Bezugnahme auf Fig. 45 beschrieben ist, weist die Halbleitervorrichtung **60F** keinen Kappenabschnitt **62a** auf, sondern nur einen Kappenabschnitt **62b**. In dem Si-Substrat **61** sind Tragabschnitte **63a** und **63b** und schwimmende Abschnitte **64a** und **64b** gebildet. Die Tragabschnitte **63a** und **63b** sind mit dem Kappenabschnitt **62b** verbunden.

[0120] Zum elektrischen Verbinden des unteren Endes der Elektrode **30a** enthält die Halbleitervorrichtung **60F** einen verbindenden Abschnitt **66**. Der verbindende Abschnitt **66** ist so gebildet, dass er von einer Oberfläche **61a** der Halbleitervorrichtung **60F** zurückgenommen ist und im Wesentlichen einen U-förmigen Querschnitt aufweist. Ein Aluminium (AL) **67** ist in der Oberfläche eines im Wesentlichen mittleren Abschnittes des verbindenden Abschnittes **66** eingebettet. Das oberste Ende des eingebetteten Aluminiums **67** liegt unter der Oberfläche **61a** der Halbleitervorrichtung **60f** und ist somit in dem Si-Substrat **61** angeordnet. Der verbindende Abschnitt **66** ist mit einem vorbestimmten Abstand von dem Rand des eingebetteten Aluminiums **67** gebildet. Somit ist eine Lücke um den Rand des Aluminiums **67** gebildet.

[0121] Bezug nehmend auf Fig. 17 werden die Halbleitervorrichtung **50F** und die Halbleitervorrichtung **60F** miteinander verbunden. Zu dieser Zeit wird ein Druck von dem unteren Ende **34** der Halbleitervorrichtung **50F** auf den verbindenden Abschnitt **66** der Halbleitervorrichtung **60F** ausgeübt zum Bewirken, dass das Aluminium (AL) **67** ein vergrößertes Volumen (15% bis 20%) aufweist und sich dadurch

ausdehnt zum Füllen der Lücke, die um den Rand des Aluminiums gebildet ist (siehe [Fig. 42](#)). Auf diese Weise werden die Halbleitervorrichtungen **50F** und **60F** miteinander verbunden, eine bessere Verbindung im Hinblick auf den elektrischen Aspekt kann erzielt werden. Diese Struktur ist auch auf jene in [Fig. 4](#) und [Fig. 9](#) gezeigte anwendbar.

#### Vierte Ausführungsform

[0122] Bezug nehmend auf [Fig. 18](#) bis [Fig. 21](#) werden eine Halbleitervorrichtung **50G1** und eine Halbleitervorrichtung **50G2** der vorliegenden Ausführungsform beschrieben. Die Halbleitervorrichtungen **50G1** und **50G2** sind jeweils ein IGBT oder Ähnliches, an den eine hohe Spannung zum Beispiel angelegt wird und die einen Schutzring enthalten, da eines von Mitteln zum Entspannen der elektrischen Feldstärkenkonzentration an einer Endfläche eines Halbleiterelementes ist.

[0123] [Fig. 18](#) ist ein Querschnitt, der eine Struktur eines Randabschnittes der Halbleitervorrichtung **50G1** zeigt. In [Fig. 18](#) ist nur der Randabschnitt der Halbleitervorrichtung **50G1** gezeigt. Für Einzelheiten eines Halbleiterelementabschnittes, für Durchgangselektroden und Zwischenverbindungsabschnitten kann jeder der ersten bis dritten Ausführungsform verwendet werden. Die Konfiguration in der vorliegenden Ausführungsform ist daher ähnlich zu jenen der ersten bis dritten Ausführungsform und die Beschreibung davon wird nicht wiederholt.

[0124] Die Halbleitervorrichtung **50G1** enthält eine Kollektorschicht **81** vom p-Typ mit hoher Konzentration, eine Pufferschicht **82** vom n-Typ hoher Konzentration, eine Driftschicht **83** vom n-Typ einer niedrigen Konzentration, eine Kollektorelektrode **84**, eine Wannenschicht **85** vom p-Leitungs-Typ, einen Gateoxidfilm **86**, einen Polysiliziumfilm **87**, eine Aluminiumelektrode **88**, einen Feldoxidfilm **89**, einen Zwischenschichtfilm **90**, Aluminiumplatten **91a**, **91b**, die leitende Filme sind, einen Oberflächenschutzfilm **92**, Schutzringe **94a**, **94b**, die jeweils auf einer Wannenschicht eines p-Leitungs-Typs gebildet sind, einen Aluminiumleitungsfilm **93** und eine Elektrode **41**, die als eine Kanalstopperschicht dient.

[0125] Die Schutzringe **94a** und **94b** sind ringförmig in der Form, erstrecken sich von der ersten Hauptoberfläche **10** zu der zweiten Hauptoberfläche **20** zu einer vorbestimmten Tiefe und sind voneinander um einen vorbestimmten Abstand beabstandet. Eine Verarmungsschicht, die sich von einer Basisschicht (nicht gezeigt) und von dem pn-Übergang zwischen der Wannenschicht **85** und der Driftschicht **83** erstreckt, erstreckt sich weit durch die Schutzringe **94a**, **94b** und die Aluminiumplatten **91a**, **91b** zu dem äußeren Rand (zu der ringförmigen Elektrode **41**) der Halbleitervorrichtung **50G1**. Folglich wird das elektri-

sche Feld relaxiert.

[0126] Hier ist die Elektrode **41** außerhalb des Schutzringes **94b** vorgesehen, der der äußerste der Schutzring ist, von dem Schutzring **94b** um einen vorbestimmten Abstand beabstandet, läuft entlang des ringförmigen leitenden Filmes **93**, der auf der ersten Hauptoberfläche **10** vorgesehen ist, und erstreckt sich von der Hauptoberfläche **10** zu der zweiten Hauptoberfläche **20** zu einer vorbestimmten Tiefe.

[0127] Bezug nehmend auf [Fig. 19](#) enthält eine übliche Halbleitervorrichtung **50Z1** nicht die ringförmige Elektrode **41**, sondern stattdessen enthält sie eine Stopperschicht **80** von n-Kanaltyp in dem Bereich entsprechend zu der ringförmigen Elektrode **41**. Die Kanalstopperschicht **80** ist üblicherweise durch Ionenimplantation vom n-Typ und Wärmebehandlung gebildet. Die Kanalstopperschicht **80** der Halbleitervorrichtung **50Z1** ist auf einer Seite (rechte Seite in [Fig. 19](#)) des Halbleiterelementes angeordnet, an der die Kristalldefektdichte hoch ist. Schneiden des Substrates verursacht Kristallstörung in der Seite des Halbleiterelementes. In dem Fall, in dem eine Rückwärtsspannung an die Seite des Halbleiterelementes angelegt wird, wird auch eine Verarmungsschicht in der Seite des Halbleiterelementes erzeugt, die dem Schneiden unterworfen war. Wenn die Erstreckung der Verarmungsschicht nicht durch die Kanalstopperschicht **80** unterdrückt werden kann, fließt ein Leckstrom über die Verarmungsschicht entlang der Oberfläche, die durch Schneiden des Substrates offengelegt ist. Wenn nämlich eine hohe Spannung plötzlich angelegt wird, bewegen sich erzeugte Träger zu der Vorderseite des Substrates aufgrund des Kristalldefektes, und die Verarmungsschicht dehnt sich rasch aus. Die Erstreckung der Verarmungsschicht kann nicht unterdrückt werden, was in der Erzeugung von Leckstrom resultiert.

[0128] In der Halbleitervorrichtung **50G1** ist die Elektrode **41**, die als eine Kanalstopperschicht dient, ähnlich zu einer Zwischenverbindung (nicht gezeigt) gebildet, die andere Elektroden (durch Elektroden oder Ähnliches) miteinander verbindet, und die Erstreckung der Verarmungsschicht kann sicher durch diese Elektrode **41** unterdrückt werden. Im Hinblick auf die ringförmige Elektrode **41** der Halbleitervorrichtung **50G1** ist die Elektrode **41** so vorgesehen, dass sie sich weiter in die Pufferschicht **82** vom n-Typ einer hohen Konzentration erstreckt und somit Isolation von der Oberfläche vorsieht, die durch Schneiden des Substrates offenliegt, sodass ein Leckstrom am Erzeugt werden gehindert wird.

[0129] Die ringförmige Elektrode **41** kann in dem gleichen Vorgang wie der Zwischenverbindungsabschnitt (Zwischenverbindungsabschnitte **40a** bis **40f**) in den jeweils oben beschriebenen Ausführungsformen gebildet werden, die eine Mehrzahl von Elektro-

den verbinden, die in der Halbleitervorrichtung **50G1** vorgesehen sind. Die Halbleitervorrichtung **50Z** benötigt einen Vorgang zum Vorsehen der Kanalstopperschicht **80**. Dagegen kann für die Halbleitervorrichtung **50G1** die Elektrode **41** in dem gleichen Vorgang wie die Zwischenverbindungsabschnitte gebildet werden, die eine Mehrzahl von Elektroden verbinden, und daher kann die Produktionseffektivität verbessert werden.

[0130] Bezug nehmend auf [Fig. 18](#) und [Fig. 19](#) werden die Halbleitervorrichtung **50G1** und die Halbleitervorrichtung **50Z1**, die im Wesentlichen äquivalent im Hinblick auf die Durchbruchspannungseigenschaft sind, miteinander verglichen. Die Abmessung L1 zwischen dem Leitungsfilm **93** und seiner nächsten inneren Aluminiumplatte **91b** der Halbleitervorrichtung **50G1** wird mit der Abmessung L2 zwischen dem Leitungsfilm **93** und seiner nächsten inneren Aluminiumplatte **91b** der Halbleitervorrichtung **50Z1** in [Fig. 19](#) verglichen. Es gibt eine Beziehung von Abmessung L2  $\geq$  Abmessung L1.

[0131] Mit anderen Worten, die Halbleitervorrichtung **50G1** in der vorliegenden Ausführungsform kann eine kleinere Abmessung zwischen dem Leitungsfilm **93** und der nächsten inneren Aluminiumplatte **91b** aufweisen. Für die Halbleitervorrichtung **50G1** bei der vorliegenden Ausführungsform kann die Größe der gesamten Halbleitervorrichtung einschließlich des Schutzringes verringert werden.

[0132] Bezug nehmend auf [Fig. 20](#) wird eine andere Halbleitervorrichtung **50G2** der vorliegenden Ausführungsform beschrieben. Die Halbleitervorrichtung **50G2** enthält eine Mehrzahl von Schutzringen **94a** bis **94f** größer in der Zahl als die Schutzringe der Halbleitervorrichtung **50G1**. Die anderen Merkmale der Halbleitervorrichtung **50G2** sind ähnlich zu jenen der Halbleitervorrichtung **50G1**. In diesem Fall können dann ebenfalls die Funktion und die Wirkung, wie sie oben beschrieben wurden, durch Benutzung einer ringförmigen Elektrode **41** erzielt werden.

[0133] Der Abstand zwischen benachbarten zwei Schutzringen **94a** bis **94f** ist relativ größer in einem Bereich näher zu dem äußeren Rand als in einem Bereich relativ weiter von dem äußeren Rand. Folglich ist auch der Abstand zwischen benachbarten zwei Aluminiumplatten **91a** bis **91f** relativ größer in einem Bereich näher zu dem äußeren Rand als in einem Bereich relativ weiter von dem äußeren Rand. Zum Beispiel weisen die Abmessung L3 zwischen den Aluminiumplatten **91a** und **91b** und die Abmessung L4 zwischen den Aluminiumplatten **91e** und **91f** eine Beziehung von L3  $<$  L4 auf.

[0134] Bezüglich der Abmessung L5 zwischen der Aluminiumplatten **91f** und dem ringförmigen Leitungsfilm **93**, der auf der ersten Hauptoberfläche **10**

vorgesehen ist, innerhalb und getrennt von der Aluminiumplatte **91f** um einen vorbestimmten Abstand angeordnet ist, gibt es eine Beziehung L3  $<$  L4  $<$  L5.

[0135] Bezug nehmend auf [Fig. 21](#) wird eine andere übliche Halbleitervorrichtung **50Z2** und die Halbleitervorrichtung **50G2**, die im Wesentlichen äquivalent im Hinblick auf die Durchbruchspannungseigenschaften sind, miteinander verglichen. Die Abmessung L5 zwischen dem Leitungsfilm **93** und der nächsten inneren Aluminiumplatte **91f** der Halbleitervorrichtung **50G2** und die Abmessung L6 zwischen dem Leitungsfilm **93** und der nächsten inneren Aluminiumplatte **91f** der Halbleitervorrichtung **50Z2** in [Fig. 21](#) werden verglichen, und es gibt eine Beziehung L6  $\geq$  L5.

[0136] Bei der Halbleitervorrichtung **50G2** kann die Abmessung zwischen dem Leitungsfilm **93** und der Aluminiumplatte **91f**, die unmittelbar innerhalb des Leitungsfilmes **93** angeordnet ist, relativ kleiner gemacht werden. Insbesondere, wenn die Zahl von Schutzringen groß ist, kann die Abmessung zwischen dem Leitungsfilm **93** und der nächsten inneren Aluminiumplatte **91f** noch kleiner gemacht werden. Mit der Halbleitervorrichtung **50G2** kann die Größe der gesamten Halbleitervorrichtung einschließlich der Schutzringe reduziert werden.

#### Fünfte Ausführungsform: Herstellungsverfahren

[0137] Bezug nehmend auf [Fig. 22](#) bis [Fig. 29](#) wird ein Herstellungsverfahren einer Halbleitervorrichtung **50H** der vorliegenden Ausführungsform beschrieben. Die Halbleitervorrichtung **50H**, die dem Herstellungsverfahren in der vorliegenden Ausführungsform folgend erzeugt ist, entspricht der Halbleitervorrichtung **50C** in der oben beschriebenen zweiten Ausführungsform.

[0138] Bezug nehmend auf [Fig. 22](#) und [Fig. 23](#) wird zuerst ein Halbleitersubstrat **1** mit einer ersten Hauptoberfläche **10** und einer zweiten Hauptoberfläche **20** vorbereitet. Für dieses Halbleitersubstrat **1** wird Fotolithografie benutzt zum Bilden von Kontaktlöchern **2a** und **2b**, die sich von der ersten Hauptoberfläche **10** in der Tiefenrichtung des Halbleitersubstrates **1** erstrecken. Bezug nehmend auf [Fig. 22](#), während zwei Kontaktlöcher **2a** und **2b** gezeigt sind, können zwei oder mehr Kontaktlöcher, die voneinander getrennt sind, gebildet werden, wie es nötig ist.

[0139] Fotolithografie wird benutzt zum Bilden eines Zwischenverbindungsgrabens **42**, der die Kontaktlöcher **2a** und **2b** verbindet, die gebildet worden sind. Der Zwischenverbindungsgraben **42** wird so gebildet, dass er sich von der ersten Hauptoberfläche **10** in der Tiefenrichtung des Halbleitersubstrates **1** erstreckt, ohne durch das Halbleitersubstrat **1** zu gehen.

[0140] Von den Kontaktlöchern **2a** und **2b** ist das Kontaktloch **2a** gebildet zum Aufnehmen einer Elektrode (**30a**, die eine Durchgangselektrode ist, wie später beschrieben wird, die so gebildet ist, dass die Form, wie sie auf der ersten Hauptoberfläche **10** gesehen wird, im Wesentlichen kreisförmig in der Draufsicht ist). In dem Abschnitt, in dem der Zwischenverbindungsgraben **42** und das Kontaktloch **2a** aneinander stoßen, ist die Breite  $W1$  des Zwischenverbindungsgrabens **42**, der mit dem Kontaktloch **2a** gekoppelt ist, kleiner als der Durchmesser  $D1$  des Kontaktloches **2a**. Wegen des Ladeeffektes/Belastungseffektes für das Kontaktloch **2a** und des Zwischenverbindungsgrabens **42**, die gebildet worden sind, ist die Höhe (Tiefe)  $H1$  des Kontaktloches **2a**  $>$  Höhe (Tiefe)  $H2$  des Zwischenverbindungsgrabens **42**.

[0141] Die Kontaktlöcher **2a** und **2b** und der Zwischenverbindungsgraben **42** können bevorzugt gleichzeitig gebildet werden. Der Zwischenverbindungsgraben **42** kann gebildet werden, nachdem die Kontaktlöcher **2a** und **2b** gebildet sind, oder die Kontaktlöcher **2a** und **2b** können gebildet werden, nachdem der Zwischenverbindungsgraben **42** gebildet ist.

[0142] Bezug nehmend auf [Fig. 24](#) wird, nachdem die Kontaktlöcher **2a** und **2b** und der Zwischenverbindungsgraben **42** gebildet sind, ein erster isolierender Film zum Bedecken der Oberfläche der Kontaktlöcher **2a**, **2b** und des Zwischenverbindungsgrabens **42** gebildet. Bezug nehmend auf [Fig. 25](#) wird, nachdem der erste isolierende Film **3** gebildet ist, ein leitendes Metall **4** angelegt/angebracht/aufgebracht zum Füllen des Inneren der Kontaktlöcher **2a**, **2b** und des Zwischenverbindungsgrabens **42**, die mit dem ersten isolierenden Film **3** bedeckt sind. Nachdem das leitende Metall **4** zum Füllen der Innenseite angelegt ist, wird der erste isolierende Film **3** entfernt mit Ausnahme eines Abschnittes um das Metall **4**.

[0143] Bezug nehmend auf [Fig. 26](#) wird, nachdem der erste isolierende Film **3** entfernt ist, ein gewünschter Halbleiterelementabschnitt **5** an der Oberfläche des Halbleitersubstrats **1** gebildet, die Kontaktlöcher **2a**, **2b** und der Zwischenbindungsfilm **42** können gebildet werden und danach kann das leitende Metall **4** angelegt werden zum Füllen der Innenseite, wie oben beschrieben wurde. Nachdem der Halbleiterelementabschnitt **5** gebildet ist, wird ein Zwischenschichtisolierfilm **1a** einer vorbestimmten Dicke auf solche Weise gebildet, dass die Oberfläche des Metalls **4** frei bleibt.

[0144] Bezug nehmend auf [Fig. 27](#) wird, nachdem der Halbleiterelementabschnitt **5** gebildet ist, die zweite Hauptoberfläche **20** des Halbleitersubstrates **1** von der Rückseite poliert. Bis das Metall **4** auf der zweiten Hauptoberfläche **20** frei wird, wird die zweite Hauptoberfläche **20** des Halbleitersubstrates **1** in der Richtung der Tiefe poliert. Das Metall **4** wird somit auf

der zweiten Hauptoberfläche **20** offen gelegt, und folglich läuft das leitende Metall **4**, das das Innere des Kontaktloches **2a** füllt, durch das Halbleitersubstrat **1**, um die zweite Hauptoberfläche **20** zu erreichen. Auf diese Weise ist die Elektrode **30a**, die eine Durchgangselektrode ist, vervollständigt.

[0145] Eine andere Elektrode (**30b**) (nicht gezeigt) kann ebenfalls aufgebaut werden zum Erreichen der zweiten Hauptoberfläche **20**, sodass diese Elektrode in **32b** eine Durchgangselektrode bildet. Alternativ kann diese Elektrode in **32b** so aufgebaut sein, dass sie nicht die zweite Hauptoberfläche **20** erreicht. Auf den oben beschriebenen Vorgang folgend kann die Halbleitervorrichtung **50H** in der vorliegenden Ausführungsform erzeugt werden.

[0146] Bezug nehmend auf [Fig. 28](#) wird eine Beschreibung einer Halbleitervorrichtung **60H** gegeben, mit der die Halbleitervorrichtung **50H**, wie sie erzeugt ist, zu verbinden ist. Die Halbleitervorrichtung **60H** ist ein Halbleiterbeschleunigungssensor mit einer Dünnfilmstruktur. Die hier benutzte Halbleitervorrichtung **60H** weist wie die Halbleitervorrichtung **60C**, die im Zusammenhang mit der zweiten Ausführungsform beschrieben worden ist, keinen Kappenabschnitt **62a** auf, stattdessen weist sie einen Kappenabschnitt **62b** auf, bezüglich der Kappenabschnitte, die unter Bezugnahme auf [Fig. 45](#) beschrieben sind.

[0147] Bezug nehmend auf [Fig. 29](#) werden eine Oberfläche **61a** der Halbleitervorrichtung **60H** und die zweite Hauptoberfläche **20** der Halbleitervorrichtung **50H** der vorliegenden Ausführungsform in der Form eines Wavers verbunden, sodass die Halbleitervorrichtungen **50H** und **60H**, die dreidimensional angebracht sind, erzielt werden können.

[0148] Die Halbleitervorrichtung **50H**, die dem Herstellungsverfahren in der vorliegenden Ausführungsform folgend erzielt ist, kann so aufgebaut sein, dass die Halbleitervorrichtung **60H** mit der ersten Hauptoberfläche **10** der Halbleitervorrichtung **50H** verbunden ist und einer anderen Halbleitervorrichtung (**70H**) ist mit der zweiten Hauptoberfläche **20** der Halbleitervorrichtung **50** verbunden.

[0149] Eine Halbleitervorrichtung, die für eine Mehrschichtkonfiguration mit weiter einer Mehrzahl von Halbleitervorrichtungen benutzt wird, die zusammengestapelt sind, anstelle der Doppelschichtkonfiguration, wie sie in [Fig. 29](#) gezeigt ist, kann ebenfalls hergestellt werden. Folgend dem Herstellungsverfahren einer Halbleitervorrichtung in der vorliegenden Ausführungsform können Halbleitervorrichtungen dreidimensional angebracht werden durch Vorsehen der Halbleitervorrichtung **60H** auf der ersten Hauptoberfläche **10** der Halbleitervorrichtung **50H** und Vorsehen der Halbleitervorrichtung **70H** auf der zweiten Hauptoberfläche **20**. Diese Konfiguration ist ähnlich

zu der Konfiguration, die unter Bezugnahme auf [Fig. 4](#) in der ersten Ausführungsform beschrieben worden ist. Zu dieser Zeit bildet die Elektrode **30a** der Halbleitervorrichtung **50H** eine Durchgangselektrode, und die Elektroden **30a** und **30b** sind miteinander durch den Zwischenverbindungsabschnitt **40a** verbunden. Die Halbleitervorrichtung **50H** wird somit als Zwischenverbindungselektrode benutzt.

**[0150]** Auf diese Weise können die Halbleitervorrichtungen **50H**, **60H** und **70H** elektrisch verbunden werden. Wenn die Halbleitervorrichtungen **50H** und **70H** miteinander verbunden werden, kann die zweite Hauptoberfläche **20** der Halbleitervorrichtung **50H** bevorzugt mit einem isolierenden Film wie ein Oxidfilm bedeckt werden mit Ausnahme des Abschnittes, an dem die Elektrode **30a**, die eine Durchgangselektrode ist, offenliegt.

Andere Konfigurationen der fünften Ausführungsform

**[0151]** Wieder Bezug nehmend auf [Fig. 23](#) wird gemäß der obigen Beschreibung des Kontaktlochs **2a** in dem Halbleitersubstrat **1** so gebildet, dass es sich von der ersten Hauptoberfläche **10** in der Tiefenrichtung des Halbleitersubstrates **1** erstreckt. Bezug nehmend auf [Fig. 30](#) kann das Kontaktloch **2a** einen angeschrägten Abschnitt **2a1** enthalten, der so gebildet ist, dass er einen Lochdurchmesser aufweist, der allmählich von der ersten Hauptoberfläche **10** in der Richtung der Tiefe des Halbleitersubstrates **1** abnimmt und einen im Wesentlichen V-förmigen Querschnitt aufweist, und einen röhrenförmigen Abschnitt **2a2** mit im Wesentlichen dem gleichen Lochdurchmesser von dem unteren Ende des angeschrägten Abschnittes in der Tiefenrichtung des Halbleitersubstrates **1**.

**[0152]** Der angeschrägte Abschnitt **2a1** mit einem im Wesentlichen V-förmigen Querschnitt und der röhrenförmige Abschnitt **2a2** mit im Wesentlichen dem gleichen Lochdurchmesser von dem unteren Ende des angeschrägten Abschnittes **2a1** in der Tiefenrichtung des Halbleitersubstrates **1** können auf die folgende Weise gebildet werden. Bei dem Vorgang des Bildens des Kontaktloches **2a** wird der röhrenförmige Abschnitt **2a2** zuerst durch isotropes Ätzen gebildet, und danach wird der angeschrägte Abschnitt **2a1** durch anisotropes Ätzen gebildet.

**[0153]** Da das Kontaktloch **2a** den angeschrägten Abschnitt **2a1** und den röhrenförmigen Abschnitt **2a2** enthält, kann der isolierende Film **3**, der die innere Oberfläche des Kontaktloches **2a** bedeckt, leicht gebildet werden. Weiter kann die Innenseite dieses isolierenden Filmes **3** leicht mit dem leitenden Metall **4** gefüllt werden.

**[0154]** Da weiter das Kontaktloch **2a** den angeschrägten Abschnitt **2a1** und den röhrenförmigen Ab-

schnitt **2a2** enthält, kann eine Lücke **9**, wie in [Fig. 31](#) gezeigt ist, daran gehindert werden, dass sie erzeugt wird. Die Lücke **9** wird wahrscheinlicher in dem Fall zum Beispiel erzeugt, in dem die Tiefe eines Kontaktloches, das in dem Halbleitersubstrat vorgesehen ist, 100 µm oder mehr beträgt. Die Lücke **9** ist ein Raum, der erzeugt wird, wenn die innere Oberfläche des Kontaktloches mit einem isolierenden Film bedeckt ist, und ein leitendes Metall angelegt wird zum Füllen der Innenseite des isolierenden Filmes zwischen den leitenden Metallschichten in dem Kontaktloch.

**[0155]** Genauer, bei dem Vorgang des Bildens eines Kontaktloches von ungefähr 100 µm oder mehr durch Ätzen wird die Halbleitersubstratoberfläche (erste Hauptoberfläche **10**) und darum herum durch ein Ätzen mit Plasma während einer langen Zeitdauer freigelegt. Als Resultat zeigt die Seite des Kontaktloches eine Bogenform, wenn sich die Seite lateral in der Nähe der Halbleitersubstratoberfläche expandiert. Wenn das Kontaktloch mit der bogenförmigen Form mit einem isolierenden Material bedeckt wird und dann das leitende Metall darauf angelegt wird, haften die Schichten des angelegten Metalls aneinander in der Nähe der Halbleitersubstratoberfläche. Somit kann das Kontaktloch mit der Bogenform nicht vollständig mit dem Metall gefüllt werden, und die Lücke **9** wird erzeugt.

**[0156]** Im Gegensatz dazu kann das Kontaktloch **2a** mit dem angeschrägten Abschnitt **2a1** und dem röhrenförmigen Abschnitt **2a2** benutzt werden zum Verhindern der Lücke **9**, dass sie erzeugt wird, wenn das Metall angelegt wird zum Füllen des Kontaktloches **2a**.

Noch andere Konfigurationen der fünften Ausführungsform

**[0157]** Wieder Bezug nehmend auf [Fig. 24](#) und [Fig. 25](#) werden gemäß der obigen Beschreibung des Vorganges die Kontaktlöcher **2a**, **2b** und der Zwischenverbindungsgraben **42** gebildet, danach wird der erste isolierende Film **3** zum Bedecken der Oberfläche der Kontaktlöcher **2a**, **2b** und des Zwischenverbindungsgrabens **42** gebildet, und dann wird der leitende Metallfilm **4** aufgebracht zum Füllen der Innenseite der Kontaktlöcher **2a**, **2b** und des Zwischenverbindungsgrabens **42**, die mit dem ersten isolierenden Film **3** bedeckt sind.

**[0158]** Hier kann das Metall, das aufgebracht wird, zum Füllen der Innenseite der Kontaktlöcher **2a**, **2b** und des Zwischenverbindungsgrabens **42**, die mit dem ersten isolierenden Film **3** bedeckt sind, ein dotiertes Polysilizium sein. Das dotierte Polysilizium wird bevorzugt unter Abscheidungsbedingungen aufgebracht, die so optimiert sind, dass die Spannung, die durch den ersten isolierenden Film **3** auf das Halbleitersubstrat **1** ausgeübt wird, beseitigt wird.

**[0159]** Wie oben beschrieben wurde, gibt es manche Fälle, in denen die Tiefe der Kontaktlöcher **2a**, **2b** und des Zwischenverbindungsgrabens **42** ungefähr 100 µm oder mehr beträgt. Das Metall **4**, das die Innenseite der Kontaktlöcher **2a**, **2b** und den Zwischenverbindungsgraben **42** füllt, die mit dem ersten isolierenden Film **3** bedeckt sind, übt Spannung auf das Halbleitersubstrat **1** durch die Kontaktlöcher **2a**, **2b** und den Zwischenverbindungsgraben **42** aus. In dem Fall, in dem die Tiefe der Kontaktlöcher **2a**, **2b** und des Zwischenverbindungsgrabens **42** ungefähr 100 µm oder mehr beträgt, braucht der Einfluss der Spannung, die auf das Halbleitersubstrat **1** wirkt, nicht mehr vernachlässigbar sein in Abhängigkeit von dem Fall.

**[0160]** Das dotierte Polysilizium ist elektrisch leitend, und daher ist ein Vorgang zum Bewirken, dass das Material elektrisch leitend wird, nachdem es aufgebracht ist, zum Füllen der Löcher und des Grabens, unnötig. Weiter können bei dem Vorgang zum Aufbringen des dotierten Polysiliziums verschiedene Parameter (Temperatur, Konzentration, Druck, Wärmebehandlung z. B.) für das dotierte Polysilizium gesteuert werden zum Optimieren der Richtungseigenschaft der Spannung, die auf den ersten isolierenden Film **3** wirkt (Druckspannung oder Zugspannung), und die Größe der Spannung.

**[0161]** Insbesondere kann in Abhängigkeit von der Spannung, die durch den ersten isolierenden Film **3** auf das Halbleitersubstrat **1** ausgeübt wird, die Spannung verringert werden. Genauer, in dem Fall z. B., in dem der erste isolierende Film **3** eine Druckspannung auf das Halbleitersubstrat **1** ausübt, kann das dotierte Polysilizium, das ein Metall ist zum Füllen der Löcher und des Grabens, eine Zugeigenschaft aufweisen. Im Gegensatz dazu, in dem Fall, in dem der erste isolierende Film **3** eine Zugspannung auf das Halbleitersubstrat **1** ausübt, kann das dotierte Polysilizium, das ein Metall ist, zum Füllen der Löcher und des Grabens, eine Druckeigenschaft aufweisen. Folglich kann die Spannung, die auf das Halbleitersubstrat **1** durch den ersten isolierenden Film **3** und das dotierte Polysilizium, das ein Metall ist, zum Füllen der Löcher und des Grabens ausgeübt wird, vermieden werden.

Sechste Ausführungsform: Herstellungsverfahren,  
[Fig. 32](#) bis [Fig. 42](#)

**[0162]** Bezug nehmend auf [Fig. 32](#) bis [Fig. 42](#) wird ein Herstellungsverfahren einer Halbleitervorrichtung **50J** der vorliegenden Ausführungsform beschrieben. Das Herstellungsverfahren der Halbleitervorrichtung **50J** entspricht der Konfiguration der in [Fig. 15](#) gezeigten Halbleitervorrichtung **50F**. Die zweite Hauptoberfläche **20** der Halbleitervorrichtung **50J**, die dem Herstellungsverfahren der vorliegenden Ausführungsform folgend erzielt ist, wird mit dem zweiten isolierenden Film **6** mit der Ausnahme be-

deckt, an der die Elektrode **30a**, die eine Durchgangselektrode ist, vorgesehen ist, wie in [Fig. 15](#) gezeigt ist. Das untere Ende **34** der Elektrode **30a** liegt von dem zweiten isolierenden Film **6** offen.

**[0163]** Genauer, Bezug nehmend auf [Fig. 32](#), das Halbleitersubstrat **1** mit der ersten Hauptoberfläche **10** und der zweiten Hauptoberfläche **20** wird zuerst dargestellt. Für dieses Halbleitersubstrat **1** wird Fotolithografie benutzt zum Bilden eines Kontaktloches **2**, das sich von der ersten Hauptoberfläche **10** in der Richtung der Tiefe des Halbleitersubstrates **1** erstreckt. Ein anderes Kontaktloch (nicht gezeigt) getrennt von dem Kontaktloch **2** wird ebenfalls gebildet.

**[0164]** Zum Verbinden des Kontaktloches **2** und des anderen Kontaktloches, die gebildet worden sind, wird ein Zwischenverbindungsgraben (**42**) (nicht gezeigt) durch Fotolithografie gebildet. Der Zwischenverbindungsgraben **42** ist so gebildet, dass er sich von der ersten Hauptoberfläche **10** in der Richtung der Tiefe des Halbleitersubstrates **1** erstreckt, ohne durch das Halbleitersubstrat **1** zu gehen.

**[0165]** Von den Kontaktlöchern, die gebildet worden sind, weist das Kontaktloch **2**, das gebildet ist zum Aufnehmen einer Elektrode (**30a**, die eine Durchgangselektrode ist, wie später beschrieben wird, eine im Wesentlichen Kreisform auf der ersten Hauptoberfläche **10**) auf, wie in der Draufsicht gesehen wird. In dem Abschnitt, in dem der Zwischenverbindungsgraben **42** und dieses Kontaktloch **2** aneinander stoßen, ist die Breite des Zwischenverbindungsgrabens **42**, der mit dem Kontaktloch **2** gekoppelt ist, kleiner als der Durchmesser des Kontaktloches **2** hergestellt.

**[0166]** Wegen des Ladeeffektes/Belastungseffektes ist die Höhe (Tiefe) dieses Kontaktloches **2** größer als die Höhe (Tiefe) des Zwischenverbindungsgrabens **42**, während das Kontaktloch **2** und der Zwischenverbindungsgraben gebildet werden.

**[0167]** Das Kontaktloch **2** (einschließlich des anderen Kontaktloches [nicht gezeigt]) und der Zwischenverbindungsgraben **42** können bevorzugt gleichzeitig gebildet werden. Alternativ kann, nachdem das Kontaktloch **2** gebildet ist, der Zwischenverbindungsgraben **42** gebildet werden, oder der Zwischenverbindungsgraben **42** kann gebildet werden und danach kann das Kontaktloch **2** gebildet werden.

**[0168]** Nachdem der Zwischenverbindungsgraben gebildet ist, wird der erste isolierende Film **3** abgeschlossen zum Bedecken der Oberfläche des Kontaktloches **2**, des anderen Kontaktloches und des Zwischenverbindungsgrabens **42**. Nachdem der erste isolierende Film **3** abgeschlossen ist, wird leitendes Metall **4** aufgebracht zum Füllen der Innenseite des Kontaktloches **2**, des anderen Kontaktloches und des Zwischenverbindungsgrabens **42**, die mit dem ersten

isolierenden Film **3** bedeckt sind.

[0169] Bezug nehmend auf [Fig. 33](#), nachdem das leitende Metall **4** aufgebracht ist zum Füllen der Löcher und des Grabens, wird das Halbleitersubstrat **1** von der Seite der zweiten Hauptoberfläche **20** so poliert, dass eine vorbestimmte Dicke des Halbleitersubstrats **1** unter dem unteren Ende (Ende des Ätzens) des Kontaktloches **2** verbleibt. Bezug nehmend auf [Fig. 34](#) wird das Halbleitersubstrat **1** geätzt, indem ein vorbestimmtes Ätzmittel benutzt, von der Seite der zweiten Hauptoberfläche **20** über Tiefenrichtung des Halbleitersubstrates **1**, sodass das untere Ende des ersten isolierenden Filmes **3**, der das Kontaktloch **2** bedeckt, von der zweiten Hauptoberfläche **20** freiliegt.

[0170] Hier dient der erste isolierende Film **3** zu dieser Zeit als eine Ätzmaske (Ätzstopper). In dem Fall, in dem die zweite Hauptoberfläche **20** aufgebaut ist zum Enthalten der Hauptoberflächen mit einer Stufe oder einem Niveauunterschied, wie oben beschrieben wurde ([Fig. 12](#)), können dann die Dicke des ersten isolierenden Filmes **3** und die Ätzbedingungen eingestellt werden zum Bilden einer Elektrode, die an die Tiefe der gestuften Hauptoberfläche angepasst sind.

[0171] Bezug nehmend auf [Fig. 35](#) wird der erste isolierende Film **3**, der das Kontaktloch **2** bedeckt, selektiv geätzt unter Benutzung eines vorbestimmten Ätzmittels, sodass das untere Ende **34** des aufgebrauchten Metalles **4** von dem ersten isolierenden Film **3** freiliegt. Selektives Ätzen hier bezieht sich auf Ätzen des unteren Endes des ersten isolierenden Filmes **3** und des Abschnittes um das untere Ende des ersten isolierenden Filmes **3** herum, wo der erste isolierende Film **3** und das Metall **4** überlappen, wie von oben gesehen wird. Bezug nehmend auf [Fig. 36](#) wird der zweite isolierende Film **6** über der Gesamtheit der zweiten Hauptoberfläche **20** des Halbleitersubstrates **1** abgeschieden, sodass das offen liegende untere Ende **34** des Metalles **4** bedeckt wird.

[0172] Bezug nehmend auf [Fig. 37](#) und [Fig. 38](#), nachdem der zweite isolierende Film **6** abgeschieden ist, wird der zweite isolierende Film **6**, der das untere Ende **34** des Metalles **4** bedeckt, selektiv mit einem vorbestimmten Ätzmittel so geätzt, dass das untere Ende **34** des Metalles **4** von dem zweiten isolierenden Film **6** freigelegt wird. Selektives Ätzen hier bezieht sich auf Ätzen des unteren Endes des zweiten isolierenden Filmes **6** und des Abschnittes um das untere Ende des zweiten isolierenden Filmes **6**, wo der zweite isolierende Film **6** und das Metall überlappen, wie von oben gesehen wird. Auf diese Weise kann die Halbleitervorrichtung **50J** der vorliegenden Erfindung erhalten werden.

[0173] Eine Beschreibung wird gegeben, wie eine

Halbleitervorrichtung **60J**, mit der die Halbleitervorrichtung **50J**, wie sie erhalten wird, zu verbinden ist.

[0174] Bezug nehmend auf [Fig. 39](#) und [Fig. 40](#) ist Halbleitervorrichtung **60J** z. B. ein Halbleiterbeschleunigungssensor mit einer Dünnschichtstruktur. Bezüglich des Kappenabschnittes enthält die Halbleitervorrichtung **60J**, die hier benutzt wird, wie die dritte und fünfte Ausführungsform nicht den Kappenabschnitt **62a**, sondern weist nur den Kappenabschnitt **62b** auf. Für die elektrische Verbindung mit dem unteren Ende **34** der Elektrode **30a** enthält die Halbleitervorrichtung **60J** einen verbindenden Abschnitt **66**. Der verbindende Abschnitt **66** ist so gebildet, dass er von der Oberfläche **61a** der Halbleitervorrichtung **60J** zurückgesetzt ist und einen im Wesentlichen U-förmigen Querschnitt aufweist. Ein Aluminium (AL) **67** ist in der Oberfläche eines im Wesentlichen mittleren Abschnittes des verbindenden Abschnittes **66** eingebettet.

[0175] Bezug nehmend auf die [Fig. 41](#) und [Fig. 42](#) werden die Oberfläche **61a** der Halbleitervorrichtung **60J** und die zweite Hauptoberfläche **20** der Halbleitervorrichtung **50J** der vorliegenden Ausführungsform miteinander verbunden zum Bilden eines Wavers. Somit kann die Konfiguration, in der die Halbleitervorrichtungen **50J** und **60J** dreidimensional angebracht sind, erzielt werden.

Andere Konfigurationen der sechsten Ausführungsform

[0176] Wieder Bezug nehmend auf [Fig. 32](#) ist gemäß der obigen Beschreibung das Kontaktloch **2** in dem Halbleitersubstrat **1** von der ersten Hauptoberfläche **10** in der Richtung der Tiefe des Halbleitersubstrates **1** gebildet. Wie die andere Konfiguration der fünften Ausführungsform (siehe [Fig. 30](#)), kann das Kontaktloch **20** einen angeschrägten Abschnitt enthalten, der so gebildet ist, dass der Lochdurchmesser allmählich von der ersten Hauptoberfläche **10** in der Tiefenrichtung des Halbleitersubstrates **1** abnimmt und einen im Wesentlichen V-förmigen Querschnitt aufweist, und einen röhrenförmigen Abschnitt, der im Wesentlichen den gleichen Lochdurchmesser von dem unteren Ende des angeschrägten Abschnittes in der Tiefenrichtung des Halbleitersubstrates **1** aufweist.

[0177] Da das Kontaktloch **2** den angeschrägten Abschnitt und den röhrenförmigen Abschnitt aufweist, kann der erste isolierende Film **3**, der die innere Oberfläche des Kontaktloches **2** bedeckt, leicht abgeschieden werden. Weiter kann die Innenseite dieses isolierenden Filmes **3** leicht mit dem leitenden Metall **4** gefüllt werden. Weiter wie bei der anderen Konfiguration der fünften Ausführungsform kann die Lücke **9**, wie in [Fig. 31](#) gezeigt ist, daran gehindert werden zu entstehen.

Noch andere Konfigurationen der sechsten Ausführungsform

**[0178]** Wieder Bezug nehmend auf [Fig. 32](#) gemäß der obigen Beschreibung sind das Kontaktloch **2** und der Zwischenverbindungsgraben (nicht gezeigt) gebildet, danach wird der erste isolierende Film **3** zum Bedecken der Oberfläche des Kontaktloches und des Zwischenverbindungsgrabens gebildet und dann wird das leitende Metall **4** aufgebracht zum Füllen der Innenseite der Kontaktlöcher **2, 2** und des Zwischenverbindungsgrabens, die mit dem ersten isolierenden Film **3** bedeckt sind.

**[0179]** Wie die noch andere Konfiguration der fünften Ausführungsform kann das Metall, das aufgebracht wird zum Füllen der Innenseite des Kontaktloches **2** und Zwischenverbindungsgrabens, die mit dem ersten isolierenden Film **3** bedeckt sind, ein dotiertes Polysilizium sein. Das dotierte Polysilizium kann bevorzugt aufgebracht werden unter den Abscheidungsbedingungen, die so optimiert sind, dass die Spannung, die durch den ersten isolierenden Film **3** auf das Halbleitersubstrat **1** ausgeübt wird, gelindert wird.

**[0180]** Das dotierte Polysilizium ist elektrisch leitend, und daher ist ein Vorgang zum Bewirken, dass das Material elektrisch leitend wird, nachdem es zum Füllen der Löcher und des Grabens aufgebracht ist, nicht notwendig. Weiter können bei dem Vorgang zum Aufbringen des dotierten Polysiliziums verschiedene Parameter (Temperatur, Konzentration, Druck, Wärmebehandlung z. B.) für das dotierte Polysilizium gesteuert werden zum Optimieren der Richtungseigenschaft der Spannung, die auf den ersten isolierenden Film **3** wirkt (Druckspannung oder Zugspannung), und die Größe der Spannung.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- JP 2000-187041 A [\[0005\]](#)
- JP 2004-152811 A [\[0013\]](#)
- JP 2003-046057 A [\[0013\]](#)
- JP 2004-200547 A [\[0013\]](#)
- JP 2002-237468 A [\[0013\]](#)
- JP 2001-044197 A [\[0013\]](#)
- JP 2007-096233 A [\[0013\]](#)

## Patentansprüche

1. Halbleitervorrichtung mit:  
 einem Halbleitersubstrat (1) mit einer ersten und zweiten Hauptoberfläche (10, 20);  
 einer Mehrzahl von Elektroden (30a, 30b), die voneinander getrennt sind und die sich von der ersten Hauptoberfläche (10) in der Tiefenrichtung des Substrates (1) erstrecken;  
 einem Zwischenverbindungsabschnitt (40a), der irgendeine Mehrzahl von Elektroden (30a, 30b) der Mehrzahl von Elektroden (30a, 30b) koppelt und sich von der ersten Hauptoberfläche (10) in der Tiefenrichtung des Halbleitersubstrates (1) erstreckt, ohne durch das Halbleitersubstrat (1) hindurchzugehen,  
 zum elektrischen Verbinden der irgendeinen Mehrzahl von Elektroden (30a, 30b) miteinander und einem ersten isolierenden Film (3), der zwischen der Mehrzahl von Elektroden (30a, 30b) und dem Halbleitersubstrat (1) und zwischen dem Zwischenverbindungsabschnitt (40a) und dem Halbleitersubstrat (1) vorgesehen ist;  
 wobei mindestens eine (30a) der Elektroden (30a, 30b), die durch den Zwischenverbindungsabschnitt (40a) verbunden sind, eine Durchgangselektrode ist, die durch das Halbleitersubstrat (1) durchgeht und die zweite Hauptoberfläche (20) erreicht.

2. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 1 bei der die Durchgangselektrode (30) in einer im Wesentlichen Kreisform gebildet ist, wie sie auf der ersten Hauptoberfläche (10) gesehen wird und in einem Abschnitt, in dem die Durchgangselektrode (30a) und der Zwischenverbindungsabschnitt (40a) aneinander stoßen, eine Breite (W1) des Zwischenverbindungsabschnittes (40a), der mit der Durchgangselektrode (30a) gekoppelt ist, kleiner als der Durchmesser (D1) der Durchgangselektrode (30a) ist.

3. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei der eine Mehrzahl der Durchgangselektroden (30a, 30b) vorgesehen ist, die zweite Hauptoberfläche (20) des Halbleitersubstrates (1) eine dritte Hauptoberfläche (20a) und eine vierte Hauptoberfläche (20b) enthält und eine Dicke von der ersten Hauptoberfläche (10) zu der vierten Hauptoberfläche (20b) relativ kleiner als eine Dicke von der ersten Hauptoberfläche (10) zu der dritten Hauptoberfläche (20a) ist, mindestens eine (30a) der Mehrzahl von Durchgangselektroden sich von der ersten Hauptoberfläche (10) erstreckt, durch das Halbleitersubstrat (1) hindurchgeht und die dritte Hauptoberfläche (20a) erreicht, und mindestens eine andere (30b) der Mehrzahl von Durchgangselektroden sich von der ersten Hauptoberfläche (10) erstreckt, durch das Halbleitersubstrat

(1) durchgeht und die vierte Hauptoberfläche (20b) erreicht.

4. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der eine Mehrzahl von Durchgangselektroden (30a, 30b) vorgesehen ist und die Halbleitervorrichtung weiter eine erste und eine zweite Halbleitervorrichtung (60, 70) aufweist, die auf der zweiten Hauptoberfläche (20) angeordnet sind und elektrisch miteinander durch die Durchgangselektroden (30a, 30b) und dem Zwischenverbindungsabschnitt (40a) verbunden sind.

5. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der die zweite Hauptoberfläche (20) mit Ausnahme eines Abschnittes, an dem die Durchgangselektrode (30a) angeordnet ist, mit einem zweiten isolierenden Film (6) bedeckt ist, und die Durchgangselektrode (30a), die nicht mit dem zweiten isolierenden Film (6) bedeckt ist, von dem zweiten isolierenden Film (6) vorsteht.

6. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 5, bei der die zweite Halbleitervorrichtung (60) einen verbindenden Abschnitt (66) enthält, der an einer Oberfläche (61a) der zweiten Halbleitervorrichtung (60) gebildet ist, zum elektrischen Verbinden mit der vorstehenden Durchgangselektrode (30a), der verbindende Abschnitt (66) so gebildet ist, dass er von der Oberfläche (61a) der zweiten Halbleitervorrichtung (60) zurückgesetzt ist, und ein Aluminium (AL) in einer Oberfläche eines im Wesentlichen mittleren Abschnittes des verbindenden Abschnittes (66) eingebettet ist.

7. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6 weiter mit:  
 einer ersten Halbleitervorrichtung (60), die auf der ersten Hauptoberfläche (10) vorgesehen ist; und  
 einer zweiten Halbleitervorrichtung (70), die auf der zweiten Hauptoberfläche (20) vorgesehen ist;  
 wobei die erste und die zweite Halbleitervorrichtung (60, 70) elektrisch miteinander durch die Mehrzahl von Elektroden (30a, 30b) und den Zwischenverbindungsabschnitt (40a) verbunden sind.

8. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, weiter mit:  
 einer Mehrzahl von ringförmigen Schutzringen (94a-94b), die in einem Randabschnitt in dem Halbleitersubstrat (1) angeordnet sind, sich von der ersten Hauptoberfläche (10) zu der zweiten Hauptoberfläche (20) bis zu einer vorbestimmten Tiefe erstrecken und voneinander um einen vorbestimmten Abstand getrennt sind; einem ringförmigen Leitungsfilm (93), der auf der ersten Hauptoberfläche (10) vorgesehen ist und außerhalb und getrennt von einem äußersten (94b) der Schutzringe um einen vorbestimmten Ab-

stand vorgesehen ist; und einer ringförmigen Elektrode (41), die entlang des ringförmigen Leitungsfilmes (93) vorgesehen ist und sich von der ersten Hauptoberfläche (10) in die Tiefenrichtung des Halbleitersubstrates (1) bis zu einer vorbestimmten Tiefe erstreckt und als ein Kanalstopper dient.

9. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei der ein dotiertes Polysilizium als ein Material der Mehrzahl von Elektroden (30a, 30b) und des Zwischenverbindungsabschnittes (40) benutzt wird, und das dotierte Polysilizium unter einer Abscheidungsbedingung dotiert ist, die so optimiert ist, dass Spannung, die durch den ersten isolierenden Filme (3) auf das Halbleitersubstrat (1) ausgeübt wird, abgebaut wird.

10. Herstellungsverfahren einer Halbleitervorrichtung mit den Schritten:

Darstellen eines Halbleitersubstrates (1) mit einer ersten und einer zweiten Hauptoberfläche (10, 20); Bilden einer Mehrzahl von Kontaktlöchern (2a, 2b), die voneinander getrennt sind und sich von der ersten Hauptoberfläche (10) in einer Tiefenrichtung des Halbleitersubstrates (1) erstrecken, und eines Zwischenverbindungsgrabens (42), der irgendeines der Kontaktlöcher (2a, 2b) miteinander verbindet und sich von der ersten Hauptoberfläche (10) in der Tiefenrichtung des Halbleitersubstrates (1) erstreckt, ohne durch das Halbleitersubstrat (1) durchzugehen;

Bilden eines ersten isolierenden Filmes (3), der eine Oberfläche einer Mehrzahl der Kontaktlöcher (2a, 2b), die durch den zwischen Verbindungsgraben (42) gekoppelt sind, und eine Oberfläche des Zwischenverbindungsgrabens (42) bedeckt; Füllen der Innenseite einer Mehrzahl der Kontaktlöcher (2a, 2b) und des Zwischenverbindungsgrabens (42), die mit dem ersten isolierenden Film (3) bedeckt sind, mit einem leitenden Metall (4); und Bilden einer Elektrode (30a),

die eine Durchgangselektrode ist, durch das leitende Metall (4), das die Innenseite von mindestens einem (2a) der Kontaktlöcher (2a, 2b) füllt, die miteinander durch den Zwischenverbindungsgraben (42) gekoppelt sind, die durch das Halbleitersubstrat (1) durchgeht und die zweite Hauptoberfläche (20) erreicht, wobei das Kontaktloch (2a), das die Elektrode (30a) enthält, mit einer im Wesentlichen Kreisform gebildet wird, wie auf der ersten Hauptoberfläche (10) gesehen wird, und

in einem Abschnitt, in dem der Zwischenverbindungsgraben (42) und das Kontaktloch (2a), das die Elektrode (30a) enthält, aneinander stoßen, eine Breite (W1) des Zwischenverbindungsgrabens (42), der mit dem Kontaktloch (2a) gekoppelt ist, das die Elektrode (30) enthält, kleiner ist als der Durchmes-

ser (D1) des Kontaktloches (2a), das die Elektrode (30a) enthält.

11. Herstellungsverfahren einer Halbleitervorrichtung nach Anspruch 10, bei der die Elektrode (30), die eine Durchgangselektrode ist, die durch das leitende Metall (4) gebildet wird, das die Innenseite des Kontaktloches (2a) füllt, durch das Halbleitersubstrat (1) durchgeht und die zweite Hauptoberfläche (20) erreicht, durch Polieren des Halbleitersubstrates (1) von der Seite der zweiten Hauptoberfläche (20) in der Tiefenrichtung des Halbleitersubstrates (1) gebildet wird, sodass das Metall (4) auf der Seite der zweiten Hauptoberfläche (20) freigelegt wird.

12. Herstellungsverfahren nach Anspruch 10 oder 11, weiter mit den Schritten:

Ätzen des Halbleitersubstrates (1) von der Seite der zweiten Hauptoberfläche (20) in der Tiefenrichtung des Halbleitersubstrates (1) unter Benutzen eines vorbestimmten Ätzmittels, sodass ein unteres Ende des ersten isolierenden Filmes (3) von der zweiten Hauptoberfläche (20) freigelegt wird;

selektives Ätzen des freigelegten ersten isolierenden Filmes (3) unter Benutzung eines vorbestimmten Ätzmittels, sodass ein unteres Ende (34) des Metalles (4) von dem ersten isolierenden Film (3) freigelegt wird;

Bilden eines zweiten isolierenden Filmes (6) über die Gesamtheit der zweiten Hauptoberfläche (20) des Halbleitersubstrates (1), sodass das untere Ende (34) des Metalles (4), das von dem ersten isolierenden Film (3) freigelegt worden ist, mit dem zweiten isolierenden Film (6) bedeckt wird;

selektives Ätzen des zweiten isolierenden Filmes (6) unter Benutzung eines vorbestimmten Ätzmittels, sodass das untere Ende (34) des Metalles (4) von dem zweiten isolierenden Film (6) freigelegt wird, wobei durch diese Schritte die Elektrode (30), die eine Durchgangselektrode ist, die durch das leitende Metall (4) gebildet wird, das die Innenseite des Kontaktloches (2) füllt, durch das Halbleitersubstrat (1) hindurchgeht und die zweite Hauptoberfläche (20) erreicht, gebildet wird.

13. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12,

bei dem mindestens eines (2a) der Mehrzahl von Kontaktlöchern einen angeschrägten Abschnitt (2a1) und einen röhrenförmigen Abschnitt (2a2) enthält, wobei der angeschrägte Abschnitt (2a1) mit einem Lochdurchmesser gebildet wird, der von der ersten Hauptoberfläche (10) in der Tiefenrichtung des Halbleitersubstrates (1) abnimmt und einen im Wesentlichen V-förmigen Querschnitt hat und der röhrenförmige Abschnitt (2a2) im Wesentlichen den gleichen Lochdurchmesser von einem unteren Ende des angeschrägten Abschnittes (2a1) in der Tiefenrichtung des Halbleitersubstrates (1) aufweist.

14. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, bei dem das leitende Metall **(4)** ein dotiertes Polysilizium ist und das dotierte Polysilizium unter einer Abscheidungsbedingung aufgebracht wird, die so optimiert wird, dass die Spannung, die durch den ersten isolierenden Film **(3)** auf das Halbleitersubstrat **(1)** ausgeübt wird, abgebaut wird und das dotierte Polysilizium die Innenseite des Kontaktlöcher **(2a, 2b)** und des Zwischenverbindungsgrabens **(42)**, die mit dem ersten isolierenden Film **(3)** bedeckt werden, füllt.

Es folgen 18 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

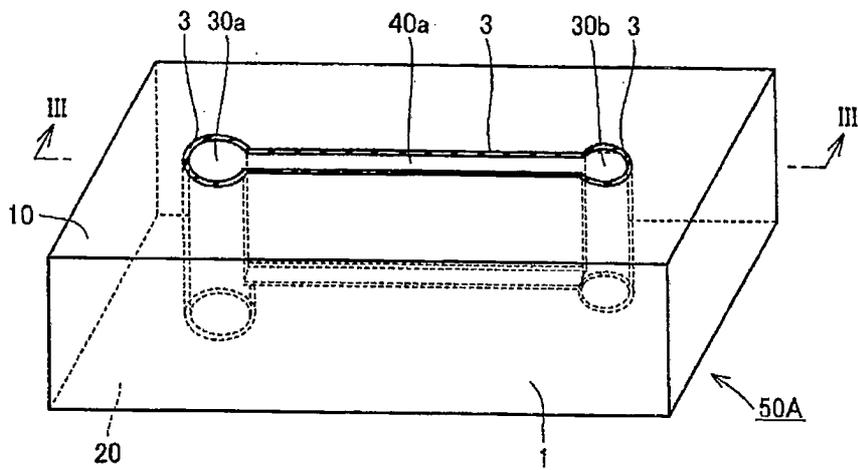


FIG.2

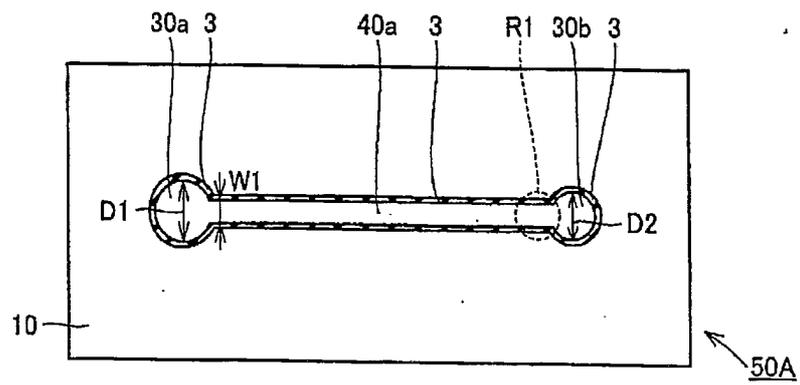


FIG.3

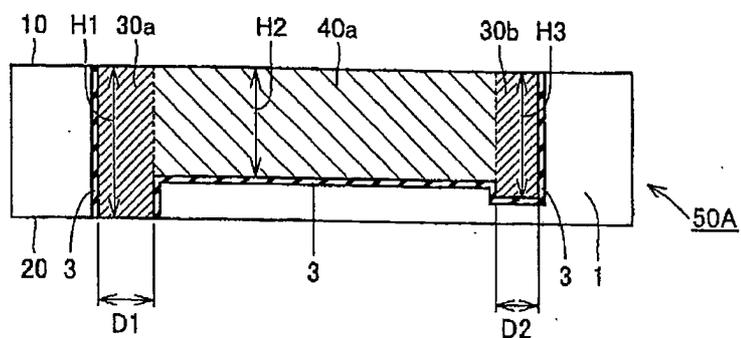


FIG.4

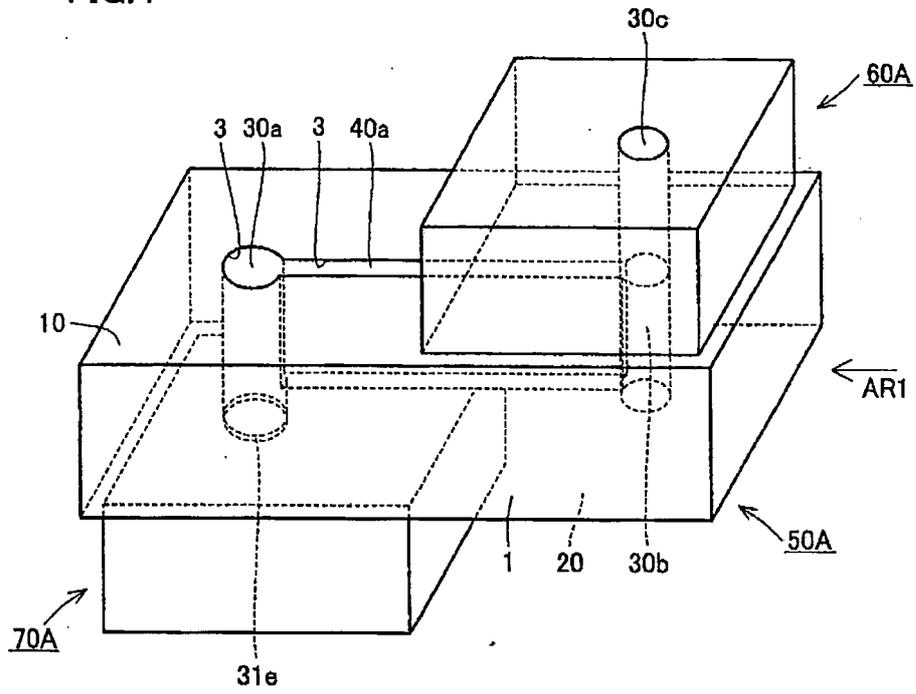
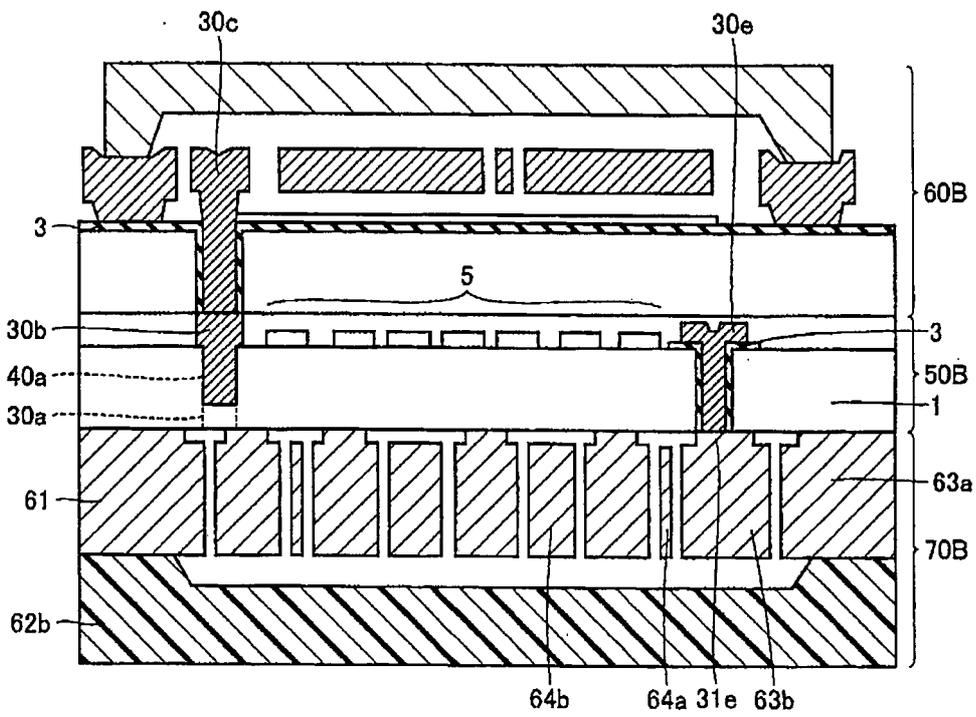


FIG.5



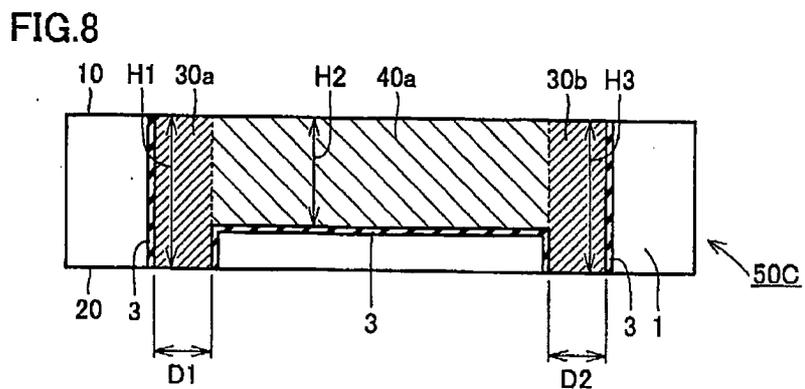
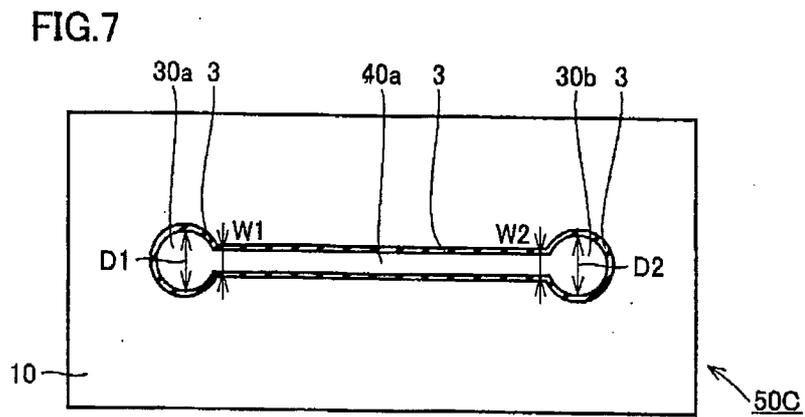
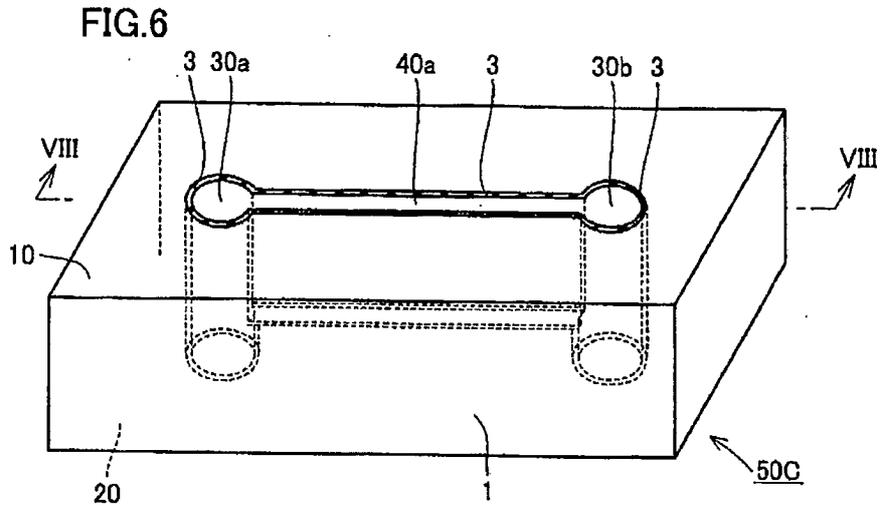


FIG.9

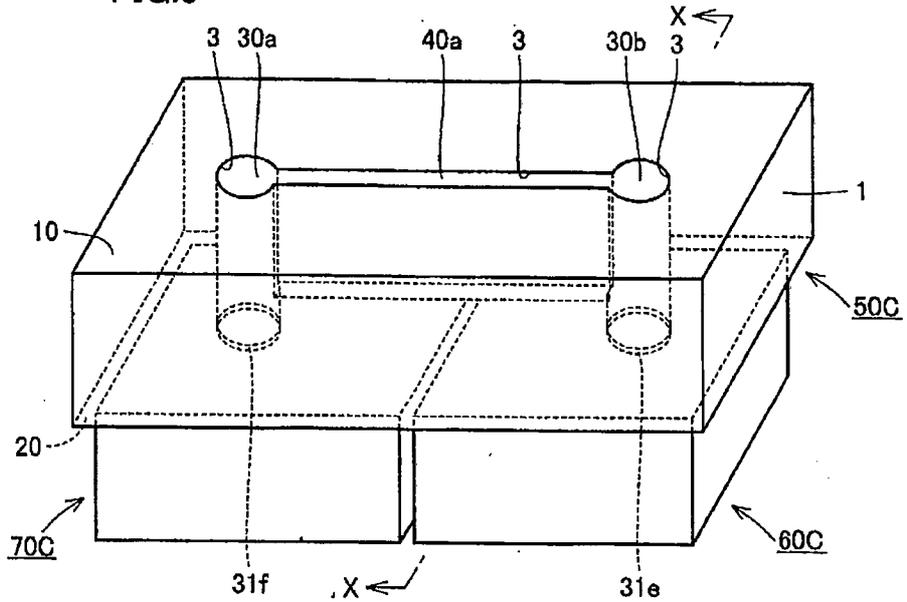


FIG.10

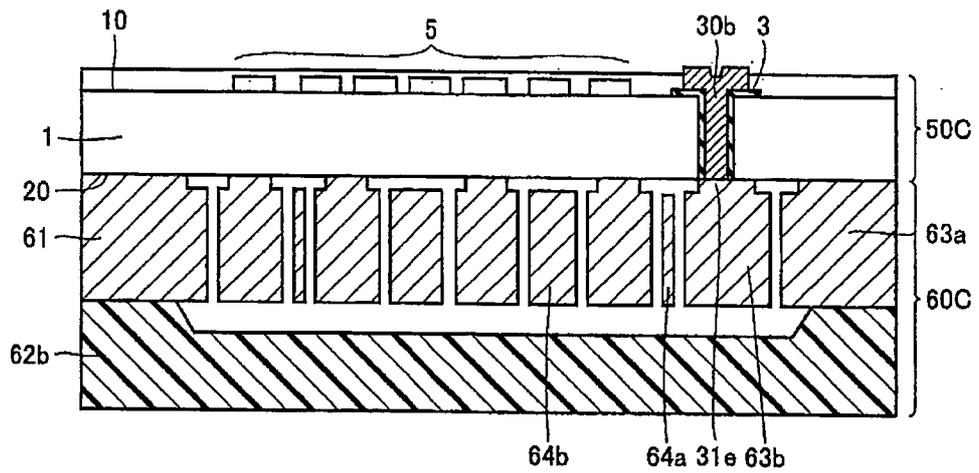


FIG.11

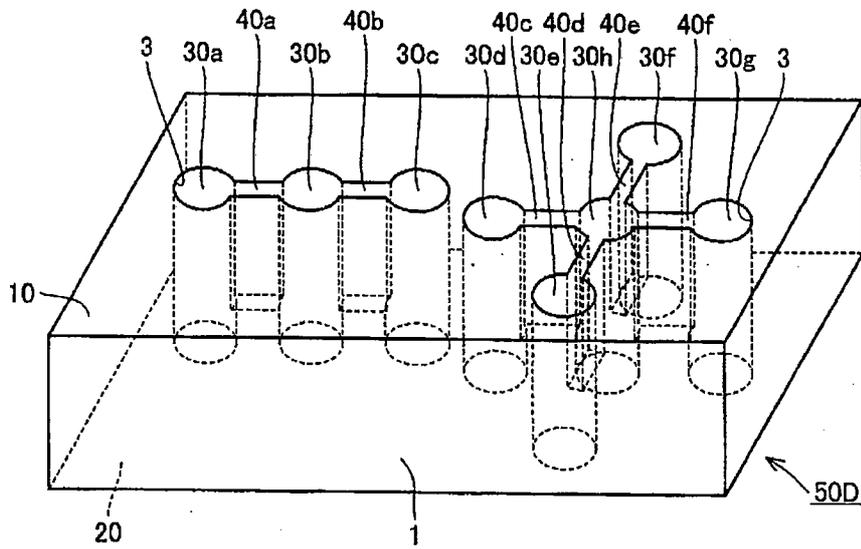


FIG.12

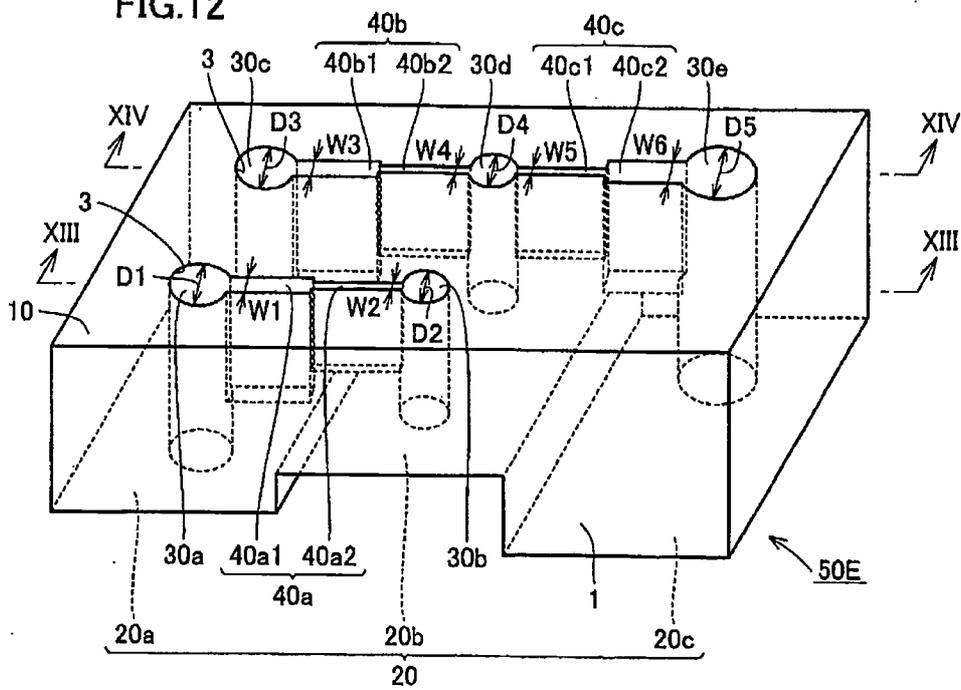


FIG.13

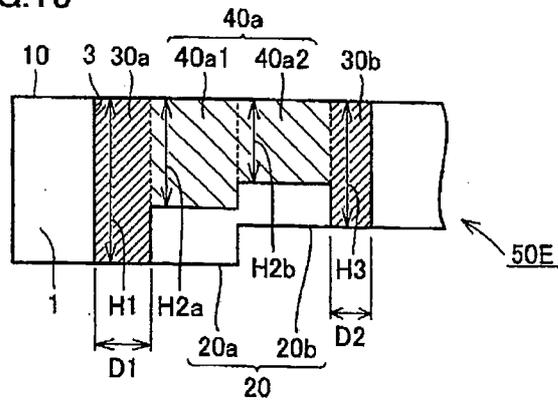


FIG.14

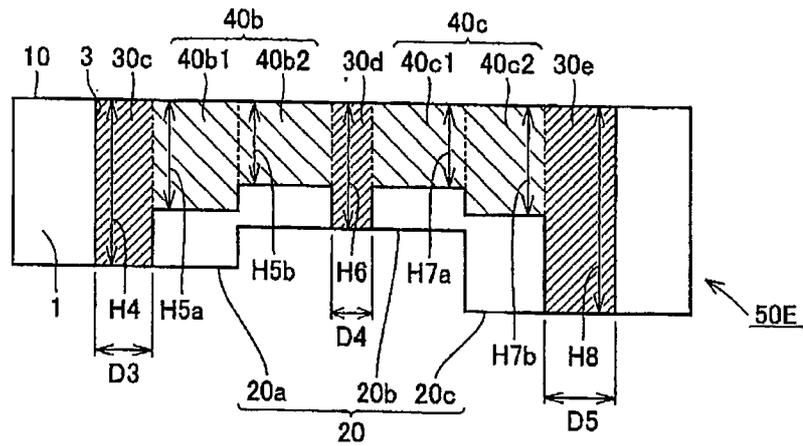


FIG.15

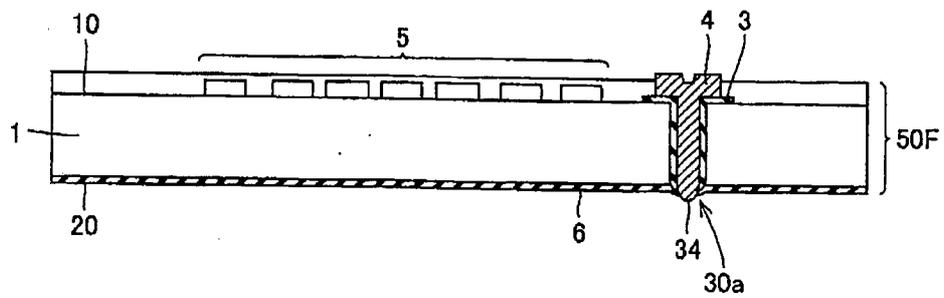


FIG.16

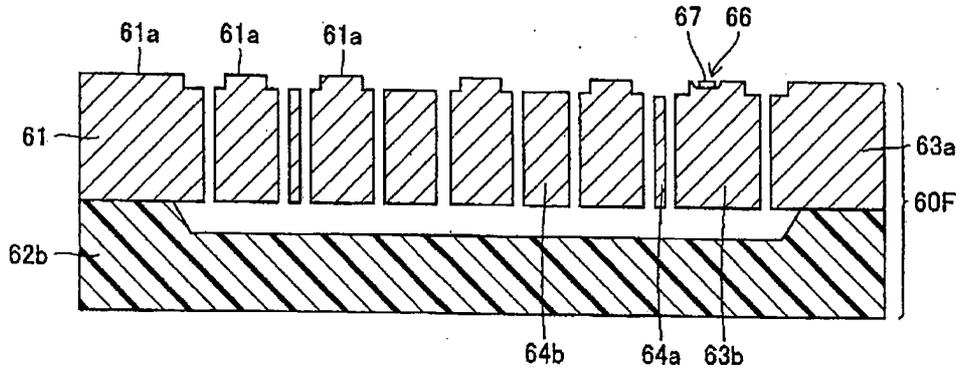


FIG.17

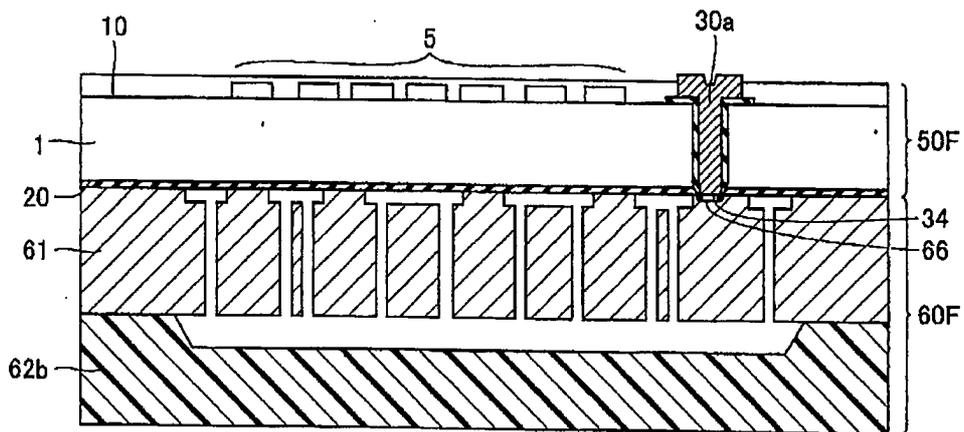


FIG.18

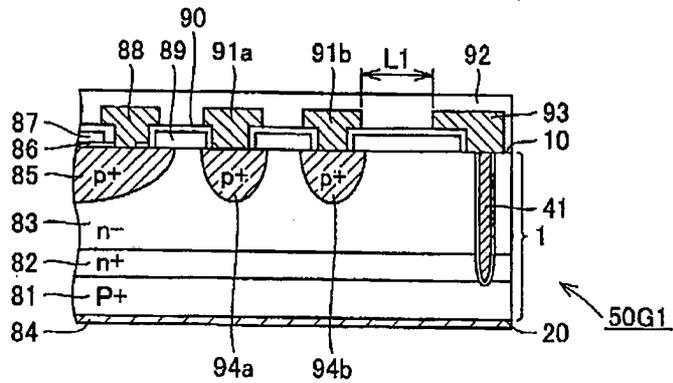




FIG.22

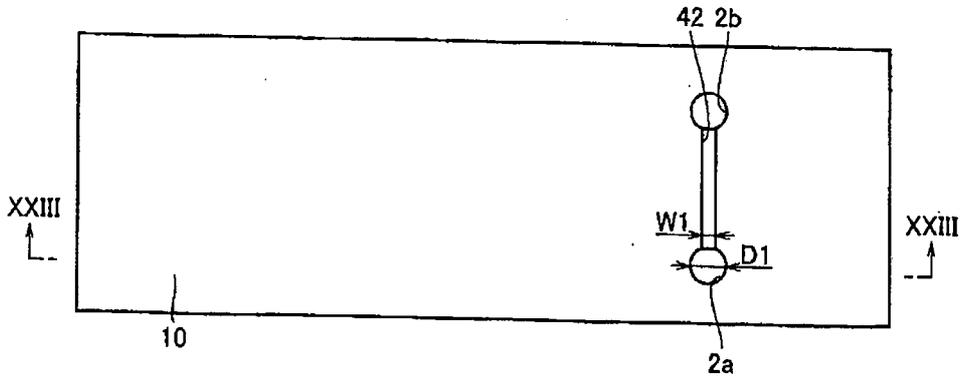


FIG.23

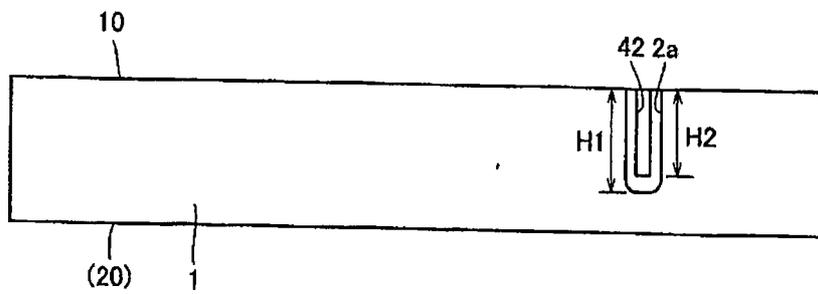


FIG.24

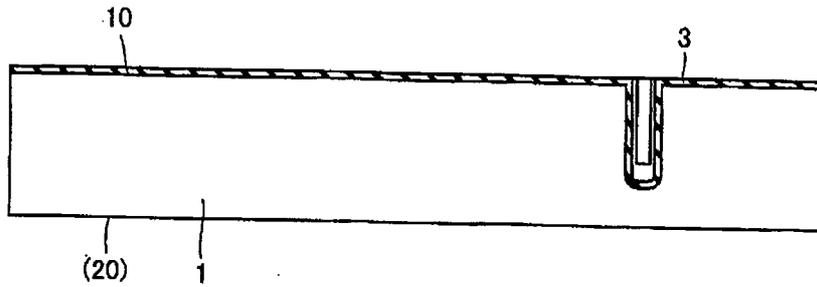


FIG.25

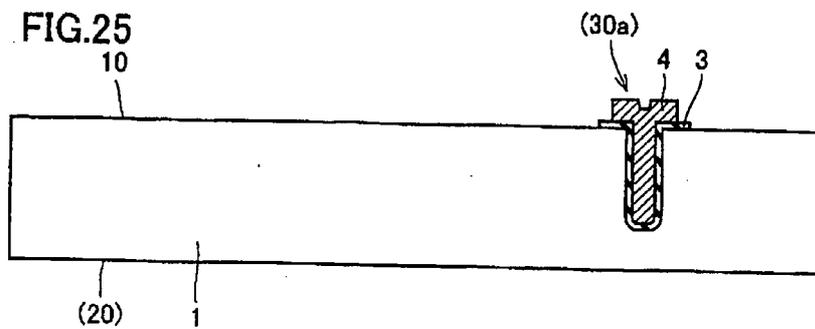


FIG.26

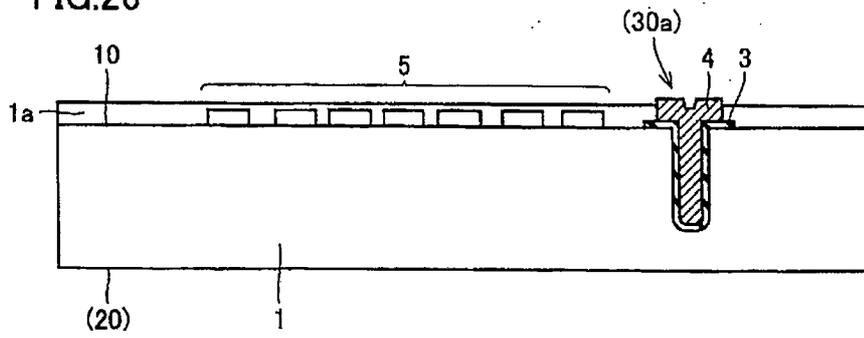


FIG.27

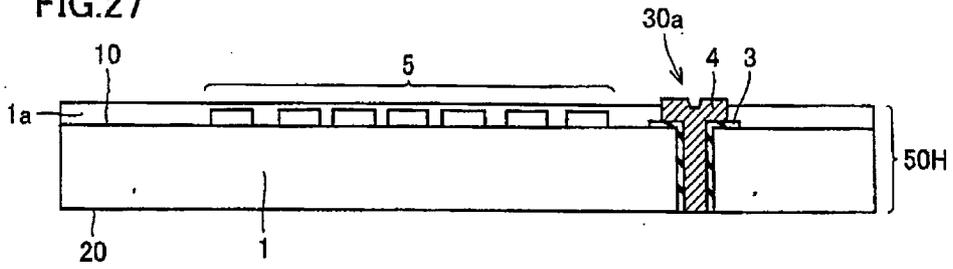


FIG.28

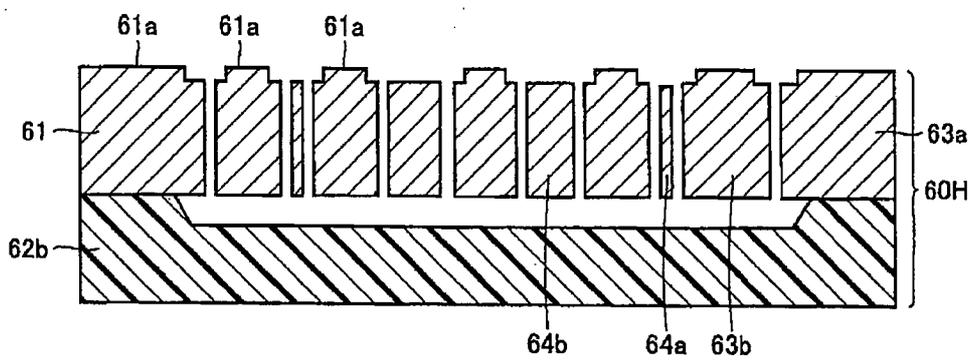


FIG.29

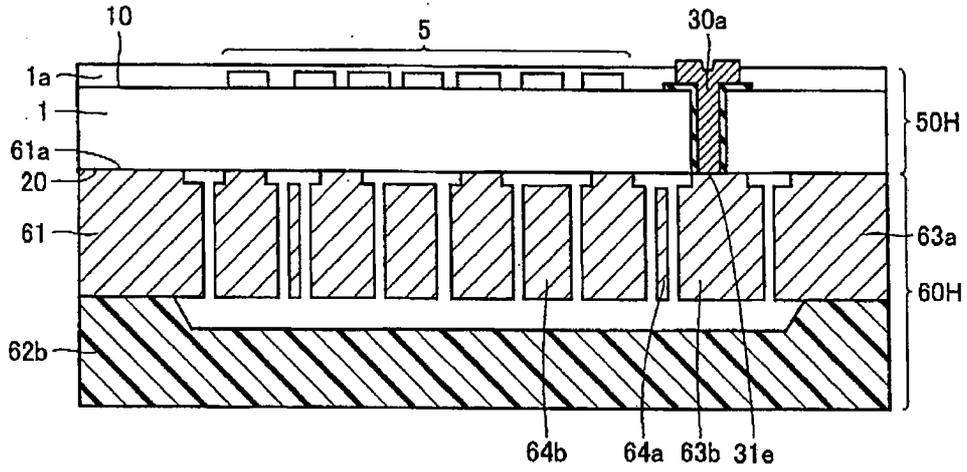


FIG.30

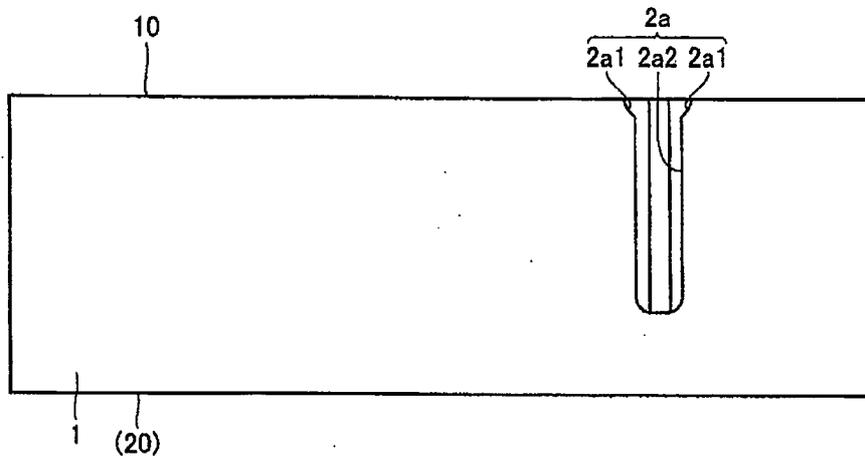


FIG.31

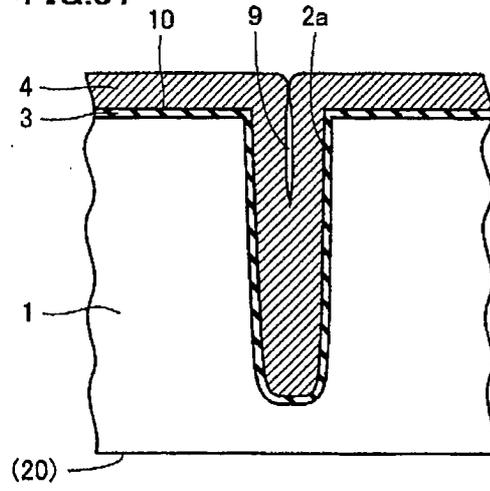


FIG.32

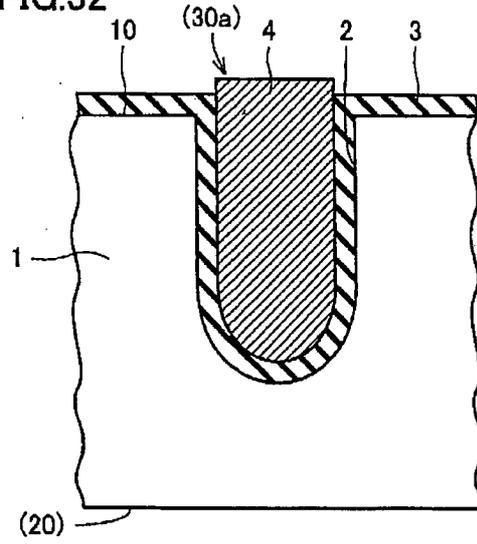


FIG.33

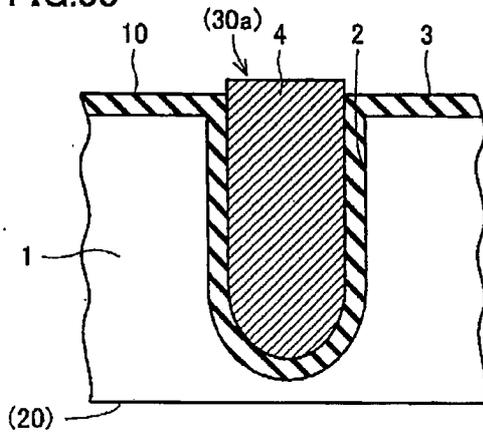


FIG.34

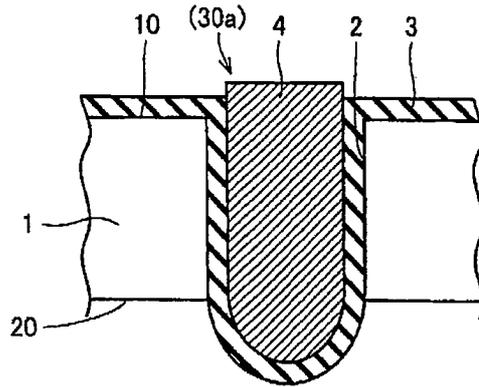


FIG.35

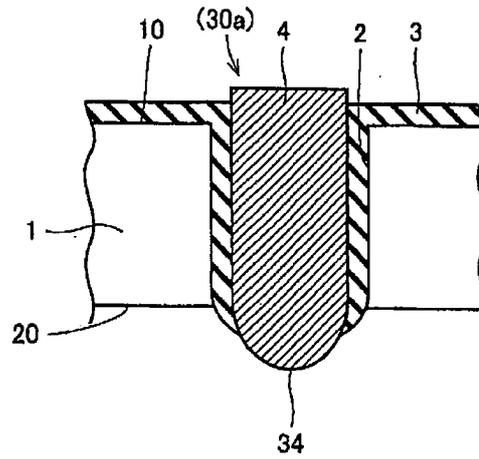


FIG.36

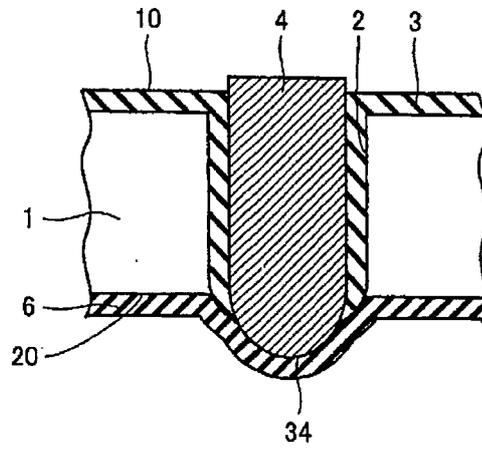


FIG.37

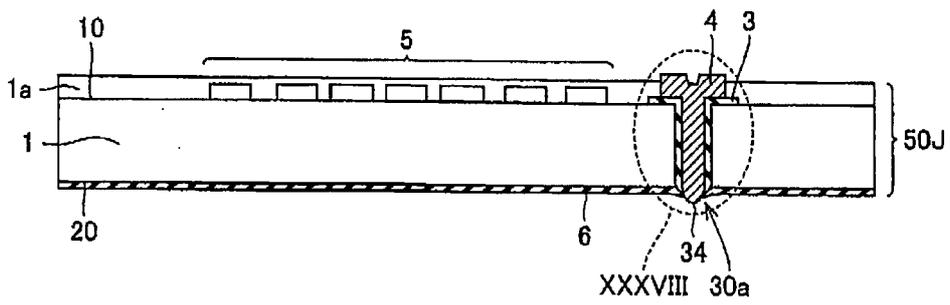


FIG.38

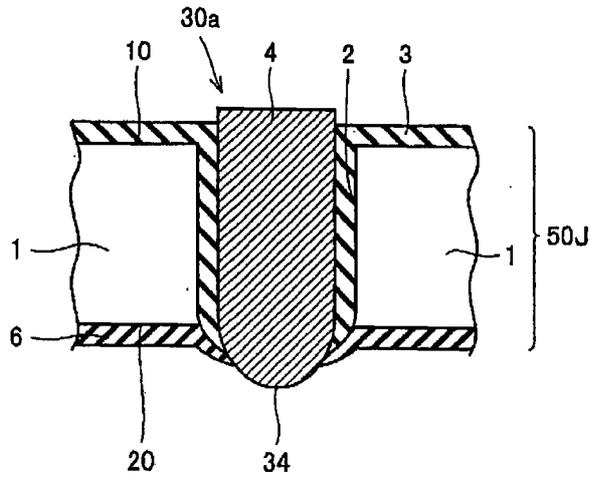




FIG.42

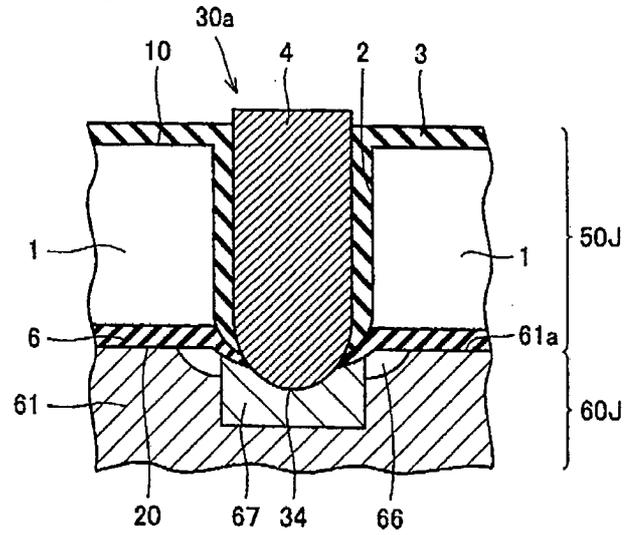


FIG.43

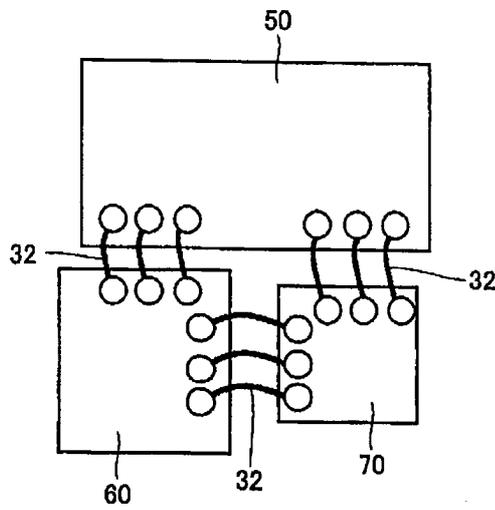


FIG.44

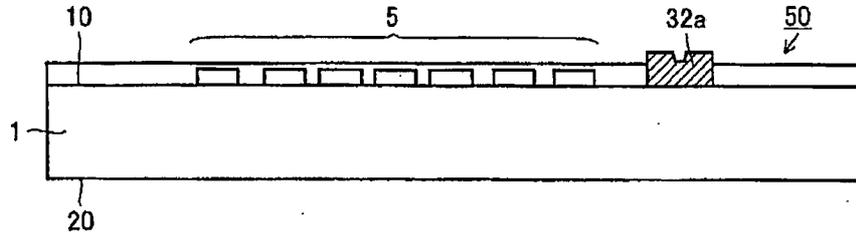


FIG.45

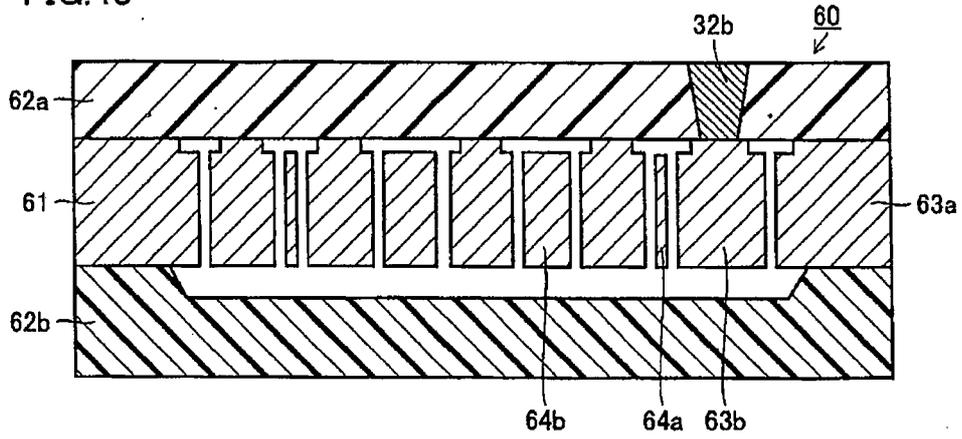


FIG.46

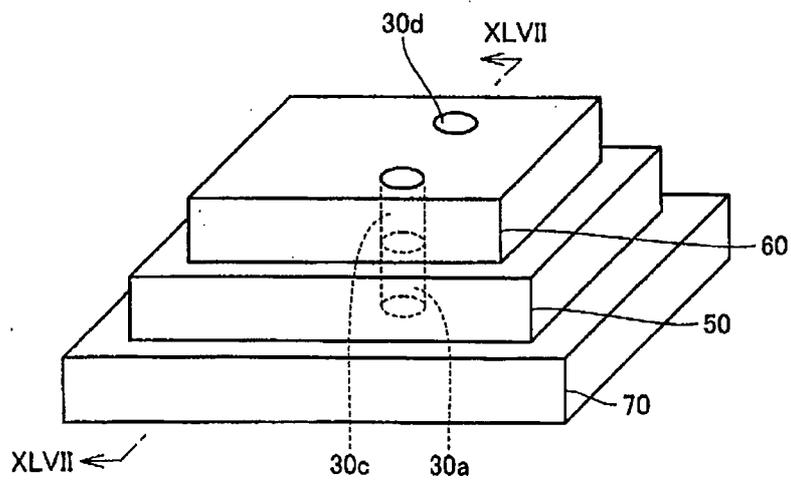


FIG.47

