



(10) **DE 10 2011 005 690 B4** 2021.10.28

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 005 690.4**
(22) Anmeldetag: **17.03.2011**
(43) Offenlegungstag: **13.10.2011**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **28.10.2021**

(51) Int Cl.: **H01L 23/13** (2006.01)
H01L 23/28 (2006.01)
H01L 23/16 (2006.01)
H01L 23/34 (2006.01)
H01L 23/053 (2006.01)

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

(30) Unionspriorität:
2010-091291 12.04.2010 JP

(73) Patentinhaber:
Mitsubishi Electric Corporation, Tokyo, JP

(74) Vertreter:
**Prüfer & Partner mbB Patentanwälte
Rechtsanwälte, 81479 München, DE**

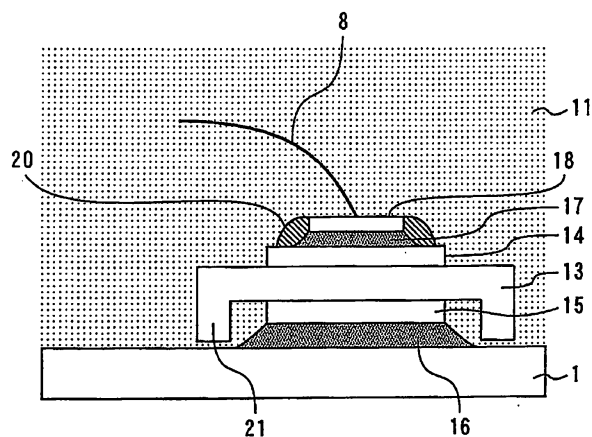
(72) Erfinder:
Kawaguchi, Yasuto, Fukuoka, JP

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2007 008 912	B4
DE	43 41 269	A1
DE	10 2007 015 534	A1
FR	2 800 017	A1
US	6 231 919	B1
EP	0 706 221	A2
JP	2002- 76 190	A

(54) Bezeichnung: **Leistungshalbleitermodul**

(57) Hauptanspruch: Leistungshalbleitermodul, aufweisend:
eine Wärmeableitungsplatte (1);
eine isolierende Verdrahtungsplatine (13) mit einer oberen Elektrode (14) und einer unteren Elektrode (15), wobei die untere Elektrode (15) durch ein erstes Lot (16) mit der Wärmeableitungsplatte (1) verbunden ist;
einen Halbleiterchip (18), der mit der oberen Elektrode (14) durch ein zweites Lot (17) verbunden ist;
einen schwach dielektrischen Film (20), welcher Seiten des Halbleiterchips (18) und des zweiten Lots (17) bedeckt;
ein Gehäuse (9) auf der Wärmeableitungsplatte (1), welches die isolierende Verdrahtungsplatine (13) und den Halbleiterchip (18) umgibt; und
ein Silikongel (11), welches in das Gehäuse (9) eingefüllt ist und die isolierende Verdrahtungsplatine (13), den Halbleiterchip (18) und den dielektrischen Film (20) bedeckt, wobei der schwach dielektrische Film (20) aus einem der folgenden Bestandteile aufgebaut ist: Silikongummi, Polyimid und Epoxidharz, und
die isolierende Verdrahtungsplatine (13) einen konvexen Abschnitt (21) aufweist, welcher von einem umfangsseitigen Abschnitt einer unteren Oberfläche der isolierenden Verdrahtungsplatine (13) aus nach unten vorsteht.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Leistungshalbleitermodul, das eine isolierende Verdrahtungsplatine vom Doppelseitenelektrodentyp aufweist, und insbesondere ein Leistungshalbleitermodul, das Isolationsdefekte reduzieren kann.

[0002] In den letzten Jahren wurde ein Leistungshalbleitermodul in einem Leistungswandler zum Steuern elektrischer Vorrichtungen, wie beispielsweise Motoren, eingesetzt. Bei dem Leistungshalbleitermodul ist eine isolierende Verdrahtungsplatine vom Doppelseitenelektrodentyp mit einem Lot auf einer Wärmeableitungsplatte angebracht, und Halbleiterchips sind mit dem Lot auf der isolierenden Verdrahtungsplatine angebracht. Ein Gehäuse verkapselt die isolierende Verdrahtungsplatine und die Halbleiterchips, und das Gehäuse ist mit Silikongel gefüllt (siehe beispielsweise JP 2002-76190 A).

[0003] DE 10 2007 008 912 B4 offenbart einen Halbleiterchip, der über ein isolierendes Substrat auf einem Kühlkörper angebracht ist.

[0004] Dabei ist das isolierende Substrat mittels Lot auf einem Kühlkörper angebracht. Die Druckschrift widmet sich dem Problem, dass durch wiederholte Aufheiz- und Abkühlvorgänge Risse im Lot entstehen, die wegen der geringen thermischen Leitfähigkeit von Luft zu einer verringerten Wärmeableitung zum Kühlkörper führen. Gemäß DE 10 2007 008 912 B4 fließt ein Füllstoff mit größerer thermischer Leitfähigkeit als jener von Luft und höherer Fluidität als jener von Silikongel in die Risse, wodurch die Wärmeableitung verbessert wird.

[0005] Wenn ein Strom angelegt wird, können aufgrund von Temperaturveränderungen Blasen aus einem Lot im Silikongel im umfangsseitigen Teil des Moduls ausgebildet werden. Durch diese Blasen kann ein Isolationsdefekt auftreten. Insbesondere bewirken Blasen im umfangsseitigen Teil der isolierenden Verdrahtungsplatine vom Doppelseitenelektrodentyp, welche direkt auf der Wärmeableitungsplatte angebracht ist, Isolationsdefekte.

[0006] Im Hinblick auf die oben beschriebenen Probleme ist es eine Aufgabe der Erfindung, ein Leistungshalbleitermodul anzugeben, welches Isolationsdefekte verringern kann.

[0007] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch zwei Alternativen eines Leistungshalbleitermoduls nach Anspruch 1 und Anspruch 2 gelöst. Bevorzugte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0008] Die Erfindung ermöglicht es, Isolationsdefekte zu reduzieren.

[0009] Andere und weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der Erfindung gehen deutlicher aus der folgenden Beschreibung hervor.

Figurenliste

Fig. 1 ist eine Schnittansicht, welche ein Leistungshalbleitermodul gemäß eines ersten Beispiels zur Erläuterung der Erfindung zeigt.

Fig. 2 ist eine Draufsicht, welche ein Leistungshalbleitermodul gemäß des ersten Beispiels zur Erläuterung der Erfindung zeigt.

Fig. 3 ist eine Äquivalenzschaltung eines Schaltungsblocks des in **Fig. 2** gezeigten Leistungshalbleitermoduls.

Fig. 4 ist eine vergrößerte Schnittansicht, welche ein Leistungshalbleitermodul gemäß des ersten Beispiels zur Erläuterung der Erfindung zeigt.

Fig. 5 ist eine vergrößerte Schnittansicht, welche ein Leistungshalbleitermodul gemäß eines zweiten Beispiels zur Erläuterung der Erfindung zeigt.

Fig. 6 ist eine vergrößerte Schnittansicht, welche ein Leistungshalbleitermodul gemäß einer Ausführungsform einer Alternative nach Anspruch 1 zeigt.

Fig. 7 ist eine vergrößerte Schnittansicht, welche ein Leistungshalbleitermodul gemäß einer Ausführungsform einer Alternative nach Anspruch 2 zeigt.

Fig. 8 ist eine vergrößerte Schnittansicht, welche ein Leistungshalbleitermodul gemäß eines dritten Beispiels zur Erläuterung der Erfindung zeigt.

**DETAILLIERTE BESCHREIBUNG
DER AUSFÜHRUNGSFORMEN**

[0010] Ein Leistungshalbleitermodul gemäß den erläuternden Beispielen und Ausführungsformen der beiden Alternativen der Erfindung wird mit Bezug auf die Figuren in der Zeichnung beschrieben. Die gleichen Komponenten werden durch dieselben Bezugszeichen gekennzeichnet, und ihre wiederholte Beschreibung wird ausgelassen.

Erstes Beispiels zur Erläuterung der Erfindung

[0011] **Fig. 1** ist eine Schnittansicht, welche ein Leistungshalbleitermodul gemäß des ersten Beispiels zur Erläuterung der Erfindung zeigt, und **Fig. 2** ist eine Draufsicht auf dieses. Das Leistungshalbleitermodul beinhaltet Schaltungsblöcke, welche dafür konfiguriert sind, eine hohe Durchschlagsspannung und gute Stromkenndaten zu erreichen, indem eine Anzahl an Bipolartransistoren mit isolierter Gateelektrode

(IGBT) parallel miteinander verbunden werden und gemeinsame Kollektoranschlüsse, Emitteranschlüsse und Gateanschlüsse vorgesehen werden. **Fig. 3** ist eine Äquivalenzschaltung eines Schaltungsblocks in dem Leistungshalbleitermodul, das in **Fig. 2** gezeigt ist.

[0012] Auf einer Wärmeableitungsplatte **1** sind Verdrahtungsplatinen **2** für Antriebsschaltungen, Verdrahtungsplatinen **3** für Leistungshalbleiterschaltungen und Verdrahtungsplatinen **4** für Relaischaltungen installiert. Diese Schaltungsverdrahtungsplatinen sind isolierende Verdrahtungsplatinen, beispielsweise aus Keramik, welche Verdrahtungsstrukturen aus Kupfer, Aluminium oder dergleichen auf beiden Oberflächen aufweisen. Auf den Verdrahtungsplatinen **3** für Leistungshalbleiterschaltungen sind IGBTs **5** und Freilaufdioden **6** angebracht. Chipwiderstände **7** sind auf den Verdrahtungsplatinen **2** für die Antriebsschaltungen verbunden.

[0013] Die Emitter der IGBTs **5** und die Anoden der Freilaufdioden **6** sind mit den Verdrahtungsstrukturen der Verdrahtungsplatinen für Relaischaltungen durch Drähte **8** aus Al verbunden. Die Gates der IGBTs **5** sind mit den Verdrahtungsstrukturen der Verdrahtungsplatte **2** für Antriebsschaltungen durch Drähte **8** aus Al verbunden. Die Kollektoren der IGBTs **5** und die Kathoden der Freilaufdioden **6** sind miteinander durch die Verdrahtungsstrukturen der Verdrahtungsplatinen **3** für Leistungshalbleiterschaltungen verbunden.

[0014] Ein Kunststoffgehäuse **9** ist auf der Wärmeableitungsplatte **1** so vorhanden, dass es die Verdrahtungsplatte **2** für Antriebsschaltungen, die Verdrahtungsplatinen **3** für Leistungshalbleiterschaltungen und die Verdrahtungsplatinen **4** für Relaischaltungen umgibt, und eine Abdeckung **10** ist auf dem oberen Abschnitt des Gehäuses **9** platziert. Das Gehäuse **9** ist mit Silikongel **11** gefüllt, um Luftdichtigkeit und Isolation aufrecht zu erhalten. Jede Schaltungsverdrahtungsplatte ist mit einem Elektrodenanschlussverbindungsbereich **12** ausgestattet. Am Elektrodenanschlussverbindungsbereich **12** ist ein Elektrodenanschluss (nicht gezeigt) zum Verwirklichen einer elektrischen Verbindung nach außen installiert. Obwohl hier die Verdrahtungsplatte **3** für Leistungshalbleiterschaltungen und die Verdrahtungsplatte **4** für Relaischaltungen separat auf verschiedenen isolierenden Verdrahtungsplatinen angebracht sind, können beide auf unterschiedliche Verdrahtungsstrukturen bildenden Bereichen einer isolierenden Verdrahtungsplatte vorhanden sein.

[0015] **Fig. 4** ist eine vergrößerte Querschnittsansicht, welche ein Leistungshalbleitermodul gemäß des ersten Beispiels zur Erläuterung der Erfindung zeigt. Eine isolierende Verdrahtungsplatte **13** weist eine obere Elektrode **14** und eine untere Elektrode

15 auf. Die untere Elektrode **15** der isolierenden Verdrahtungsplatte **13** ist an der Wärmeableitungsplatte **1** durch ein Lot **16** angebracht. Ein Halbleiterchip **18** aus Si ist auf der oberen Elektrode **14** der isolierenden Verdrahtungsplatte **13** durch ein Lot **17** angebracht. Ein Draht **8** aus Al ist an den Halbleiterchip **18** gebondet (d.h. kontaktiert diesen). Die isolierende Verdrahtungsplatte **13** entspricht der Verdrahtungsplatte **3** für Leistungshalbleiterschaltungen, die in den **Fig. 1** bis **Fig. 3** gezeigt ist, und der Halbleiterchip **18** entspricht dem IGBT **5** oder der Freilaufdiode **6**, die in den **Fig. 1** bis **Fig. 3** gezeigt ist.

[0016] Ein schwach dielektrischer Film **19** bedeckt Seiten der unteren Elektrode **15** und des Lots **16**. Ein schwach dielektrischer Film **20** bedeckt Seiten des Halbleiterchips **18** und des Lots **17**. Die schwach dielektrischen Filme **19** und **20** sind aus Silikongummi, Polyimid oder Epoxidharz aufgebaut. Insbesondere wird, wenn Silikongummi für die schwach dielektrischen Filme **19** und **20** eingesetzt wird, die Montage erleichtert. Wenn Polyimid verwendet wird, ist die Wärmebeständigkeit verbessert. Wenn Epoxidharz eingesetzt wird, sind die Wärmezykluseigenschaften verbessert. Ein Silikongel **11** (flexibler Isolator), das in das Gehäuse **9** eingefüllt ist, bedeckt die isolierende Verdrahtungsplatte **13**, den Halbleiterchip **18** und die schwach dielektrischen Filme **19** und **20**.

[0017] Wie vorstehend beschrieben, bedeckt in dem gezeigten Beispiel der schwach dielektrische Film **19** die Seiten des Lots **16** und der unteren Elektrode **15** und der schwach dielektrische Film **20** bedeckt die Seiten des Lots **17** und des Halbleiterchips **18**. Hierdurch kann die Erzeugung von Blasen aus dem Lot **17** unterdrückt werden. Deshalb können Isolationsdefekte reduziert werden, und eine Erhöhung der Lebensdauer der Produkte wird möglich.

Zweites Beispiel zur Erläuterung der Erfindung

[0018] **Fig. 5** ist eine vergrößerte Querschnittsansicht, welche ein Leistungshalbleitermodul gemäß des zweiten Beispiels zur Erläuterung der Erfindung zeigt. Der schwach dielektrische Film **19** bedeckt die gesamte obere Oberfläche der Wärmeableitungsplatte **1** unterhalb der isolierenden Verdrahtungsplatte **13**. Andere Konfigurationen sind identisch mit den Konfigurationen des ersten erläuternden Beispiels. Hierdurch kann die Erzeugung von Blasen aus dem Lot **16** zuverlässiger unterdrückt werden als gemäß dem ersten erläuternden Beispiel.

Eine Ausführungsform der Alternative der Erfindung gemäß Anspruch 1

[0019] **Fig. 6** ist eine vergrößerte Querschnittsansicht, welche ein Leistungshalbleitermodul gemäß einer Ausführungsform der ersten Alternative zeigt. Obwohl der schwach dielektrische Film **19** nicht ausge-

bildet ist, weist die isolierende Verdrahtungsplatine **13** darüber hinaus einen konvexen Abschnitt **21** auf, der von dem umfangsseitigen Abschnitt der unteren Oberfläche aus nach unten vorsteht. Andere Konfigurationen sind identisch mit den Konfigurationen des ersten Beispiels zur Erläuterung der Erfindung. Hierdurch werden Blasen, die aus dem Lot **16** erzeugt werden, auf der unteren Oberflächenseite der isolierenden Verdrahtungsplatine **13** durch den konvexen Abschnitt **21** gestoppt. Deshalb können Isolationsdefekte verringert werden.

Eine Ausführungsform der Alternative
der Erfindung gemäß Anspruch 2

[0020] Fig. 7 ist eine vergrößerte Querschnittsansicht, welche ein Leistungshalbleitermodul gemäß einer Ausführungsform der zweiten Alternative zeigt. Eine Trennwand **22** ist auf der inneren Wand des Gehäuses **9** ausgebildet. Die Trennwand **22** ist zwischen dem Verbindungsabschnitt **23** von der Wärmeableitungsplatte **1** zum Gehäuse **9** und der oberen Oberfläche der isolierenden Verdrahtungsplatine **13** platziert. Andere Konfigurationen sind identisch mit den Konfigurationen des ersten Beispiels zur Erläuterung der Erfindung.

[0021] Blasen, welche von dem Verbindungsabschnitt **23** erzeugt werden, werden auf der Seite des Gehäuses **9** durch die Trennwand **22** gestoppt und bewegen sich nicht zur oberen Oberfläche der isolierenden Verdrahtungsplatine **13**. Deshalb können Isolationsdefekte weiter reduziert werden.

[0022] Der Abstand vom Verbindungsabschnitt **23** zur oberen Oberfläche der isolierenden Verdrahtungsplatine **13** ist größer als der Abstand der Lote **16** und **17** von der oberen Oberfläche der isolierenden Verdrahtungsplatine **13**. Deshalb ist die Möglichkeit, dass die Blasen einen Isolationsdefekt verursachen, gering. Jedoch ist diese Ausführungsform effektiv, wenn weiter eine hohe Zuverlässigkeit gefordert wird.

Drittes Beispiel zur Erläuterung der Erfindung

[0023] Fig. 8 ist eine vergrößerte Querschnittsansicht, welche ein Leistungshalbleitermodul gemäß einem dritten Beispiel zur Erläuterung der Erfindung zeigt. Bei den vorangegangenen erläuternden Beispielen und Ausführungsformen der beiden Alternativen der Erfindung bedeckt das Silikongel **11** alle Drähte **8** aus Al. Demgegenüber ist bei dem dritten Beispiel zur Erläuterung der Erfindung die Höhe des Silikongels **11** so begrenzt, dass sie etwa einige Millimeter über der oberen Oberfläche des Halbleiterchips **18** liegt. Hierdurch ist ein Teil der Drähte **8** aus Al nicht mit Silikongel **11** bedeckt. Andere Konfigurationen sind identisch mit den Konfigurationen des ersten erläuternden Beispiels.

[0024] Selbst wenn Blasen aus den Loten **16** und **17** aufgrund einer fehlerhaften Ausbildung der schwach dielektrischen Filme **19** und **20** erzeugt werden, erreichen die Blasen leicht die obere Oberfläche des Silikongels **11** und werden in die Luft abgegeben. Deshalb können Isolationsdefekte weiter reduziert werden.

Patentansprüche

1. Leistungshalbleitermodul, aufweisend:
eine Wärmeableitungsplatte (1);
eine isolierende Verdrahtungsplatine (13) mit einer oberen Elektrode (14) und einer unteren Elektrode (15), wobei die untere Elektrode (15) durch ein erstes Lot (16) mit der Wärmeableitungsplatte (1) verbunden ist;
einen Halbleiterchip (18), der mit der oberen Elektrode (14) durch ein zweites Lot (17) verbunden ist;
einen schwach dielektrischen Film (20), welcher Seiten des Halbleiterchips (18) und des zweiten Lots (17) bedeckt;
ein Gehäuse (9) auf der Wärmeableitungsplatte (1), welches die isolierende Verdrahtungsplatine (13) und den Halbleiterchip (18) umgibt; und
ein Silikongel (11), welches in das Gehäuse (9) eingefüllt ist und die isolierende Verdrahtungsplatine (13), den Halbleiterchip (18) und den dielektrischen Film (20) bedeckt, wobei
der schwach dielektrische Film (20) aus einem der folgenden Bestandteile aufgebaut ist: Silikongummi, Polyimid und Epoxidharz, und
die isolierende Verdrahtungsplatine (13) einen konvexen Abschnitt (21) aufweist, welcher von einem umfangsseitigen Abschnitt einer unteren Oberfläche der isolierenden Verdrahtungsplatine (13) aus nach unten vorsteht.

2. Leistungshalbleitermodul, aufweisend:
eine Wärmeableitungsplatte (1);
eine isolierende Verdrahtungsplatine (13) mit einer oberen Elektrode (14) und einer unteren Elektrode (15), wobei die untere Elektrode (15) durch ein erstes Lot (16) mit der Wärmeableitungsplatte (1) verbunden ist;
einen Halbleiterchip (18), der mit der oberen Elektrode (14) durch ein zweites Lot (17) verbunden ist;
einen ersten schwach dielektrischen Film (19), welcher Seiten der unteren Elektrode (15) und des ersten Lots (16) bedeckt;
einen zweiten schwach dielektrischen Film (20), welcher Seiten des Halbleiterchips (18) und des zweiten Lots (17) bedeckt;
ein Gehäuse (9) auf der Wärmeableitungsplatte (1), welches die isolierende Verdrahtungsplatine (13) und den Halbleiterchip (18) umgibt;
ein Silikongel (11), welches in das Gehäuse (9) eingefüllt ist und die isolierende Verdrahtungsplatine (13), den Halbleiterchip (18) und die ersten und zwei-

ten schwach dielektrischen Filme (19, 20) bedeckt, und eine Trennwand (22), welche auf der inneren Wand des Gehäuses (9) ausgebildet ist und welche zwischen einem Verbindungsabschnitt (23) der Wärmeableitungsplatte (1) mit dem Gehäuse (9) und einer oberen Oberfläche der isolierenden Verdrahtungsplatine (13) platziert ist, wobei die ersten und zweiten schwach dielektrischen Filme (19, 20) aus einem der folgenden Bestandteile aufgebaut sind: Silikongummi, Polyimid und Epoxidharz.

3. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste schwach dielektrische Film (19) die gesamte obere Oberfläche der Wärmeableitungsplatte (1) unterhalb der isolierenden Verdrahtungsplatine (13) bedeckt.

4. Leistungshalbleitermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 3, aufweisend einen Draht (8), der an den Halbleiterchip (18) gebondet ist, wobei ein Teil des Drahtes (8) frei von Silikongel (11) ist.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

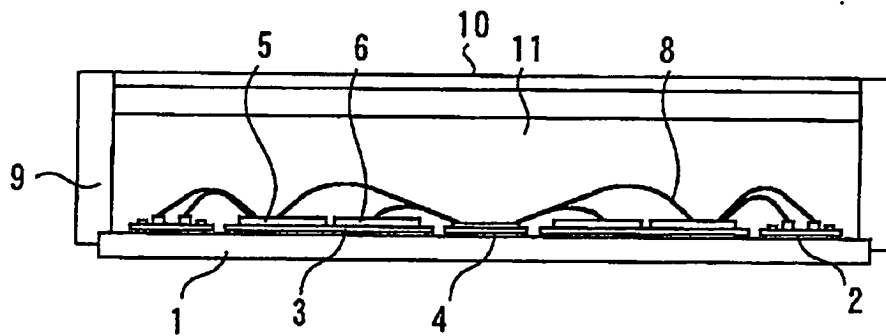


FIG. 2

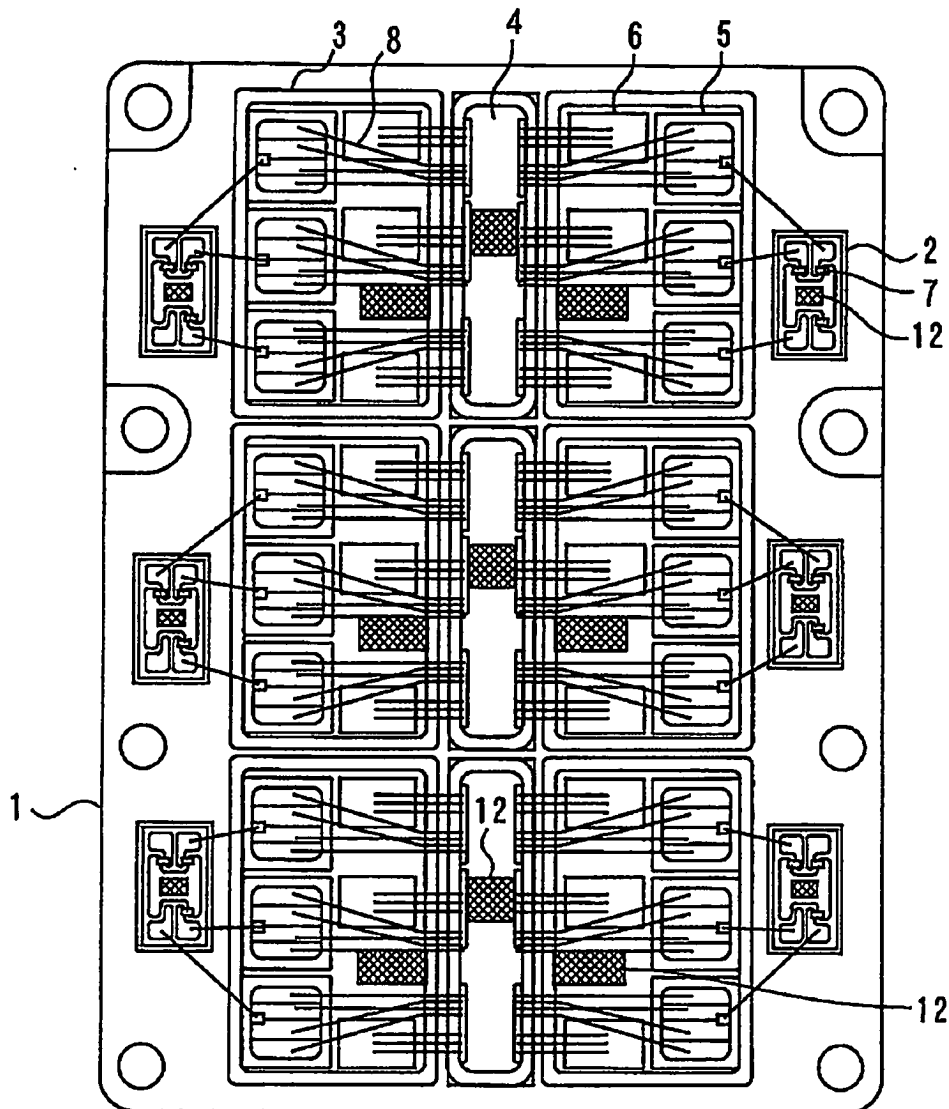


FIG. 3

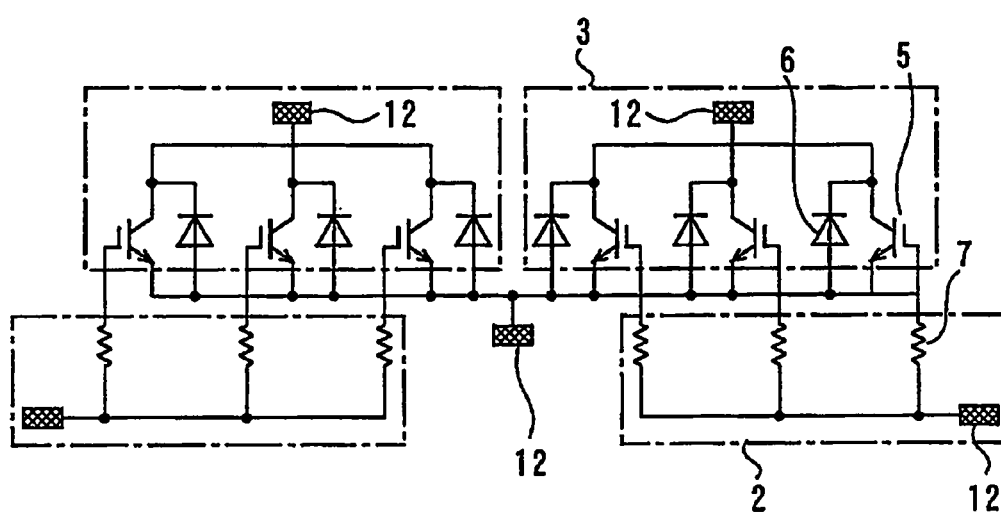


FIG. 4

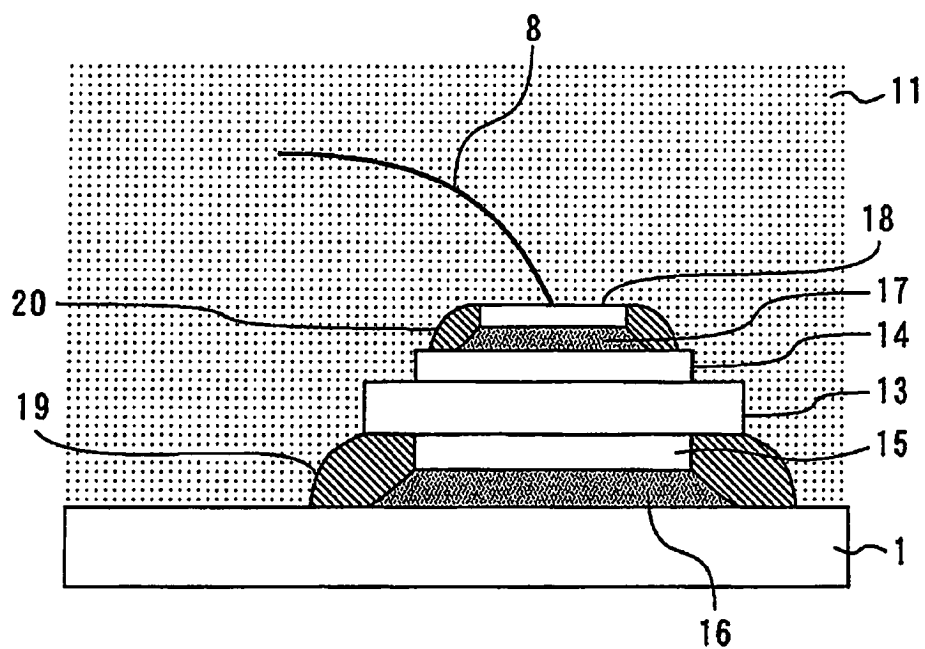


FIG. 5

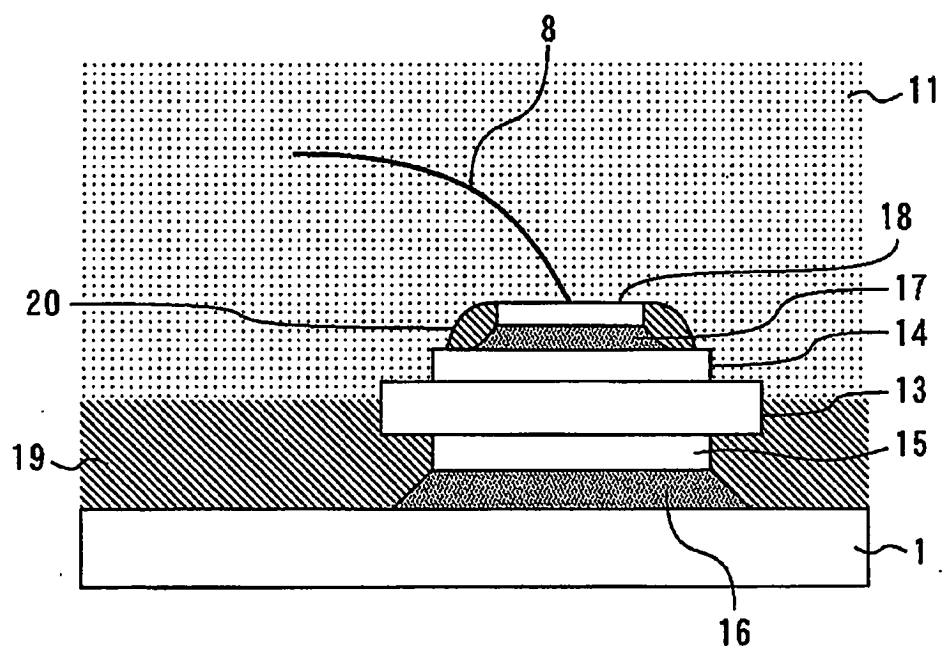


FIG. 6

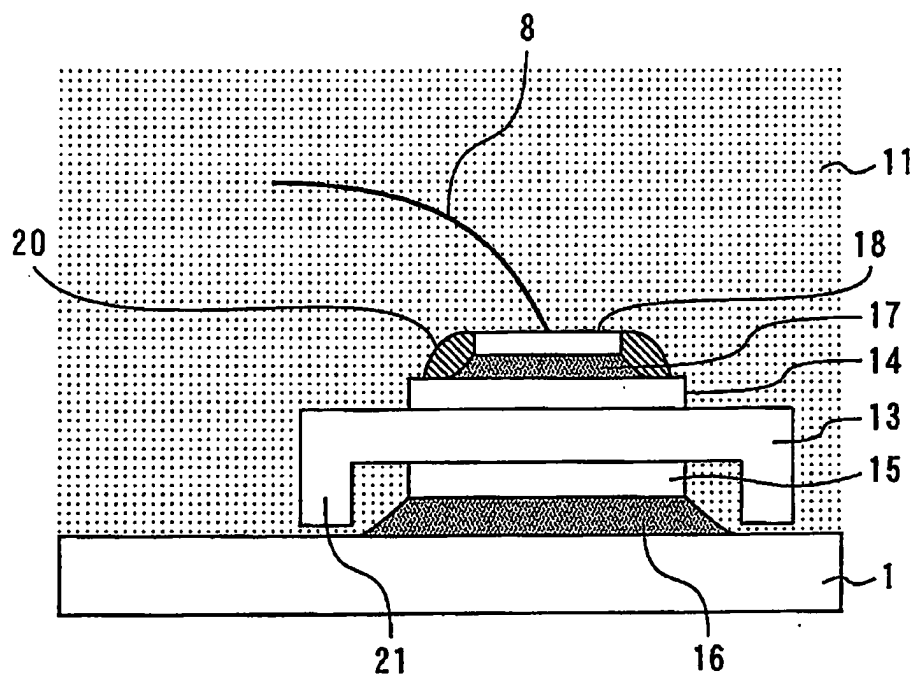


FIG. 7

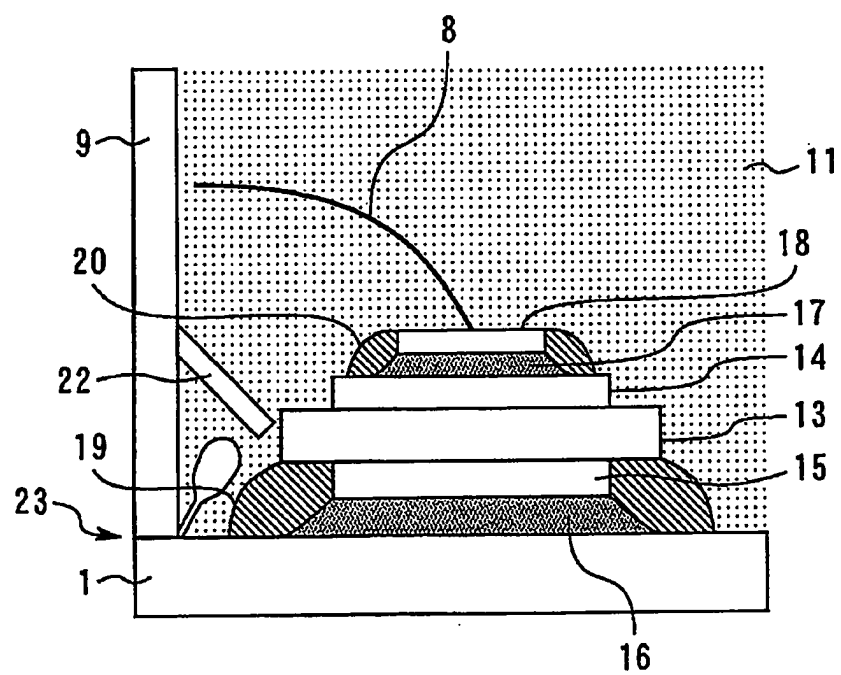


FIG. 8

