



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 024 215 A1** 2005.12.22

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 024 215.4**

(22) Anmeldetag: **25.05.2005**

(43) Offenlegungstag: **22.12.2005**

(51) Int Cl.7: **G01L 9/00**

**G01L 9/06, G01L 19/06**

(30) Unionspriorität:

**2004-166112 03.06.2004 JP**

**2004-166113 03.06.2004 JP**

**2004-166114 03.06.2004 JP**

(74) Vertreter:

**WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS,  
KAISER, POLTE, Partnerschaft, 85354 Freising**

(71) Anmelder:

**Denso Corp., Kariya, Aichi, JP**

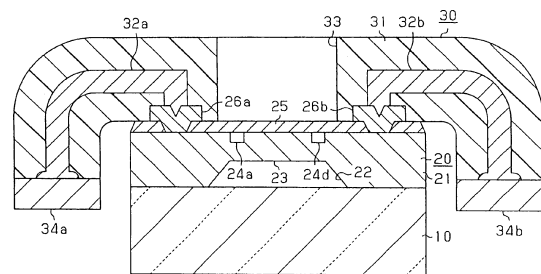
(72) Erfinder:

**Tanaka, Hiroaki, Kariya, Aichi, JP; Toyoda, Inao,  
Kariya, Aichi, JP; Kondo, Ichiharu, Kariya, Aichi,  
JP; Totani, Makoto, Kariya, Aichi, JP**

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

(54) Bezeichnung: **Drucksensor**

(57) Zusammenfassung: Ein Drucksensorchip (20) umfasst eine Membran (23) und Kontaktierungsinseln (26a-26d). Eine flexible Schaltungsplatine (FPC) (30) umfasst eine Harzschicht (31), die ein Durchgangsloch (33) und Leiterstrukturen (32a-32d) aufweist, die in der Harzschicht (31) ausgebildet und darin versiegelt sind. Die Harzschicht (31) ist mit dem Drucksensorchip (20) so verpresst, dass die Membran (23) an dem Durchgangsloch (33) offenliegt. Die Leiterstrukturen (32a-32d) sind mit den Kontaktierungsinseln (26a-26d) verbunden, und Kontaktierungs- bzw. Übergangsstellen zwischen den Leiterstrukturen (32a-32d) und den Kontaktierungsinseln (26a-26d) sind mit der Harzschicht (31) versiegelt.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Drucksensor.

## Stand der Technik

**[0002]** Packungs-Strukturen von Drucksensorchips einschließlich elektrischer Verbindungen und Schutzstrukturen sind in der US-Patentschrift Nr. 6,393,922 und der japanischen Patentanmeldung Nr. 10-153508 vorgeschlagen. In der US-Druckschrift Nr. 6,393,922 sind der Drucksensorchip und Bonddrähte mit einem Füllmaterial versiegelt. In der japanischen Patentanmeldung Nr. 10-153508 ist eine auf einem Halbleitersubstrat gebildete Kontaktierungsinsel mit einem Ti/Pd-Film beschichtet, und das Halbleitersubstrat, das dadurch eine Membran bildet, ist mit einem Schutzfilm und einem Silikongel überzogen. Der Schutzfilm ist aus Siliziumoxid, Siliziumnitrid oder dergleichen gebildet.

**[0003]** Wenn die Drucksensorchips Korrosionsmitteln wie etwa Motorabgasen ausgesetzt sind, bieten die oben genannten Strukturen keinen ausreichenden Schutz. Ferner wird das Silikongel über ein in der Membran ausgebildetes Erfassungselement zugeführt. Das Silikongel reduziert die Empfindlichkeit des Drucksensors, und seine inneren mechanischen Spannungen führen zu übermäßigen mechanischen Spannungen in der Membran und Veränderungen der Empfindlichkeit.

## Aufgabenstellung

**[0004]** Es ist somit eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Drucksensor mit hoher Genauigkeit und guter Korrosionsbeständigkeit bereitzustellen. Ein Drucksensor der vorliegenden Erfindung umfasst einen Drucksensorchip und eine flexible Schaltungsplatine. Der Drucksensorchip umfasst eine Membran und Kontaktierungsinseln. Die flexible Schaltungsplatine umfasst Leiterstrukturen und eine Harzschicht, die ein Durchgangsloch aufweist und Leiterstruktur in sich einhüllt und versiegelt. Die Leiterstrukturen sind mit den Kontaktierungsinseln verbunden. Die Harzschicht ist so auf den Drucksensorchip auf gepresst, dass die Membran in dem Durchgangsloch offenliegt, und Verbindungen zwischen den Leiterstrukturen und den Kontaktierungsinseln sind versiegelt.

**[0005]** Durch diese Konfiguration sind die Leiterstrukturen und die elektrischen Kontakte vor Korrosion geschützt. Die erfindungsgemäße korrosionsschützende Struktur weist im Vergleich zu korrosionsschützenden Strukturen, in denen Kontaktierungsinseln von Drucksensorchips und Bonddrähte mit Füllmaterial versiegelt sind, wie es im Stand der Technik gelehrt wird, eine höhere Korrosionsbestän-

digkeit auf. Ferner kann die Druckerfassung mit hoher Genauigkeit ausgeführt werden, da die Harzschicht so auf den Sensorchip auf gepresst ist, dass die Membran offenliegt.

**[0006]** Ein Drucksensor der vorliegenden Erfindung umfasst einen Drucksensorchip, einen Schaltungschip und eine flexible Schaltungsplatine. Der Drucksensorchip umfasst eine Membran und Kontaktierungsinseln. Der Schaltungschip umfasst Kontaktierungsinseln. Die flexible Schaltungsplatine umfasst Leiterstrukturen und eine Harzschicht, die die Leiterstruktur darin einschließt bzw. versiegelt. Der Drucksensorchip ist auf dem Schaltungschip befestigt. Die Leiterstrukturen sind mit den Kontaktierungsinseln des Drucksensorchips verbunden. Die Kontaktierungsinseln des Schaltungschips sind mit den Leiterstrukturen verbunden. Die Harzschicht ist so auf den Drucksensorchip und den Schaltungschip auf gepresst, dass Kontaktierungs- bzw. Übergangsstellen zwischen den Leiterstrukturen und den Kontaktierungsinseln des Drucksensorchips und Kontaktierungs- bzw. Übergangsstellen zwischen den Kontaktierungsinseln des Schaltungschips und den Leiterstrukturen versiegelt sind.

**[0007]** Durch diese Konfiguration sind die elektrischen Kontaktierungs- bzw. Übergangsstellen und die Leiterstrukturen vor Korrosion geschützt. Ferner ist eine Abmessung des Drucksensors im Vergleich zu der einer Struktur, in der ein Sensorchip und ein Schaltungschip in derselben Ebene angeordnet sind, verringert, da der Drucksensorchip auf den Schaltungschip montiert ist.

**[0008]** Ein Drucksensor der vorliegenden Erfindung umfasst einen Drucksensorchip, ein Gehäuse und eine flexible Schaltungsplatine. Der Drucksensorchip umfasst eine Membran und Kontaktierungsinseln. Das Gehäuse umfasst einen Chipaufnahmeabschnitt zur Aufnahme des Drucksensorchips derart, dass eine Oberfläche des Drucksensorchips, auf der die Kontaktierungsinseln angeordnet sind, an dessen Öffnung freiliegt. Die flexible Schaltungsplatine umfasst Leiterstrukturen und eine Harzschicht, die die Leiterstruktur in sich einschließt. Die Leiterstrukturen sind mit den Kontaktierungsinseln des Drucksensorchips verbunden. Die Harzschicht ist auf den Drucksensorchip und das Gehäuse so auf gepresst, dass die Öffnung abgedeckt und die Kontaktierungs- bzw. Übergangsstellen zwischen den Leiterstrukturen und den Kontaktierungsinseln versiegelt sind.

**[0009]** Durch diese Konfiguration sind die Kontaktierungs- bzw. Übergangsstellen und die Leiterstrukturen vor Korrosion geschützt. Der Drucksensorchip ist mit der flexiblen Schaltungsplatine und dem Gehäuse überdeckt. Dies bietet weiteren Schutz für den Sensorchip gegen Korrosion.

[0010] Die obigen und weitere Aufgaben, Eigenschaften und Vorteile der vorliegenden Erfindung sind aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung, die unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung gemacht wurde, deutlicher ersichtlich. In den Zeichnungen sind:

[0011] [Fig. 1](#) eine Draufsicht eines Drucksensors gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0012] [Fig. 2](#) eine Querschnittsansicht entlang der Linie II-II des Drucksensors von [Fig. 1](#) gemäß der ersten Ausführungsform;

[0013] [Fig. 3](#) eine Draufsicht eines Drucksensorchips gemäß der ersten Ausführungsform;

[0014] [Fig. 4](#) eine Querschnittsansicht entlang der Linie IV-IV des Drucksensorchips der [Fig. 3](#) gemäß der ersten Ausführungsform;

[0015] [Fig. 5](#) eine Draufsicht einer flexiblen Schaltungsplatine gemäß der ersten Ausführungsform;

[0016] [Fig. 6](#) eine Querschnittsansicht entlang der Linie VI-VI der flexiblen Schaltungsplatine von [Fig. 5](#) gemäß der ersten Ausführungsform;

[0017] [Fig. 7](#) eine Draufsicht eines Drucksensors gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0018] [Fig. 8](#) eine Querschnittsansicht entlang der Linie VIII-VIII des Drucksensors von [Fig. 7](#) gemäß der zweiten Ausführungsform;

[0019] [Fig. 9](#) eine Draufsicht eines Drucksensorchips gemäß der zweiten Ausführungsform;

[0020] [Fig. 10](#) eine Querschnittsansicht entlang der Linie X-X des Drucksensorchips von [Fig. 9](#) gemäß der zweiten Ausführungsform;

[0021] [Fig. 11](#) eine Draufsicht einer flexiblen Schaltungsplatine gemäß der zweiten Ausführungsform;

[0022] [Fig. 12](#) eine Querschnittsansicht entlang der Linie XII-XII der flexiblen Schaltungsplatine von [Fig. 11](#) gemäß der zweiten Ausführungsform;

[0023] [Fig. 13](#) eine Draufsicht eines Drucksensors gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0024] [Fig. 14](#) eine Querschnittsansicht entlang der Linie XIV-XIV des Drucksensors von [Fig. 13](#) gemäß der dritten Ausführungsform;

[0025] [Fig. 15](#) eine Querschnittsansicht des Druck-

sensors von [Fig. 14](#) mit einem Druckleitungsrohr gemäß der dritten Ausführungsform;

[0026] [Fig. 16](#) eine Querschnittsansicht entlang der Linie XVI-XVI des Drucksensors von [Fig. 13](#) gemäß der dritten Ausführungsform;

[0027] [Fig. 17](#) eine Draufsicht eines Drucksensorchips gemäß der dritten Ausführungsform;

[0028] [Fig. 18](#) eine Querschnittsansicht entlang der Linie XVIII-XVIII des Drucksensorchips von [Fig. 17](#) gemäß der dritten Ausführungsform;

[0029] [Fig. 19](#) eine Draufsicht einer flexiblen Schaltungsplatine gemäß der dritten Ausführungsform; und

[0030] [Fig. 20](#) eine Querschnittsansicht entlang der Linie XX-XX der flexiblen Schaltungsplatine von [Fig. 19](#) gemäß der dritten Ausführungsform.

#### Ausführungsbeispiel

[0031] Im Folgenden sind bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen erläutert. In den Zeichnungen beziehen sich die gleichen Bezugszahlen auf die gleichen Komponenten bzw. Vorrichtungen.

#### [Erste Ausführungsform]

[0032] Ein in [Fig. 1](#) gezeigter Drucksensor kann in einem Motorabgassystem eines Fahrzeugs angeordnet sein, um Drücke von Abgasen zu messen, d.h., der Messgegenstand des Drucksensors sind die Abgase eines Verbrennungsmotors. Zum Beispiel kann der Drucksensor verwendet werden, um Drücke in einem Umlaufsystem wie etwa einem Emissionsgasrückführungssystem zu erfassen, oder um Drücke auf einer Einlassseite und einer Auslassseite eines Diesel-Partikelfilters (DPF), welcher ein Abgasemissionsfilter für ein Dieselfahrzeug ist, in der in [Fig. 15](#) gezeigten Weise zu erfassen.

[0033] [Fig. 2](#) zeigt eine Querschnittsansicht entlang der Linie II-II in [Fig. 1](#) des Drucksensors. Eine in [Fig. 30](#) gezeigte flexible Schaltungsplatine (FPC; flexible printed circuit board) ist auf eine obere Oberfläche eines viereckigen Drucksensorchips **20** aufgebracht. Die FPC **30** umfasst eine thermoplastische Harzschicht **31** und Leiterstrukturen **32a**, **32b**, **32c** und **32d**, die innerhalb der Harzschicht **31** ausgebildet und darin versiegelt bzw. eingeschlossen sind.

[0034] [Fig. 3](#) zeigt eine Draufsicht des Drucksensors im Bereich des Drucksensorschips **20**, und [Fig. 4](#) zeigt eine Querschnittsansicht entlang der Linie IV-IV in [Fig. 3](#) des Drucksensors im Bereich des Drucksensorchips **20**. Der Drucksensorchip **20** ist auf

einer Glasbasis **10** befestigt. Der Drucksensorchip **20** umfasst einen (110)-Ebenen-Siliziumchip als sein Halbleitersubstrat **21**. Eine Aussparung **22** ist in der Mitte des Substrats **21**, auf dessen unteren Seite in [Fig. 2](#), ausgebildet. Und zwar ist die Dicke des Substrats **21** in einem Abschnitt, in dem die Aussparung **22** ausgebildet ist, geringer als in den übrigen Abschnitten, so dass dieser Abschnitt geringer Dicke eine Membran **23** bildet. Die Membran **23** weist von unten betrachtet die Form eines Achtecks auf.

**[0035]** Wenn der Sensorchip **20** auf der Glasbasis **10** befestigt ist, bildet eine durch die Glasbasis **10** und die Aussparung **22** definierte Kammer eine Referenzdruckkammer. Die Kammer kann als Vakuumkammer verwendet werden. Erfassungselemente **24a**, **24b**, **24c** und **24d** sind an geeigneten Positionen innerhalb der Membran **23** angeordnet. Die Positionen können durch eine entsprechende Analyse mechanischer Spannungen bestimmt werden. Die Erfassungselemente **24a–24d** sind als Verunreinigungsdiffusionsschichten, insbesondere als auf n-leitenden Siliziumsubstraten ausgebildete p-leitende Verunreinigungsdiffusionsschichten, ausgebildet. In dem Sensorchip **20** wird mit Hilfe der Erfassungselemente **24a–24d** eine Brückenschaltung gebildet. Mechanische Spannungen in der Membran **23** verändern sich in Übereinstimmung mit auf die Oberflächen der Membran **23** wirkenden Kräften. Widerstände der Erfassungselemente **24a–24d** verändern sich entsprechend den Veränderungen der mechanischen Spannungen aufgrund des piezoelektrischen Effekts, und die Veränderungen der Widerstände werden durch die Brückenschaltung erfasst.

**[0036]** Die Oberfläche des Halbleitersubstrats **21** ist mit einer Isolationsfilm **25** bedeckt, der ein Siliziumoxidfilm ist. Aluminium-Kontaktierungsinseln **26a**, **26b**, **26c** und **26d** sind auf der Isolationsschicht **25**, in der Nähe von Ecken des Halbleitersubstrats **21** gebildet. Die Kontaktierungsinseln **26a–26d** sind aus Aluminium-Dünnschichten gebildet. Ein konstanter Strom wird über die Kontaktierungsinseln **26a–26d** der Brückenschaltung zugeführt, und Drucksignale werden über die Kontaktierungsinseln **26a–26d** zu einer externen Schaltung ausgegeben. Nickel-Metallisierungsfilme sind auf den Oberflächen der Kontaktierungsinseln **26a–26d** ausgebildet, und Gold-Metallisierungsfilme sind auf den Nickel-Metallisierungsfilmen ausgebildet, um die Kontaktierungsinseln **26a–26d** lötlbar zu machen.

**[0037]** [Fig. 5](#) zeigt eine Draufsicht der FPC **30**, und [Fig. 6](#) zeigt eine Querschnittsansicht entlang der Linie IV-IV in [Fig. 5](#) der FPC **30**. Die FPC **30** ist als viereckige Platte ausgebildet. Die Leiterstrukturen **32a–32d** sind mit der Harzschicht **31** umgossen bzw. darin eingegossen. Die Harzschicht **31** ist biegsam und ist elektrisch isolierend. Die Harzschicht **31** kann aus Polyester oder Polyimid hergestellt sein. Die Lei-

terstrukturen **32a–32d** können aus Kupfer gebildet sein. Ein viereckiges Durchgangsloch **33** ist in der Mitte der FPC **30**, d.h. der Harzschicht **31**, angeordnet. Das Durchgangsloch **33** ist vorgesehen, damit ein Abschnitt des Sensorchips **20**, in dem die Membran **23** ausgebildet ist, freiliegt. Die Leiterstrukturen **32a–32d** erstrecken sich von Bereichen in der Umgebung des Durchgangslochs **33** zu Bereichen, die sich weiter weg von dem Durchgangsloch **33** befinden.

**[0038]** Ein inneres Ende jeder Leiterstruktur **32a**, **32b**, **32c** und **32d** liegt an der unteren Oberfläche der Harzschicht **31** frei, wie es in [Fig. 6](#) gezeigt ist. Ein äußeres Ende jeder Leiterstruktur **32a**, **32b**, **32c** und **32d** ist ebenfalls freigelegt und mit einem entsprechenden Verbindungsleiter **34a**, **34b**, **34c**, **34d** verbunden. Die FPC **30** wird gebildet, indem die Leiterstrukturen **32a–32d**, die durch Mustern bzw. Strukturieren (engl.: "patterning") gebildet wurden, durch die Harzschicht **31** versiegelt bzw. darin eingeschlossen werden. Die FPC **30** wird auf dem Sensorchip **20** angeordnet, und die Harzschicht **31** wird durch Thermokompressionsbonden auf dem Sensorchip befestigt.

**[0039]** Wie es in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigt ist, sind die Leiterstrukturen **32a–32d** durch Löten mit den jeweiligen Kontaktierungsinseln **26a–26d** verbunden. Insbesondere wird Lötpaste auf die inneren, freiliegenden Abschnitte der Leiterstrukturen **32a–32d** aufgebracht. Die FPC **30** ist auf dem Sensorchip **20** angeordnet, und die Harzschicht **31** ist durch Thermokompressionsbonden auf dem Sensorchip **20** befestigt. Während des Thermokompressionsbondens werden die inneren Enden der Leiterstrukturen **32a–32d** an die jeweiligen Kontaktierungsinseln **26a–26d** gelötet. Die gelöteten Kontaktierungs- bzw. Übergangsstellen (engl.: "junctions") sind dann mit der Harzschicht **31** versiegelt. Die Membran **23** ist über das Durchgangsloch **33** offengelegt. Die obere Oberfläche des Sensorchips **20** ist außer an dem Abschnitt, an dem die Membran **23** ausgebildet ist, mit der FPC **30** über- bzw. bedeckt. Und zwar weist die FPC **30** das Durchgangsloch **33** in dem Abschnitt auf, der sich über der Membran **23** befindet, und stellt eine elektrische Verbindung mit den Leiterstrukturen **32a–32d** her. Durch diese Konfiguration weist der Drucksensor eine hohe Empfindlichkeit und eine hohe Zuverlässigkeit auf.

**[0040]** Die Harzschicht **31** ist durch Thermokompression so auf dem Sensorchip **20** befestigt, dass die Membran **23** offenliegt. Ferner sind die Leiterstrukturen **32a–32d** mit den jeweiligen Kontaktierungsinseln **26a–26d** verbunden, und die jeweiligen Kontaktierungs- bzw. Übergangsstellen zwischen den Leiterstrukturen **32a–32d** und den Kontaktierungsinseln **26a–26d** sind durch die Harzschicht **31** versiegelt. Und zwar sind die Kontaktierungsinseln **26a–26d** elektrisch mit den jeweiligen Leiterstrukturen **32a–32d** verbunden, und die elektrischen Kontaktie-

rungs- bzw. Übergangsstellen und die Leiterstrukturen **32a–32d** sind durch die Harzschicht **31** versiegelt.

**[0041]** Durch diese Konfiguration sind die elektrischen Kontaktierungs- bzw. Übergangsstellen und die Leiterstrukturen **32a–32d** vor Korrosion geschützt. Durch diese korrosionsschützende Struktur kann im Vergleich zu korrosionsschützenden Strukturen, in denen Kontaktierungsinseln von Drucksensorchips und Bonddrähte mit Füllmaterial versiegelt sind, eine höhere Korrosionsbeständigkeit erreicht werden. Ferner kann die Druckerfassung mit hoher Genauigkeit ausgeführt werden, da die Harzschicht **31** auf den Sensorchip **20** auf gepresst bzw. mit diesem verpresst wird, wobei die Membran **23** offenliegt.

**[0042]** Der Drucksensor mit der oben beschriebenen Struktur besitzt eine hohe Korrosionsbeständigkeit und eine hohe Druckerfassungsgenauigkeit und kann dennoch leicht hergestellt werden kann, indem lediglich die Harzschicht **31** auf den Sensorchip **20** auf gepresst wird. Der Drucksensor arbeitet zuverlässig, wenn er zur Erfassung von Drücken von Abgasen eines Verbrennungsmotors verwendet wird, da die Leiterstrukturen innerhalb der FPC **30** ausgebildet sind, und er weist eine hohe Korrosionsbeständigkeit gegenüber sauren Fluiden auf. In einem Abgassystem eines benzinbetriebenen Fahrzeugs ist der Drucksensor den Abgasen ausgesetzt, die saure Fluide enthalten, und der Sensorchip **20** wird mit dem Druck der Abgase beaufschlagt. Insbesondere ist der Sensorchip **20** während der Druckerfassung in einer korrosiven Atmosphäre des Abgasrückführungssystems korrosiven Fluiden ausgesetzt. Bondkontaktierungsinseln und Bonddrähte haben eine geringe Korrosionsbeständigkeit, wenn sie aus Aluminium hergestellt sind, wie es im Stand der Technik gelehrt wird.

**[0043]** Jedoch sind erfindungsgemäß die Kontaktierungsinseln **26a–26d** und die Leiterstrukturen **32a–32d** durch die Harzschicht **21** versiegelt und nicht der korrosiven Atmosphäre ausgesetzt, wobei die Druckerfassungsempfindlichkeit aufrecht erhalten wird, indem das Durchgangsloch **33** zur Freilegung der Membran **23** vorgesehen ist. Daher kann der Drucksensor Drücke in der korrosiven Atmosphäre exakt erfassen. Die Kontaktierungsinseln **26a–26d** und die Leiterstrukturen **32a–32d** sind vor Korrosion durch die FPC **30** geschützt, wobei die Druckerfassungsempfindlichkeit und Zuverlässigkeit der Leiterstrukturen **32a–32d** aufrecht erhalten werden, selbst wenn der Sensorchip **20** in einer korrosiven Atmosphäre bzw. in einem korrosiven Milieu eingesetzt wird.

[Zweite Ausführungsform]

**[0044]** Ein in [Fig. 7](#) gezeigter Drucksensor kann in

einem Motorabgassystem eines Fahrzeugs angeordnet sein, um wie in [Fig. 15](#) gezeigt Abgasdrücke zu erfassen. [Fig. 8](#) zeigt eine Querschnittsansicht entlang der Linie VIII-VIII in

**[0045]** [Fig. 7](#) des Drucksensors. Der Drucksensorchip **20** ist auf der Glasbasis **10** befestigt, die auf einem Schaltungschip **100** angeordnet ist. Der Sensorchip **20** ist über eine flexible Schaltungsplatine **130** elektrisch mit dem Schaltungschip **100** verbunden. Die FPC **130** umfasst eine thermoplastische Harzschicht **31** und Leiterstrukturen **132a**, **132b**, **132c** und **132d**, die innerhalb der Harzschicht **131** angeordnet und darin versiegelt sind.

**[0046]** Eine Draufsicht des Drucksensors ohne die FPC **130** ist in [Fig. 9](#) gezeigt, und [Fig. 10](#) zeigt eine Querschnittsansicht entlang der Linie X-X in [Fig. 9](#) des Drucksensors. Der Schaltungschip **100** ist als viereckige Platte ausgebildet. In dem Schaltungschip **100** umfasst ein Halbleitersubstrat **102** verschiedene Vorrichtungen, die Schaltungen, einschließlich einer Verstärkerschaltung, bilden. Eine Oberfläche des Halbleitersubstrats **102** ist mit einer Isolierungsschicht **103** bedeckt, welche eine Siliziumoxidschicht ist. Aluminium-Kontaktierungsinseln **104a**, **104b**, die aus Aluminium-Dünnschichten hergestellt sind, sind auf der Isolationsschicht **103**, in der Nähe der Ecken des Halbleitersubstrats **102** ausgebildet. Der Schaltungschip **100** kann elektrisch mit den Schaltungen in dem Halbleitersubstrat **120** über die Aluminium-Kontaktierungsinseln **104a**, **104b** verbunden werden. Nickel-Metallisierungsfilme sind auf den Oberflächen der Kontaktierungsinseln **104a**, **104b** ausgebildet, und Gold-Metallisierungsfilme sind auf den Nickel-Metallisierungsfilmen ausgebildet, um die Kontaktierungsinseln **104a**, **104b** lötlbar zu machen.

**[0047]** Die Glasbasis **10** ist im Wesentlichen in der Mitte des Schaltungschips **100** mit einem Klebemittel **105** auf dem Schaltungschip **100** befestigt. Der Sensorchip **20** ist auf der oberen Oberfläche der Glasbasis **10** befestigt. Die Größe der Glasbasis **10** und des Sensorchips **20** ist im Wesentlichen gleich und kleiner als die des Schaltungschips **100**. Der Sensorchip **20** ist auf dem Schaltungschip **100** so befestigt, dass die Kontaktierungsinseln **104a**, **104b** freiliegen.

**[0048]** Der Drucksensorchip **20** umfasst einen (110)-Ebenen-Siliziumchip als sein Halbleitersubstrat **21**. Eine Aussparung **22** ist in der Mitte des Substrats **21**, an dessen unterer Oberfläche in [Fig. 8](#) ausgebildet. Und zwar ist die Dicke des Substrats **21** in einem Abschnitt, in dem die Aussparung **22** ausgebildet ist, gering, und dieser Abschnitt geringerer Dicke bildet eine Membran **23**. Die Membran **23** weist von unten betrachtet die Form eines Achtecks auf.

**[0049]** Wenn der Sensorchip **20** auf der Glasbasis **10** befestigt ist, bildet eine Kammer, die durch die



Glasbasis **10** und die Aussparung **22** definiert wird, eine Referenzdruckkammer. Die Kammer kann als Vakuumkammer verwendet werden. Erfassungselemente **24a**, **24b**, **24c** und **24d** sind an geeigneten Positionen innerhalb der Membran **23** angeordnet. Die Positionen können durch eine Analyse der mechanischen Spannungen bestimmt werden. Die Erfassungselemente **24a–24d** sind als Verunreinigungsdiffusionsschichten, insbesondere durch auf n-leitenden Siliziumsubstraten gebildete p-leitende Verunreinigungsdiffusionsschichten, gebildet. In dem Sensorchip **20** ist unter Verwendung der Erfassungselemente **24a–24d** eine Brückenschaltung gebildet. Mechanische Spannungen der Membran **23** verändern sich entsprechend der Unterschiede zwischen auf die Oberflächen der Membran **23** wirkenden Kräften. Widerstände der Erfassungselemente **24a–24d** verändern sich entsprechend den Veränderungen der mechanischen Spannungen aufgrund des piezoelektrischen Effekts, und die Veränderungen der Widerstände werden von der Brückenschaltung erfasst.

**[0050]** Die Oberfläche des Halbleitersubstrats **21** ist mit einem Isolationsfilm **25** bedeckt, der ein Siliziumoxidfilm ist. Aluminium-Kontaktierungsinseln **26a**, **26b**, **26c** und **26d** sind auf der Isolationsschicht **25**, in der Nähe von Ecken des Halbleitersubstrats **21** gebildet. Die Kontaktierungsinseln **26a–26d** sind Aluminium-Dünnschichten. Der Brückenschaltung wird über die Kontaktierungsinseln **26a–26d** ein konstanter Strom zugeführt, und Drucksignale werden über die Kontaktierungsinseln **26a–26d** zu einer externen Schaltung ausgegeben. Nickel-Metallisierungsfilme sind auf den Oberflächen der Kontaktierungsinseln **26a–26d** ausgebildet und Gold-Metallisierungsfilme sind auf den Nickel-Metallisierungsfilmen ausgebildet, um die Kontaktierungsinseln **26a–26d** lötlbar zu machen. Eine Stapelstruktur ist dadurch realisiert, dass der Sensorchip **20** auf dem Schaltungschip **100** montiert wird, und die Kontaktierungsinseln **104a**, **104b** sind auf der oberen Oberfläche des Schaltungschips **100**, in anderen Bereichen als denen, in denen der Sensorchip angeordnet ist, ausgebildet.

**[0051]** [Fig. 11](#) zeigt eine Draufsicht der FPC **130**, und [Fig. 12](#) zeigt eine Querschnittsansicht entlang der Linie XII-XII in [Fig. 11](#) der FPC **130**. Der FPC **130** ist in Form einer viereckigen Platte ausgebildet. Die Leiterstrukturen **132a**, **132b**, **132c** und **132d** sind in der Harzschicht **131** eingegossen. Die Harzschicht **131** ist biegsam und elektrisch isolierend. Die Harzschicht **131** kann aus Polyester oder Polyimid gebildet sein. Die Leiterstrukturen **132a–132d** können in Kupfer ausgebildet sein. Ein viereckiges Durchgangsloch **133** ist in der Mitte der FPC **130**, d.h. der Harzschicht **131**, vorgesehen. Das Durchgangsloch **133** ist vorgesehen, um einen Abschnitt des Sensorchips **20**, in dem die Membran **23** ausgebildet ist, freizulegen. Die Leiterstrukturen **132a–132d** erstrecken sich von Bereichen in der Umgebung des Durch-

gangslochs **133** zu Bereichen, die sich weiter weg von dem Durchgangsloch **133** befinden.

**[0052]** Ein inneres Ende jeder Leiterstruktur **132a–132d** ist an der unteren Oberfläche der Harzschicht **131** offengelegt. Ein äußeres Ende jeder Leiterstruktur **132a–132d** liegt ebenfalls offen. Die äußeren Enden der Leiterstrukturen **132a** und **132c** sind mit Verbindungsleitern **134a** bzw. **134b** verbunden. Die FPC **130** wird erzeugt, indem die Leiterstrukturen **132a–132d**, die durch Mustern bzw. Strukturieren (engl.: "patterning") gebildet werden, in der Harzschicht **131** eingebettet (versiegelt) werden. Die FPC **130** ist so angeordnet, dass der Sensorchip **20** mit dem Schaltungschip **100** verbunden ist, und die Harzschicht **131** ist auf dem Sensorchip **20** und dem Schaltungschip **100** durch Thermokompressionsbonden befestigt.

**[0053]** Wie es in den [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) gezeigt ist, sind die Leiterstrukturen **132a–132d** durch Löten mit den jeweiligen Kontaktierungsinseln **26a–26d** verbunden. Insbesondere ist Lötpaste auf die inneren, offenliegenden Abschnitte der Leiterstrukturen **132a–132d** aufgetragen. Die FPC **130** ist auf dem Sensorchip **20** und dem Schaltungschip **100** angeordnet, und die Harzschicht **131** ist auf dem Sensorchip **20** und dem Schaltungschip **100** durch Thermokompressionsbonden befestigt. Während des Thermokompressionsbondens werden die Enden der Leiterstrukturen **132a–132d** an die jeweiligen Kontaktierungsinseln **26a–26d** gelötet. Die gelöteten Kontaktierungs- bzw. Übergangsstellen werden durch die Harzschicht **131** versiegelt. In gleicher Weise werden die äußeren Enden der Leiterstrukturen **132a** und **132b** mit den Kontaktierungsinseln **134a** bzw. **134b** verbunden, und die Lötkontaktierungs- bzw. Übergangsstellen zwischen den Leiterstrukturen **132a**, **132b** und die Kontaktierungsinseln **134a**, **134b** werden in der Harzschicht **131** versiegelt.

**[0054]** Die Membran **23** ist an dem Durchgangsloch **133** offengelegt. Die obere Oberfläche des Sensorchips **20** ist mit Ausnahme des Abschnitts, in dem die Membran **23** ausgebildet ist, mit der FPC **130** bedeckt. Und zwar weist die FPC **130** in dem Abschnitt, der über der Membran **23** angeordnet ist, das Durchgangsloch **133** auf und stellt über die Leiterstrukturen **132a–132d** eine elektrische Verbindung her. Durch diese Konfiguration weist der Drucksensor eine hohe Empfindlichkeit und eine hohe Zuverlässigkeit auf.

**[0055]** Die Harzschicht **131** ist auf dem Sensorchip **20** durch Thermokompression so befestigt, dass die Membran **23** offenliegt. Ferner sind die Leiterstrukturen **132a–132d** mit den jeweiligen Kontaktierungsinseln **26a–26d** verbunden, und die Kontaktierungs- bzw. Übergangsstellen zwischen den Leiterstrukturen **132a–132d** und den jeweiligen Kontaktierungsinseln **26a–26d** sind durch die Harzschicht **131** versie-

gelt. Und zwar sind die Kontaktierungsinseln **26a–26d** mit den Leiterstrukturen **132a–132d** elektrisch verbunden, und die elektrischen Kontaktierungs- bzw. Übergangsstellen und die Leiterstrukturen **132a–132d** sind durch die Harzschicht **131** versiegelt.

**[0056]** Die Stapelstruktur wird realisiert, indem der Sensorchip **20** auf dem Schaltungschip **100** angebracht wird, und die Kontaktierungsinseln **104a, 104b** sind auf der oberen Oberfläche des Schaltungschips **100**, in anderen Bereichen als denen, in denen der Sensorchip angeordnet ist, ausgebildet. Die Harzschicht **31** ist auf den Sensorchip **20** und den Schaltungschip **100** aufgepresst. Die Leiterstrukturen **132a–132d** sind an ihren inneren Enden mit den jeweiligen Kontaktierungsinseln **26a–26d** verbunden, und die Leiterstrukturen **132a** und **132c** sind an ihren äußeren Enden mit den Kontaktierungsinseln **134a** bzw. **134b** verbunden. Die Kontaktierungs- bzw. Übergangsstellen sind durch die Harzschicht **31** versiegelt. Die Leiterstrukturen **132a–132d** sind ebenfalls durch die Harzschicht **131** versiegelt. Und zwar sind die Kontaktierungsinseln **26a–26d** elektrisch mit den Leiterstrukturen **132a–132d** verbunden, und die elektrischen Kontaktierungs- bzw. Übergangsstellen und die Leiterstrukturen **132a–132d** sind durch die Harzschicht **131** versiegelt.

**[0057]** Durch diese Konfiguration sind die elektrischen Kontaktierungs- bzw. Übergangsstellen und die Leiterstrukturen **132a–132d** vor Korrosion geschützt. Diese korrosionsschützende Struktur bietet eine höhere Korrosionsbeständigkeit als korrosionsschützende Strukturen, in denen Kontaktierungsinseln von Drucksensorchips und Bonddrähten mit Füllmaterial versiegelt sind. Ferner ist eine Abmessung des Drucksensors durch Befestigen des Sensorchips **20** auf dem Schaltungschip **100**, d.h. durch Anordnen des Sensorchips **20** und des Schaltungschips **100** in einer Stapelstruktur, und elektrisches Verbinden des Sensorchips **20** und des Schaltungschips **100** mit dem FPC **130**, im Vergleich zu einer Struktur, in der ein Sensorchip und ein Schaltungschip in dergleichen Ebene angeordnet sind, verkleinert.

**[0058]** Durch die oben beschriebene einzigartige Struktur ist Drucksensor hoch beständig gegenüber Korrosion und klein dimensioniert. Ferner wird die oben beschriebene Struktur leicht hergestellt, bzw. das Aufpressen der Harzschicht **131** ist leicht zu bewerkstelligen. Die Membran **23** ist offengelegt, wenn die Harzschicht **31** auf den Sensorchip **20** aufgepresst ist, da die Harzschicht **31** das Durchgangsloch an einer Position aufweist, die der Membran **23** entspricht. Daher wird der Druck korrekt erfasst.

**[0059]** Der Drucksensor ist zuverlässig, wenn er zur Erfassung von Drücken von Abgasen eines Verbren-

nungsmotors, die ein hoch korrosives, saures Fluid enthalten, verwendet wird, da die Leiterstrukturen innerhalb der FPC **130** ausgebildet sind. In einem Abgassystem eines benzinbetriebenen Fahrzeugs ist der Drucksensor den Abgasen ausgesetzt, und der Sensorchip **20** wird mit dem Druck der Abgase beaufschlagt. Insbesondere ist der Sensorchip **20** während der Druckerfassung in der korrosiven Atmosphäre des Abgasrückführungssystems korrosiven Fluiden ausgesetzt. Bondkontaktierungsinseln und Bonddrähte haben eine niedriger Korrosionsbeständigkeit, wenn sie aus Aluminium hergestellt sind, wie es im Stand der Technik gelehrt wird.

**[0060]** Jedoch sind erfindungsgemäß die Kontaktierungsinseln, **26a–26d** und die Leiterstrukturen **132a–132d** durch die Harzschicht **131** versiegelt und nicht der korrosiven Atmosphäre ausgesetzt, wobei die Druckerfassungsempfindlichkeit durch das Durchgangsloch **133** zur Offenlegung der Membran **23** gewährleistet ist. Daher kann der Drucksensor korrekt Drücke in der korrosiven Atmosphäre erfassen. Die Kontaktierungsinseln **26a–26d** und die Leiterstrukturen **132a–132d** werden vor Korrosion durch die FPC **130** geschützt, wobei die Druckerfassungsempfindlichkeit und die Zuverlässigkeit der Leiterstrukturen **132a–132d** daufrecht erhalten werden, selbst wenn der Sensorchip **20** in einer korrosiven Atmosphäre verwendet wird.

[Dritte Ausführungsform]

**[0061]** Ein in [Fig. 13](#) gezeigter Drucksensor kann in einem Motorabgassystem eines Fahrzeugs angeordnet sein, um Abgasdrücke zu erfassen. Zum Beispiel kann der Drucksensor zur Erfassung eines Drucks in einem Emissionsgasrückführungsweg verwendet werden, wobei der Drucksensor mit einem Druckleitungsrohr **50** verbunden ist, wie es in [Fig. 15](#) gezeigt ist.

**[0062]** Wie es in [Fig. 16](#) gezeigt ist, ist der Drucksensorchip **220** in einem Chipgehäuseabschnitt R1 eines Kunststoffgehäuses **200** aufgenommen und über eine Glasbasis **210** an dem Gehäuse **200** befestigt. Ein Schaltungschip **230** ist ebenfalls in dem Chipgehäuseabschnitt R1 aufgenommen und an dem Gehäuse **200** befestigt. Die Chips **220, 230** sind über eine flexible Schaltungsplatine (FPC) **240** miteinander verbunden. Die FPC **240** umfasst eine thermoplastische Harzschicht **241**, in der Leiterstrukturen **242a, 242b, 242c, 242d, 242e** und **242f** ausgebildet sind. Die FPC **240** überdeckt eine Öffnung in dem Gehäuse **200**, die an der oberen Oberfläche des Gehäuses **200** angeordnet ist, und verschließt dadurch den Chipgehäuseabschnitt R1.

**[0063]** Wie in den [Fig. 17](#) und [Fig. 18](#) gezeigt ist, umfasst das Gehäuse **200** einen Plattenabschnitt **202** und einen Rahmenabschnitt **203**. Der Plattenab-

schnitt **202** ist als viereckige Platte ausgebildet, und der Rahmenabschnitt **203** ist als viereckiger Rahmen ausgebildet. Der Rahmenabschnitt **203** weist vier Seiten auf, von denen eine, die auf der rechten Seite in [Fig. 17](#) angeordnet und mit der Bezugszahl **203b** bezeichnet ist, breiter als die übrigen Seiten ist, welche mit der Bezugszahl **203a** bezeichnet sind. Das Gehäuse **200** wird hergestellt, indem der Plattenabschnitt **202** auf dem Rahmenabschnitt **203** so befestigt wird, dass eine Öffnung des Rahmenabschnitts **203** dicht zu verschlossen ist. Der Plattenabschnitt **202** ist mit einem Klebemittel an dem Rahmenabschnitt **203** befestigt. Der Chipgehäuseabschnitt R1 ist in dem Gehäuse **200** und mit einer Öffnung **204** ausgebildet, wenn der Plattenabschnitt **202** an dem Rahmenabschnitt **203** befestigt ist.

**[0064]** Die Glasbasis **210** ist in dem Chipgehäuseabschnitt R1, mit einem Klebemittel **205** an der oberen Oberfläche des Plattenabschnitts **202** befestigt. Der Sensorchip **220** ist an der oberen Oberfläche der Glasbasis **210** befestigt. Die Glasbasis **210** und der Sensorchip **220** weisen im Wesentlichen die gleiche Breite und die gleiche Tiefe auf vorgesehen.

**[0065]** Der Drucksensorchip **220** umfasst einen (110)-Ebenen-Siliziumchip als sein Halbleitersubstrat **221**. Eine Aussparung **222** ist in der Mitte des Substrats **221**, in dessen unterer Oberfläche ausgebildet, wie es in [Fig. 16](#) gezeigt ist. Und zwar ist die Dicke des Substrats **221** in einem Abschnitt, in dem die Aussparung **221** ausgebildet ist, gering, und dieser Abschnitt geringer Dicke bildet eine Membran **223**. Die Membran **223** hat von unten betrachtet die Form eines Achtecks.

**[0066]** Wenn der Sensorchip **220** auf der Glasbasis **210** befestigt ist, bildet eine Kammer, die durch die Glasbasis **210** und die Aussparung **222** definiert wird, eine Referenzdruckkammer. Die Kammer kann eine Vakuumkammer sein. Erfassungselemente **224a**, **224b**, **224c** und **224d** sind an geeigneten Positionen innerhalb der Membran **223** angeordnet. Die Positionen können durch Analyse der mechanischen Spannungen bestimmt werden. Die Erfassungselemente **224a–224d** sind als Verunreinigungsdiffusionsschichten, insbesondere als auf n-leitenden Siliziumsubstraten ausgebildete p-leitende Verunreinigungsdiffusionsschichten, ausgebildet. Die Erfassungselemente **224a–224d** sind in dem Sensorchip **220** zu einer Brückenschaltung verbunden. Mechanische Spannungen in der Membran **223** verändern sich entsprechend den Unterschieden zwischen auf die Oberflächen der Membran **223** ausgeübten Kräften. Widerstände der Erfassungselemente **224a–224d** verändern sich entsprechend den Veränderungen der mechanischen Spannungen aufgrund des piezoelektrischen Effekts, und die Veränderungen der Widerstände werden von der Brückenschaltung erfasst.

**[0067]** Die Oberfläche des Halbleitersubstrats **221** ist mit einem Isolationsfilm **225** bedeckt, der ein Siliziumoxidfilm ist. Aluminium-Kontaktierungsinseln **226a**, **226b**, **226c**, **226d**, **226e** und **226f** sind auf der Isolationssschicht **225**, entlang Rändern des Halbleitersubstrats **221** ausgebildet. Die Kontaktierungsinseln **226a–226f** sind Aluminium-Dünnschichten. Über die Kontaktierungsinseln **226a–226f** wird der Brückenschaltung ein konstanter Strom zugeführt, und über die Kontaktierungsinseln **226a–226f** werden Drucksignale zu einer externen Schaltung ausgegeben. Nickel-Metallisierungsfilme sind auf den Oberflächen der Kontaktierungsinseln **226a–226d** ausgebildet, und Gold-Metallisierungsfilme sind auf den Nickel-Metallisierungsfilmen gebildet, um die Kontaktierungsinseln **226a–226d** lötbar zu machen.

**[0068]** Der Schaltungschip **230** ist mit einem Klebemittel **206** auf der oberen Oberfläche des Plattenabschnitts **202** in dem Chipgehäuseabschnitt R1, neben dem Sensorchip **220** befestigt. Der Schaltungschip **230** enthält verschiedene Vorrichtungen, die Schaltungen, einschließlich einer Verstärkerschaltung, bilden. Aluminium-Kontaktierungsinseln **231a**, **231b** und **231c**, die Aluminium-Dünnschichten sind, sind auf dem Schaltungschip **230** gebildet. Der Sensorchip **220** ist über die Aluminium-Kontaktierungsinseln **231a–231c** mit den Schaltungen in dem Schaltungschip **230** verbunden. Nickel-Metallisierungsfilme sind auf den Oberflächen der Kontaktierungsinseln **231a–231c** gebildet, und Gold-Metallisierungsfilme sind auf den Nickel-Metallisierungsfilmen gebildet, um die Kontaktierungsinseln **231a–231c** lötbar zu machen.

**[0069]** [Fig. 19](#) zeigt eine Draufsicht einer FPC **240**, und [Fig. 20](#) zeigt eine Querschnittsansicht entlang der Linie XX-XX in [Fig. 19](#) der FPC **240**. Die FPC **240** ist in Form einer viereckigen Platte ausgebildet. Die FPC **240** umfasst eine thermoplastische Harzschicht **241**, erste Leiterstrukturen **242a**, **242b** und **242c** und zweite Leiterstrukturen **242d**, **242e** und **242f**. Die Leiterstrukturen **242a–242f** sind in die Harzschicht **241** eingegossen. Die Harzschicht **241** ist biegsam und elektrisch isolierend. Die Harzschicht **241** kann aus Polyester oder Polyimid hergestellt sein. Die Leiterstrukturen **242a–242f** können aus Kupfer gebildet sein. Ein viereckiges Durchgangsloch **243** ist in der Mitte der FPC **240**, d.h. der Harzschicht **241**, vorgesehen. Das Durchgangsloch **243** ist vorgesehen, um einen Abschnitt des Sensorchips **220**, in dem die Membran **223** ausgebildet ist, freizulegen. Die Leiterstrukturen **242a–242f** erstrecken sich von Bereichen in der Umgebung des Durchgangslochs **243** zu Bereichen, die von dem Durchgangsloch **243** weiter entfernt sind.

**[0070]** Ein inneres Ende jeder Leiterstruktur **242a–242f** ist auf der unteren Oberfläche der Harzschicht **241** offengelegt. Ein äußeres Ende jeder Lei-



terstruktur **242a–242c** ist ebenfalls offengelegt und mit Verbindungsleitern **244a**, **244b** bzw. **244c** verbunden. Die FPC **240** wird hergestellt, indem die Leiterstrukturen **242a–242f**, die durch Mustern bzw. Strukturieren (engl: "patterning") gebildet werden, mit der Harzschicht **241** versiegelt werden. Der Sensorchip **220** und der Schaltungschip **230** sind in dem Chipgehäuseabschnitt R1 so befestigt, dass ihre Oberflächen, auf denen die Kontaktierungsinseln **226a–226f** bzw. **231a–231c** ausgebildet sind, an der Öffnung **204** offenliegen. Die Harzschicht **241** ist auf den oberen Oberflächen des Gehäuses **200** und den Chips **220**, **230** durch Thermokompression befestigt.

[0071] Die Leiterstrukturen **242a–242f** sind an die Kontaktierungsinseln **226a–226f**, **231a–231c** gelötet. Insbesondere ist Lötpaste auf die inneren offenliegenden Abschnitte auf den Leiterstrukturen **242a–242f** und die äußeren offenliegenden Abschnitte der Leiterstrukturen **242d–242f** aufgebracht. Die FPC **240** ist auf dem Sensorchip **220** und dem Schaltungschip **230** angeordnet, und die Harzschicht **241** ist auf dem Sensorchip **220** und dem Schaltungschip **230** durch Thermokompressionsbonden befestigt. Während des Thermokompressionsbondens werden die Enden der Leiterstrukturen **242a–242f** an die jeweiligen Kontaktierungsinseln **226a–226f**, **231a–231c** gelötet. Die gelöteten Kontaktierungs- bzw. Übergangsstellen werden mit der Harzschicht **241** versiegelt. Die Membran **223** ist über das Durchgangsloch **243** offengelegt. Die obere Oberfläche des Sensorchips **220** ist mit Ausnahme des Abschnitts, in dem die Membran **223** ausgebildet ist, mit der FPC **240** überdeckt. Und zwar weist die FPC **240** ein Durchgangsloch **243** in dem Abschnitt auf, der über der Membran **223** angeordnet ist. Durch diese Konfiguration weist der Drucksensor eine hohe Empfindlichkeit und eine hohe Zuverlässigkeit auf.

[0072] Eine innere Wand **207** der Seite **203b** des Rahmenabschnitts **203** und obere Oberflächen **208** der weiteren Seiten **203a** sind mit der Harzschicht **241** verpresst. Somit ist die Öffnung **204** des Rahmenabschnitts **203**, d.h. die Öffnung **204** des Chipgehäuseabschnitts R1 mit der FPC **240** verschlossen.

[0073] Die Harzschicht **241** ist durch Thermokompression an dem Gehäuse **200** und der Oberfläche, auf der die Kontaktierungsinseln **226a–226f** ausgebildet sind, befestigt, um die Öffnung **204** des Chipgehäuseabschnitts R1 zu verschließen. Die Leiterstrukturen **242a–242f** sind mit den Kontaktierungsinseln **226a–226f** verbunden, und die Kontaktierungs- bzw. Übergangsstellen zwischen den Leiterstrukturen **232a–232f** und den Kontaktierungsinseln **226a–226f** sind mit der Harzschicht **241** versiegelt. Und zwar sind die Kontaktierungsinseln **226a–226f** elektrisch mit den Leiterstrukturen **242a–242f** verbunden, und die elektrischen Kontaktierungs- bzw. Übergangsstellen und die Leiterstrukturen

**242a–242f** sind mit der Harzschicht **241** versiegelt.

[0074] Durch diese Konfiguration sind die elektrischen Kontaktierungs- bzw. Übergangsstellen und die Leiterstrukturen **242a–242f** vor Korrosion geschützt. Die korrosionsschützende Struktur besitzt im Vergleich zu korrosionsschützenden Strukturen eine höhere Korrosionsbeständigkeit, in denen Kontaktierungsinseln von Drucksensorchips und Bonddrähte durch Füllmaterialien versiegelt sind. Ferner ist der Sensorchip **220** mit der FPC **240** und dem Gehäuse **200** überdeckt. Die liefert einen weiteren Schutz des Sensorchips **220** gegen Korrosion.

[0075] Der Drucksensor mit der oben beschriebenen Struktur weist eine hohe Korrosionsbeständigkeit und eine hohe Druckerfassungsgenauigkeit auf. Ferner ist die oben beschriebene Struktur leicht herzustellen, indem lediglich die Harzschicht **241** mit dem Sensorchip **220** verpresst werden. Die Harzschicht **241** wird mit dem Sensorchip **220** so verpresst, dass die Membran **223** über das Durchgangsloch **243** offenliegt. Durch diese Konfiguration kann der Drucksensor die Druckerfassung mit großer Genauigkeit ausführen.

[0076] Der Schaltungschip **230** ist in dem Chipgehäuseabschnitt R1 so befestigt, dass die Oberfläche, auf der die Kontaktierungsinseln **231a–231c** ausgebildet sind, an der Öffnung **204** offenliegt. Die Harzschicht **241** wird mit dem Gehäuse **200** und den Oberflächen, auf denen die Kontaktierungsinseln **226a–226f**, **231a–231c** ausgebildet sind, verpresst, um so die Öffnung **204** zu verschließen. Die Leiterstrukturen **242a–242f** sind mit den jeweiligen Kontaktierungsinseln **226a–226f** verbunden, und die Leiterstrukturen **242d–242f** sind mit den jeweiligen Kontaktierungsinseln **231a–231c** verbunden. Die Verbindungsstellen sind durch die Harzschicht **241** versiegelt. Somit ist der Schaltungschip **230** so in dem Gehäuse **200** aufgenommen, dass er zuverlässig vor Korrosion geschützt ist.

[0077] Der Drucksensor mit der oben beschriebenen Struktur weist eine hohe Korrosionsbeständigkeit und eine hohe Druckerfassungsgenauigkeit auf und ist dennoch leicht herzustellen, indem die Harzschicht **241** mit dem Sensorchip **220** verpresst wird. Der Drucksensor arbeitet zuverlässig, wenn er zur Erfassung eines Drucks von Abgasen eines Motors verwendet wird, da die Leiterstrukturen in der FPC **240** ausgebildet sind, und er weist eine hohe Korrosionsbeständigkeit gegenüber sauren Fluiden auf. In einem Abgassystem eines benzinbetriebenen Fahrzeugs ist der Drucksensor den Abgasen ausgesetzt, die saure Fluide enthalten, und der Sensorchip **220** wird mit dem Druck der Abgase beaufschlagt. Bondkontaktierungsinseln und Bonddrähte haben eine geringe Korrosionsbeständigkeit, wenn sie aus Aluminium hergestellt sind, wie es der Stand der Technik

lehrt.

**[0078]** Jedoch sind erfindungsgemäß die Kontaktierungsinseln **226a–226f** und die Leiterstrukturen **242a–242f** mit der Harzschicht **241** versiegelt und nicht dem korrosiven Milieu ausgesetzt, wobei dennoch die Druckerfassungsempfindlichkeit aufrecht erhalten wird, indem das Durchgangsloch **243** zur Offenlegung der Membran **223** vorgesehen ist. Daher kann der Drucksensor auch in der korrosiven Atmosphäre exakt Drücke erfassen. Die Kontaktierungsinseln **226a–226f** und die Leiterstrukturen **242a–242f** sind vor Korrosion durch die FPC **240** geschützt, wobei die Druckerfassungsempfindlichkeit und die Zuverlässigkeit der Leiterstrukturen **242a–242f** aufrecht erhalten werden, selbst wenn der Sensorchip **220** in einem korrosiven Milieu eingesetzt wird.

**[0079]** Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die oben diskutierten und in den Figuren gezeigten Ausführungsformen begrenzt, sondern kann auf verschiedene Weise implementiert sein, ohne vom Geist der Erfindung abzuweichen. Zum Beispiel kann der Drucksensor verwendet werden, um einen Reifendruck zu messen. Es ist möglich, dass das Gehäuse **200** nur den Sensorchip **220** aufnimmt.

#### Patentansprüche

1. Drucksensor, mit:

- einem Drucksensorchip (**20**), der eine Membran (**23**) und Kontaktierungsinseln (**26a–26d**) umfasst; und
- einer flexiblen Schaltungsplatine (**30**), die Leiterstrukturen (**32a–32d**) und eine biegsame und elektrisch isolierende Harzschicht (**31**) umfasst, wobei die Harzschicht (**31**) ein Durchgangsloch (**33**) aufweist und die Leiterstrukturen (**32a–32d**) versiegelt, wobei
  - die Leiterstrukturen (**32a–32d**) mit den Kontaktierungsinseln (**26a–26d**) verbunden sind; und
  - die Harzschicht (**31**) so mit dem Drucksensorchip (**20**) verpresst ist, dass die Membran (**23**) an dem Durchgangsloch (**33**) offenliegt und Kontaktierungs- bzw. Übergangsstellen zwischen den Leiterstrukturen (**32a–32d**) und den Kontaktierungsinseln (**26a–26d**) versiegelt sind.

2. Drucksensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Harzschicht (**31**) eine thermoplastische Harzschicht (**31**) und durch Thermokompression mit dem Drucksensorchip (**20**) verpresst ist.

3. Drucksensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Drucksensorchip (**20**) mit einem Druck von Abgasen eines Verbrennungsmotors beaufschlagt wird.

4. Drucksensor, mit:

- einem Drucksensorchip (**20**), der eine Membran (**23**) und Kontaktierungsinseln (**26a–26d**) umfasst;

- einem Schaltungschip (**100**), der eine Oberfläche aufweist, auf der der Drucksensorchip (**20**) befestigt ist, und Kontaktierungsinseln (**104a**, **104b**) aufweist, die auf der Oberfläche in einem anderen Bereich als dem Bereich, in dem der Drucksensor (**20**) angeordnet ist, ausgebildet sind; und
- einer flexiblen Schaltungsplatine (**130**), die Leiterstrukturen (**132a–132d**) und eine flexible und elektrisch isolierende Harzschicht (**131**) aufweist, wobei die Harzschicht (**131**) die Leiterstrukturen (**132a–132d**) versiegelt, wobei
  - der Drucksensorchip (**20**) auf dem Schaltungschip (**100**) befestigt ist;
  - die Leiterstrukturen (**132a–132d**) mit den Kontaktierungsinseln (**26a–26d**) des Drucksensorchips (**20**) verbunden sind;
  - die Kontaktierungsinseln (**104a**, **104b**) des Schaltungschips (**100**) mit den Leiterstrukturen (**132b**, **132d**) verbunden sind; und
  - die Harzschicht (**131**) mit dem Drucksensorchip (**20**) und dem Schaltungschip (**100**) so verpresst ist, dass Kontaktierungs- bzw. Übergangsstellen zwischen den Leiterstrukturen (**132a–132d**) und den Kontaktierungsinseln (**26a–26d**) des Drucksensorchips und Kontaktierungs- bzw. Übergangsstellen zwischen den Kontaktierungsinseln (**104a**, **104b**) des Schaltungschips (**100**) und den Leiterstrukturen (**132b**, **132d**) versiegelt sind.

5. Drucksensor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Harzschicht (**131**) ein Durchgangsloch (**133**) aufweist und die Membran (**23**) an dem Durchgangsloch (**133**) offenliegt.

6. Drucksensor nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Harzschicht (**131**) eine thermoplastische Harzschicht (**131**) und durch Thermokompression mit dem Drucksensorchip (**20**) verpresst ist.

7. Drucksensor nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Drucksensorchip (**20**) mit einem Druck von Abgasen eines Verbrennungsmotors beaufschlagt wird.

8. Drucksensor, mit:

- einem Drucksensorchip (**220**), der eine Membran (**223**) und Kontaktierungsinseln (**226a–226d**) umfasst;
- einem Gehäuse (**200**), das einen Chipgehäuseabschnitt (R1) zur Aufnahme des Drucksensorchips (**220**) umfasst, so dass eine Oberfläche des Drucksensorchips (**220**), auf der die Kontaktierungsinseln (**226a–226f**) ausgebildet sind, an der Öffnung (**204**) offenliegt; und
- einer flexiblen Schaltungsplatine (**240**), die Leiterstrukturen (**242a–242f**) umfasst, die mit einer biegsamen und elektrisch isolierenden Harzschicht (**241**) versiegelt sind, wobei die Harzschicht (**241**) die Leiterstrukturen (**242a–242f**) in sich einschließt, wobei

– die Leiterstrukturen (**242a–242f**) mit den Kontaktierungsinseln (**226a–226f**) des Drucksensorchips (**220**) verbunden sind; und

– die Harzschicht (**241**) mit dem Gehäuse (**200**) und einer Oberfläche des Drucksensorchips (**220**), auf der die Kontaktierungsinseln (**226a–226f**) ausgebildet sind, so verpresst ist, dass die Öffnung (**204**) überdeckt ist und die Kontaktierungs- bzw. Übergangsstellen zwischen den Leiterstrukturen (**242a–242f**) und den Kontaktierungsinseln (**226a–226f**) versiegelt sind.

9. Drucksensor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die flexible Schaltungsplatine (**240**) ein Durchgangsloch (**243**) aufweist, an dem die Membran (**223**) offenliegt.

10. Drucksensor nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Harzschicht (**241**) eine thermoplastische Harzschicht (**241**) und durch Thermokompression mit dem Drucksensorchip (**220**) verpresst ist.

11. Drucksensor nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass er ferner einen Schaltungschip (**230**) umfasst, der Kontaktierungsinseln (**231a–231c**) aufweist und in dem Chipgehäuseabschnitt (R1) so befestigt ist, dass eine Oberfläche des Schaltungschips (**230**), auf der die Kontaktierungsinseln (**231a–231c**) ausgebildet sind, an der Öffnung (**204**) offenliegt; wobei:

– die Kontaktierungsinseln (**231a–231c**) des Schaltungschips (**230**) mit den Leiterstrukturen (**242d–242f**) verbunden sind; und

– die Harzschicht (**241**) mit dem Gehäuse (**200**), der Oberfläche des Drucksensorchips (**220**) und der Oberfläche des Schaltungschips (**230**) verpresst ist, um die Öffnung (**204**) zu überdecken und die Kontaktierungs- bzw. Übergangsstellen zwischen den Leiterstrukturen (**242a–242f**) und den Kontaktierungsinseln (**226a–226f**) des Drucksensorchips (**220**) und zwischen den Leiterstrukturen (**242d–242f**) und den Kontaktierungsinseln (**231a–231c**) des Schaltungschips (**230**) zu versiegeln.

12. Drucksensor nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Drucksensorchip (**220**) mit einem Druck von Abgasen eines Verbrennungsmotors beaufschlagt wird.

13. Drucksensor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass:

– das Gehäuse (**200**) ferner einen Plattenabschnitt (**202**) umfasst, der als viereckige Platte ausgebildet ist, und einen Rahmenabschnitt (**203**) umfasst, der als viereckiger Rahmen ausgebildet ist;

– der Rahmenabschnitt (**203**) eine erste, eine zweite, eine dritte und eine vierte Seite (**203a**, **203b**) umfasst;

– die erste, die zweite und die dritte Seite (**203a**) je-

weils eine kleinere Dicke aufweisen als die vierte Seite (**203b**);

– der Drucksensorchip (**220**) und der Schaltungschip (**230**) in dem Chipgehäuseabschnitt (R1) so angeordnet sind, dass die oberen Oberflächen des Drucksensorchips (**220**) und des Schaltungschips (**230**) zwischen oberen Oberflächen (**208**) der ersten, der zweiten und der dritten Seite (**203a**), die im Wesentlichen auf gleicher Höhe liegen, und einer oberen Oberfläche der vierten Seite (**203b**) angeordnet sind; und

– die Harzschicht (**241**) mit den oberen Oberflächen (**208**) der ersten, der zweiten und der dritten Seite und einer inneren Wand (**207**) der vierten Seite (**203b**) verpresst ist.

Es folgen 18 Blatt Zeichnungen

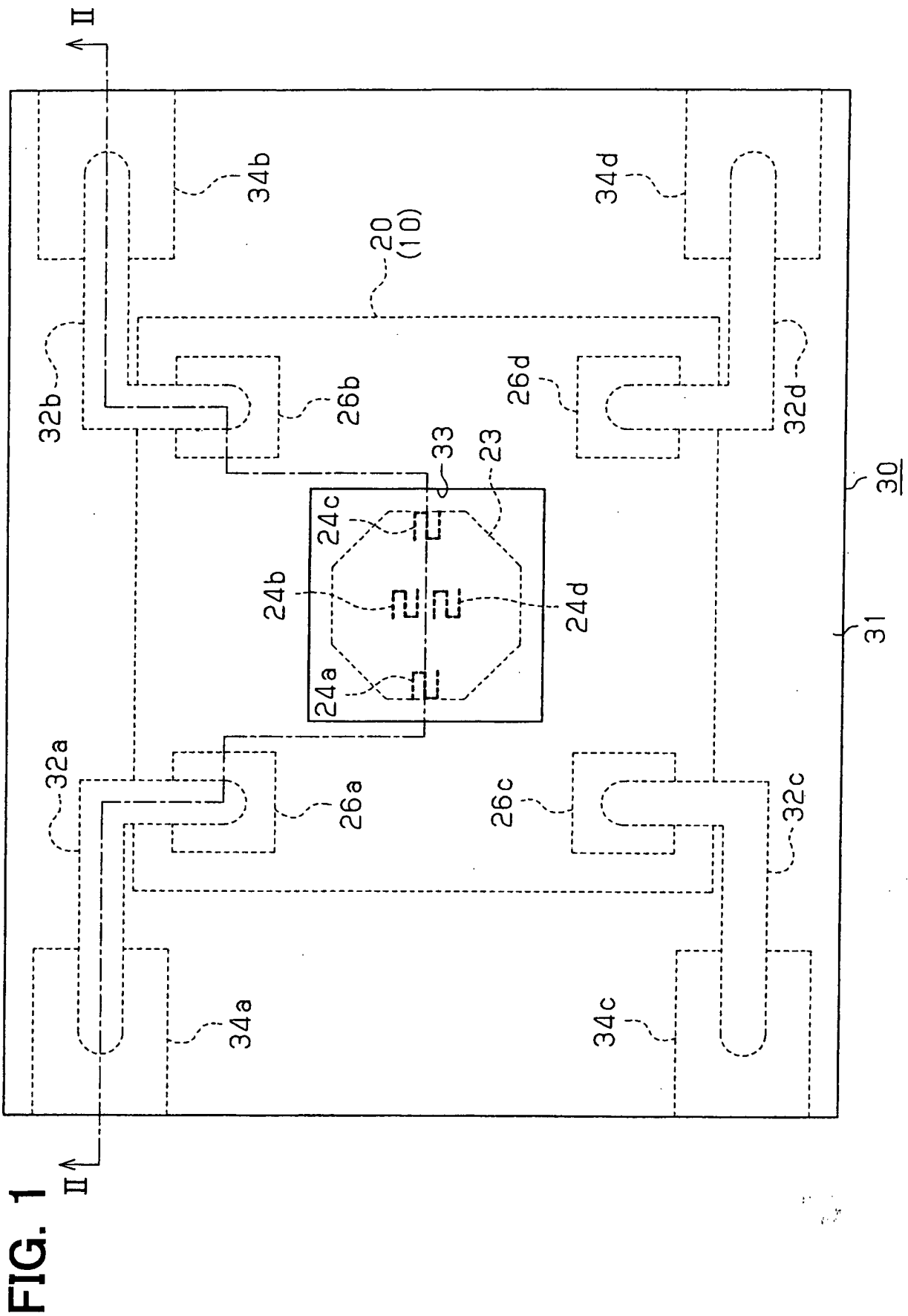


FIG. 2

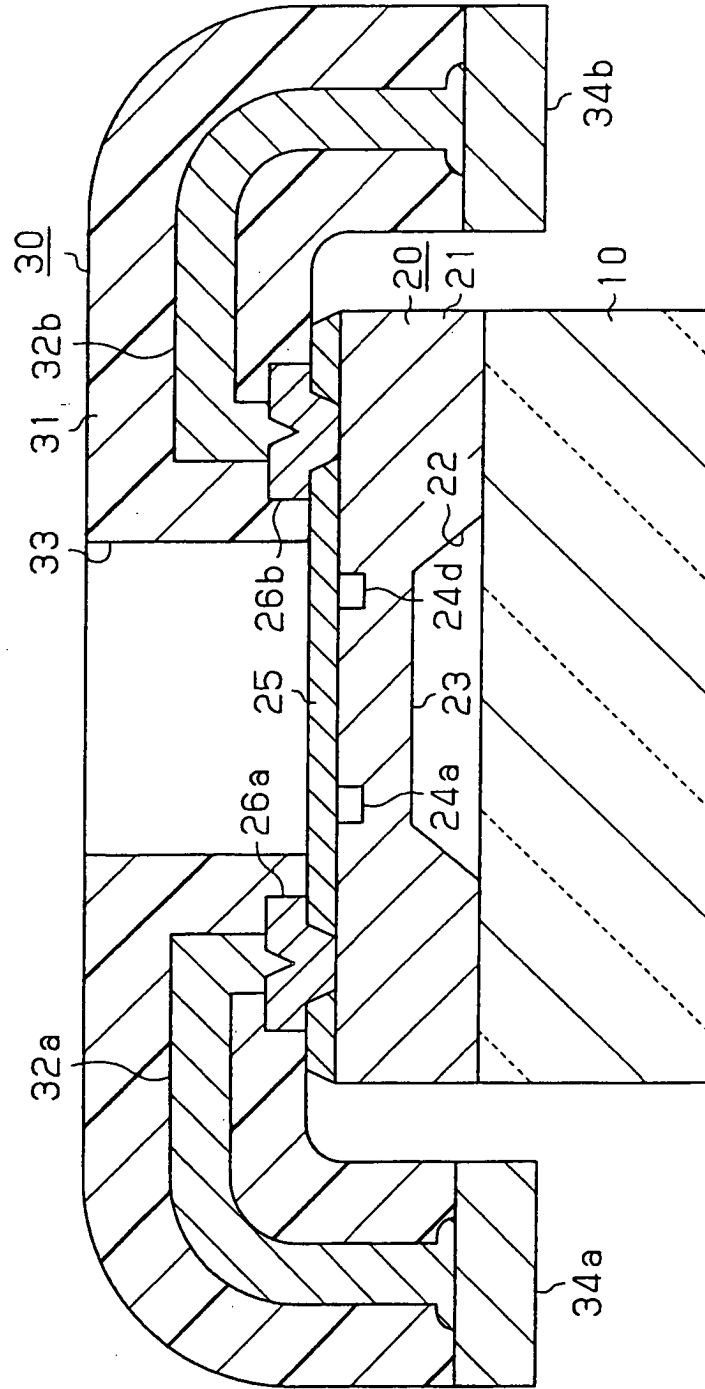




FIG. 3

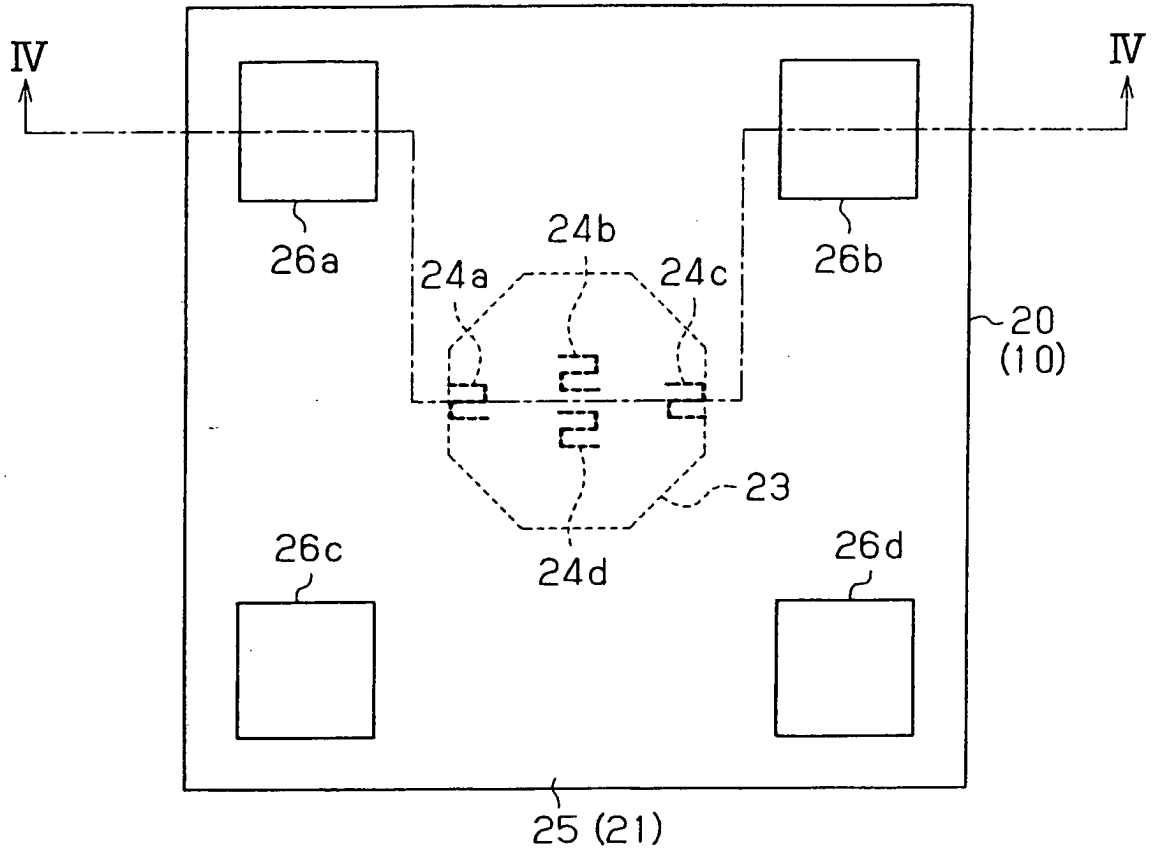
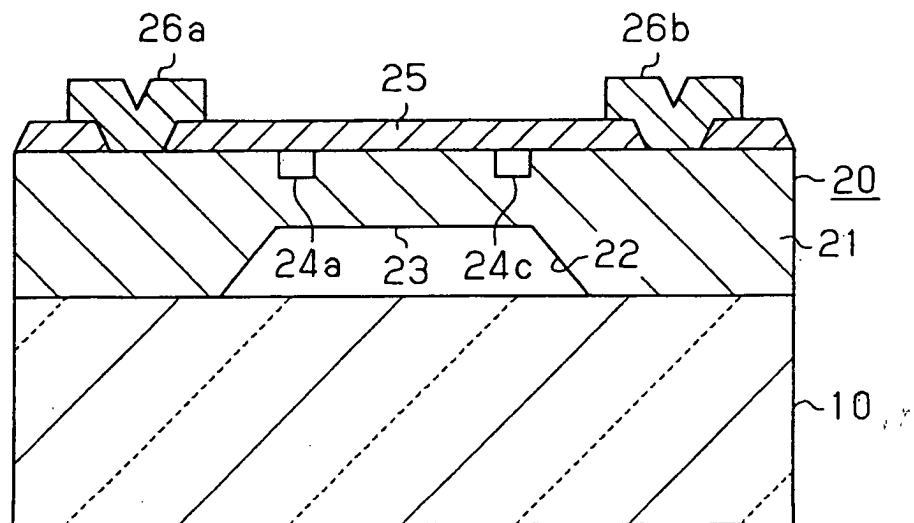


FIG. 4



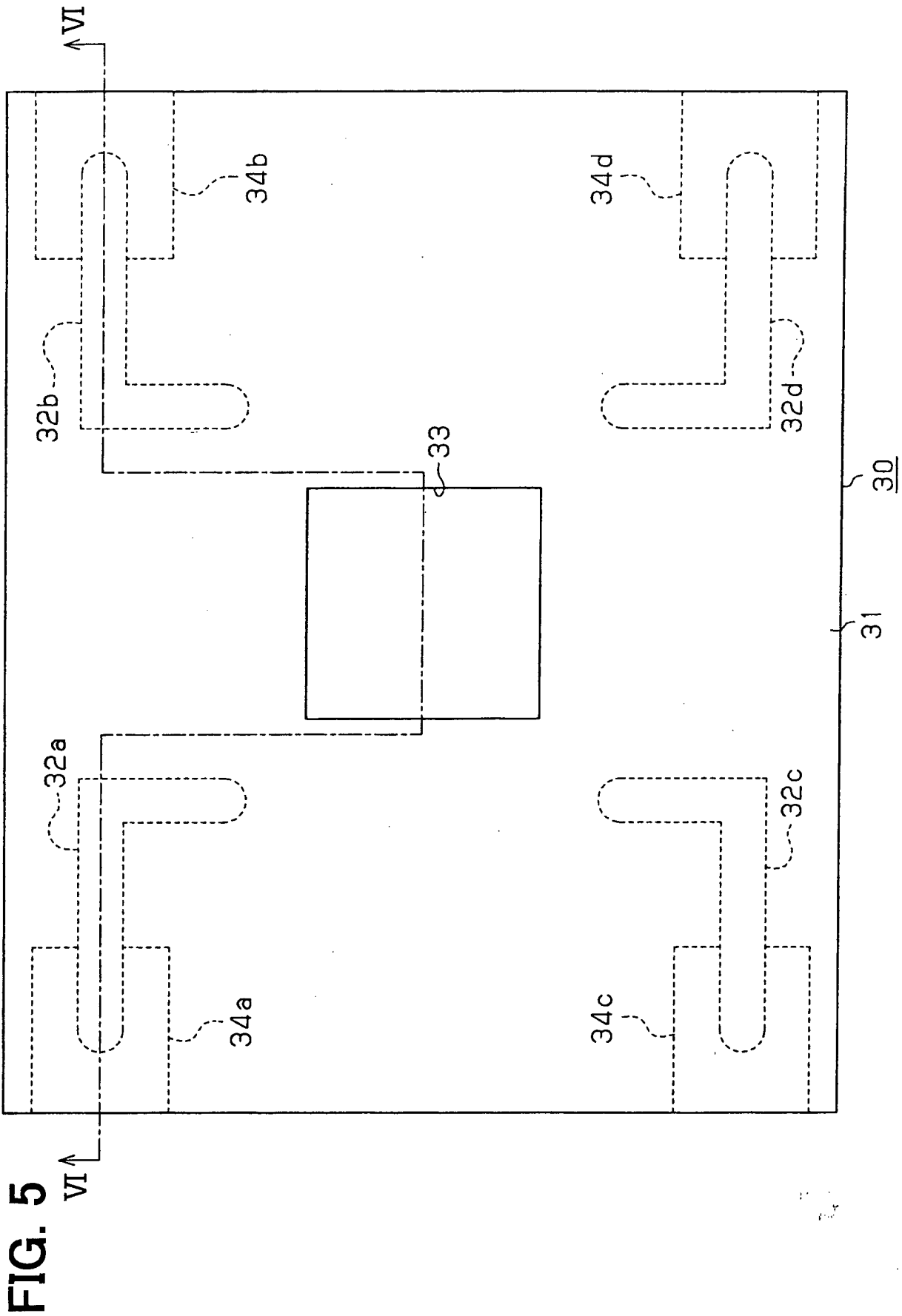


FIG. 6

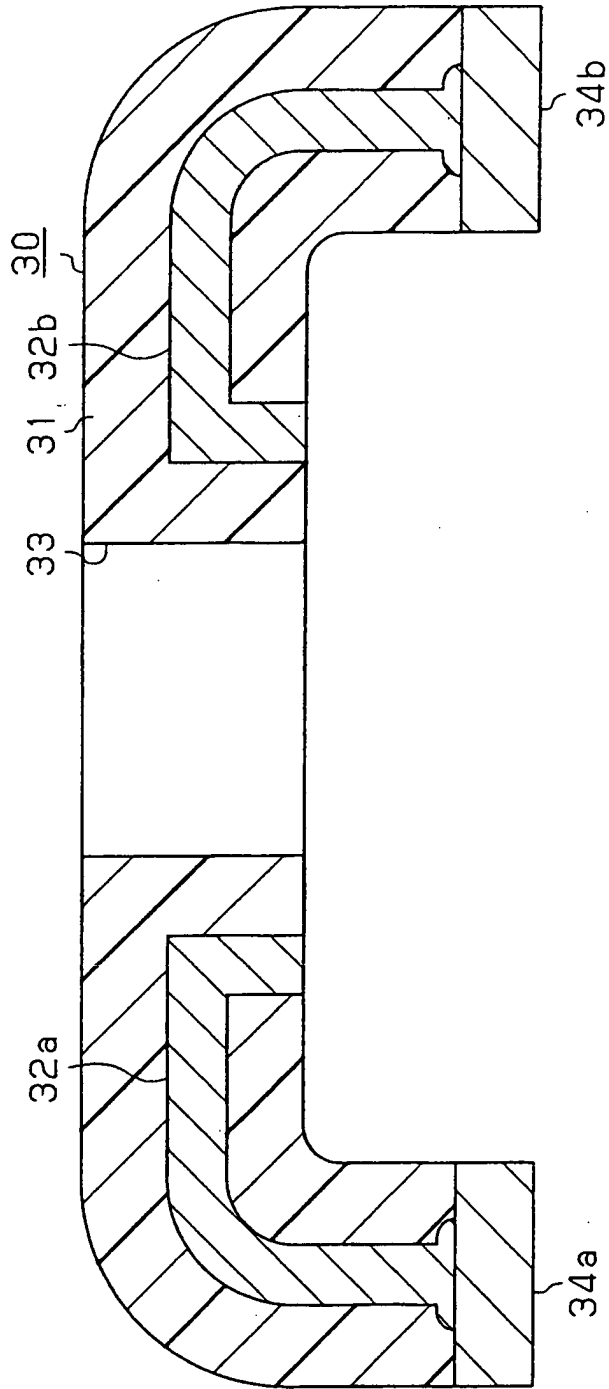


FIG. 7

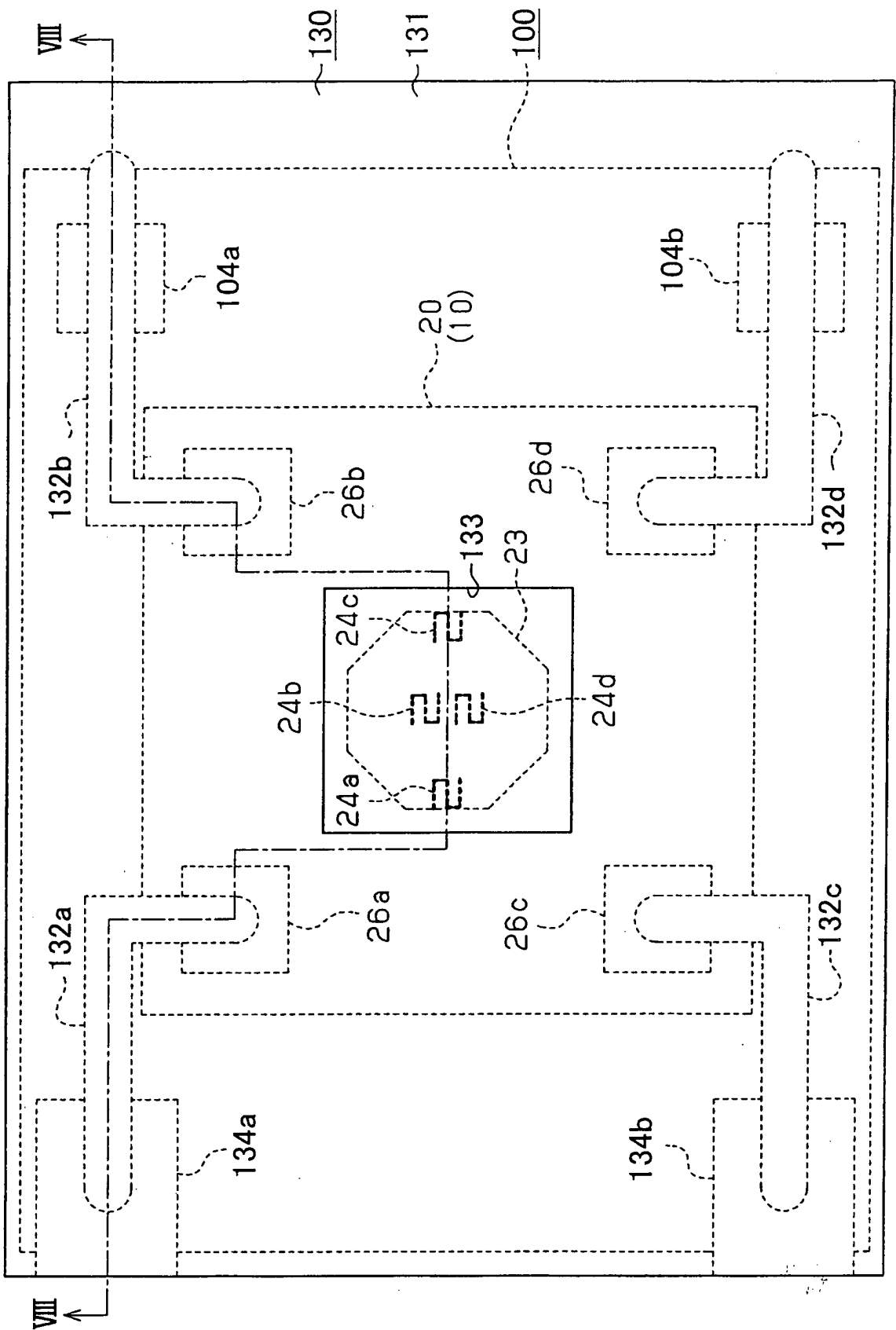


FIG. 8

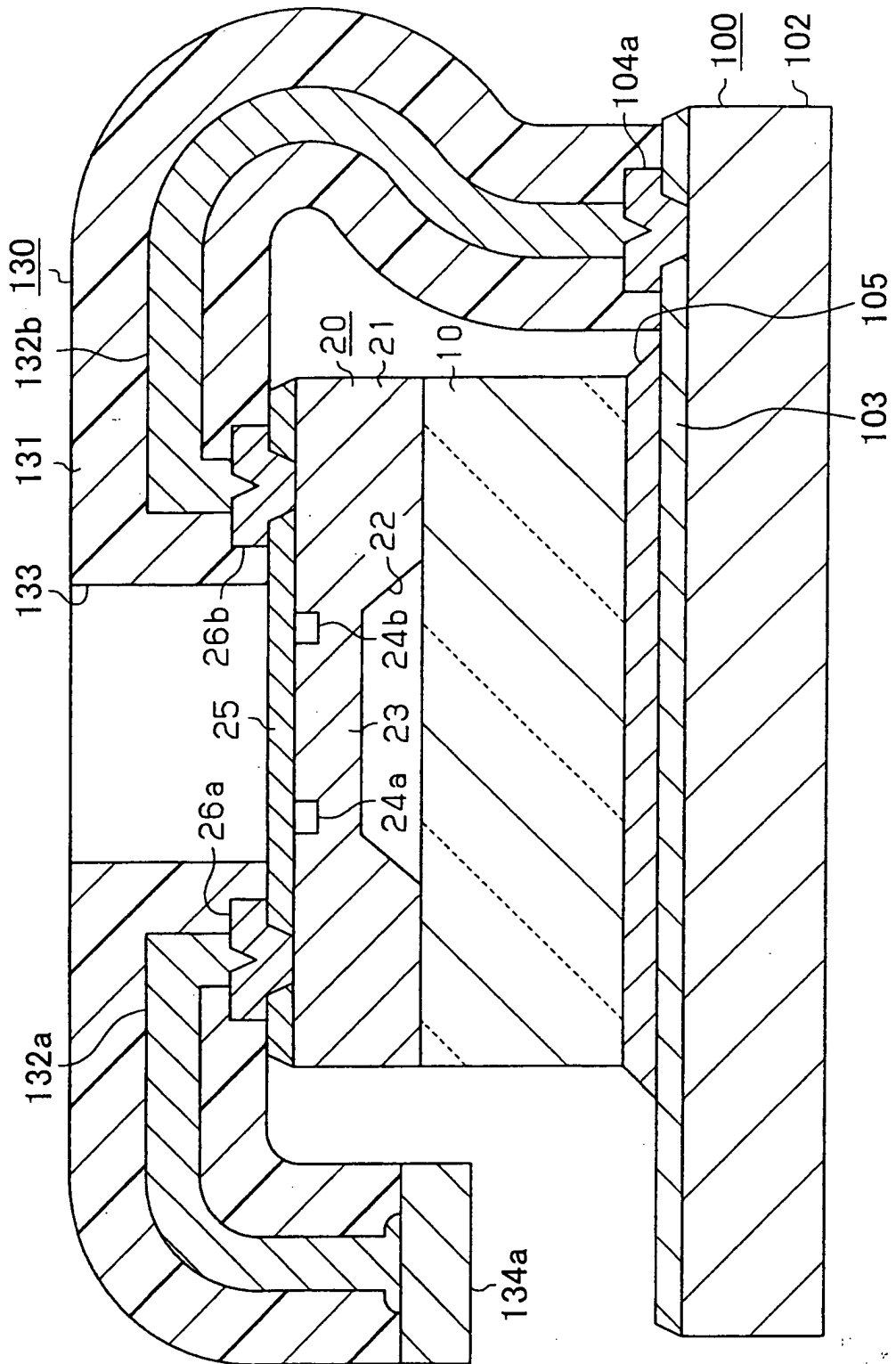




FIG. 9

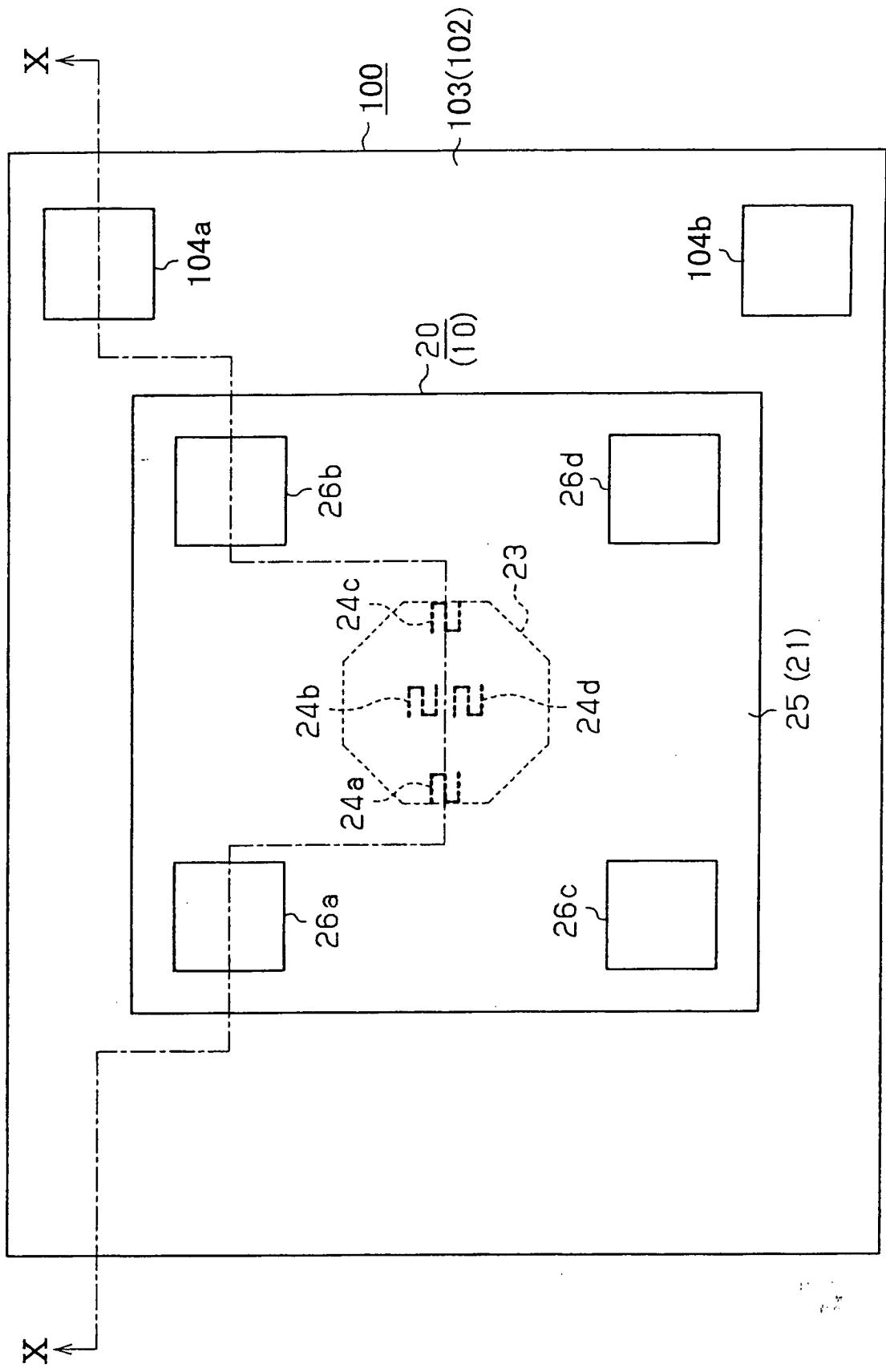


FIG. 10

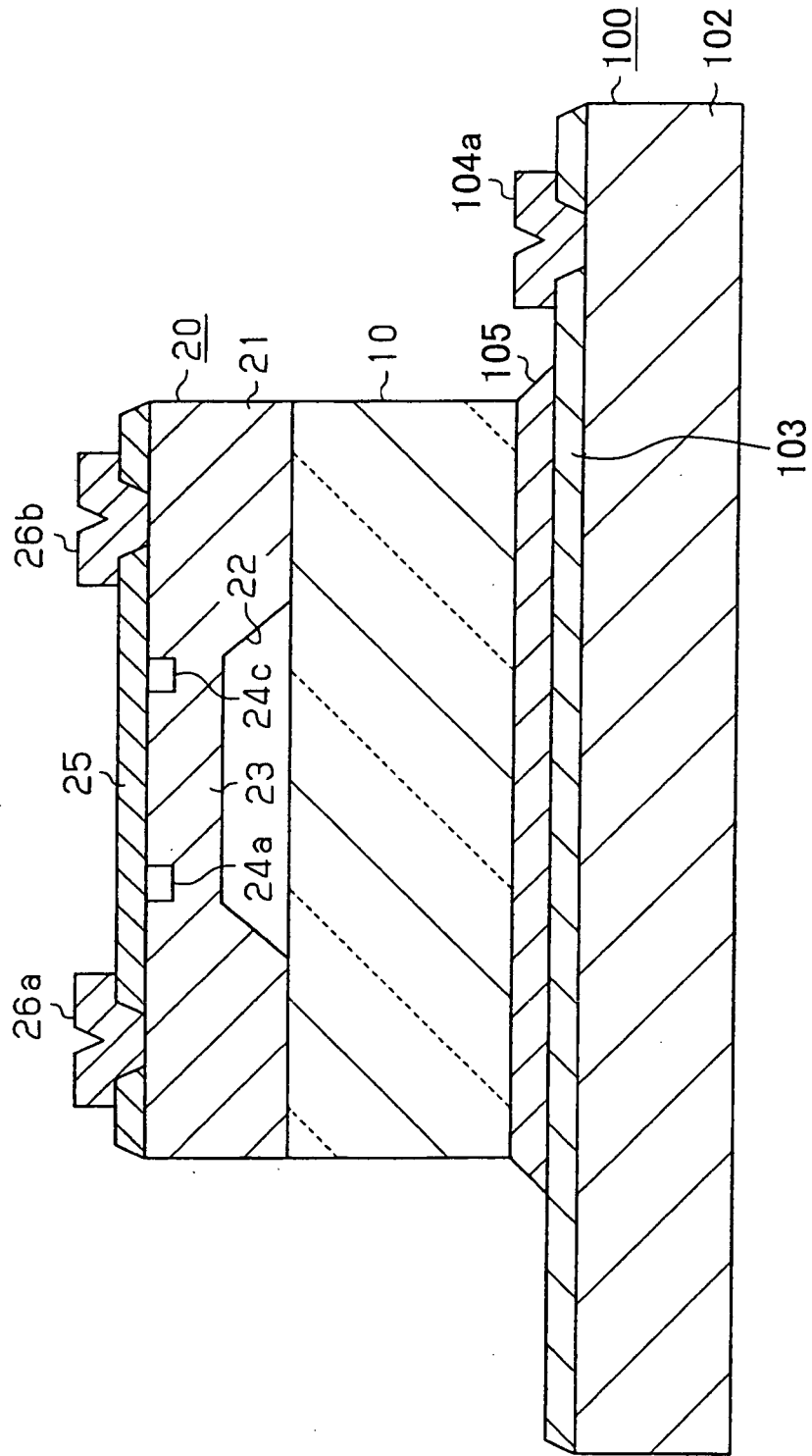


FIG. 11

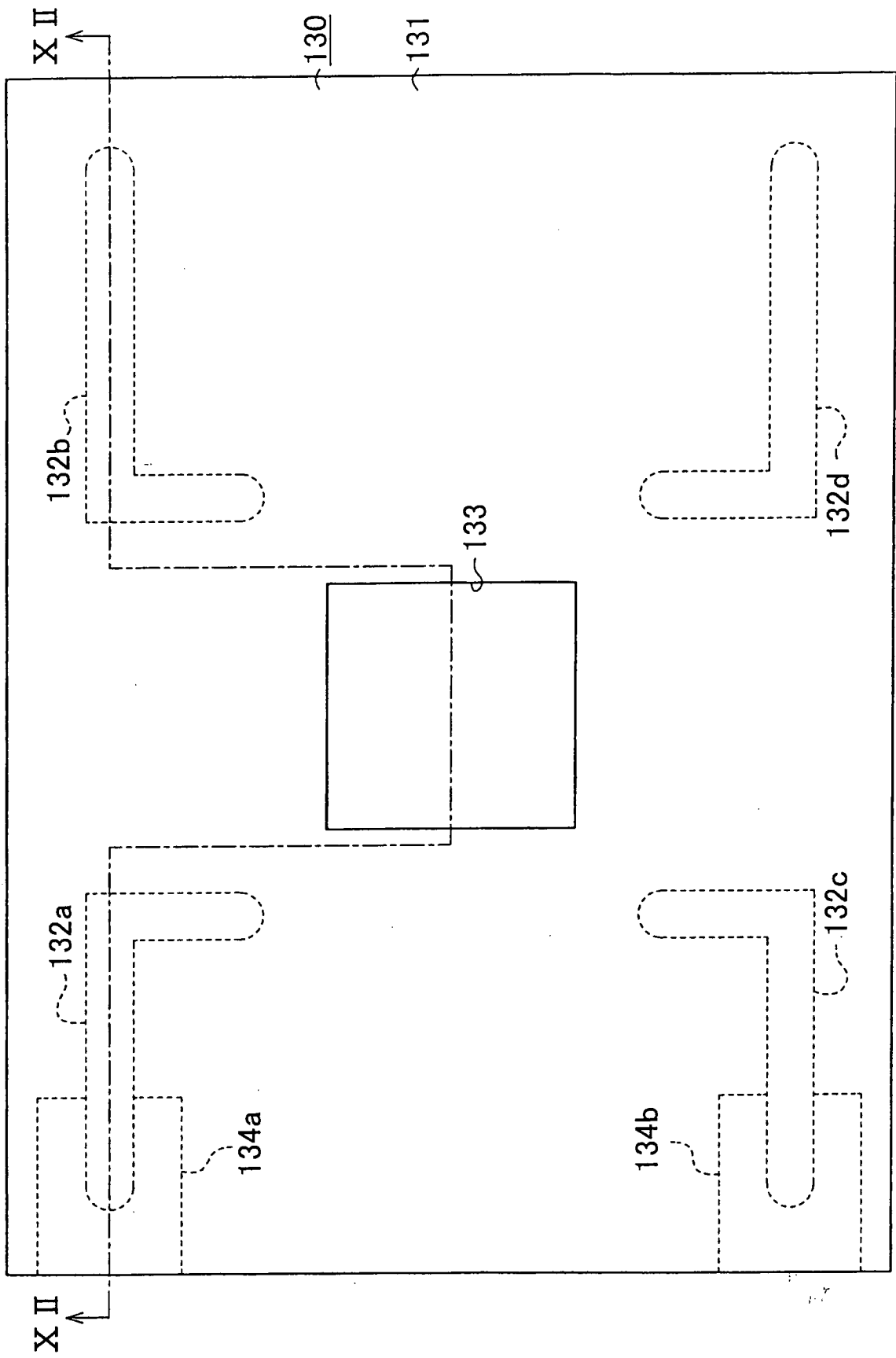


FIG. 12

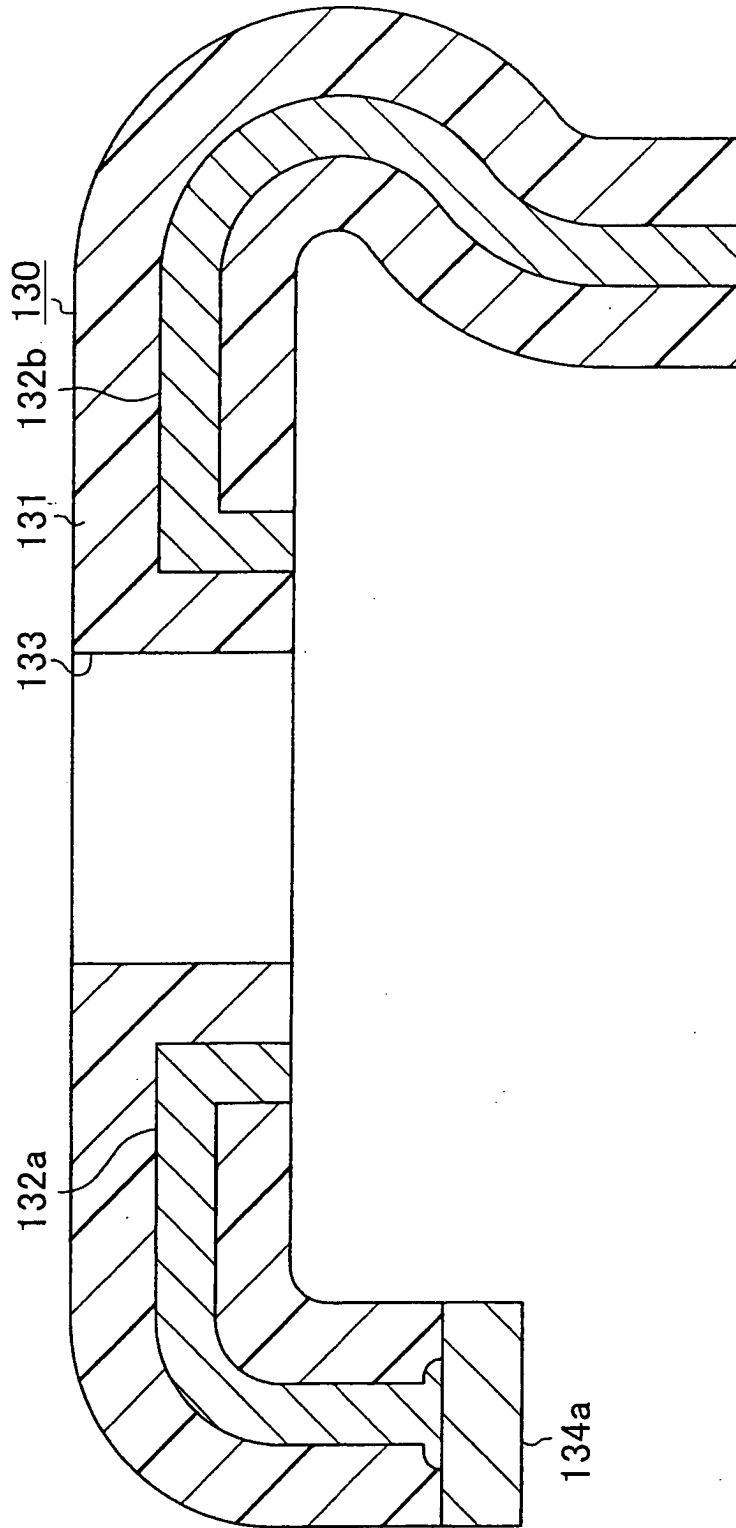


FIG. 13

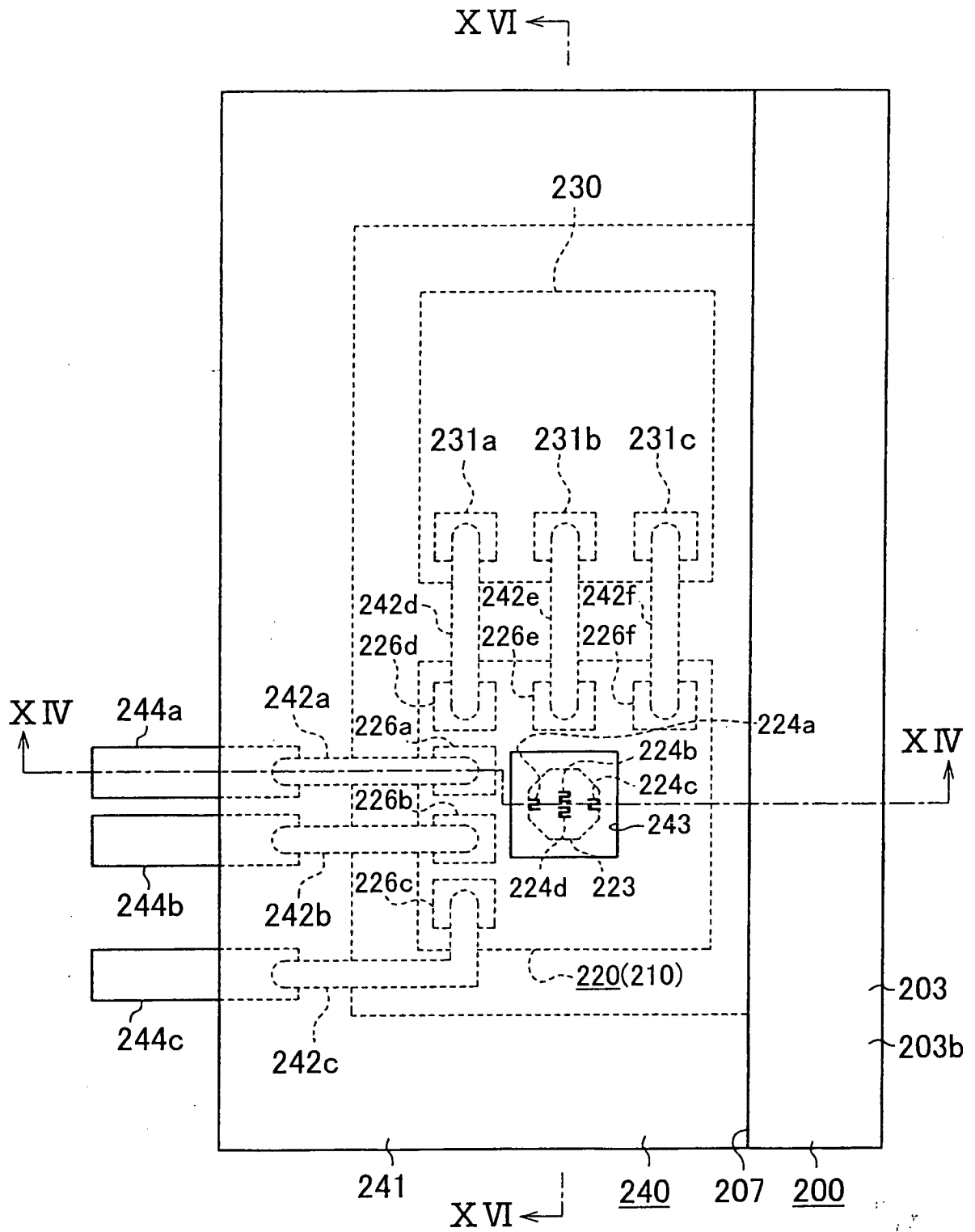




FIG. 14

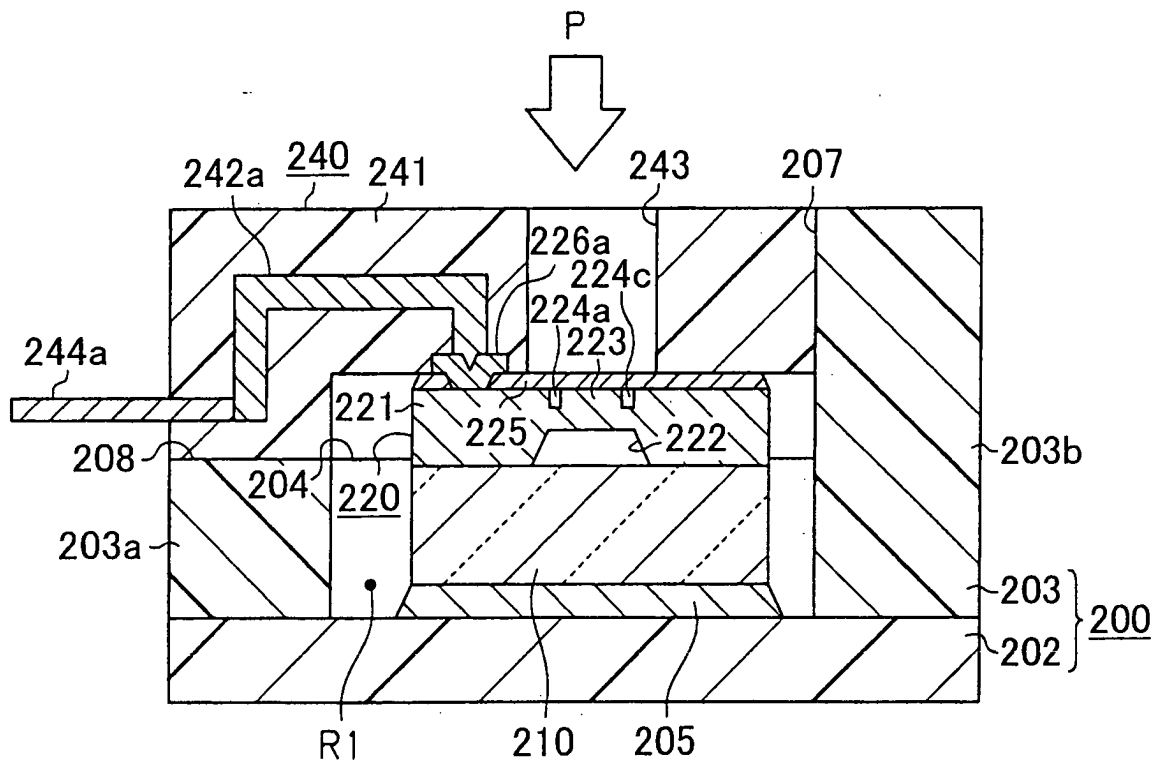


FIG. 15

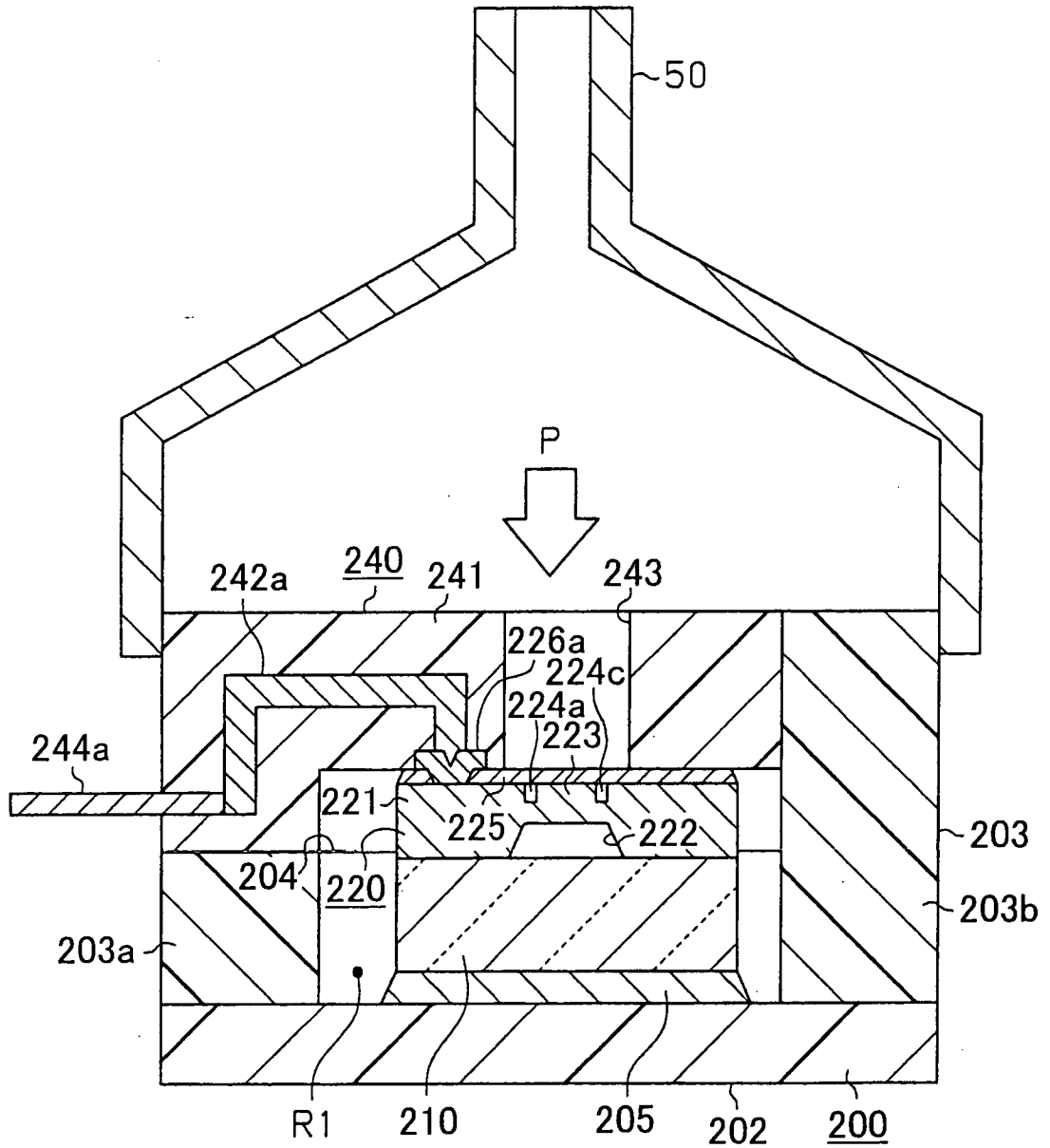


FIG. 16

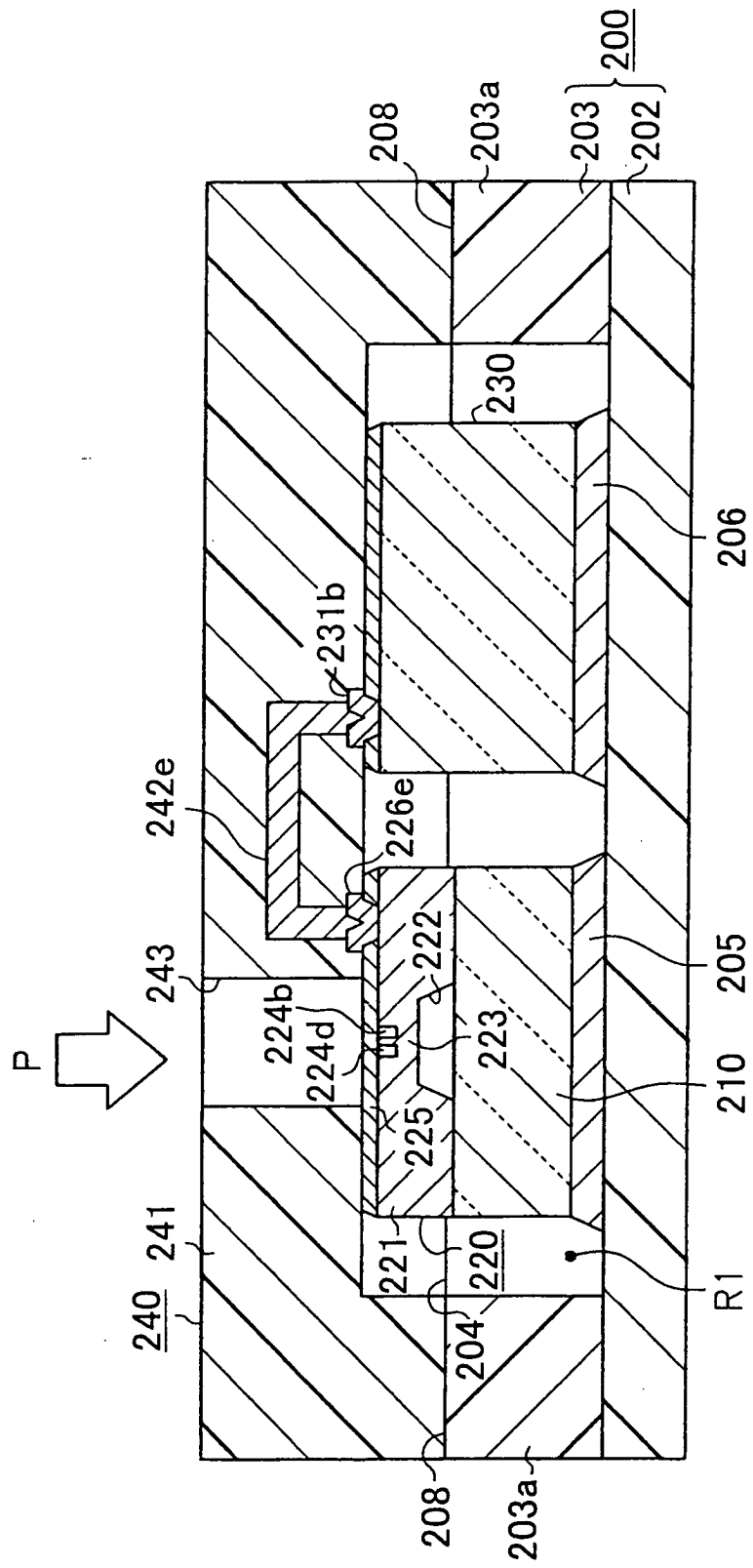


FIG. 17

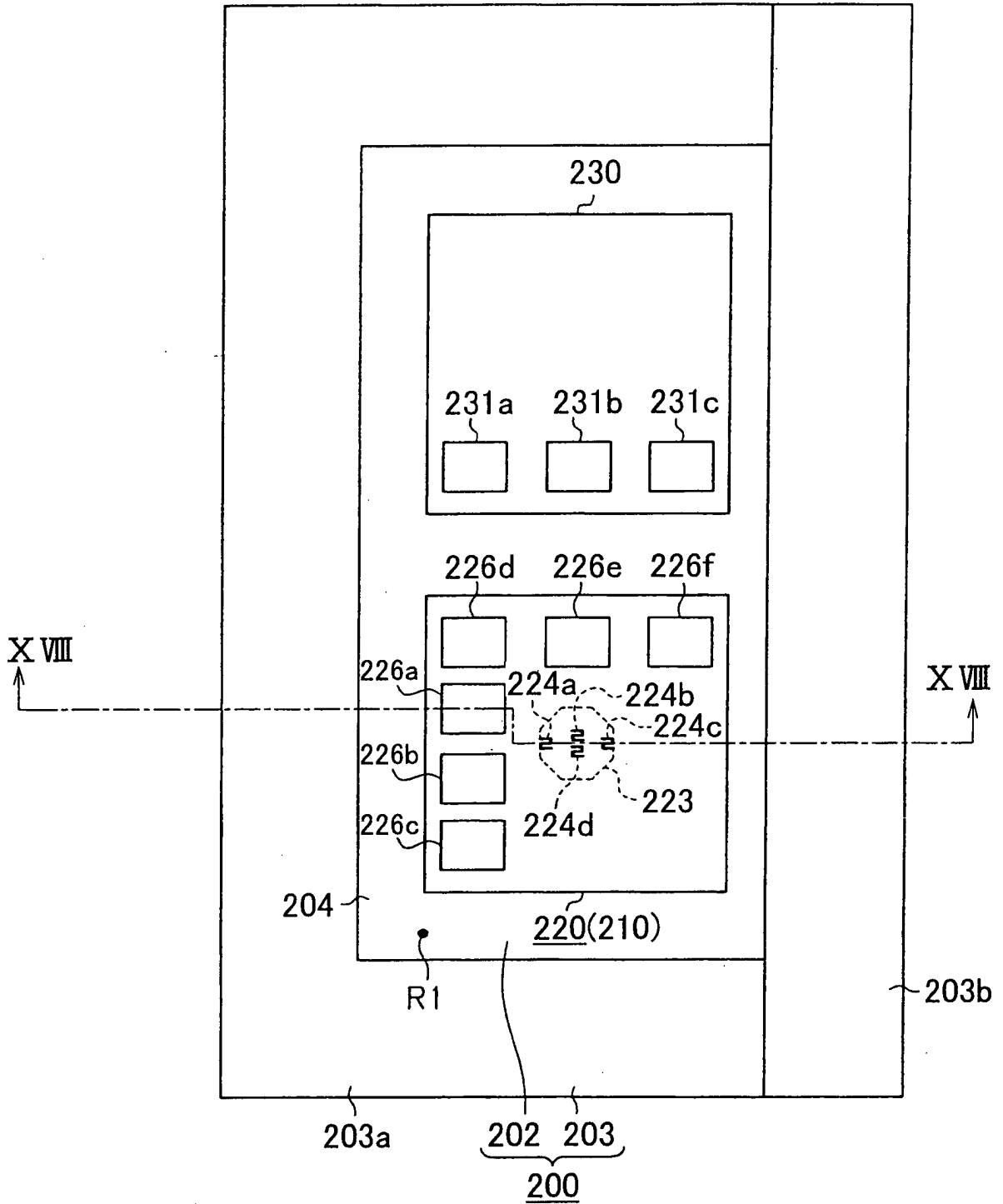


FIG. 18

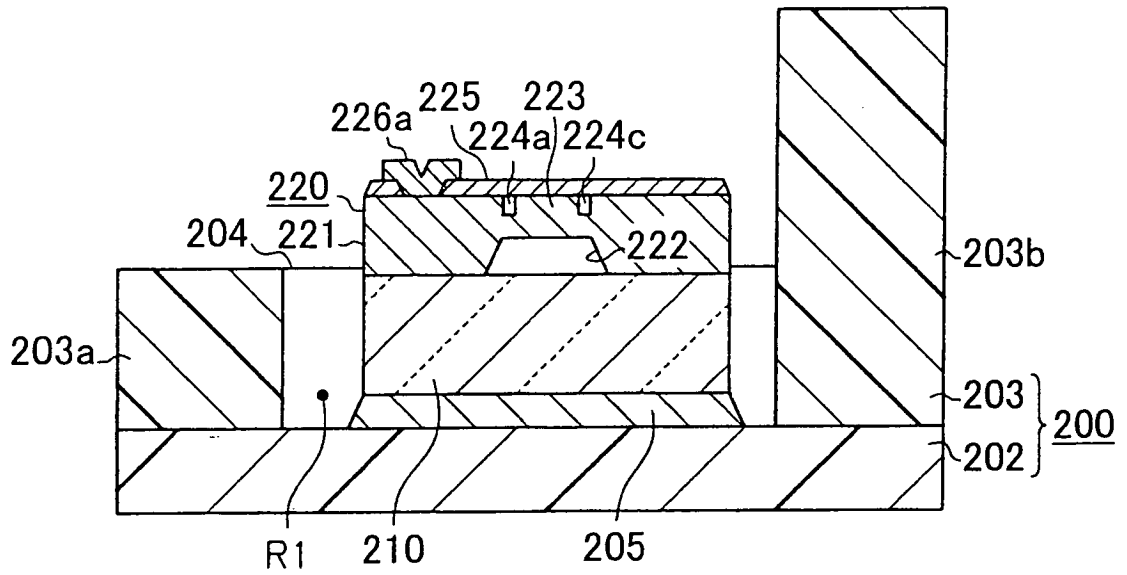


FIG. 20

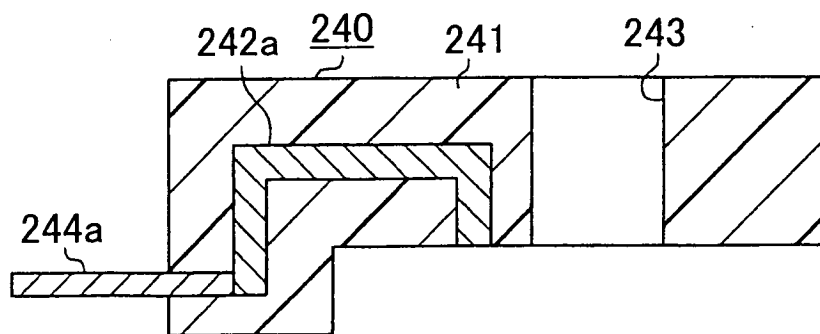


FIG. 19

