



(10) **DE 10 2017 206 195 B4** 2020.11.26

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2017 206 195.2**
(22) Anmeldetag: **11.04.2017**
(43) Offenlegungstag: **19.10.2017**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **26.11.2020**

(51) Int Cl.: **H01L 23/36** (2006.01)
H01L 23/42 (2006.01)
H01L 25/16 (2006.01)
H01L 23/48 (2006.01)
H01L 23/38 (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:
2016-083444 19.04.2016 JP

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

(74) Vertreter:
Hoefler & Partner Patentanwälte mbB, 81543 München, DE

(72) Erfinder:
Murakami, Haruhiko, Tokyo, JP; Yoneyama, Rei, Tokyo, JP; Kimura, Yoshitaka, Tokyo, JP; Shirahama, Takayuki, Kawanishi-shi, Hyogo, JP

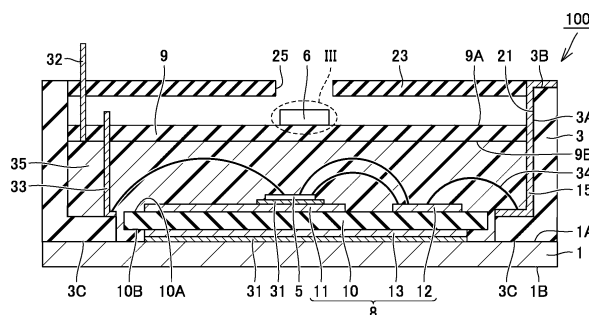
(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	6 094 919	A
EP	2 775 524	A1
WO	2005/ 018 291	A2
JP	H10- 229 146	A

(54) Bezeichnung: **Halbleitervorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Halbleitervorrichtung (100, 200, 300, 400, 500, 600), aufweisend:

- eine Basisplatte (1);
- ein Gehäuse (3), das auf der Basisplatte (1) ausgebildet ist;
- ein Leistungshalbleiterelement (5), das auf der Basisplatte (1) in dem Gehäuse (3) angeordnet ist; und
- ein Steuerungshalbleiterelement (6), das in dem Gehäuse (3) angeordnet ist, wobei das Gehäuse (3) eine Öffnung (21) aufweist, die darin gegenüber der Basisplatte (1) ausgebildet ist, wobei:
 - die Halbleitervorrichtung weiter eine Abdeckung (23) aufweist, um die Öffnung (21) in dem Gehäuse (3) zu verschließen,
 - die Abdeckung (23) ein Loch (25) aufweist, das in mindestens einem Teil eines Bereichs ausgebildet ist, der in einer Draufsicht mit dem Steuerungshalbleiterelement (6) überlappt,
 - das Loch (25) in einer Draufsicht das gesamte Steuerungshalbleiterelement (6) überlappt,
 - das Steuerungshalbleiterelement (6) in dem Loch (25) angeordnet ist und
 - eine Hauptoberfläche (23A) der Abdeckung (23), die von der Basisplatte (1) abgewandt ist, an einer Position, die mit einer Hauptoberfläche (6A) des Steuerungshalbleiterelements (6), die von der Basisplatte (1) abgewandt ist, komplanar ist, oder an einer Position näher an der Basisplatte (1) als die Hauptoberfläche (6A) des Steuerungshalbleiterelements (6), die von der Basisplatte (1) abgewandt ist, angeordnet ist.



Beschreibung**Zusammenfassung der Erfindung****Hintergrund der Erfindung****Gebiet der Erfindung**

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Halbleitervorrichtungen und genauer auf eine Halbleitervorrichtung, die eine Anordnung aufweist, in welcher ein Leistungshalbleiterelement mit einem Harz umschlossen ist.

Beschreibung des Stands der Technik

[0002] Ein Halbleitermodul für eine Leistungssteuerung weist ein Leistungshalbleiterelement auf, das als eine Schaltungsvorrichtung verwendet wird, wie ein IGBT (Bipolartransistor mit isoliertem Gate), ein MOSFET (Metalloxidhalbleiter-Feldeffekttransistor) oder eine FWDi (Freilaufdiode), das in einer Umhüllung enthalten ist. Solch ein Halbleitermodul wird als ein Leistungsmodul bezeichnet.

[0003] Auf dem Gebiet von Leistungsmodulen gibt es ein sogenanntes intelligentes Leistungsmodul (IPM), das nicht nur ein Leistungshalbleiterelement sondern auch eine Steuerungsschaltung aufweist, die das Leistungshalbleiterelement treibt und schützt. Eine Anordnung, wie zum Beispiel in dem offenliegenden japanischen Patent JP 2006- 121 861 A offenbart, ist als das intelligente Leistungsmodul bekannt.

[0004] Die EP 2 775 524 A1 beschreibt eine Steueranschlussstruktur eines intelligenten Leistungsmoduls, in der es möglich ist, die ausschließlich vom Modul genutzte Fläche zu reduzieren. Ein Isolationschaltungssubstrat, auf dem Leistungshalbleiterelemente montiert sind, und ein gedrucktes Substrat mit einer Steuerschaltung sind in einer abgestuften Struktur angeordnet, und eine Struktur wird angenommen, in der lineare Steueranschlüsse werden aufrecht stehen gelassen, indem sie in die Einstecklöcher des Steueranschlusses eingeführt werden, die in einem Gehäusebodenabschnitt des Moduls vorgesehen sind, und in Durchgangslöcher des gedruckten Substrats.

[0005] Aus der US 6 094 919 A ist ein Gehäuse für eine integrierte Schaltung (IC) bekannt, welche einen Deckel aufweist, der an einer Basis angebracht ist, wobei Schaltung in einem Raum oder Hohlraum zwischen dem Deckel und der Basis angeordnet ist. Ein thermoelektrisches Modul (TEM) mit einer ersten und einer zweiten Primärfläche ist in einen Abschnitt des Deckels eingebaut. Die erste Primärfläche ist thermisch mit dem IC gekoppelt, so dass durch Anlegen von Strom an das TEM Wärme vom IC weg übertragen wird.

[0006] In einem intelligenten Leistungsmodul muss unter dem Gesichtspunkt eines Unterbindens einer Verschlechterung seines Leistungsvermögens ein internes Teil, das Wärme erzeugt, durch Wärmeableitung oder dergleichen gekühlt werden. In dem offenliegenden japanischen Patent JP 2006- 121 861 A ist jedoch eine Steuerungsschaltungsplatine, die als eine Platine einer Steuerungsschaltung dient, mit einem isolierenden Harz umschlossen. Es ist somit schwierig, elektronische Komponenten wie ein Steuerungshalbleiterelement, das auf dieser Steuerungsschaltungsplatine angebracht ist, zu kühlen.

[0007] Die vorliegende Erfindung ist angesichts des vorstehend genannten Problems entwickelt worden, und eine Aufgabe der Erfindung ist, eine Halbleitervorrichtung zur Verfügung zu stellen, in welcher ein Steuerungshalbleiterelement, das auf einer Steuerungsschaltungsplatine in einem intelligenten Leistungsmodul angebracht ist, mit hoher Effizienz gekühlt werden kann.

[0008] Die der Erfindung zu Grunde liegende Aufgabe wird bei einer Halbleitervorrichtung erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und alternativ gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

[0009] Eine Halbleitervorrichtung der vorliegenden Erfindung weist eine Basisplatte, ein Gehäuse, ein Leistungshalbleiterelement und ein Steuerungshalbleiterelement auf. Das Gehäuse ist auf der Basisplatte vorgesehen. Das Leistungshalbleiterelement ist über der Basisplatte in dem Gehäuse angeordnet. Das Steuerungshalbleiterelement ist in dem Gehäuse angeordnet. Das Gehäuse weist eine Öffnung auf, die darin gegenüber der Basisplatte ausgebildet ist. Die Halbleitervorrichtung weist weiter eine Abdeckung auf, um die Öffnung in dem Gehäuse zu verschließen. Die Abdeckung weist ein Loch auf, das mindestens in einem Teil eines Bereichs ausgebildet ist, der in einer Draufsicht mit dem Steuerungshalbleiterelement überlappt.

[0010] Die vorstehenden und andere Aufgaben, Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung der vorliegenden Erfindung ersichtlicher, wenn sie im Zusammenhang mit den begleitenden Zeichnungen gesehen wird.

Figurenliste

Fig. 1 ist eine schematische Schnittansicht, die die Anordnung einer Halbleitervorrichtung einer ersten Ausführungsform darstellt.

Fig. 2 ist eine perspektivische Explosionsansicht zum Darstellen der Anordnung von Bauteilen, die die Halbleitervorrichtung von **Fig. 1** bilden.

Fig. 3 ist eine schematische Frontansicht, die die Anordnung eines Steuerungshalbleiterelements darstellt, das in einem Bereich III angeordnet ist, der durch eine gestrichelte Linie in **Fig. 1** eingeschlossen ist.

Fig. 4 ist eine schematische Schnittansicht, die die Anordnung einer Halbleitervorrichtung eines Vergleichsbeispiels darstellt.

Fig. 5 ist eine perspektivische Explosionsansicht zum Darstellen der Anordnung von Bauteilen, die die Halbleitervorrichtung von **Fig. 4** bilden.

Fig. 6 ist eine schematische Schnittansicht, die die Anordnung einer Halbleitervorrichtung einer zweiten Ausführungsform darstellt.

Fig. 7 ist eine schematische Schnittansicht, die detailliert ein erstes Beispiel eines Bereichs A darstellt, der in **Fig. 6** durch eine gestrichelte Linie eingeschlossen ist.

Fig. 8 ist eine schematische Schnittansicht, die detailliert ein zweites Beispiel des Bereichs A darstellt, der in **Fig. 6** durch die gestrichelte Linie eingeschlossen ist.

Fig. 9 ist eine schematische Schnittansicht, die die Anordnung einer Halbleitervorrichtung einer dritten Ausführungsform darstellt.

Fig. 10 ist eine schematische Schnittansicht, die die Anordnung einer Halbleitervorrichtung einer vierten Ausführungsform darstellt.

Fig. 11 ist eine schematische Schnittansicht, die die Anordnung einer Halbleitervorrichtung einer fünften Ausführungsform darstellt.

Fig. 12 ist eine schematische Schnittansicht, die die Anordnung eines Peltier-Elements darstellt.

Fig. 13 ist eine schematische Frontansicht, die die Anordnung eines Steuerungshalbleiterelements in einer sechsten Ausführungsform darstellt, das in einem Bereich III angeordnet ist, der durch die gestrichelte Linie in **Fig. 1** eingeschlossen ist.

Fig. 14 ist eine schematische Schnittansicht, die die Anordnung einer Halbleitervorrichtung einer siebten Ausführungsform darstellt.

Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

[0011] Ausführungsformen werden nun mit Bezug auf die Zeichnungen beschrieben.

Erste Ausführungsform

[0012] Zuerst wird mit Bezug auf **Fig. 1** die Anordnung einer Halbleitervorrichtung **100** dieser Ausführungsform beschrieben. Bezüglich **Fig. 1** ist die Halbleitervorrichtung **100** dieser Ausführungsform ein intelligentes Leistungsmodul, das hauptsächlich eine Basisplatte **1**, ein Gehäuse **3**, ein Leistungshalbleiterelement **5** und ein Steuerungshalbleiterelement **6** aufweist.

[0013] Die Basisplatte **1** ist ein Bauteil zum Beispiel in der Form einer flachen Platte, welche an der Unterseite der gesamten Halbleitervorrichtung **100** angeordnet ist und als eine Basis der gesamten Halbleitervorrichtung **100** dient. Die Basisplatte **1** weist eine Hauptoberfläche **1A** und die andere gegenüberliegende Hauptoberfläche **1B** auf, die in einer Draufsicht zum Beispiel eine rechteckige Form aufweisen. Die obere Hauptoberfläche des Paares von Hauptoberflächen der Basisplatte **1** in **Fig. 1** wird hierbei als die eine Hauptoberfläche **1A** bezeichnet, während die untere Hauptoberfläche in **Fig. 1** als die andere Hauptoberfläche **1B** bezeichnet wird. Es ist bevorzugt, dass die Basisplatte **1** aus einem Metallmaterial wie Aluminium besteht.

[0014] Das Gehäuse **3** ist ein Bauteil, das eine rechteckige Rahmenform aufweist, welche so vorgesehen ist, dass sie mit der Basisplatte **1**, das heißt mit der einen Hauptoberfläche **1A**, verbunden ist und in einem Bereich angeordnet ist, der in einer Größe zu dem äußersten Bereich der Basisplatte **1** in einer Draufsicht korrespondiert. Das heißt, das Gehäuse **3** ist so angeordnet, dass es einen zentralen Abschnitt der Basisplatte **1** in einer Draufsicht umgibt. Wenn das Gehäuse **3** auf der Basisplatte **1** befestigt und mit ihr integriert wird, wird die Form eines Behälters mit der Basisplatte **1** als einer unteren Oberfläche und dem Gehäuse **3** als einer Seitenoberfläche gebildet. Nachfolgend zu beschreibende Bauteile werden in diesem behälterförmigen Bauteil, das heißt in einem Teil, der sich auf dem zentralen Abschnitt der Basisplatte **1** befindet und durch das Gehäuse **3** umgeben ist, angebracht. Das Gehäuse **3** besteht aus einem isolierenden Material wie Harz.

[0015] Das Gehäuse **3** weist einen Gehäusewandabschnitt **3A**, eine obere Gehäuseoberfläche **3B** und eine untere Gehäuseoberfläche **3C** auf. Der Gehäusewandabschnitt **3A** ist ein Hauptabschnitt des Gehäuses **3**, welcher sich in der vertikalen Richtung von **Fig. 1** erstreckt, sodass er einen Abschnitt als einen behälterförmigen Gehäuseabschnitt bildet, der zusammen mit der Basisplatte **1** von dem Gehäuse

3 umgeben ist. Die obere Gehäuseoberfläche **3B** ist eine Oberfläche der Oberseite des Gehäusewandabschnitts **3A**. Die untere Gehäuseoberfläche **3C** ist eine Oberfläche der Unterseite des Gehäuses **3** und weist einen mit der einen Hauptoberfläche **1A** der Basisplatte **1** verbundenen Abschnitt auf. Es ist bevorzugt, dass das Gehäuse **3** so ausgebildet ist, dass sich die Unterseite einschließlich der unteren Gehäuseoberfläche **3C** in einer Draufsicht im Verhältnis zu dem Gehäusewandabschnitt **3A** und der oberen Gehäuseoberfläche **3B** mehr nach innen erstreckt. Dies kann die Fläche der unteren Gehäuseoberfläche **3C**, welche mit der einen Hauptoberfläche **1A** der Basisplatte **1** verbunden ist, im Verhältnis dazu, wenn die untere Gehäuseoberfläche **3C** keinen Bereich auf der Innenseite des Gehäusewandabschnitts **3A** aufweist, vergrößern, wodurch sie ein sichereres Befestigen des Gehäuses **3** an der Basisplatte **1** ermöglicht.

[0016] Das Leistungshalbleiterelement **5** ist über der Basisplatte **1** in dem Gehäuse **3**, das heißt in einem Bereich, der von dem Gehäuse **3** umgeben ist, angeordnet. Insbesondere ist das Leistungshalbleiterelement **5** in dem behälterförmigen Bauteil, das aus der Basisplatte **1** und dem Gehäuse **3** gebildet ist, angeordnet. Das Leistungshalbleiterelement **5** ist auf einem Leistungshalbleitersubstrat **8** angebracht.

[0017] Das Leistungshalbleitersubstrat **8** ist auf der einen Hauptoberfläche **1A** der Basisplatte **1** in dem vorstehend genannten behälterförmigen Bauteil angebracht. Das Leistungshalbleitersubstrat **8** weist ein isolierendes Substrat **10** und Verdrahtungsmuster **11**, **12**, **13** auf. Das isolierende Substrat **10** ist ein Bauteil zum Beispiel in der Form einer rechteckigen, flachen Platte in einer Draufsicht und weist eine Hauptoberfläche **10A** und die andere gegenüberliegende Hauptoberfläche **10B** auf. Das Verdrahtungsmuster **11** und das Verdrahtungsmuster **12** sind in einem Abstand voneinander auf der einen Hauptoberfläche **10A** angeordnet, welche in **Fig. 1** die obere Hauptoberfläche des Paares von Hauptoberflächen des isolierenden Substrats **10** ist. Das Verdrahtungsmuster **13** ist auf der anderen Hauptoberfläche **10B** angeordnet, welche die untere Hauptoberfläche des isolierenden Substrats **10** ist. Es ist bevorzugt, dass das isolierende Substrat **10** aus einem isolierenden Material wie Keramik besteht, und die Verdrahtungsmuster **11**, **12**, **13** aus einem Metallmaterial wie Kupfer bestehen. Die Verdrahtungsmuster **11**, **12**, **13** sind mit den Hauptoberflächen **10A**, **10B** des isolierenden Substrats **10** direkt verbunden (ohne ein verbindendes Element wie Lötmaterial dazwischen eingebettet).

[0018] Das Leistungshalbleiterelement **5** ist in **Fig. 1** zum Beispiel auf der oberen Hauptoberfläche des Verdrahtungsmusters **11** des Leistungshalbleitersubstrats **8** angeordnet. Das Leistungshalbleiterelement **5** weist ein Leistungshalbleiterelement wie einen IGBT, einen MOSFET oder eine FWDi darin enthal-

ten auf. Es ist bevorzugt, dass ein Chip-bildendes Leistungshalbleiterelement **5** zum Beispiel aus Siliziumkarbid besteht.

[0019] Um die Zeichnung zu vereinfachen, stellt **Fig. 1** nur ein Leistungshalbleiterelement **5** dar. Tatsächlich ist jedoch bevorzugt, dass, wie in einer perspektivischen Explosionsansicht in **Fig. 2** gezeigt, eine Mehrzahl von Leistungshalbleiterelementen **5** in einem Abstand voneinander mit Bezug auf eine Richtung entlang der einen Hauptoberfläche **10A** des isolierenden Substrats **10** angeordnet ist. Somit sind die Leistungshalbleiterelemente **5** nicht eingeschränkt, auf der oberen Hauptoberfläche des Verdrahtungsmusters **11** des Leistungshalbleitersubstrats **8** angeordnet zu sein, sondern können auch auf der oberen Hauptoberfläche des Verdrahtungsmusters **12** angeordnet sein.

[0020] Das Steuerungshalbleiterelement **6** ist in dem Gehäuse **3**, das heißt in dem Bereich, der von dem Gehäuse **3** umgeben ist, angeordnet. Insbesondere ist wie bei dem Leistungshalbleiterelement **5** das Steuerungshalbleiterelement **6** in dem behälterförmigen Bauteil angeordnet, das aus der Basisplatte **1** und dem Gehäuse **3** gebildet wird. Das Steuerungshalbleiterelement **6** ist auf einer Steuerungsschaltungsplatine **9** angebracht.

[0021] Die Steuerungsschaltungsplatine **9** ist ein Bauteil zum Beispiel in der Form einer rechteckigen, flachen Platte in einer Draufsicht und ist eine gedruckte Schaltungsplatine, die die eine Hauptoberfläche **9A** und die andere gegenüberliegende Hauptoberfläche **9B** aufweist. Das Steuerungshalbleiterelement **6** ist in Kontakt mit der einen Hauptoberfläche **9A** der Steuerungsschaltungsplatine **9** angeordnet. Das Steuerungshalbleiterelement **6** ist ein Halbleiterelement, das so vorgesehen ist, dass es das Leistungshalbleiterelement **5** treibt und schützt. Obwohl nicht gezeigt, sind eine Peripherieschaltung und dergleichen ebenfalls auf der einen Hauptoberfläche **9A** der Steuerungsschaltungsplatine **9** angebracht.

[0022] Es ist bevorzugt, dass die Steuerungsschaltungsplatine **9** und das darauf angebrachte Steuerungshalbleiterelement **6** in einem Abstand in der vertikalen Richtung von **Fig. 1** von dem Leistungshalbleitersubstrat **8** und dem darauf angebrachten Leistungshalbleiterelement **5** über dem Leistungshalbleitersubstrat **8** von der Basisplatte **1**, das heißt auf der oberen Seite in **Fig. 1** angeordnet sind.

[0023] Um die Zeichnung zu vereinfachen, stellt **Fig. 1** nur ein Steuerungshalbleiterelement **6** dar. Tatsächlich ist bevorzugt, dass, wie in der perspektivischen Explosionsansicht von **Fig. 2** gezeigt, eine Mehrzahl von Steuerungshalbleiterelementen **6** in einem Abstand voneinander mit Bezug auf die Richtung entlang der einen Hauptoberfläche **10A** des iso-

lierenden Substrats **10** angeordnet ist. Wie in **Fig. 2** gezeigt, sind in diesem Fall die Steuerungshalbleiterelemente **6** in zwei Reihen ausgerichtet, zum Beispiel eine vordere Reihe und eine hintere Reihe der Figur in einer Draufsicht. Ein Steuerungshalbleiterelement **6** in der vorderen Reihe ist an einer Position angeordnet, die zu einer Position auf einem Weg zwischen einem Paar von Steuerungshalbleiterelementen **6**, die mit Bezug auf die horizontale Richtung von **Fig. 2** (Längsrichtung in einer Draufsicht) zueinander benachbart sind, in der hinteren Reihe korrespondiert. Umgekehrt betrachtet ist ein Steuerungshalbleiterelement **6** in der hinteren Reihe an einer Position angeordnet, die zu einer Position auf einem Weg zwischen einem Paar von Steuerungshalbleiterelementen **6**, die mit Bezug auf die horizontale Richtung von **Fig. 2** zueinander benachbart sind, in der vorderen Reihe korrespondiert. Die Steuerungshalbleiterelemente **6** können an abwechselnden Positionen (versetzten Positionen) zwischen der vorderen Reihe und der hinteren Reihe von **Fig. 2** auf diese Weise angeordnet sein.

[0024] Es ist bevorzugt, dass die Steuerungsschaltungsplatine **9** aus einem Harzmaterial wie glasfaserverstärktem Kunststoff besteht. Die Steuerungsschaltungsplatine **9** ist in einer Draufsicht größer als das Leistungshalbleitersubstrat **8**. Dies gilt, weil das Leistungshalbleitersubstrat **8** direkt auf der einen Hauptoberfläche **1A** der Basisplatte **1** angeordnet ist, und sich das Gehäuse **3** an der unteren Gehäuseoberfläche **3C** im Verhältnis zu den anderen Bereichen mehr nach innen erstreckt, was bewirkt, dass die ebene Fläche eines Bereichs, in welchem das Leistungshalbleitersubstrat **8** angeordnet werden kann, kleiner ist als die ebene Fläche eines Bereichs, in welchem die Steuerungsschaltungsplatine **9** angeordnet werden kann. Diese Anordnung ist jedoch nicht einschränkend, und die Steuerungsschaltungsplatine **9** kann kleiner sein als das Leistungshalbleitersubstrat **8**.

[0025] In **Fig. 1** weist die Steuerungsschaltungsplatine **9** eine Größe auf, die den gesamten Bereich einnimmt, der in einer Draufsicht von dem Gehäuse **3** umgeben ist, wobei die Steuerungsschaltungsplatine **9** den Gehäusewandabschnitt **3A** des Gehäuses **3** berührt. Diese Anordnung ist jedoch nicht einschränkend, und es kann einen Raum zwischen dem Gehäusewandabschnitt **3A** und der äußeren Kante der Steuerungsschaltungsplatine **9** geben.

[0026] Das Gehäuse **3** weist eine darin ausgebildete Öffnung **21** gegenüber der Basisplatte **1**, das heißt in einem oberen Bereich in **Fig. 1**, auf. Die Bauteile wie das Leistungshalbleiterelement **5** und das Steuerungshalbleiterelement **6** können durch diese Öffnung **21** in das behälterförmige Bauteil, das das Gehäuse **3** enthält, eingeführt werden.

[0027] Eine Abdeckung **23** ist so angeordnet, dass sie die vorstehend beschriebene Öffnung **21** in der Oberseite des Gehäuses **3** verschließt. Es ist bevorzugt, dass die Abdeckung **23** aus einem isolierenden Material wie Harz besteht. Die Abdeckung **23** ist an der Oberseite der gesamten Halbleitervorrichtung **100** angeordnet, sodass sie der Basisplatte **1** zugewandt ist. In **Fig. 1** ist die Abdeckung **23** so ausgelegt, dass sie die Öffnung **21** durch Berühren der inneren Wand des Gehäusewandabschnitts **3A** an einer äußeren Kantenoberfläche der Abdeckung **23** verschließt. Alternativ kann die Abdeckung **23** so ausgelegt sein, dass sie die Öffnung **21** durch Bedecken der oberen Gehäuseoberfläche **3B** verschließt.

[0028] Die Abdeckung **23** weist ein darin ausgebildetes Loch **25** auf, welches sich von einer Hauptoberfläche der Abdeckung **23** in einer Dickenrichtung erstreckt, sodass es die andere gegenüberliegende Hauptoberfläche erreicht. Das Loch **25** ist so ausgebildet, dass es, wenn es so angeordnet ist, dass es der Basisplatte **1** zugewandt ist, mindestens einen Teil eines Bereichs einschließt, der in einer Draufsicht mit dem Steuerungshalbleiterelement **6** überlappt. Es ist mehr bevorzugt, dass das Loch **25** so ausgebildet ist, dass es in einer Draufsicht mit dem gesamten Steuerungshalbleiterelement **6** überlappt.

[0029] Da das Loch **25** in dem Bereich ausgebildet ist, der mit dem Steuerungshalbleiterelement **6** überlappt, ist bevorzugt, dass eine Mehrzahl von Löchern **25** ausgebildet ist, wenn eine Mehrzahl von Steuerungshalbleiterelementen **6** ausgebildet ist, wie in **Fig. 2** gezeigt. Somit ist, obwohl **Fig. 1** nur ein Loch **25** darstellt, um die Zeichnung zu vereinfachen, tatsächlich eine Mehrzahl von Löchern **25** ausgebildet, wie in **Fig. 2** gezeigt.

[0030] Entsprechend können die Löcher **25** an abwechselnden Positionen (versetzten Positionen) zwischen der vorderen Reihe und der hinteren Reihe von **Fig. 2** angeordnet sein wie die Steuerungshalbleiterelemente **6**. Weiter weist das Loch **25**, das so ausgebildet ist, dass es mit dem Steuerungshalbleiterelement **6** überlappt, bevorzugt die gleiche ebene Form auf wie das Steuerungshalbleiterelement **6** und weist zum Beispiel die gleiche rechteckige ebene Form auf wie das Steuerungshalbleiterelement **6**. Die ebene Form des Lochs **25** ist jedoch nicht als solches eingeschränkt und kann eine Kreisform sein.

[0031] Die vorstehend genannten Bauteile sind verbunden und versiegelt, wie nachfolgend beschrieben wird. Zuerst kann das in **Fig. 1** gezeigte Gehäuse **3** einen Hauptelektrodenanschluss **15** aufweisen, der auf seiner inneren Oberfläche ausgebildet ist. Der Hauptelektrodenanschluss **15** kann so ausgelegt sein, dass er sich von der oberen Oberfläche eines Bereichs, der sich im Verhältnis zu dem Gehäusewandabschnitt **3A** mehr nach innen erstreckt

wie die untere Gehäuseoberfläche **3C**, durch die innere Oberfläche des Gehäusewandabschnitts **3A** erstreckt, um die obere Gehäuseoberfläche **3B** zu erreichen. Es ist bevorzugt, dass der Hauptelektrodenanschluss **15** aus einer dünnen Schicht eines Metallmaterials wie Kupfer besteht.

[0032] Das Leistungshalbleitersubstrat **8** ist mit der einen Hauptoberfläche **1A** der Basisplatte **1** zum Beispiel durch ein Lötmedium **31** verbunden. Das heißt, das Verdrahtungsmuster **13**, das auf der anderen Hauptoberfläche **10B** des Leistungshalbleitersubstrats **8** angeordnet ist, ist durch ein Lötmedium **31** mit der Basisplatte **1** verbunden. Das Leistungshalbleiterelement **5**, das auf dem Leistungshalbleitersubstrat **8** angebracht ist, ist zum Beispiel durch ein Lötmedium **31** mit der Oberfläche des Verdrahtungsmusters **11** verbunden.

[0033] Das Leistungshalbleiterelement **5** in Chip-Form ist durch ein Lötmedium **31** mit dem Leistungshalbleitersubstrat **8** verbunden, wogegen das Steuerungshalbleiterelement **6** auf eine unterschiedliche Art ausgelegt ist. Bezüglich **Fig. 3** weist das Steuerungshalbleiterelement **6** ein Gehäuse **61** und einen Leiterraum **62** auf.

[0034] Das Gehäuse **61** nimmt darin ein zum Beispiel aus Silizium bestehendes Bauteil auf, das als ein Chip dient, der das Steuerungshalbleiterelement bildet. Wenn das Steuerungshalbleiterelement **6** zum Beispiel von einem Oberflächenmontagetyp ist, ist bevorzugt, dass das Gehäuse **61** die Form einer flachen Platte aufweist, die sich in einer Richtung entlang der einen Hauptoberfläche **9A** der Steuerungsschaltungsplatine **9** erstreckt, auf welcher das Gehäuse **61** angebracht ist. Das Gehäuse **61** kann jede interne Anordnung aufweisen. Der Leiterraum **62** ist elektrisch mit dem vorstehend genannten Chip in dem Gehäuse **61** verbunden und ermöglicht ein Eingeben/Ausgeben eines elektrischen Signals von/zu der Außenseite des Steuerungshalbleiterelements **6**. Es ist bevorzugt, dass das Gehäuse **61** aus einem Harzmaterial besteht und der Leiterraum **62** aus einem Metallmaterial wie Kupfer besteht.

[0035] Das Steuerungshalbleiterelement **6**, das die in **Fig. 3** gezeigte Anordnung aufweist, ist auf der einen Hauptoberfläche **9A** der Steuerungsschaltungsplatine **9** angeordnet, wobei ein Spitzenteil des Leiterraums **62** durch ein Lötmedium oder dergleichen elektrisch mit einem Anschluss und dergleichen auf der einen Hauptoberfläche **9A** der Steuerungsschaltungsplatine **9** verbunden ist. Das Steuerungshalbleiterelement **6** ist somit auf der Steuerungsschaltungsplatine **9** angebracht.

[0036] Ein Steuerungssignalanschluss **32** ist mit der Steuerungsschaltungsplatine **9** verbunden, und ein Steuerungssignalanschluss **33** ist zum Beispiel mit

einem Bereich entlang der unteren Gehäuseoberfläche **3C** verbunden, welche ein Teil des Gehäuses **3** ist. Der Steuerungssignalanschluss **32** für die Steuerungsschaltungsplatine **9** ist ein Anschluss zum Ermöglichen einer Eingabe/Ausgabe eines elektrischen Signals zwischen dem Steuerungshalbleiterelement **6** und der Außenseite der Halbleitervorrichtung **100**. Somit ist der Steuerungssignalanschluss **32** so angeordnet, dass er sich zu einem Niveau über der Abdeckung **23** erstreckt, um dadurch die Außenseite der Halbleitervorrichtung **100** zu erreichen. Der Steuerungssignalanschluss **33** ist ein Anschluss, der vorgesehen ist, um das Leistungshalbleiterelement **5** zu steuern. Es ist bevorzugt, dass die Steuerungssignalanschlüsse **32**, **33** aus einem Metallmaterial wie Kupfer bestehen.

[0037] Ein Anschluss und dergleichen (nicht gezeigt), die auf dem Leistungshalbleiterelement **5** vorgesehen sind, sind durch einen Bond-Draht **34** mit dem Steuerungssignalanschluss **33** verbunden. Der Bond-Draht **34** ist ein dünnes Drahtbauteil, das aus einem Metallmaterial wie Aluminium besteht. Der Bond-Draht **34** kann auch verwendet werden, um zum Beispiel das Leistungshalbleiterelement **5** elektrisch mit dem Verdrahtungsmuster **12** zu verbinden oder das Verdrahtungsmuster **12** elektrisch mit dem Hauptelektrodenanschluss **15** zu verbinden.

[0038] Die Innenseite des behälterförmigen Bauteils, das aus der Basisplatte **1** und dem Gehäuse **3** gebildet ist, ist mit einem Harzmaterial **35** gefüllt. Das Harzmaterial **35** ist insbesondere so angeordnet, dass es nur einen Bereich unter der Steuerungsschaltungsplatine **9** in **Fig. 1** der Innenseite des behälterförmigen Bauteils füllt. Das heißt, das Harzmaterial **35** ist so angeordnet, dass es die Oberflächen des Leistungshalbleitersubstrats **8** und des Leistungshalbleiterelements **5**, einen Teil der inneren Oberfläche des Gehäusewandabschnitts **3A**, einen Teil der Oberfläche des Hauptelektrodenanschlusses **15** und dergleichen bedeckt. Somit ist das Harzmaterial **35** so angeordnet, dass es die Oberfläche des Steuerungshalbleiterelements **6** nicht bedeckt. Mit dem Loch **25** in der Abdeckung **23**, das unmittelbar über dem Steuerungshalbleiterelement **6** angeordnet ist, ist die Oberfläche des Steuerungshalbleiterelements **6** offen zum Beispiel zu der Atmosphäre ausgelegt wie die äußere Seite der Halbleitervorrichtung **100**.

[0039] Das Harzmaterial **35** ist ein Siliziumgel oder ein Epoxidharz und ist bevorzugt so angeordnet, dass es den Bereich zwischen der Steuerungsschaltungsplatine **9** und der Basisplatte **1**, das heißt den Bereich unter der Steuerungsschaltungsplatine **9** in **Fig. 1** versiegelt, welcher das Leistungshalbleiterelement **5**, das Leistungshalbleitersubstrat **8** und dergleichen aufweist, wie vorstehend beschrieben.

[0040] Die Funktion und Wirkung dieser Ausführungsform wird nun mit Bezug auf ein Vergleichsbeispiel dieser Ausführungsform beschrieben.

[0041] Bezüglich **Fig. 4** und **Fig. 5** weist eine Halbleitervorrichtung **900** des Vergleichsbeispiels im Wesentlichen eine ähnliche Anordnung zu derjenigen der Halbleitervorrichtung **100** dieser Ausführungsform auf. Entsprechend werden die gleichen Komponenten der Halbleitervorrichtung **900** wie diejenigen der Halbleitervorrichtung **100** durch die gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet, und die Beschreibungen davon werden nicht wiederholt. Die Halbleitervorrichtung **900** unterscheidet sich von der Halbleitervorrichtung **100** darin, dass kein Loch **25** in der Abdeckung **23** ausgebildet ist.

[0042] Ein intelligentes Leistungsmodul, das ein Leistungshalbleiterelement **5** aus Silizium aufweist, wird in Anbetracht einer Erhöhung einer Verbindungstemperatur des Leistungshalbleiterelements aufgrund einer Wärmeerzeugung, die durch Schaltverluste verursacht wird, normalerweise in einem Niederfrequenzbereich von nicht mehr als etwa 20 kHz verwendet. Ein intelligentes Leistungsmodul, das ein Leistungshalbleiterelement **5** aus Siliziumkarbid aufweist, kann andererseits bei einer höheren Temperatur arbeiten als dasjenige des intelligenten Leistungsmoduls, das das Leistungshalbleiterelement **5** aus Silizium aufweist, kann in einem Frequenzbereich von nicht weniger als 50 kHz und nicht mehr als 100 kHz verwendet werden und kann sogar in einem Hochfrequenzbereich von mehr als 100 kHz arbeiten.

[0043] Der Betrieb eines intelligenten Leistungsmoduls in einem Hochfrequenzbereich von nicht weniger als 50 kHz bedingt jedoch ein Problem einer erhöhten Wärmemenge, die durch das Steuerungshalbleiterelement **6** erzeugt wird. Das heißt, in der Halbleitervorrichtung **900** kann der Benutzer das Halbleiterelement **5** mit der Basisplatte **1** kühlen, die dazwischen eingebettet ist, wogegen es für den Benutzer schwierig ist, das Steuerungshalbleiterelement **6** zu kühlen.

[0044] Entsprechend ist in der Halbleitervorrichtung **100** dieser Ausführungsform das Loch **25** in mindestens einem Teil des Bereichs ausgebildet, in dem die Abdeckung **23** in einer Draufsicht mit dem Steuerungshalbleiterelement **6** überlappt. Dies ermöglicht ein Kühlen des Steuerungshalbleiterelements **6** durch Verwenden der Atmosphäre von oberhalb der Abdeckung **23**, das heißt von der Außenseite der Halbleitervorrichtung **100**, wodurch eine übermäßige Temperaturerhöhung des Steuerungshalbleiterelements **6** unterbunden wird.

[0045] Um die Kühleffizienz weiter zu verbessern, ist weiter bevorzugt, dass der Benutzer eine Kühlvorrichtung wie einen Lüfter auf der oberen Oberfläche des Steuerungshalbleiterelements **6** vorsieht. Der

Benutzer kann solch eine Kühlvorrichtung dank der Bereitstellung des Lochs **25** vorsehen. Dies ermöglicht ein Kühlen des Steuerungshalbleiterelements **6** durch Luft, wodurch die Wirkung eines Unterbindens eines Temperaturanstiegs des Steuerungshalbleiterelements **6** verbessert wird. Als solches kann in dieser Ausführungsform Wärme mit hoher Effizienz nicht nur von dem Leistungshalbleiterelement **5** sondern auch von dem Steuerungshalbleiterelement **6** abgeführt werden.

Zweite Ausführungsform

[0046] Bezüglich **Fig. 6** weist eine Halbleitervorrichtung **200** dieser Ausführungsform im Wesentlichen eine ähnliche Anordnung zu derjenigen der in **Fig. 1** gezeigten Halbleitervorrichtung **100** der ersten Ausführungsform auf. Entsprechend sind die gleichen Komponenten der Halbleitervorrichtung **200** von **Fig. 6** wie diejenigen der Halbleitervorrichtung **100** von **Fig. 1** durch die gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet, und die Beschreibungen davon werden nicht wiederholt. Die Halbleitervorrichtung **200** unterscheidet sich von der Halbleitervorrichtung **100** in der Position des Steuerungshalbleiterelements **6** in der vertikalen Richtung von **Fig. 6**.

[0047] Wie vorstehend beschrieben, ist das Steuerungshalbleiterelement **6** eingerichtet, das Gehäuse **61** und den Leiterrahmen **62** aufzuweisen. Die eine Hauptoberfläche **6A** und die andere gegenüberliegende Hauptoberfläche **6B** des Steuerungshalbleiterelements **6** werden nun betrachtet. Die eine Hauptoberfläche **6A** ist die obere Hauptoberfläche in **Fig. 6** des Paares von Hauptoberflächen des Rumpfs des Steuerungshalbleiterelements **6** (zum Beispiel der Rumpf des Gehäuses **61**), während die andere Hauptoberfläche **6B** die untere Hauptoberfläche in **Fig. 6** ist. Ähnlich werden nun bezüglich der Abdeckung **23** die eine Hauptoberfläche **23A** und die andere gegenüberliegende Hauptoberfläche **23B** in **Fig. 6** betrachtet.

[0048] Wie in einem Bereich A gezeigt ist, der durch eine gestrichelte Linie in **Fig. 6** eingeschlossen ist, überlappt in dieser Ausführungsform das Loch **25** in der Abdeckung **23** in einer Draufsicht mit dem gesamten Steuerungshalbleiterelement **6**. Das Steuerungshalbleiterelement **6** ist so angeordnet, dass es in das Loch **25** eingeführt ist. Bezüglich **Fig. 7** kann in dem Bereich A von **Fig. 6** die eine Hauptoberfläche **23A** der Abdeckung **23**, die von der Basisplatte **1** abgewandt ist, an einer Position angeordnet sein, die mit der einen Hauptoberfläche **6A** des Steuerungshalbleiterelements **6**, die von der Basisplatte **1** abgewandt ist, komplanar ist. Alternativ kann bezüglich **Fig. 8** in dem Bereich A von **Fig. 6** die eine Hauptoberfläche **23A** der Abdeckung **23**, die von der Basisplatte **1** abgewandt ist, näher an der Basisplatte **1**, das heißt an einer unteren Seite von **Fig. 6** angeordnet sein als

die eine Hauptoberfläche **6A** des Steuerungshalbleiterelements **6**, die von der Basisplatte **1** abgewandt ist. In dem Fall von **Fig. 8** ragt die eine Hauptoberfläche **6A** für eine Abmessung **H** im Verhältnis zu der einen Hauptoberfläche **23A** nach oben.

[0049] In dieser Ausführungsform sind das Steuerungshalbleiterelement **6** und die Steuerungsschaltungsplatine **9** allgemein in dem oberen Teil der Halbleitervorrichtung **200** angeordnet als in der ersten Ausführungsform. Dies bewirkt, dass der Bereich unter der Steuerungsschaltungsplatine **9**, das heißt der mit dem Harzmaterial **35** gefüllte Bereich eine größere Tiefe in der vertikalen Richtung von **Fig. 6** aufweist als in der ersten Ausführungsform, sodass fast der gesamte Bereich in dem behälterförmigen Bauteil, der aus der Basisplatte **1** und dem Gehäuse **3** gebildet wird, mit dem Harzmaterial **35** bedeckt ist.

[0050] Die Funktion und Wirkung dieser Ausführungsform werden nun beschrieben. Diese Ausführungsform stellt die folgende Funktion und Wirkung zusätzlich zu der Funktion und Wirkung der ersten Ausführungsform bereit.

[0051] In der ersten Ausführungsform ist die obere Oberfläche der Abdeckung **23** höher angeordnet als die obere Oberfläche des Steuerungshalbleiterelements **6**, und die obere Oberfläche des Steuerungshalbleiterelements **6** ist in dem behälterförmigen Bauteil angeordnet, das aus der Basisplatte **1** und dem Gehäuse **3** gebildet wird. Es ist somit schwierig für den Benutzer, eine Kühlvorrichtung an der oberen Oberfläche des Steuerungshalbleiterelements **6** anzubringen. Durch Anordnen der oberen Oberfläche der Abdeckung **23**, das heißt der einen Hauptoberfläche **23A** niedriger als die obere Oberfläche des Steuerungshalbleiterelements **6**, das heißt die eine Hauptoberfläche **6A** wie in dieser Ausführungsform ist jedoch die eine Hauptoberfläche **6A** des Steuerungshalbleiterelements **6** für den Benutzer zugänglicher ausgeführt. Entsprechend kann der Benutzer eine Kühlvorrichtung wie eine Wärmeableitungslamelle einfacher als in der ersten Ausführungsform an der einen Hauptoberfläche **6A** anbringen. Die Wirkung eines Unterbindens eines übermäßigen Temperaturanstiegs des Steuerungshalbleiterelements **6** kann durch das Anbringen dieser Kühlvorrichtung verbessert werden.

Dritte Ausführungsform

[0052] Bezüglich **Fig. 9** weist eine Halbleitervorrichtung **300** dieser Ausführungsform im Wesentlichen eine ähnliche Anordnung zu derjenigen der in **Fig. 1** gezeigten Halbleitervorrichtung **100** der ersten Ausführungsform auf. Entsprechend sind die gleichen Komponenten der Halbleitervorrichtung **300** von **Fig. 9** wie diejenigen der Halbleitervorrichtung **100** von **Fig. 1** durch die gleichen Bezugszeichen ge-

kennzeichnet, und die Beschreibungen davon werden nicht wiederholt. Die Halbleitervorrichtung **300** unterscheidet sich von der Halbleitervorrichtung **100** darin, dass sie weiter einen Kühlkörper **41** auf der einen Hauptoberfläche **6A** des Steuerungshalbleiterelements **6**, die von der Basisplatte **1** abgewandt ist, aufweist, wobei der Kühlkörper **41** so angeordnet ist, dass er das Loch **25** in der Abdeckung **23** unmittelbar über dem Steuerungshalbleiterelement **6** verschließt.

[0053] Es ist bevorzugt, dass der Kühlkörper **41** aus einer Metallplatte wie Aluminium besteht. Es ist außerdem bevorzugt, dass der Kühlkörper **41** die gesamte eine Hauptoberfläche **6A** des Steuerungshalbleiterelements **6** berührt und bedeckt. In **Fig. 9** sind der Kühlkörper **41** und das Steuerungshalbleiterelement **6** von einer ebenen Fläche gleich. Der Kühlkörper **41** kann jedoch im Wesentlichen jede ebene Form aufweisen und kann eine Größe aufweisen, die in einer Draufsicht das Steuerungshalbleiterelement **6** teilweise überragt (das heißt, der Kühlkörper **41** kann größer sein als das Steuerungshalbleiterelement **6**).

[0054] Der Kühlkörper **41** ist so angeordnet, dass seine untere Oberfläche die eine Hauptoberfläche **6A** des Steuerungshalbleiterelements **6** berührt und seine obere Oberfläche ein Endteil des Lochs **25**, das der Basisplatte **1** am nächsten ist (untere Seite in **Fig. 9**), verschließt und die andere Hauptoberfläche **23B** der Abdeckung **23** in einem Bereich berührt, der in einer Draufsicht zu dem Loch **25** benachbart ist. Somit ist in der Halbleitervorrichtung **300** das Loch **25** nur in einem Teil eines Bereichs angeordnet, der mit dem Kühlkörper **41** in einer Draufsicht überlappt, und das Loch **25** ist in einer ebenen Fläche kleiner als der Kühlkörper **41**. Wenn der Kühlkörper **41** und das Steuerungshalbleiterelement **6** in einer ebenen Fläche gleich sind, kann auch gesagt werden, dass das Loch **25** nur in einem Teil eines Bereichs angeordnet ist, der in einer Draufsicht mit dem Steuerungshalbleiterelement **6** überlappt und das Loch **25** in einer ebenen Fläche kleiner ist als das Steuerungshalbleiterelement **6**. Entsprechend verschließt der Kühlkörper **41** das gesamte Loch **25**, um eine Zirkulation der Atmosphäre und dergleichen zwischen der Innenseite und der Außenseite des behälterförmigen Bauteils, das aus der Basisplatte **1** und dem Gehäuse **3** gebildet ist, zu blockieren.

[0055] Die Funktion und Wirkung dieser Ausführungsform werden nun beschrieben. Diese Ausführungsform stellt die folgende Funktion und Wirkung zusätzlich zu der Funktion und Wirkung der ersten Ausführungsform bereit.

[0056] In der ersten Ausführungsform kann durch Ausstatten der Abdeckung **23** mit dem Loch **25** die Atmosphäre und dergleichen zwischen der Innenseite und der Außenseite des behälterförmigen Bauteils,

das aus der Basisplatte **1** und dem Gehäuse **3** gebildet ist, zirkulieren. Während dies die Effizienz einer Wärmeableitung von dem Steuerungshalbleiterelement **6** zu der Außenseite verbessert, wird befürchtet, dass eine von der Außenseite der Halbleitervorrichtung **100** beigemischte Fremdschubstanz an der einen Hauptoberfläche **6A** des Steuerungshalbleiterelements **6** haften kann.

[0057] Somit kann durch Vorsehen des Kühlkörpers **41**, sodass er die eine Hauptoberfläche **6A** des Steuerungshalbleiterelements **6** bedeckt und das Loch **25** in der Abdeckung **23** verschließt wie in dieser Ausführungsform, das Haften einer Fremdschubstanz an der einen Hauptoberfläche **6A** des Steuerungshalbleiterelements **6** unterbunden werden, während das Wärmeableitungsvermögen von dem Steuerungshalbleiterelement **6** zu der Außenseite der Halbleitervorrichtung **100** sichergestellt wird.

Vierte Ausführungsform

[0058] Bezüglich **Fig. 10** weist eine Halbleitervorrichtung **400** dieser Ausführungsform im Wesentlichen eine ähnliche Anordnung zu denjenigen der in **Fig. 1** gezeigten Halbleitervorrichtung **100** der ersten Ausführungsform und der in **Fig. 9** gezeigten Halbleitervorrichtung **300** der dritten Ausführungsform auf. Entsprechend sind die gleichen Komponenten der Halbleitervorrichtung **400** von **Fig. 10** wie diejenigen der Halbleitervorrichtungen **100**, **300** von **Fig. 1**, **Fig. 9** durch die gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet, und die Beschreibungen davon werden nicht wiederholt.

[0059] Die Halbleitervorrichtung **400** unterscheidet sich von der Halbleitervorrichtung **300** darin, dass der Kühlkörper **41** ein erstes Kühlkörperenteil **41A**, das in dem Loch **25** in der Abdeckung **23** enthalten ist, und ein zweites Kühlkörperenteil **41B** aufweist, das sich von dem ersten Kühlkörperenteil **41A** nach dem Inneren des Gehäuses **3** erstreckt, das heißt nach unten in **Fig. 10**. Die Unterseite des zweiten Kühlkörperenteils **41B** berührt die eine Hauptoberfläche **6A** des Steuerungshalbleiterelements **6**, und insbesondere berührt in **Fig. 10** das zweite Kühlkörperenteil **41B** die gesamte eine Hauptoberfläche **6A**. Somit sind das zweite Kühlkörperenteil **41B** und die eine Hauptoberfläche **6A** in einer ebenen Fläche gleich. Das erste Kühlkörperenteil **41A** ist so angeordnet, dass es eine innere Wand des Lochs **25** bedeckt und das gesamte Loch **25** füllt.

[0060] In **Fig. 10** ist das Loch **25** in einer ebenen Fläche größer als das Steuerungshalbleiterelement **6**, und das Loch **25** ist so angeordnet, dass es mit dem gesamten Bereich überlappt, der in einer Draufsicht mit dem Steuerungshalbleiterelement **6** überlappt, und dass es außerdem mit einem Bereich überlappt, der zu einer äußeren Kante des Steuerungshalbleiterelements **6** benachbart ist. Somit ist das ers-

te Kühlkörperenteil **41A**, welches das gesamte Loch **25** füllt, sodass es die innere Wand des Lochs **25** bedeckt, in einer ebenen Fläche größer als das zweite Kühlkörperenteil **41B**, welches das Steuerungshalbleiterelement **6** berührt. Wie in **Fig. 9** gezeigt, kann jedoch zum Beispiel wieder in dieser Ausführungsform das Loch **25** in einer ebenen Fläche kleiner sein als das Steuerungshalbleiterelement **6**, und der Kühlkörper **41**, der das erste Kühlkörperenteil **41A**, das das Loch **25** füllt, und das zweite Kühlkörperenteil **41B**, das darunter das Steuerungshalbleiterelement **6** berührt, kann angeordnet sein.

[0061] Die Funktion und Wirkung dieser Ausführungsform werden nun beschrieben. Diese Ausführungsform stellt die folgende Funktion und Wirkung zusätzlich zu der Funktion und Wirkung der dritten Ausführungsform bereit.

[0062] Wieder ist es in der Anordnung der dritten Ausführungsform, in welcher die Wärme, die durch das Steuerungshalbleiterelement **6** erzeugt wird, mit Hilfe des Kühlkörpers **41** zu der Außenseite des Lochs **25** abgeführt wird, bevorzugter, dass der Benutzer eine Kühlvorrichtung wie einen Lüfter auf der oberen Oberfläche des Kühlkörpers **41** vorsieht, um die Kühleffizienz weiter zu verbessern. In der dritten Ausführungsform ist es jedoch schwierig, eine Kühlvorrichtung wie eine Wärmeableitungslamelle an der oberen Oberfläche des Kühlkörpers **41** anzubringen, weil sich die obere Oberfläche des Kühlkörpers **41** an einer niedrigeren Position befindet als die eine Hauptoberfläche **23A** der Abdeckung **23**.

[0063] Somit ist in der Halbleitervorrichtung **400** dieser Ausführungsform der Kühlkörper **41** so eingerichtet, dass er sowohl das erste Kühlkörperenteil **41A**, welches in dem Loch **25** enthalten ist, als auch das zweite Kühlkörperenteil **41B** darunter, welches das Steuerungshalbleiterelement **6** berührt, aufweist. Als eine Folge ist die obere Oberfläche des Kühlkörpers **41** an einer höheren Position angeordnet als in der dritten Ausführungsform. Entsprechend kann das Anbringen einer Kühlvorrichtung wie einer Wärmeableitungslamelle an die obere Oberfläche des Kühlkörpers **41** ermöglicht werden, während die Wirkung des Kühlkörpers selbst des Ableitens von Wärme, die durch das Steuerungshalbleiterelement **6** erzeugt wird, sichergestellt wird.

[0064] Obwohl die obere Oberfläche des ersten Kühlkörperenteils **41A** des Kühlkörpers **41** an einer Position komplanar mit der einen Hauptoberfläche **23A** der Abdeckung **23** in **Fig. 10** angeordnet ist, kann die obere Oberfläche des ersten Kühlkörperenteils **41A** so ausgelegt sein, dass sie auf ein Niveau über der einen Hauptoberfläche **23A**, das heißt zu der Außenseite der Halbleitervorrichtung **100** vorragt. Eine solche Anordnung kann außerdem das Befestigen einer Kühlvorrichtung an dem Kühlkörper **41** ermöglichen.

chen und kann, weil der Kühlkörper **41** zu der Außenseite der Halbleitervorrichtung **100** exponiert ist, das Wärmeableitungsvermögen mit Bezug auf das Steuerungshalbleiterelement **6** weiter verbessern.

Fünfte Ausführungsform

[0065] Bezüglich **Fig. 11** weist eine Halbleitervorrichtung **500** dieser Ausführungsform im Wesentlichen eine ähnliche Anordnung zu derjenigen der in **Fig. 6** gezeigten Halbleitervorrichtung **200** der zweiten Ausführungsform auf. Entsprechend sind die gleichen Komponenten der Halbleitervorrichtung **500** von **Fig. 11** wie diejenigen der Halbleitervorrichtungen **200** von **Fig. 6** durch die gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet, und die Beschreibungen davon werden nicht wiederholt. Die Halbleitervorrichtung **500** unterscheidet sich von der Halbleitervorrichtung **200** darin, dass sie weiter ein Peltier-Element **71** über der einen Hauptoberfläche **23A** der Abdeckung **23**, die von der Basisplatte **1** abgewandt ist, aufweist.

[0066] Das Peltier-Element **71** ist in **Fig. 11** so angeordnet, dass seine untere Oberfläche die eine Hauptoberfläche **23A** der Abdeckung **23** und die eine Hauptoberfläche **6A** des Steuerungshalbleiterelements **6** berührt. Diese Anordnung ist jedoch nicht einschränkend. Wenn das Peltier-Element **71** zum Beispiel in der Anordnung der in **Fig. 8** gezeigten zweiten Ausführungsform eingesetzt wird, kann das Peltier-Element **71** so eingerichtet sein, dass seine untere Oberfläche die eine Hauptoberfläche **6A** berührt aber über der einen Hauptoberfläche **23A** schwebt, ohne die eine Hauptoberfläche **23A** zu berühren. Alternativ kann, wenn das Peltier-Element **71** in der in **Fig. 10** gezeigte Halbleitervorrichtung **400** der vierten Ausführungsform eingesetzt wird, das Peltier-Element **71** so eingerichtet sein, dass sein untere Oberfläche die obere Oberfläche des Kühlkörpers **41** und die eine Hauptoberfläche **23A** der Abdeckung **23** berührt.

[0067] Eine Leistungsversorgung für eine Steuerungsschaltung des intelligenten Leistungsmoduls, das heißt eine Leistungsversorgung zum Treiben des Steuerungshalbleiterelements **6**, das an der Steuerungsschaltungsplatine **9** angebracht ist, wird als eine Leistungsversorgung für das Peltier-Element **71** verwendet. Somit besteht keine Notwendigkeit, zusätzlich eine Leistungsversorgung für das Peltier-Element **71** bereitzustellen.

[0068] Bezüglich **Fig. 12** weist das Peltier-Element **71** in einem Bereich XII, der in **Fig. 11** durch eine gestrichelte Linie eingeschlossen ist, eine Mehrzahl von thermoelektrischen Elementen **72**, eine Mehrzahl von Elektroden **73** und ein Paar von Keramiksubstraten **74** auf. Die Mehrzahl von thermoelektrischen Elementen **72** ist zum Beispiel aus einer Kombination aus p-Typ-Halbleitern und n-Typ-Halbleitern aus Sili-

zium aufgebaut. In diesem Fall sind die p-Typ-Halbleiter und die n-Typ-Halbleiter zum Beispiel mit Bezug auf die horizontale Richtung von **Fig. 12** abwechselnd ausgerichtet.

[0069] Die Mehrzahl von Elektroden **73** besteht aus einem Metallmaterial wie Kupfer. Die Mehrzahl von Elektroden **73** sind jede mit einem Paar von thermoelektrischen Elementen **72** verbunden, die mit Bezug auf die horizontale Richtung von **Fig. 12** zueinander benachbart sind und in Bereichen über und unter den thermoelektrischen Elementen **72** von **Fig. 12** abwechselnd angeordnet sind. Mit anderen Worten, wenn ein erstes thermoelektrisches Element **72** und ein zweites benachbartes thermoelektrisches Element **72** auf der oberen Seite der thermoelektrischen Elemente **72** durch eine Elektrode **73** miteinander verbunden sind, dann sind das zweite thermoelektrische Element **72** und ein drittes, benachbartes thermoelektrisches Element **72** gegenüber dem ersten thermoelektrischen Element **72** miteinander durch die Elektrode **73** auf der unteren Seite des thermoelektrischen Elements **72** verbunden.

[0070] Auf diese Weise sind alle thermoelektrischen Elemente **72** und Elektroden **73** auf eine integrierte Weise verbunden. Das Paar von keramischen Substraten **74** ist so angeordnet, dass es alle der vorstehend genannten integrierten thermoelektrischen Elemente **72** und Elektroden **73** von oben und unten umgibt.

[0071] Die Funktion und Wirkung dieser Ausführungsform wird nun beschrieben. Diese Ausführungsform stellt die folgende Funktion und Wirkung zusätzlich zu der Funktion und Wirkung von jeder der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen bereit.

[0072] In der Halbleitervorrichtung von jeder der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen ist es für den Benutzer notwendig, eine Kühlvorrichtung vorzusehen, um die Kühleffizienz weiter zu verbessern. In dieser Ausführungsform ist jedoch das Peltier-Element **71** über der einen Hauptoberfläche **23A** der Abdeckung **23** vorgesehen. Entsprechend kann das Steuerungshalbleiterelement **6** mit dem Peltier-Element dazwischen eingebettet bei einer hohen Effizienz gekühlt werden, ohne die vorstehend genannte Kühlvorrichtung vorzusehen.

Sechste Ausführungsform

[0073] Wie vorstehend erläutert, weist das Steuerungshalbleiterelement **6**, das in jeder Ausführungsform verwendet wird, das Gehäuse **61** und den Leiterrahmen **62** auf (siehe **Fig. 3**). Bezüglich **Fig. 13** weist in dieser Ausführungsform das Gehäuse **61** eine Mehrzahl von Vertiefungen **63**, die eine Tiefe von nicht weniger als 500 µm aufweisen, in mindestens einem Teil der Oberfläche des Gehäuses **61** auf. Die-

se Mehrzahl von, und zwar zwei oder mehr Vertiefungen **63** sind in der Oberfläche des Gehäuses **61** in einem Abstand voneinander ausgebildet. Die Vertiefungen **63** sind in der Oberfläche des Gehäuses **61** nicht weniger als 500 µm tief, das heißt in einer Dimension in der vertikalen Richtung von **Fig. 13** relativ zu einem anderen Bereich als den Bereichen, in welchen die Vertiefungen **63** ausgebildet sind. Diese Tiefe der Vertiefungen **63** ist mehr bevorzugt nicht weniger als 600 µm.

[0074] Wie in **Fig. 13** gezeigt, können zwei oder mehr Vertiefungen **63** sowohl in der oberen Oberfläche des Gehäuses **61**, das heißt der Oberfläche, die während des Montierens von der Basisplatte **1** abgewandt ist, als auch der unteren Oberfläche des Gehäuses **61**, das heißt der Oberfläche, die während des Montierens der Basisplatte **1** zugewandt ist, ausgebildet sein. Alternativ können zwei oder mehr Vertiefungen **63** in nur einer von der oberen Oberfläche und der unteren Oberfläche des Gehäuses ausgebildet sein.

[0075] Das Steuerungshalbleiterelement **6**, welches das vorstehend beschriebene Merkmal der Oberfläche des Gehäuses **61** aufweist, kann in jeder der Halbleitervorrichtungen **100** bis **500** der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen eingesetzt werden. Die Halbleitervorrichtung dieser Ausführungsform weist im Wesentlichen eine ähnliche Anordnung zu denjenigen der vorstehend beschriebenen Halbleitervorrichtungen **100** bis **500** der ersten bis fünften Ausführungsform auf bis auf die vorstehend beschriebene Oberfläche des Gehäuses **61**, und deshalb werden die Beschreibungen ihrer Anordnung nicht wiederholt.

[0076] Die Funktion und Wirkung dieser Ausführungsform wird nun beschrieben. Diese Ausführungsform stellt die folgende Funktion und Wirkung zusätzlich zu der Funktion und Wirkung jeder der vorstehend beschriebenen ersten bis fünften Ausführungsformen bereit.

[0077] Durch ein Versehen der Oberfläche des Gehäuses **61**, das in dem Steuerungshalbleiterelement **6** enthalten ist, mit den Vertiefungen **63**, die eine Tiefe von nicht weniger als 500 µm aufweisen, wie vorstehend beschrieben, weist das Gehäuse **61** eine größere Oberfläche auf, als wenn die Vertiefungen nicht ausgebildet sind. Entsprechend kann das Wärmeableitungsvermögen von der Oberfläche des Steuerungshalbleiterelements **6** verbessert werden.

Siebte Ausführungsform

[0078] Bezüglich **Fig. 14** ist in einer Halbleitervorrichtung **600** dieser Ausführungsform ein hoch-wärmeleitfähiges Harz **36** anstelle des Harzmaterials **35** in dem behälterförmigen Bauteil, das aus der Basis-

platte **1** und dem Gehäuse **3** gebildet ist, angeordnet, insbesondere in einem Bereich unter der Steuerungsschaltungsplatine **9**. Wie das Harzmaterial **35** von **Fig. 1** und dergleichen ist das hoch-wärmeleitfähige Harz **36** so angeordnet, dass es die Oberflächen des Leistungshalbleitersubstrats **8** und des Leistungshalbleiterelements **5**, der anderen Hauptoberfläche **9B** der Steuerungsschaltungsplatine **9**, einen Teil der inneren Oberfläche des Gehäusewandabschnitts **3A**, einen Teil der Oberfläche des Hauptelektrodenanschlusses **15** und dergleichen bedeckt. Auf diese Weise füllt das hoch-wärmeleitfähige Harz **36** das Gehäuse **3** so, dass es das Leistungshalbleiterelement **5** umschließt.

[0079] Wie das Harzmaterial **35** besteht das hoch-wärmeleitfähige Harz **36** aus einem Harz wie Siliziumgel oder Epoxidharz. Das hoch-wärmeleitfähige Harz **36** weist jedoch ein größeres Wärmeableitungsvermögen auf als das Harzmaterial **35**. Insbesondere weist das hoch-wärmeleitfähige Harz **36** eine thermische Leitfähigkeit von nicht weniger als 0,5 W/(m·K) auf. Diese thermische Leitfähigkeit ist mehr bevorzugt nicht weniger als 0,6 W/(m·K).

[0080] **Fig. 14** stellt ein Beispiel dar, in welchem das hoch-wärmeleitfähige Harz **36** in der Halbleitervorrichtung **200** der zweiten Ausführungsform eingesetzt wird. Dies ist jedoch nicht einschränkend, und das hoch-wärmeleitfähige Harz **36** kann in jeder der Halbleitervorrichtungen **100** bis **500** der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen eingesetzt werden. Die Halbleitervorrichtung dieser Ausführungsform weist im Wesentlichen eine ähnliche Anordnung zu denjenigen der Halbleitervorrichtungen **100** bis **500** der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen auf bis auf die Oberfläche des vorstehend beschriebenen Gehäuses **61**, und deshalb werden die Beschreibungen ihrer Anordnungsmerkmale nicht wiederholt.

[0081] Die Funktion und Wirkung dieser Ausführungsform werden nun beschrieben. Diese Ausführungsform stellt die folgende Funktion und Wirkung zusätzlich zu der Funktion und Wirkung jeder der ersten bis sechsten Ausführungsformen bereit.

[0082] In jeder der vorstehend beschriebenen ersten bis sechsten Ausführungsformen kann das Ableitungsvermögen von Wärme, die von dem Steuerungshalbleiterelement **6** und der Steuerungsschaltungsplatine **9** an das Harzmaterial **35** übertragen wird, ein Problem werden. In dieser Ausführungsform kann jedoch die Wärme, die von dem Steuerungshalbleiterelement **6** und der Steuerungsschaltungsplatine **9** an das hoch-wärmeleitfähige Harz **36** übertragen wird, bei einer hohen Effizienz zum Beispiel von der Basisplatte **1** an die Außenseite der Halbleitervorrichtung **600** abgeleitet werden. Entsprechend kann das Wärmeableitungsvermögen von

dem Steuerungshalbleiterelement **6** verglichen mit jeder der vorstehend beschriebenen ersten bis sechsten Ausführungsformen weiter verbessert werden.

[0083] Die Merkmale, die in jeder vorstehend beschriebenen Ausführungsformen (jedes Beispiel eingeschlossen) beschrieben sind, können in geeigneter Kombination eingesetzt werden, es sei denn, sie sind technisch inkonsistent zueinander.

[0084] Zusammengefasst weist eine Halbleitervorrichtung **100** eine Basisplatte **1**, ein Gehäuse **3**, ein Leistungshalbleiterelement **5** und ein Steuerungshalbleiterelement **6** auf. Das Gehäuse **3** ist auf der Basisplatte **1** angeordnet. Das Leistungshalbleiterelement **5** ist über der Basisplatte **1** in dem Gehäuse **3** angeordnet. Das Steuerungshalbleiterelement **6** ist in dem Gehäuse **3** angeordnet. Das Gehäuse **3** weist eine Öffnung **21** auf, die darin gegenüber der Basisplatte **1** ausgebildet ist. Die Halbleitervorrichtung weist weiter eine Abdeckung **23** auf, um die Öffnung **21** in dem Gehäuse **3** zu verschließen. Die Abdeckung **23** weist ein Loch **25** auf, das mindestens in einem Teil eines Bereichs ausgebildet ist, der in einer Draufsicht mit dem Steuerungshalbleiterelement **6** überlappt.

25	Loch
31	Lötmittel
32, 33	Steuerungssignalanschluss
34	Bond-Draht
35	Harzmaterial
36	hoch-wärmeleitfähiges Harz
41	Kühlkörper
41A	erstes Kühlkörperenteil
41B	zweites Kühlkörperenteil
61	Gehäuse
62	Leiterrahmen
63	Vertiefung
71	Peltier-Element
72	thermoelektrisches Element
73	Elektrode
74	Substrat
100 - 900	Halbleitervorrichtung

Bezugszeichenliste

1	Basisplatte
1A, 1B	Hauptoberfläche der Basisplatte
3	Gehäuse
3A	Gehäusewandabschnitt
3B	obere Gehäuseoberfläche
3C	untere Gehäuseoberfläche
5	Leistungshalbleiterelement
6	Steuerungshalbleiterelement
6A, 6B	Hauptoberfläche des Steuerungshalbleiterelements
8	Leistungshalbleitersubstrat
9	Steuerungsschaltungsplatine
9A, 9B	Hauptoberfläche der Steuerungsschaltungsplatine
10	isolierendes Substrat
10A, 10B	Hauptoberfläche des isolierenden Substrats
11, 12, 13	Verdrahtungsmuster
15	Hauptelektrodenanschluss
21	Öffnung
23	Abdeckung
23A, 23B	Hauptoberfläche der Abdeckung

Patentansprüche

- Halbleitervorrichtung (100, 200, 300, 400, 500, 600), aufweisend:
 - eine Basisplatte (1);
 - ein Gehäuse (3), das auf der Basisplatte (1) ausgebildet ist;
 - ein Leistungshalbleiterelement (5), das auf der Basisplatte (1) in dem Gehäuse (3) angeordnet ist; und
 - ein Steuerungshalbleiterelement (6), das in dem Gehäuse (3) angeordnet ist, wobei das Gehäuse (3) eine Öffnung (21) aufweist, die darin gegenüber der Basisplatte (1) ausgebildet ist, wobei:
 - die Halbleitervorrichtung weiter eine Abdeckung (23) aufweist, um die Öffnung (21) in dem Gehäuse (3) zu verschließen,
 - die Abdeckung (23) ein Loch (25) aufweist, das in mindestens einem Teil eines Bereichs ausgebildet ist, der in einer Draufsicht mit dem Steuerungshalbleiterelement (6) überlappt,
 - das Loch (25) in einer Draufsicht das gesamte Steuerungshalbleiterelement (6) überlappt,
 - das Steuerungshalbleiterelement (6) in dem Loch (25) angeordnet ist und
 - eine Hauptoberfläche (23A) der Abdeckung (23), die von der Basisplatte (1) abgewandt ist, an einer Position, die mit einer Hauptoberfläche (6A) des Steuerungshalbleiterelements (6), die von der Basisplatte (1) abgewandt ist, komplanar ist, oder an einer Position näher an der Basisplatte (1) als die Hauptoberfläche (6A) des Steuerungshalbleiterelements (6), die von der Basisplatte (1) abgewandt ist, angeordnet ist.

2. Halbleitervorrichtung (500) gemäß Anspruch 1, die weiter ein Peltier-Element (71) über der Hauptoberfläche (23A) der Abdeckung (23), die von der Basisplatte (1) abgewandt ist, aufweist.

3. Halbleitervorrichtung (100, 200, 300, 400, 500) gemäß einem der Ansprüche 1 und 2, wobei:

- das Steuerungshalbleiterelement (6) ein Gehäuse (61) aufweist, und
- das Gehäuse (61) eine Mehrzahl von Vertiefungen (63), die eine Tiefe von nicht weniger als 500 μm aufweisen, mindestens in einem Teil einer Oberfläche des Gehäuses aufweist.

4. Halbleitervorrichtung (600) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, die weiter ein hoch-wärmeleitfähiges Harz (36) aufweist, das die Innenseite des Gehäuses (3) füllt, sodass es das Leistungshalbleiterelement (5) umschließt, wobei das hoch-wärmeleitfähige Harz eine thermische Leitfähigkeit von nicht weniger als 0,5 W/(m - K) aufweist.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

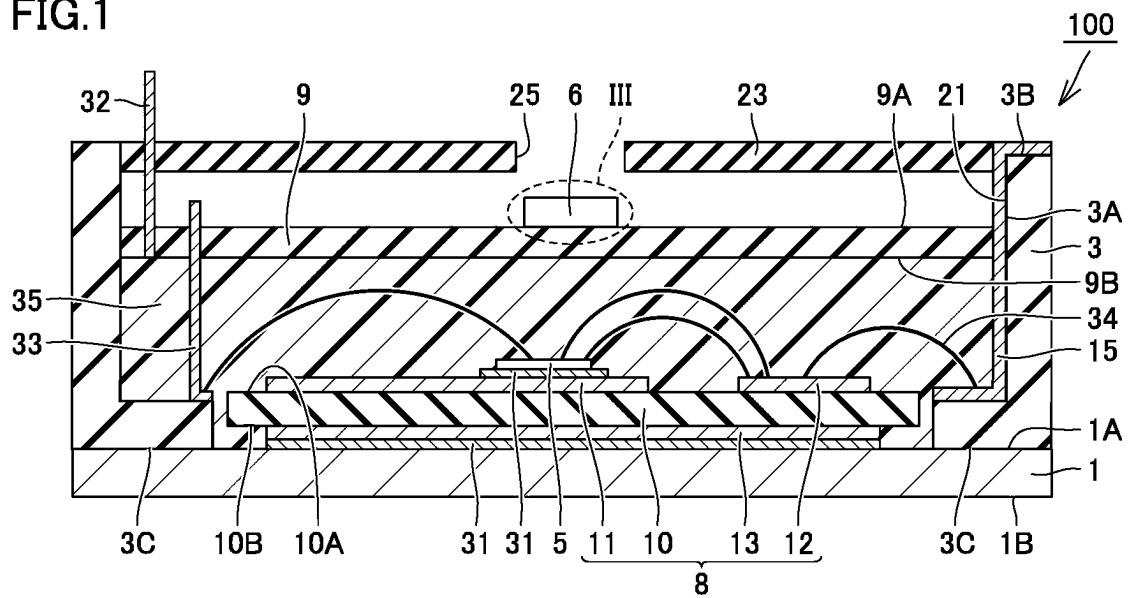


FIG.2

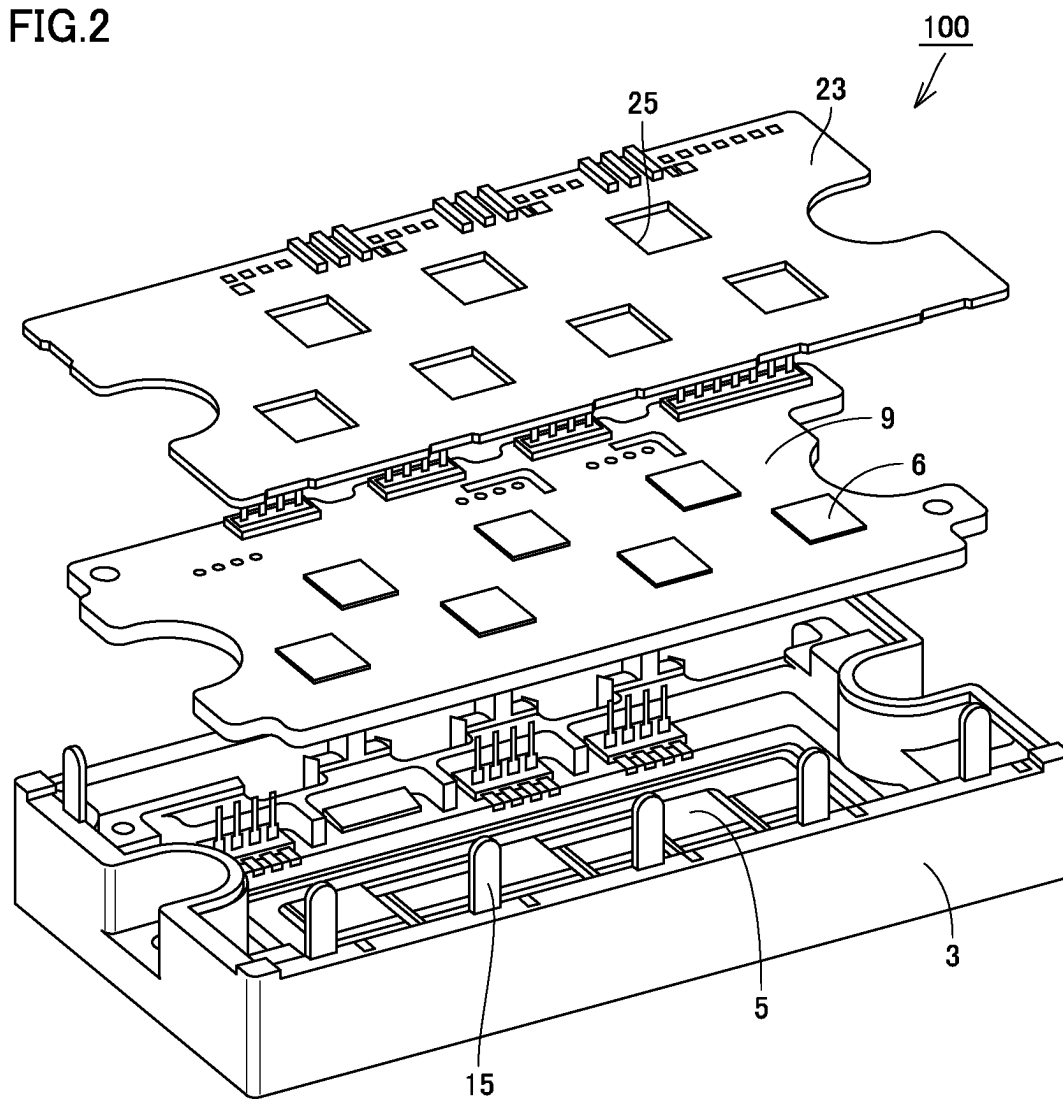


FIG.3

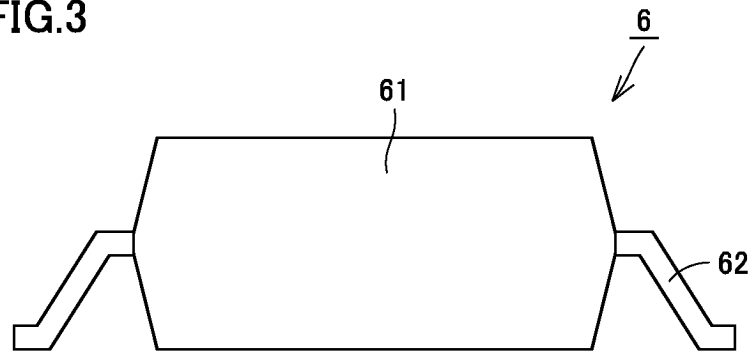


FIG.4

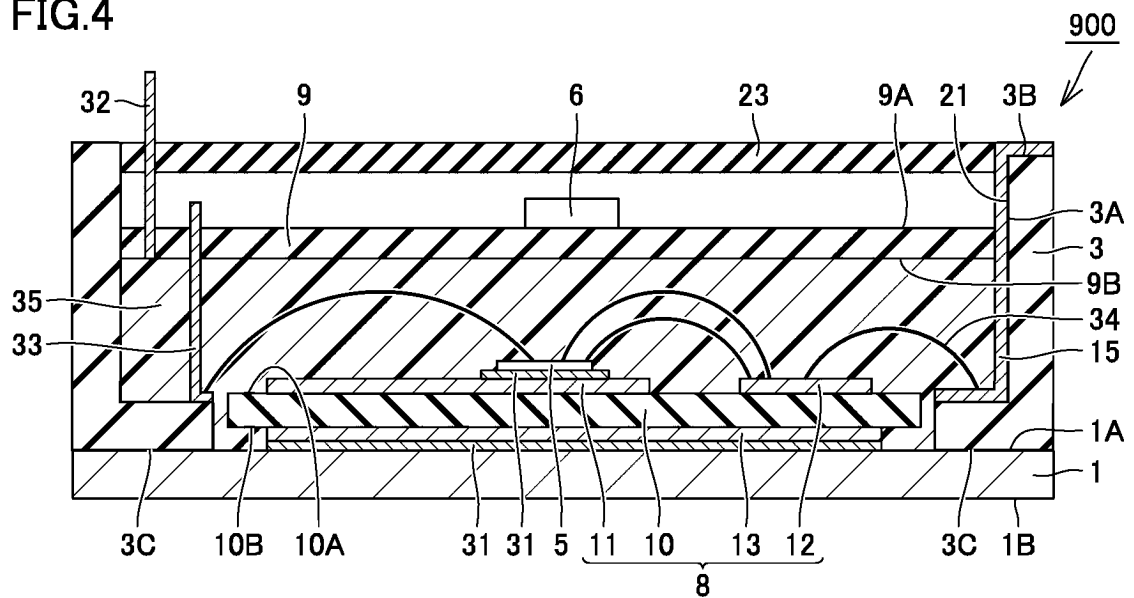


FIG.5

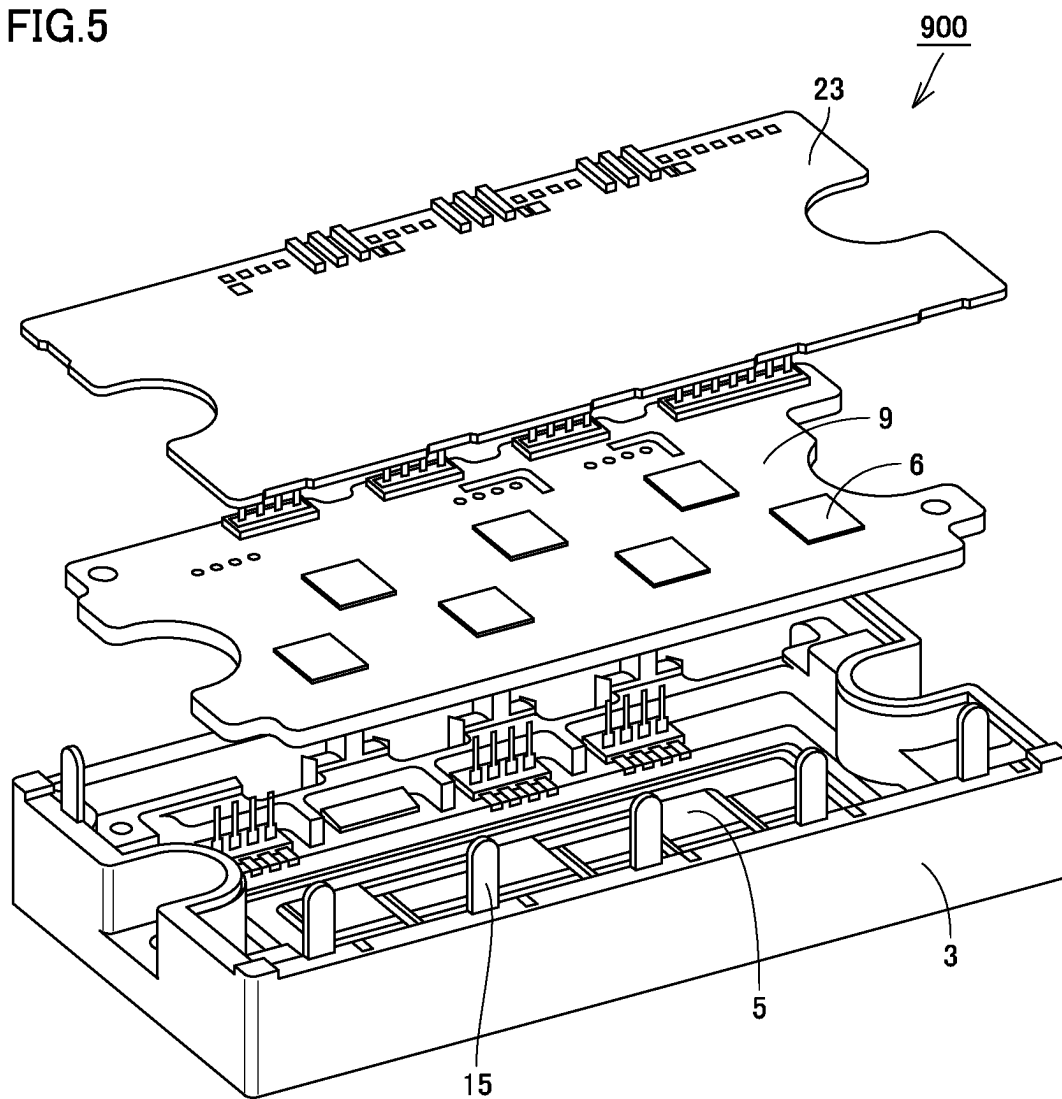


FIG.6

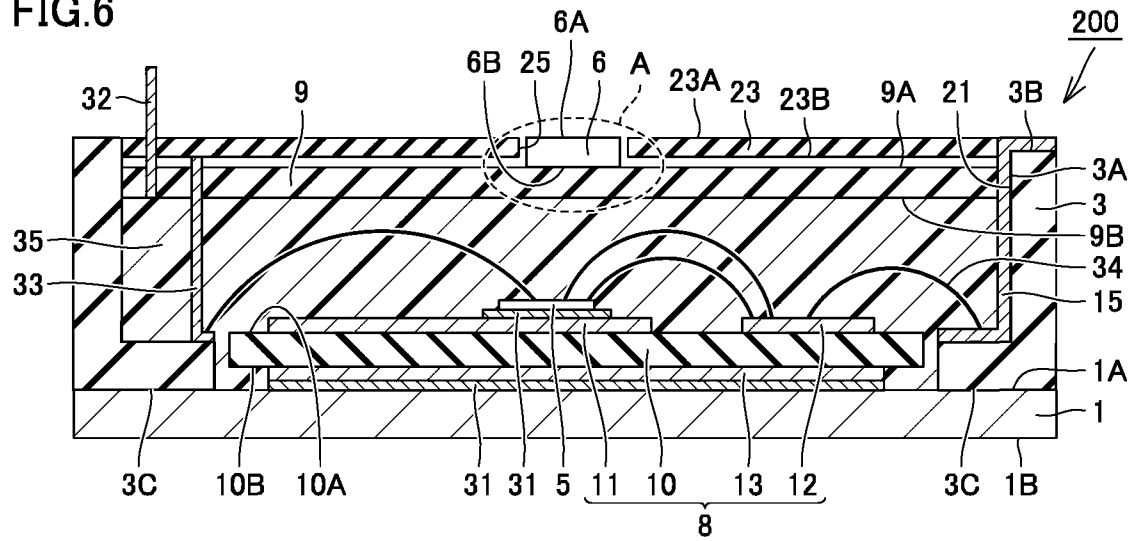


FIG.7

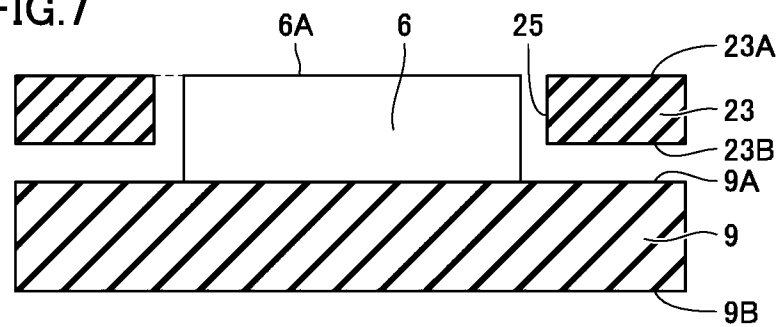


FIG.8

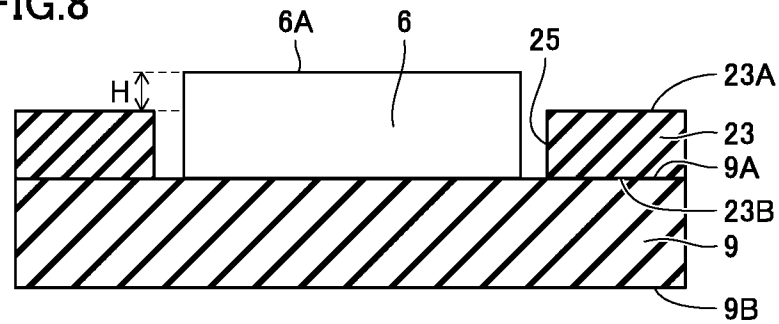


FIG.9

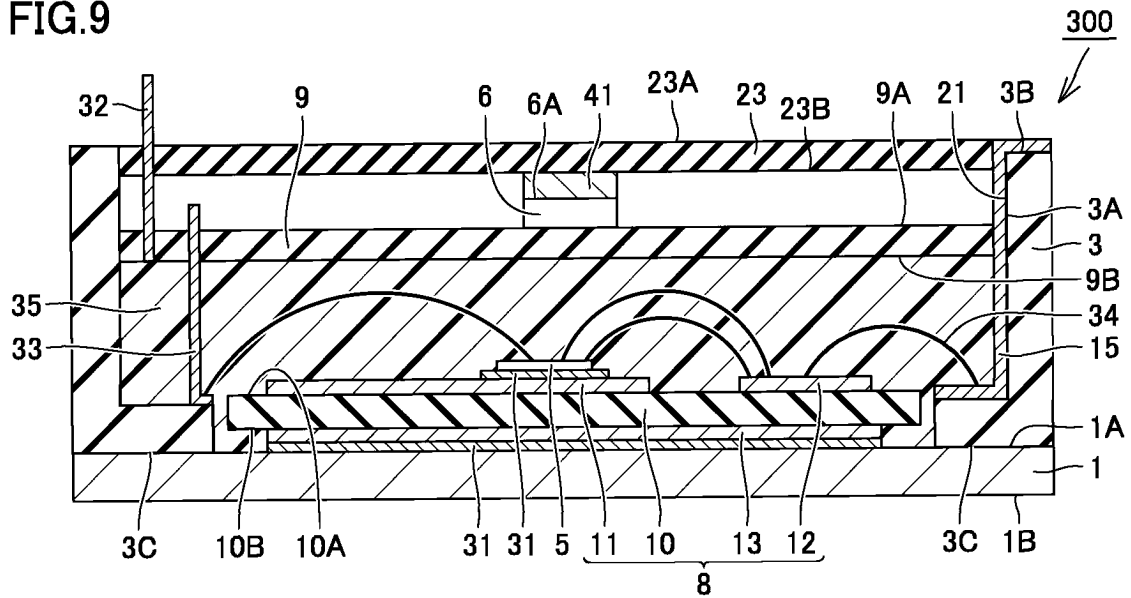


FIG.10

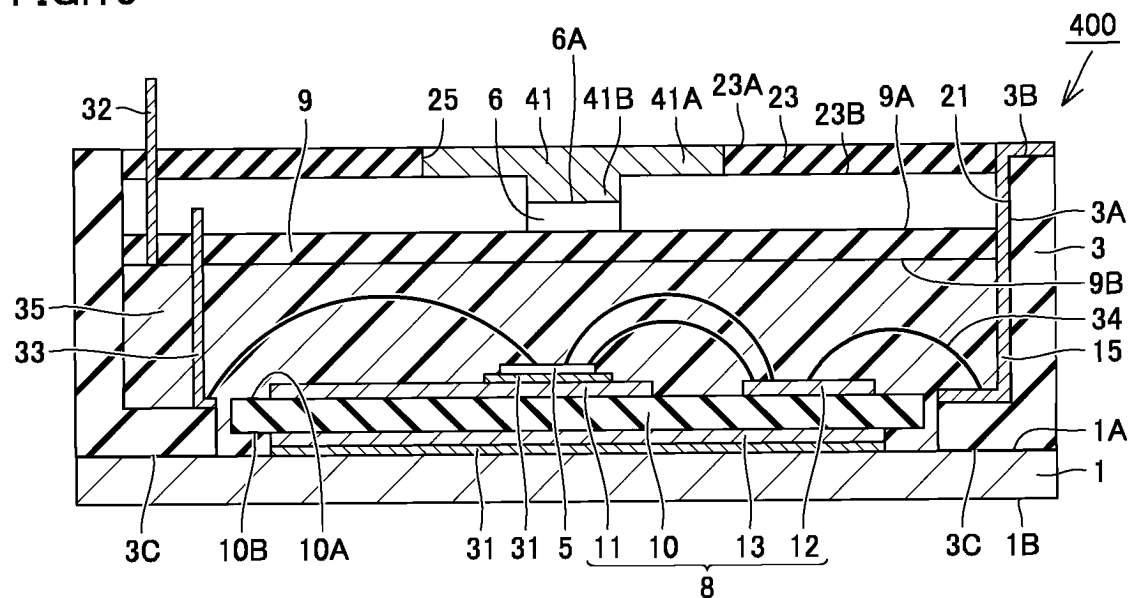


FIG.11

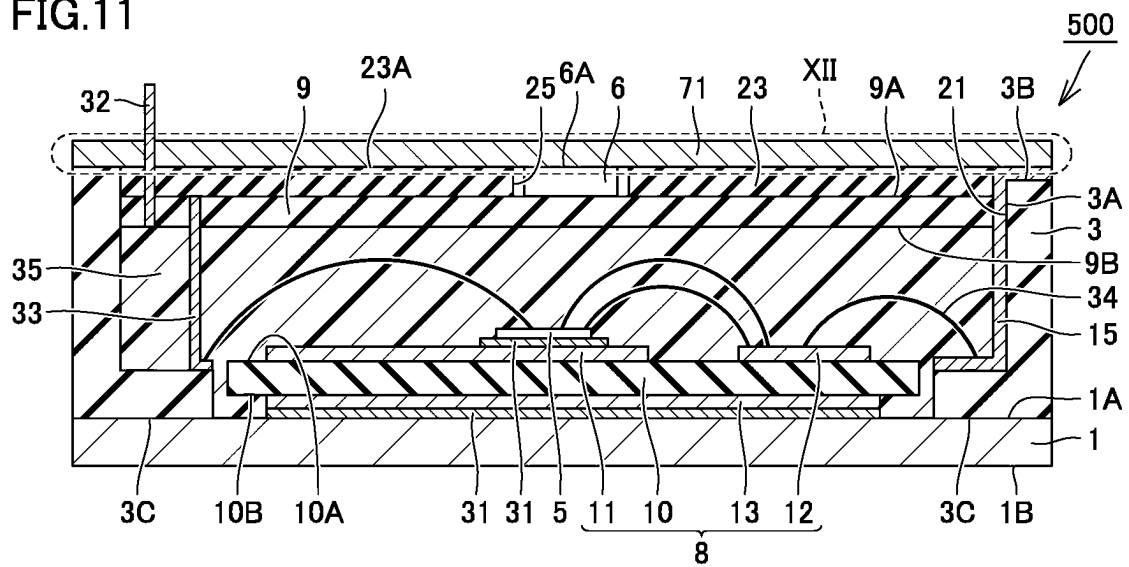


FIG.12

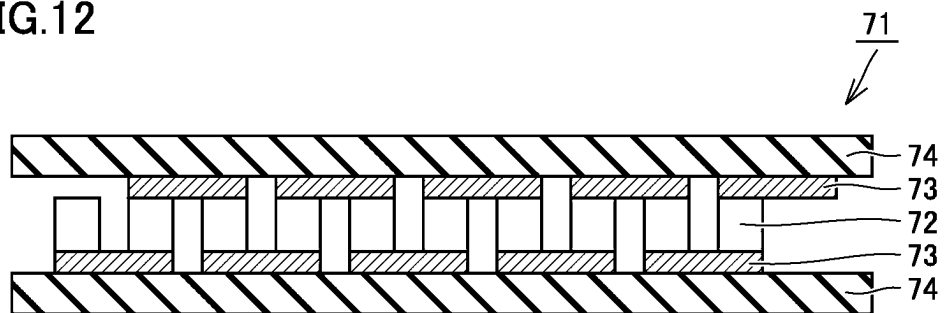


FIG.13

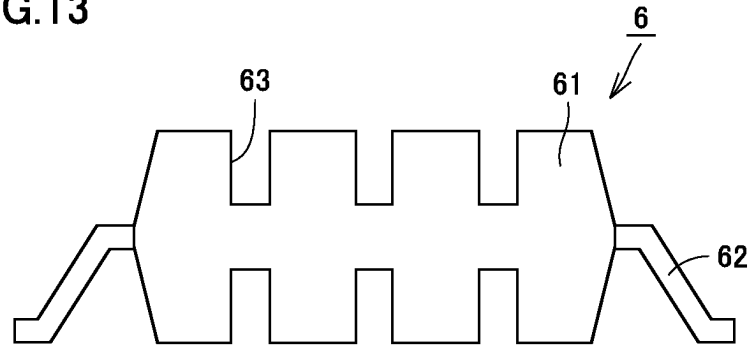


FIG.14

