



(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2023/218680**  
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜbkG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2022 007 183.4**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2022/039068**  
(86) PCT-Anmeldetag: **20.10.2022**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **16.11.2023**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **30.04.2025**

(51) Int Cl.: **H01L 23/36** (2006.01)  
**H10D 80/20** (2025.01)  
**H01L 23/488** (2006.01)  
**H01L 21/58** (2006.01)

(30) Unionspriorität:  
**2022-077863**      **11.05.2022**    **JP**  
  
(71) Anmelder:  
**Mitsubishi Electric Corporation, Tokyo, JP**

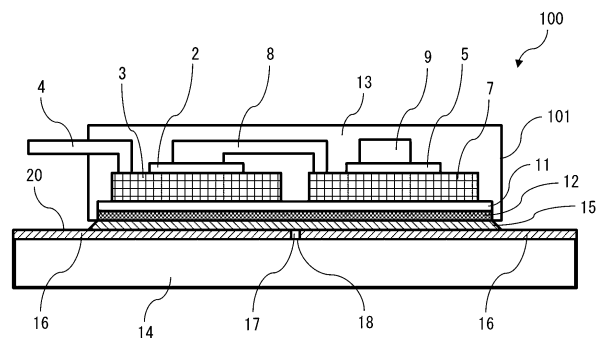
(74) Vertreter:  
**Hoffmann Eitle Patent- und Rechtsanwälte  
PartmbB, 81925 München, DE**  
  
(72) Erfinder:  
**Arata, Kazuki, Tokyo, JP; Ishii, Ryuichi, Tokyo, JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

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

(54) Bezeichnung: **Halbleiter-Vorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Eine Halbleitervorrichtung (100) umfasst: ein Leistungsmodul (101) mit einer Vielzahl von Halbleiterelementen; und einen Kühler (14) mit einer Kühlfläche (20), mit der das Leistungsmodul (101) über ein Verbindungselement (15) mit einem Lötmaterial thermisch verbunden ist. Die Vielzahl von Halbleiterelementen ist an solchen Positionen angeordnet, dass sie sich in einer Richtung senkrecht zur Kühlfläche (20) gesehen nicht überlappen, die Kühlfläche (20) weist einen vertieften Abschnitt (17) auf, und der vertiefte Abschnitt (17) ist an einer solchen Position, dass sie sich mit dem Verbindungselement (15) überlappt, das zwischen der Kühlfläche (20) und dem Leistungsmodul (101) vorgesehen ist, und dass sie sich mit keinem der Vielzahl von Halbleiterelementen überlappt, gesehen in der Richtung senkrecht zur Kühlfläche (20).



**Beschreibung**

## TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die vorliegende Offenbarung betrifft eine Halbleitervorrichtung.

## HINTERGRUND

**[0002]** In den letzten Jahren wurden die Kapazitäten von Halbleitervorrichtungen, die mit Hochleistungshalbleiterelementen bestückt sind, schrittweise erhöht. Um einen großen Strom durch ein Halbleiterelement einer Halbleitervorrichtung mit erhöhter Kapazität zu leiten, muss die im Halbleiterelement erzeugte Wärme effizient an einen Kühler übertragen werden. Angesichts dieser Notwendigkeit ist es bei einer solchen Halbleitervorrichtung mit erhöhter Kapazität erforderlich, den Wärmewiderstand eines Verbindungselements zu verringern, das zwischen dem Halbleiterelement und dem Kühler vorgesehen ist und die Strukturelemente miteinander verbindet.

**[0003]** Es wurde eine Konfiguration einer Halbleitervorrichtung offenbart, die eine Verringerung des Wärmewiderstands eines Verbindungselements mit einem Lötmaterial erreicht (siehe beispielsweise Patentdokument 1). In der in Patentdokument 1 offenbarten Konfiguration ist eine Plattierungsschicht, beispielsweise eine Nickel- oder Kupferplattierung, auf einer Oberfläche eines Leistungsmoduls vorgesehen, das mit einem Kühler verbunden werden soll. Dadurch wird die Benetzbarkeit durch das Lot verbessert. Diese Verbesserung bewirkt Folgendes: eine Verbesserung der Zuverlässigkeit der Verbindung zwischen dem Leistungsmodul und dem Kühler und eine Verringerung des Wärmewiderstands des Verbindungselements.

## ZITATENLISTE

## PATENTDOKUMENT

**[0004]** Patentdokument 1: Japanisches Patent Nr. 6183556

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

## AUFGABENSTELLUNG DER ERFINDUNG

**[0005]** In dem oben genannten Patentdokument 1 kann die Lötbarkeit verbessert werden, da die Plattierungsschicht auf der Oberfläche des Leistungsmoduls vorgesehen ist, das verbunden werden soll. Die mit der Plattierungsschicht versehene Halbleitervorrichtung muss einer Löttechnik unter Verwendung einer Ameisensäure-Reduktionsausrüstung oder einer Vakuumlöstechnik unter Verwendung eines hochaktiven Flussmittels unterzogen werden. Jede der Techniken führt jedoch zu einer Veränderung

der Lötbenetzbarkeit, wobei das Verbindungselement das Lötmaterial aufweist. Das Auftreten einer solchen Veränderung der Lötbenetzbarkeit führt zur Erzeugung eines Lötlochs. Insbesondere wird im Fall des Vorsehens einer Plattierungsschicht Gas aus einer organischen Komponente erzeugt, die in der Plattierungsschicht enthalten ist, bei einer Temperatur, bei der das Lot geschmolzen wird, und wenn das Gas nicht nach außen entladen wird, bildet das Gas einen Lot-Hohlraum. Wenn ein solcher Lot-Hohlraum zwischen einem Halbleiterelement und dem Kühler erzeugt wird, wird das Kühlen des Halbleiterelements durch den Lot-Hohlraum behindert und der Wärmewiderstand erhöht. Folglich entsteht das Problem, dass die Qualität der Halbleitervorrichtung vermindert werden könnte.

**[0006]** In Anbetracht dieses Problems ist es eine Aufgabe der vorliegenden Offenbarung, eine Halbleitervorrichtung vorzusehen, bei der die Verbindungsqualität eines Verbindungselements mit einem Lötmaterial verbessert ist und bei der eine Verringerung des Wärmewiderstands des Verbindungselements realisiert ist.

MITTEL ZUR LÖSUNG DER  
AUFGABENSTELLUNG

**[0007]** Eine Halbleitervorrichtung gemäß der vorliegenden Offenbarung umfasst: ein Leistungsmodul mit einer Vielzahl von Halbleiterelementen; und einen Kühler mit einer Kühlfläche, mit der das Leistungsmodul über ein Verbindungselement mit einem Lötmaterial thermisch verbunden ist. Die Vielzahl von Halbleiterelementen ist an solchen Positionen angeordnet, dass sie sich in einer Richtung senkrecht zur Kühlfläche gesehen nicht überlappen, die Kühlfläche weist einen vertieften Abschnitt auf, und der vertiefte Abschnitt ist an einer solchen Position angeordnet, dass er sich mit dem Verbindungselement überlappt, das zwischen der Kühlfläche und dem Leistungsmodul vorgesehen ist, und sich mit keinem der Vielzahl von Halbleiterelementen überlappt, gesehen in der Richtung senkrecht zur Kühlfläche.

## EFFEKT DER ERFINDUNG

**[0008]** Die Halbleitervorrichtung gemäß der vorliegenden Offenbarung umfasst: ein Leistungsmodul mit einer Vielzahl von Halbleiterelementen; und einen Kühler mit einer Kühlfläche, mit der das Leistungsmodul über ein Verbindungselement mit einem Lötmaterial thermisch verbunden ist. Die Vielzahl von Halbleiterelementen ist an solchen Positionen angeordnet, dass sie sich in einer Richtung senkrecht zur Kühlfläche nicht überlappen, wobei die Kühlfläche einen vertieften Abschnitt aufweist und der vertiefte Abschnitt an einer solchen Position angeordnet ist, dass er sich mit dem Verbindungselement überlappt, das zwischen der Kühlfläche und dem Leistungs-

dul vorgesehen ist, und sich nicht mit einem der Vielzahl von Halbleiterelementen überlappt, wenn man in der Richtung senkrecht zur Kühlfläche blickt. Folglich dient der vertiefte Abschnitt als ein Pfad, durch den Gas, das zwischen dem Leistungsmodul und dem Kühler erzeugt wird, zum Zeitpunkt des Verbindens des Leistungsmoduls und des Kühlers miteinander über das Verbindungselement nach außen entladen wird. Dieser Pfad führt zu einer Hemmung der Erzeugung eines Hohlraums, der zwischen dem Kühler und einem der Vielzahl von Halbleiterelementen verbleibt, wenn das Verbindungselement erstarrt. Daher kann die Verbindungsqualität des Verbindungselements verbessert werden und eine Verringerung des Wärmewiderstands des Verbindungselements kann realisiert werden.

#### KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[Fig. 1]** Fig. 1 ist eine Draufsicht, die schematisch eine Halbleitervorrichtung gemäß Ausführungsform 1 zeigt.

**[Fig. 2]** Fig. 2 ist eine Schnittansicht der Halbleitervorrichtung, die an der Schnittposition A-A in Fig. 1 aufgenommen wurde.

**[Fig. 3]** Fig. 3 ist eine Schnittansicht, die schematisch eine andere Halbleitervorrichtung gemäß Ausführungsform 1 zeigt.

**[Fig. 4]** Fig. 4 ist eine Schnittansicht, die schematisch eine Halbleitervorrichtung gemäß Ausführungsform 2 zeigt.

**[Fig. 5]** Fig. 5 ist eine schematische Schnittansicht einer Halbleitervorrichtung gemäß Ausführungsform 3.

**[Fig. 6]** Fig. 6 ist eine schematische Draufsicht einer Halbleitervorrichtung gemäß Ausführungsform 4.

**[Fig. 7]** Fig. 7 ist eine schematische Draufsicht einer Halbleitervorrichtung gemäß Ausführungsform 5.

**[Fig. 8]** Fig. 8 ist eine Schnittansicht der Halbleitervorrichtung, aufgenommen an der Schnittposition B-B in Fig. 7.

**[Fig. 9]** Fig. 9 ist eine Draufsicht, die schematisch eine andere Halbleitervorrichtung gemäß Ausführungsform 5 zeigt.

**[Fig. 10]** Fig. 10 ist eine Schnittansicht, die schematisch eine Halbleitervorrichtung gemäß Ausführungsform 6 zeigt.

#### BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0009]** Nachfolgend werden Halbleitervorrichtungen gemäß den Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Die Beschreibung wird gegeben,

während die gleichen oder zugehörigen Elemente und Abschnitte in den Zeichnungen mit den gleichen Referenzzeichen gekennzeichnet sind.

#### Ausführungsform 1

**[0010]** Fig. 1 ist eine schematische Draufsicht, die eine Halbleitervorrichtung 100 gemäß Ausführungsform 1 zeigt. In Bezug auf ein Dichtungsharz 13 zeigt Fig. 1 nur dessen äußere Form. Fig. 2 ist eine Schnittansicht der Halbleitervorrichtung 100, die an der Schnittposition A-A in Fig. 1 aufgenommen wurde. Die Halbleitervorrichtung 100 ist beispielsweise eine Vorrichtung zum Umwandeln von Eingangsstrom von Gleichstrom in Wechselstrom oder von Wechselstrom in Gleichstrom oder zum Umwandeln von Eingangsspannung in eine andere Spannung.

<Halbleitervorrichtung 100>

**[0011]** Wie in Fig. 2 gezeigt, umfasst die Halbleitervorrichtung 100: ein Leistungsmodul 101 mit einer Vielzahl von Halbleiterelementen; und einen Kühler 14. Der Kühler 14 weist eine Kühlfläche 20 auf, mit der das Leistungsmodul 101 über ein Verbindungselement 15 mit einem Lötmaterial thermisch verbunden ist. Auf diese Weise werden das Leistungsmodul 101 und der Kühler 14 miteinander verbunden und integriert, um die Halbleitervorrichtung 100 zu bilden. Die Vielzahl von Halbleiterelementen umfasst zwei Halbleiterelemente, die so angeordnet sind, dass sie aneinander angrenzen, wobei eines der beiden Halbleiterelemente als ein erstes Halbleiterelement definiert ist und ein anderes der beiden Halbleiterelemente als ein zweites Halbleiterelement definiert ist. Wie in Fig. 1 dargestellt, weist das Leistungsmodul 101 in der vorliegenden Ausführungsform erste Halbleiterelemente 1 und 2 und zweite Halbleiterelemente 5 und 6 auf. Obwohl das erste Halbleiterelement somit aus den beiden ersten Halbleiterelementen 1 und 2 und das zweite Halbleiterelement somit aus den beiden zweiten Halbleiterelementen 5 und 6 besteht, ist die vorliegende Offenbarung nicht darauf beschränkt, und sowohl das erste Halbleiterelement als auch das zweite Halbleiterelement können aus einem Halbleiterelement bestehen.

<Leistungsmodul 101>

**[0012]** Das Leistungsmodul 101 weist die ersten Halbleiterelemente 1 und 2, einen ersten Wärmeverteiler 3, die zweiten Halbleiterelemente 5 und 6, einen zweiten Wärmeverteiler 7, ein Isolierelement 11, eine Kupferplatte 12 und das Dichtungsharz 13 auf. Die ersten Halbleiterelemente 1 und 2 sind jeweils über ein Chip-Verbindungselement (nicht dargestellt) mit einer einseitigen Oberfläche des ersten Wärmeverteilers 3 elektrisch verbunden. Die zweiten

Halbleiterelemente 5 und 6 sind jeweils über ein Chip-Verbindungselement (nicht dargestellt) mit einer einseitigen Oberfläche des zweiten Wärmeverteilers 7 elektrisch verbunden. Der zweite Wärmeverteiler 7 ist Seite an Seite mit dem ersten Wärmeverteiler 3 mit einem Spalt dazwischen auf einer gleichen Ebene angeordnet. Für jedes der Chip-Verbindungselemente wird beispielsweise ein Lot oder ein gesintertes Material verwendet, das aus Ag-Nanopartikeln oder Cu-Nanopartikeln besteht. Wie in **Fig. 2** gezeigt, ist das Isoliererelement 11 mit einer seiner Oberflächen thermisch mit einer anderen Oberfläche des ersten Wärmeverteilers 3 und einer anderen Oberfläche des zweiten Wärmeverteilers 7 verbunden. Die Kupferplatte 12 ist mit einer ihrer Oberflächen thermisch mit einer anderen Oberfläche des Isoliererelements 11 verbunden. Das Dichtungsharz 13 dient in einem Zustand, in dem eine andere Oberfläche der Kupferplatte 12 freiliegt, als Abdeckung für den ersten Wärmeverteiler 3, den zweiten Wärmeverteiler 7, die ersten Halbleiterelemente 1 und 2, die zweiten Halbleiterelemente 5 und 6 und das Isoliererelement 11. Die während des Betriebs jedes der Halbleiterelemente erzeugte Wärme wird in dieser Reihenfolge auf das zugehörige Chip-Verbindungselement, das zugehörige Element des ersten Wärmeverteilers 3 und des zweiten Wärmeverteilers 7, das Isoliererelement 11 und die Kupferplatte 12 übertragen. Dann wird die Wärme über das Verbindungselement 15 auf die Kühlfläche 20 übertragen und vom Kühler 14 abgeleitet.

**[0013]** In der vorliegenden Ausführungsform hat das Leistungsmodul 101 eine Konfiguration eines sogenannten 2-in-1-Moduls, und wie in **Fig. 1** gezeigt, sind das erste Halbleiterelement 1 und das zweite Halbleiterelement 5 als Schaltelemente und das erste Halbleiterelement 2 und das zweite Halbleiterelement 6 als Gleichrichterelemente antiparallel geschaltet, wodurch das Leistungsmodul 101 zwei Paare von Elementen aufweist. Die Konfiguration des Leistungsmoduls 101 ist nicht darauf beschränkt, und eine erforderliche Anzahl von ersten Halbleiterelementen und eine erforderliche Anzahl von zweiten Halbleiterelementen können entsprechend der Verwendung der Halbleitervorrichtung 100 angebracht werden.

**[0014]** Es werden Konfigurationen von Leiterrahmen als Verbindungselemente im Leistungsmodul 101 beschrieben. In der vorliegenden Ausführungsform weist das Leistungsmodul 101 einen ersten Leiterrahmen 4, einen zweiten Leiterrahmen 8, einen dritten Leiterrahmen 9 und einen vierten Leiterrahmen 10 auf. Die Konfigurationen der Leiterrahmen sind nicht darauf beschränkt, und in einem Fall, in dem die Anzahl der montierten Halbleiterelemente wie oben beschrieben geändert wird, können die Konfigurationen der Leiterrahmen entsprechend der

Anzahl der montierten Halbleiterelemente geändert werden.

**[0015]** Der erste Leiterrahmen 4 hat: ein Ende, das über ein Leiterverbindungselement (nicht dargestellt) elektrisch mit der einseitigen Oberfläche des ersten Wärmeverteilers 3 verbunden ist; und ein anderes Ende, das aus dem Dichtungsharz 13 herausragt. Der zweite Leiterrahmen 8 stellt über ein zugehöriges Chip-Verbindungselement (nicht dargestellt) eine elektrische Verbindung mit einer einseitigen Oberfläche jedes der ersten Halbleiterelemente 1 und 2 her und stellt über Leiterverbindungselemente (nicht dargestellt) eine elektrische Verbindung mit der einseitigen Oberfläche des zweiten Wärmeverteilers 7 her, um diese einseitigen Oberflächen elektrisch miteinander zu verbinden. Der dritte Leiterrahmen 9 hat: ein Ende, das über ein zugehöriges Chip-Verbindungselement (nicht gezeigt) mit einer einseitigen Oberfläche jedes der zweiten Halbleiterelemente 5 und 6 elektrisch verbunden ist; und ein anderes Ende, das aus dem Dichtungsharz 13 herausragt. Der vierte Leiterrahmen 10 hat: ein Ende, das über ein Leiterverbindungselement (nicht dargestellt) elektrisch mit der einseitigen Oberfläche des zweiten Wärmeverteilers 7 verbunden ist; und ein anderes Ende, das aus dem Dichtungsharz 13 herausragt. Die Verbindungselemente der Zuleitungen werden beispielsweise durch Verbindungselemente realisiert, die jeweils ein Lötmaterial aufweisen, um eine elektrische Verbindung zwischen den Leiterrahmen und den Wärmeverteilern sicherzustellen. Ohne Einschränkung auf die Verbindung über die Verbindungselemente der Zuleitungen kann eine Metallverbindung unter Verwendung einer Ultraschallwelle oder eines Lasers oder dergleichen eingesetzt werden.

**[0016]** Jedes der Elemente des Leistungsmoduls 101 wird im Detail beschrieben. Als erstes Halbleiterelement 1 und zweites Halbleiterelement 5 wird beispielsweise ein Leistungshalbleiterelement verwendet, das ein Halbleiterelement zur Leistungssteuerung ist, wie beispielsweise ein Bipolartransistor mit isolierter Gate-Elektrode (IGBT) oder ein Metall-Oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistor (MOSFET). Die vorliegende Ausführungsform verwendet eine Konfiguration, in der: ein Schaltelement ohne parasitäre Diode, beispielsweise ein IGBT, verwendet wird; und ein Gleichrichterelement, beispielsweise eine Freilaufdiode, parallel vorgesehen ist. Ohne Beschränkung auf diese Konfiguration kann jedoch ein in Sperrrichtung leitender IGBT (RC-IGBT) verwendet werden, bei dem ein Schaltelement und eine Freilaufdiode miteinander integriert wurden. Alternativ kann eine Konfiguration verwendet werden, bei der ein MOSFET verwendet wird und eine parasitäre Diode des MOSFET als Freilaufdiode verwendet wird. Im Falle der Verwendung eines RC-IGBT oder dergleichen besteht jedes der ersten

Halbleiterelemente und der zweiten Halbleiterelemente aus einem Halbleiterelement.

**[0017]** Die ersten Halbleiterelemente 1 und 2 und die zweiten Halbleiterelemente 5 und 6 sind auf Halbleiterträgermaterialien ausgebildet, die jeweils aus einem Material wie Silizium, Siliziumkarbid (SiC) oder Galliumnitrid (GaN) bestehen, und es können Halbleiterelemente mit breitem Bandabstand verwendet werden, die jeweils aus einem Material wie Siliziumkarbid mit einem breiteren Bandabstand als Silizium bestehen. Bei Verwendung solcher Halbleiterelemente mit großer Bandlücke kann ein zeitlicher Änderungsbetrag  $di/dt$  des Stroms, der beim Schalten erzeugt wird, größer gemacht werden als bei Verwendung von Elementen, die jeweils aus Silizium bestehen. Darüber hinaus weist jedes der Halbleiterelemente mit großer Bandlücke einen niedrigen Einschaltwiderstand und eine hohe zulässige Stromdichte auf, weist einen geringen Leistungsverlust auf und erzeugt wenig Wärme, sodass die Chipfläche verringert werden kann. Da die Chipfläche verringert wird, kann das Leistungsmodul 101 verkleinert werden.

**[0018]** Der erste Wärmeverteiler 3, der zweite Wärmeverteiler 7, der erste Leiterraum 4, der zweite Leiterraum 8, der dritte Leiterraum 9 und der vierte Leiterraum 10 werden jeweils aus einem beliebigen Metallmaterial mit ausgezeichneter elektrischer Leitfähigkeit gebildet. Unter den Metallen mit ausgezeichneter elektrischer Leitfähigkeit ist ein Kupfermaterial als Material dieser Spreizer und Leiterraum besonders wünschenswert, und zwar unter dem Gesichtspunkt des elektrischen Widerstands, der Verarbeitbarkeit, der Kosten und dergleichen. Hier bezieht sich das Kupfermaterial auf reines Kupfer oder eine Kupferlegierung, die Kupfer als Hauptkomponente enthält.

**[0019]** Als Dichtungsharz 13 wird vorzugsweise ein Harz verwendet, dessen linearer Ausdehnungskoeffizient nahe dem linearen Ausdehnungskoeffizienten jedes der ersten Wärmespreizer 3, der zweiten Wärmespreizer 7, des ersten Leiterraums 4, des zweiten Leiterraums 8, des dritten Leiterraums 9 und des vierten Leiterraums 10 aufweist, wird vorzugsweise verwendet, um eine Zunahme der thermischen Degenerationskraft, die aufgrund des Unterschieds zwischen den linearen Ausdehnungskoeffizienten ausgeübt wird, nicht zuzulassen. Da reines Kupfer einen linearen Ausdehnungskoeffizienten von 16 [ppm/K] bis 17 [ppm/K] aufweist, beträgt der lineare Ausdehnungskoeffizient des Dichtungsharzes 13 vorzugsweise 15 [ppm/K] bis 18 [ppm/K]. Das Dichtungsharz 13 ist beispielsweise ein anorganischer Füllstoff, der in einem wärmehärtenden Harz, beispielsweise einem Epoxidharz, enthalten ist.

**[0020]** Das Isolierelement 11 muss die Fähigkeit zur Wärmeableitung besitzen, d. h. die Wärme, die beim Betrieb der ersten Halbleiterelemente 1 und 2 und der zweiten Halbleiterelemente 5 und 6 erzeugt wird, muss übertragen und an die Kühlvorrichtung 14 abgegeben werden, während gleichzeitig eine elektrische Isolierung zwischen der Seite der Halbleiterelemente und der Seite der Kupferplatte 12 gewährleistet sein muss. Das Isolierelement 11 wird beispielsweise durch Füllen eines wärmehärtenden Harzes mit einem anorganischen Füllstoff erhalten, der hohe Wärmeleitfähigkeit und Isolationseigenschaften aufweist. Das Isolierelement 11 haftet die Kupferplatte 12 und sowohl den ersten Wärmeverteiler 3 als auch den zweiten Wärmeverteiler 7 durch eine wärmehärtende Reaktion des Harzes. Hier wird das Isolierelement 11 aus einem Material gebildet, das sowohl Wärmeableitungseigenschaften als auch Isolationseigenschaften und Haftvermögen aufweist, und weist eine Struktur auf, in der ein anorganischer Pulverfüllstoff mit hohen Wärmeleitungseigenschaften, beispielsweise Keramikpartikel, in einem wärmehärtenden Harz, beispielsweise einem Epoxidharz, enthalten ist. Als anorganischer Füllstoff mit hohen Wärmeleitungseigenschaften sind Keramikpartikel aus Aluminiumnitrid, Siliziumnitrid, Bornitrid, Aluminiumoxid (Tonerde), Siliziumoxid (Kiesel-erde), Magnesiumoxid, Zinkoxid, Titanoxid oder dergleichen geeignet. Jeder dieser Typen anorganischer Füllstoffe kann einzeln verwendet werden, oder zwei oder mehr dieser Typen anorganischer Füllstoffe können gemischt und verwendet werden.

<Kühler 14>

**[0021]** Der Kühler 14 mit der Kühlfläche 20, mit der das Leistungsmodul 101 thermisch verbunden ist, muss eine hohe Kühlleistung aufweisen. Der Kühler 14 umfasst eine Vielzahl von Rippen zur Wärmeableitung (nicht dargestellt), um die vom Leistungsmodul 101 übertragene Wärme effizient abzuleiten. Die Rippen zur Wärmeableitung sind beispielsweise an einem Abschnitt des Kühlers 14 auf einer der Seite des Leistungsmoduls 101 gegenüberliegenden Seite vorgesehen. Der Kühler 14 kann ein Flüssigkeitskühler oder ein Luftkühler sein. In der vorliegenden Ausführungsform wird der Kühler 14 durch einen Kühlkörper aus Metall in Form einer flachen Platte realisiert. Der Kühler 14 ist jedoch nicht darauf beschränkt und kann ein Flüssigkeitskühler mit einem Strömungsweg sein, in dem eine Kühlflüssigkeit fließt. Der Kühler 14 ist vorzugsweise beispielsweise aus einem beliebigen Material gebildet, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Kupfer, Aluminium, Kupferlegierungen und Aluminiumlegierungen besteht. Ein besonders geeignetes Material des Kühlers 14 ist Aluminium oder eine Aluminiumlegierung als aluminiumhaltige Legierung, die jeweils leicht sind und eine ausgezeichnete Verarbeitbarkeit aufweisen. In einem Fall, in dem das Material des

Kühlers 14 Aluminium oder eine Aluminiumlegierung ist, kann die Gewichtung der Halbleitervorrichtung 100 verringert werden. Außerdem kann die Produktivität der Halbleitervorrichtung 100 verbessert werden.

**[0022]** Die Oberfläche der anderen Seite der Kupferplatte 12 des Leistungsmoduls 101, die vom Dichtungsharz 13 freigelegt ist, ist über das Verbindungselement 15 thermisch mit der Kühlfläche 20 des Kühlers 14 verbunden. Die Kühlfläche 20 des Kühlers 14 muss eine hohe Lötbenetzbarkeit aufweisen, um das Leistungsmodul 101 über das Verbindungselement 15 mit einer hohen Verbindungsqualität an die Kühlfläche 20 anzulöten. Daher ist es wünschenswert, dass das Material des Kühlers 14 Kupfer mit einer Lötbenetzbarkeit ist. In einem Fall, in dem das Material eines Körperabschnitts des Kühlers 14 Aluminium oder eine Aluminiumlegierung wie oben beschrieben ist, ist es jedoch optimal, eine Plattierungsschicht 16 mit einer Lötbenetzbarkeit als Kühlfläche 20 des Kühlers 14 vorzusehen, wobei Kupfer als Material der Plattierungsschicht 16 verwendet wird. Anstatt die Plattierungsschicht 16 direkt auf dem Aluminium oder der Aluminiumlegierung vorzusehen, kann eine Nickelplattierungsschicht (nicht gezeigt) als Basisplattierungsschicht vorgesehen werden, um die Eigenschaften des engen Kontakts bei der Plattierung und die Lötbenetzbarkeit der Oberfläche zu verbessern.

**[0023]** In der vorliegenden Ausführungsform ist das Material des Kühlers 14 Aluminium oder eine Aluminiumlegierung, und, wie in **Fig. 2** gezeigt, ist die Plattierungsschicht 16 auf der Seite des Leistungsmoduls 101 des Kühlers 14 vorgesehen. Daher ist die Kühlfläche 20 eine Oberfläche der Plattierungsschicht 16 mit einer Lötbenetzbarkeit. Das heißt, von den Verbindungsflächen, an denen das Leistungsmodul 101 und der Kühler 14 über das Verbindungselement 15 miteinander verbunden sind, ist eine Verbindungsfläche die Oberfläche auf der anderen Seite der Kupferplatte 12 und die andere Verbindungsfläche, das heißt die Kühlfläche 20, ist die Plattierungsschicht 16, die auf der Oberfläche des Kühlers 14 vorgesehen ist.

<Vertiefter Abschnitt 17 der Kühlfläche 20>

**[0024]** Ein vertiefter Abschnitt 17 der Kühlfläche 20, der ein Hauptabschnitt der vorliegenden Offenbarung ist, wird beschrieben. Die ersten Halbleiterelemente 1 und 2 und die zweiten Halbleiterelemente 5 und 6 als eine Vielzahl von Halbleiterelementen sind an solchen Positionen angeordnet, dass sie sich in einer Richtung senkrecht zur Kühlfläche 20 gesehen nicht überlappen. Die Kühlfläche 20 weist den vertieften Abschnitt 17 auf. Der vertiefter Abschnitt 17 ist an einer solchen Position angeordnet, dass er sich mit dem Verbindungselement 15, das zwischen der

Kühlfläche 20 und dem Leistungsmodul 101 vorgesehen ist, überlappt und sich nicht mit einem der ersten Halbleiterelemente 1 und 2 und der zweiten Halbleiterelemente 5 und 6 überlappt, gesehen in der Richtung senkrecht zur Kühlfläche 20. Der vertiefter Abschnitt 17 durchdringt die Plattierungsschicht 16, sodass ein Element auf einer Unterseite in Bezug auf die Plattierungsschicht 16 freigelegt wird. Das freigelegte Element auf der Unterseite weist eine geringere Lötbenetzbarkeit als die Plattierungsschicht 16 auf. Der freigelegte Abschnitt des Elements auf der Unterseite ist eine Oberfläche mit vertieftem Abschnitt 18. In der vorliegenden Ausführungsform besteht das freiliegende Element auf der unteren Seite aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung.

**[0025]** Im Falle des Vorsehens der Plattierungsschicht 16 wird Gas aus einer organischen Komponente, die in der Plattierungsschicht 16 enthalten ist, bei einer Temperatur erzeugt, bei der das Lot geschmolzen wird, und wenn das Gas nicht nach außen entladen wird, bildet das Gas einen Lot-Hohlraum. Wenn ein solcher Lot-Hohlraum zwischen einem der Halbleiterelemente und dem Kühler 14 erzeugt wird, wird die Kühlung des Halbleiterelements durch den Lot-Hohlraum behindert und der Wärmewiderstand erhöht. Folglich wird die Qualität der Halbleitervorrichtung 100 verringert. Fälle, in denen ein solcher Hohlraum erzeugt wird, sind nicht auf den Fall beschränkt, in dem ein Hohlraum von der Plattierungsschicht 16 erzeugt wird, und umfassen auch einen Fall, in dem: zum Zeitpunkt des Schmelzens des Verbindungselements 15 ein Spalt zwischen dem Verbindungselement 15 und einem anderen Element vorhanden ist; und ein Hohlraum durch den Abschnitt am Spalt verursacht wird.

**[0026]** Da sich der vertiefter Abschnitt 17 jedoch an einer solchen Position auf der Kühlfläche 20 befindet, dass er sich nicht mit einem der ersten Halbleiterelemente 1 und 2 und der zweiten Halbleiterelemente 5 und 6 überlappt, dient der vertiefter Abschnitt 17 als ein Pfad dient, durch den Gas, das zwischen dem Leistungsmodul 101 und dem Kühler 14 erzeugt wird, zum Zeitpunkt des Verbindens des Leistungsmoduls 101 und des Kühlers 14 miteinander über das Verbindungselement 15 nach außen entladen wird. Folglich wird selbst wenn ein Lot-Hohlraum erzeugt wird, der Lot-Hohlraum durch die Entladung durch den vertieften Abschnitt 17 nach außen beseitigt. Da der Lot-Hohlraum durch die Entladung durch den vertieften Abschnitt 17 nach außen beseitigt wird, ist es möglich, die Erzeugung eines Hohlraums zu verhindern, der zwischen dem Kühler 14 und einem der ersten Halbleiterelemente 1 und 2 und den zweiten Halbleiterelementen 5 und 6 verbleibt, wenn das Verbindungselement 15 erstarrt. Da die Erzeugung eines Hohlraums, der zwischen dem Kühler 14 und einem der ersten Halbleiterelemente 1 und 2 und den zweiten Halbleiterelementen 5 und 6

verbleibt, verhindert wird, wird der Zwischenraum zwischen dem Kühler 14 und jedem der ersten Halbleiterelemente 1 und 2 und den zweiten Halbleiterelementen 5 und 6 mit dem Verbindungselement 15 und der Plattierungsschicht 16 gefüllt. Daher kann die Verbindungsqualität des Verbindungselements 15 mit dem Lötmaterial verbessert werden und eine Verringerung des Wärmewiderstands des Verbindungselements 15 erreicht werden. Da außerdem der Zwischenraum zwischen dem Kühler 14 und jedem der ersten Halbleiterelemente 1 und 2 und der zweiten Halbleiterelemente 5 und 6 mit dem Verbindungselement 15 und der Plattierungsschicht 16 gefüllt ist, kann die in jedem der Halbleiterelemente erzeugte Wärme effizient an den Kühler 14 übertragen werden.

**[0027]** In der vorliegenden Ausführungsform befindet sich der vertiefte Abschnitt 17 zwischen dem ersten Wärmeverteiler 3 und dem zweiten Wärmeverteiler 7 an einer Position, an der er sich beispielsweise in der Richtung senkrecht zur Kühlfläche 20 weder mit dem ersten Wärmeverteiler 3 noch mit dem zweiten Wärmeverteiler 7 überlappt. Bei einer solchen Konfiguration ist der vertiefte Abschnitt 17 nicht zwischen dem Kühler 14 und entweder dem ersten Wärmeverteiler 3 oder dem zweiten Wärmeverteiler 7 vorhanden, und der Zwischenraum zwischen dem Kühler 14 und jedem des ersten Wärmeverteilers 3 und des zweiten Wärmeverteilers 7 ist mit dem Verbindungselement 15 und der Plattierungsschicht 16 gefüllt. Daher kann nicht nur die in jedem der Halbleiterelemente erzeugte Wärme, sondern auch die in jedem der Leiterraum und der Wärmeverteiler erzeugte Wärme effizient an den Kühler 14 übertragen werden. Die Lage des vertieften Abschnitts 17 ist nicht darauf beschränkt, und der vertiefte Abschnitt 17 kann in einem anderen Bereich angeordnet sein, solange: die Übertragung von Wärme durch den vertieften Abschnitt 17 nicht behindert wird; und der Bereich sich an einer Position befindet, an der er sich nicht mit einem der ersten Halbleiterelemente 1 und 2 und der zweiten Halbleiterelemente 5 und 6 überlappt. Selbst wenn sich der vertiefte Abschnitt 17 in einem anderen Bereich befindet, kann eine Verringerung des Wärmewiderstands des Verbindungselements 15 und eine Verhinderung eines Lötmittehlraums erzielt werden.

**[0028]** In der vorliegenden Ausführungsform besteht das freiliegende Element auf der unteren Seite aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung und weist eine geringere Lötmittehlenetzbarkeit als die Plattierungsschicht 16 auf. In einer solchen Konfiguration sind das Verbindungselement 15 und die Oberfläche mit dem vertieften Abschnitt 18 in dem vertieften Abschnitt 17 nicht miteinander verbunden, wodurch ein Pfad, durch den Gas nach außen entladen wird, sicher in dem vertieften Abschnitt 17 gebildet werden kann.

**[0029]** In der vorliegenden Ausführungsform ist der vertiefte Abschnitt 17 eine Nut, die sich von dem Verbindungselement 15 nach außen erstreckt und zwischen der Kühlfläche 20 und dem Leistungsmodul 101 vorgesehen ist, gesehen in der Richtung senkrecht zur Kühlfläche 20. Da der vertiefte Abschnitt 17 in einer solchen Konfiguration einen Abschnitt aufweist, der sich von dem Verbindungselement 15 nach außen erstreckt, kann Gas leicht nach außen entladen werden. Ohne Einschränkung auf die Konfiguration, in der der vertiefte Abschnitt 17 so angeordnet ist, dass er sich nach außen von dem Verbindungselement 15 erstreckt, kann der vertiefte Abschnitt 17 lediglich innerhalb des Verbindungselements 15 angeordnet sein. In einem Fall, in dem der vertiefte Abschnitt 17 innerhalb des Verbindungselements 15 angeordnet ist, kann Gas nicht nach außen entladen werden, aber es kann in den vertieften Abschnitt 17 entladen werden. Außerdem können in dem Fall, in dem der vertiefte Abschnitt 17 lediglich innerhalb des Verbindungselements 15 angeordnet ist, Wasser, Fremdkörper oder dergleichen daran gehindert werden, von außen durch den vertieften Abschnitt 17 in das Innere der Halbleitervorrichtung 100 einzudringen.

**[0030]** Es wird ein Beispiel für ein Verfahren zum Ausbilden des vertieften Abschnitts 17 in dem Kühler 14 beschrieben. Die Plattierungsschicht 16 ist auf der Gesamtheit des Kühlers 14 vorgesehen, und dann wird ein Teil der Plattierungsschicht 16 in einem Bereich, der als vertiefter Abschnitt 17 ausgebildet werden soll, geschnitten und entfernt, wodurch der vertiefte Abschnitt 17 ausgebildet werden kann. Durch diese Ausbildung des vertieften Abschnitts 17 kann der vertiefte Abschnitt 17 leicht und kostengünstig ausgebildet werden. In der vorliegenden Ausführungsform durchdringt der vertiefte Abschnitt 17 die Plattierungsschicht 16, so dass das Element auf der Unterseite in Bezug auf die Plattierungsschicht 16 freigelegt wird, und durch die Anwendung dieses Formverfahrens kann der vertiefte Abschnitt 17 leicht geformt werden, wodurch die Produktivität der Halbleitervorrichtung 100 verbessert werden kann. Das Verfahren zum Ausbilden des vertieften Abschnitts 17 ist nicht darauf beschränkt und kann ein Verfahren sein, das umfasst: Maskieren eines Abschnitts, an dem der vertiefte Abschnitt 17 zum Zeitpunkt des Plattierens auszubilden ist; und Plattieren von Abschnitten des Kühlers 14 mit Ausnahme des Abschnitts, an dem der vertiefte Abschnitt 17 auszubilden ist.

**[0031]** In der vorliegenden Ausführungsform ist das Material des Kühlers 14 Aluminium oder eine Aluminiumlegierung, und die Plattierungsschicht 16 ist auf der Seite des Leistungsmoduls 101 des Kühlers 14 vorgesehen. Das Material des Kühlers 14 kann jedoch, ohne darauf beschränkt zu sein, Kupfer oder eine Kupferlegierung sein, und eine Plattier-

ungsschicht 16 mit Nickel oder Zinn kann auf der Seite des Leistungsmoduls 101 des Kühlers 14 vorgesehen sein.

**[0032]** In dem Fall, dass das Material des Kühlers 14 Kupfer oder eine Kupferlegierung ist, kann der vertiefte Abschnitt 17 in der Kühlfläche 20 vorgesehen sein, die die Oberfläche auf der Seite des Leistungsmoduls 101 des Kühlers 14 ist, die aus dem Kupfer oder der Kupferlegierung besteht, ohne die Plattierungsschicht 16 vorzusehen, wie in **Fig. 3** gezeigt. **Fig. 3** ist eine schematische Schnittansicht, die eine andere Halbleitervorrichtung 100 gemäß Ausführungsform 1 zeigt und einen Querschnitt der anderen Halbleitervorrichtung 100 zeigt, der an derselben Position wie in **Fig. 2** aufgenommen wurde. In dieser Konfiguration ist die Plattierungsschicht 16 nicht vorgesehen, und daher kommt es nicht zur Erzeugung von Gas aus der Plattierungsschicht 16. Es gibt jedoch auch einen Fall, in dem: zum Zeitpunkt des Schmelzens des Verbindungselements 15 ein Spalt zwischen dem Verbindungselement 15 und einem anderen Element vorhanden ist; und durch den Abschnitt am Spalt ein Hohlraum verursacht wird. Dieser Fall wird behandelt, das heißt, ein solcher Hohlraum kann durch Entladen des vertieften Abschnitts 17 nach außen beseitigt werden. Eine Aluminiumschicht kann auf der Oberfläche 18 des vertieften Abschnitts 17 durch Sputtern oder dergleichen gebildet werden, um in dem vertieften Abschnitt 17 sicher einen Pfad zum Beseitigen eines Hohlraums durch Entladen zu bilden.

**[0033]** Wie oben beschrieben, umfasst die Halbleitervorrichtung 100 gemäß Ausführungsform 1: das Leistungsmodul 101 mit den ersten Halbleiterelementen 1 und 2 und den zweiten Halbleiterelementen 5 und 6; und den Kühler 14 mit der Kühlfläche 20, mit der das Leistungsmodul 101 über das Verbindungselement 15 mit dem Lötmaterial thermisch verbunden ist. Die ersten Halbleiterelemente 1 und 2 und die zweiten Halbleiterelemente 5 und 6 sind an solchen Positionen angeordnet, dass sie sich in der Richtung senkrecht zur Kühlfläche 20 nicht überlappen, die Kühlfläche 20 weist den vertieften Abschnitt 17 auf und der vertiefte Abschnitt 17 ist an einer Position, dass er sich mit dem Verbindungselement 15, das zwischen der Kühlfläche 20 und dem Leistungsmodul 101 vorgesehen ist, überlappt und sich nicht mit einem der ersten Halbleiterelemente 1 und 2 und der zweiten Halbleiterelemente 5 und 6 überlappt, gesehen in der Richtung senkrecht zur Kühlfläche 20. Folglich dient der vertiefte Abschnitt 17 als ein Pfad, durch den Gas, das zwischen dem Leistungsmodul 101 und dem Kühler 14 erzeugt wird, zum Zeitpunkt des Verbindens des Leistungsmoduls 101 und des Kühlers 14 miteinander über das Verbindungselement 15 nach außen entladen wird. Dieser Weg führt zu einer Hemmung der Erzeugung eines Hohlraums, der zwischen dem Kühler 14 und einem

der ersten Halbleiterelemente 1 und 2 und den zweiten Halbleiterelementen 5 und 6 verbleibt, wenn das Verbindungselement 15 erstarrt. Daher kann die Verbindungsqualität des Verbindungselements 15 verbessert werden und eine Verringerung des Widerstands des Verbindungselements 15 kann realisiert werden.

**[0034]** Es gibt einen Fall, in dem: das Leistungsmodul 101 den ersten Wärmeverteiler 3 mit einer einseitigen Oberfläche aufweist, mit der die ersten Halbleiterelemente 1 und 2 elektrisch verbunden sind, und der zweite Wärmeverteiler 7 neben dem ersten Wärmeverteiler 3 mit einem Spalt dazwischen auf einer gleichen Ebene angeordnet ist, wobei der zweite Wärmeverteiler 7 eine einseitige Oberfläche aufweist, mit der die zweiten Halbleiterelemente 5 und 6 elektrisch verbunden sind; und der vertiefte Abschnitt 17 zwischen dem ersten Wärmeverteiler 3 und dem zweiten Wärmeverteiler 7 an einer Position angeordnet ist, an der er beispielsweise in der Richtung senkrecht zur Kühlfläche 20 weder den ersten Wärmeverteiler 3 noch den zweiten Wärmeverteiler 7 überlappt. In diesem Fall ist der vertiefte Abschnitt 17 nicht zwischen dem Kühler 14 und entweder dem ersten Wärmeverteiler 3 oder dem zweiten Wärmeverteiler 7 vorhanden, und somit kann nicht nur die in jedem der Halbleiterelemente erzeugte Wärme, sondern auch die in jedem der Leiterrahmen und der Wärmeverteiler erzeugte Wärme effizient an den Kühler 14 übertragen werden.

**[0035]** In einem Fall, in dem die Kühlfläche 20 eine Oberfläche der Plattierungsschicht 16 mit einer Lötbenetzbarkeit ist und der vertiefte Abschnitt 17 die Plattierungsschicht 16 durchdringt, beispielsweise so, dass ein Element auf einer bezüglich der Plattierungsschicht 16 unteren Seite freiliegt, kann das Leistungsmodul 101 mit einer hohen Verbindungsqualität an den Kühler 14 gelötet werden, und der vertiefte Abschnitt 17 kann leicht und kostengünstig geformt werden.

**[0036]** In einem Fall, in dem das freiliegende Element auf der unteren Seite eine geringere Lötbenetzbarkeit als die Plattierungsschicht 16 aufweist, sind das Verbindungselement 15 und die Oberfläche des vertieften Abschnitts 18 in dem vertieften Abschnitt 17 nicht miteinander verbunden, wodurch ein Pfad, durch den Gas nach außen entladen wird, sicher in dem vertieften Abschnitt 17 gebildet werden kann. In einem Fall, in dem das freiliegende Element auf der unteren Seite aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung besteht, kann die Gewichtung der Halbleitervorrichtung 100 verringert und die Produktivität der Halbleitervorrichtung 100 verbessert werden.

**[0037]** In einem Fall, in dem der vertiefte Abschnitt 17 eine Nut ist, die sich von dem Verbindungselement 15 nach außen erstreckt, das zwischen der

Kühlfläche 20 und dem Leistungsmodul 101 vorgesehen ist, wie in der Richtung senkrecht zu der Kühlfläche 20 zu sehen ist, weist der vertiefte Abschnitt 17 einen Abschnitt auf, der sich von dem Verbindungselement 15 nach außen erstreckt, und somit kann Gas leicht nach außen entladen werden.

#### Ausführungsform 2

**[0038]** Eine Halbleitervorrichtung 100 gemäß Ausführungsform 2 wird beschrieben. **Fig. 4** ist eine schematische Schnittansicht der Halbleitervorrichtung 100 gemäß Ausführungsform 2 und eine Schnittansicht der Halbleitervorrichtung 100, die an derselben Position wie in **Fig. 2** aufgenommen wurde. Die Halbleitervorrichtung 100 gemäß Ausführungsform 2 weist eine Konfiguration auf, bei der die Querschnittsform eines vertieften Abschnitts 17 von der in Ausführungsform 1 abweicht.

**[0039]** Der vertiefte Abschnitt 17 ist auch in dem freiliegenden Element auf der unteren Seite ausgebildet. Die Oberfläche 18 des vertieften Abschnitts in dem vertieften Abschnitt 17 ist weiter zu der Seite des Kühlers 14 hin von einem Abschnitt auf der Seite des Kühlers 14 der Plattierungsschicht 16 verschoben. In einer solchen Konfiguration kann die Querschnittsfläche des vertieften Abschnitts 17 größer gemacht werden als die Querschnittsfläche des vertieften Abschnitts 17, wie in Ausführungsform 1 beschrieben. Da die Querschnittsfläche des vertieften Abschnitts 17 größer gemacht wird, kann Gas, das zum Zeitpunkt des Verbindens des Leistungsmoduls 101 und des Kühlers 14 miteinander über das Verbindungselement 15 erzeugt wird, effizienter nach außen entladen werden.

**[0040]** In der vorliegenden Ausführungsform ist die Querschnittsform des vertieften Abschnitts 17 eine rechteckige Form. Die Querschnittsform des vertieften Abschnitts 17 ist jedoch nicht auf eine rechteckige Form beschränkt. Der vertiefte Abschnitt 17 muss lediglich die Funktion eines Pfads haben, durch den Gas, das zwischen dem Leistungsmodul 101 und dem Kühler 14 erzeugt wird, nach außen entladen wird. Daher kann die Querschnittsform des vertieften Abschnitts 17 beispielsweise eine V-Form oder eine U-Form sein.

**[0041]** Es wird ein Beispiel für ein Verfahren zum Ausbilden des vertieften Abschnitts 17 in dem Kühler 14 beschrieben. Die Plattierungsschicht 16 ist auf dem gesamten Kühler 14 vorgesehen, und dann werden Teile der Plattierungsschicht 16 und des Kühlers 14 in einem Bereich, der als vertiefter Abschnitt 17 ausgebildet werden soll, geschnitten und entfernt, wodurch der vertiefte Abschnitt 17 ausgebildet werden kann. Durch diese Ausbildung des vertieften Abschnitts 17 kann der vertiefte Abschnitt 17 leicht und kostengünstig ausgebildet werden. Das Verfah-

ren zum Ausbilden des vertieften Abschnitts 17 ist nicht darauf beschränkt und kann ein Verfahren sein, das Folgendes umfasst: im Voraus eine Nut vorzusehen, die als der vertiefte Abschnitt 17 dienen soll, wobei die Nut an einem Abschnitt des Kühlers 14 vorgesehen ist, an dem der vertiefte Teil 17 gebildet werden soll; Abdecken des Nutenteils, an dem der vertiefte Teil 17 gebildet werden soll, zum Zeitpunkt des Plattierens; und Plattieren von Teilen des Kühlers 14 mit Ausnahme des Teils, an dem der vertiefte Teil 17 gebildet werden soll.

#### Ausführungsform 3

**[0042]** Eine Halbleitervorrichtung 100 gemäß Ausführungsform 3 wird beschrieben. **Fig. 5** ist eine schematische Schnittansicht der Halbleitervorrichtung 100 gemäß Ausführungsform 3 und eine Schnittansicht der Halbleitervorrichtung 100, die an derselben Position wie in **Fig. 2** aufgenommen wurde. Die Halbleitervorrichtung 100 gemäß Ausführungsform 3 weist eine Konfiguration auf, bei der ein modulseitiger vertiefter Abschnitt 19 in dem Leistungsmodul 101 vorgesehen ist.

**[0043]** Eine Oberfläche auf der Seite des Verbindungselements 15 des Leistungsmoduls 101 weist den modulseitigen vertieften Abschnitt 19 auf. Der modulseitige vertiefte Abschnitt 19 ist an einer Position angeordnet, an der er sich beispielsweise mit dem Verbindungselement 15 überlappt, das zwischen der Kühlfläche 20 und dem Leistungsmodul 101 vorgesehen ist, und sich nicht mit einem der Vielzahl von Halbleiterelementen überlappt, wenn in der Richtung senkrecht zur Kühlfläche 20 gesehen wird. In der vorliegenden Ausführungsform befindet sich der modulseitige vertiefte Abschnitt 19 zwischen: den ersten Halbleiterelementen 1 und 2; und den zweiten Halbleiterelementen 5 und 6.

**[0044]** Der modulseitige vertiefte Abschnitt 19 ist ein Pfad, durch den Gas, das zum Zeitpunkt des Verbindens des Leistungsmoduls 101 und des Kühlers 14 miteinander über das Verbindungselement 15 erzeugt wird, nach außen entladen wird. Bei einer solchen Konfiguration kann der Weg, durch den Gas nach außen entladen wird, zusätzlich zu dem vertieften Abschnitt 17 vorgesehen werden. Da der Weg, durch den Gas nach außen entladen wird, weiter ausgebildet ist, kann Gas, das zum Zeitpunkt des Verbindens des Leistungsmoduls 101 und des Kühlers 14 miteinander erzeugt wird, effizienter nach außen entladen werden als in Ausführungsform 1.

**[0045]** In der vorliegenden Ausführungsform befindet sich der modulseitige vertiefte Abschnitt 19 auf der Seite des Leistungsmoduls 101 relativ zum vertieften Abschnitt 17. Die Lage des modulseitigen vertieften Abschnitts 19 ist jedoch nicht darauf beschränkt. Bei Bedarf kann der modulseitige ver-

tiefe Abschnitt 19 an einer anderen Position als der oben genannten angeordnet werden. Auch ist die Anzahl der modulseitigen vertieften Abschnitte 19 nicht auf einen beschränkt, und es kann eine Vielzahl der modulseitigen vertieften Abschnitte 19 vorgesehen sein.

**[0046]** In der vorliegenden Ausführungsform ist die Querschnittsform des modulseitigen vertieften Abschnitts 19 eine rechteckige Form. Die Querschnittsform des modulseitigen vertieften Abschnitts 19 ist jedoch nicht auf eine rechteckige Form beschränkt. Der modulseitige vertiefte Abschnitt 19 muss lediglich die Funktion eines Pfads haben, durch den Gas, das zwischen dem Leistungsmodul 101 und dem Kühler 14 erzeugt wird, nach außen entladen wird. Daher kann die Querschnittsform des modulseitigen vertieften Abschnitts 19 eine Form wie beispielsweise eine V-Form oder eine U-Form sein.

**[0047]** In der vorliegenden Ausführungsform wurde ein Beispiel beschrieben, bei dem der modulseitige vertiefte Abschnitt 19 für die in Ausführungsform 1 beschriebene Halbleitervorrichtung 100 vorgesehen ist. Ohne darauf beschränkt zu sein, kann der modulseitige vertiefte Abschnitt 19 jedoch für die in Ausführungsform 2 beschriebene Halbleitervorrichtung 100 vorgesehen sein.

#### Ausführungsform 4

**[0048]** Eine Halbleitervorrichtung 100 gemäß Ausführungsform 4 wird beschrieben. **Fig. 6** ist eine Draufsicht, die schematisch die Halbleitervorrichtung 100 gemäß Ausführungsform 4 zeigt. Bezüglich des Dichtungsharzes 13 zeigt **Fig. 6** nur dessen äußere Form. **Fig. 6** zeigt nicht die Leiterrahmen. Die Halbleitervorrichtung 100 gemäß Ausführungsform 4 weist eine Konfiguration auf, in der eine Vielzahl der Halbleiterelemente und eine Vielzahl der vertieften Abschnitte vorgesehen sind.

**[0049]** In der vorliegenden Ausführungsform weist das Leistungsmodul 101 eine Konfiguration eines sogenannten 6-in-1-Leistungsmoduls auf. Auf der Oberseite in **Fig. 6** sind erste Halbleiterelemente 1a, 1b und 1c auf dem ersten Wärmeverteiler 3 mit Lücken zwischen den ersten Halbleiterelementen 1a, 1b und 1c in der seitlichen Richtung des ersten Wärmeverteilers 3 angeordnet. Auf der unteren Seite in **Fig. 6** sind zweite Halbleiterelemente 5a, 5b und 5c jeweils auf zweiten Wärmeverteilern 7a, 7b und 7c vorgesehen. Die ersten Halbleiterelemente 1a, 1b und 1c sind an und um die Mitten der jeweiligen drei Abschnitte vorgesehen, die durch Dreiteilen des ersten Wärmeverteilers 3 in der seitlichen Richtung erhalten werden.

**[0050]** Die Anordnung der vertieften Abschnitte wird beschrieben. Der vertiefte Abschnitt 17 befindet sich

zwischen dem ersten Wärmeverteiler 3 und den zweiten Wärmeverteilern 7a, 7b und 7c an einer Position, an der er sich in der Richtung senkrecht zur Kühlfläche 20 nicht mit dem ersten Wärmeverteiler 3 oder den zweiten Wärmeverteilern 7a, 7b und 7c überlappt. Ein vertiefter Abschnitt 17a befindet sich zwischen den zweiten Wärmeverteilern 7a und 7b an einer Position, an der er sich beispielsweise in der Richtung senkrecht zur Kühlfläche 20 nicht mit einem der zweiten Wärmeverteiler 7a und 7b überlappt. Ein vertiefter Abschnitt 17b befindet sich zwischen den zweiten Wärmeverteilern 7b und 7c an einer Position, an der er sich beispielsweise in der Richtung senkrecht zur Kühlfläche 20 nicht mit einem der zweiten Wärmeverteiler 7b und 7c überlappt. Ein vertiefter Abschnitt 17c befindet sich zwischen den ersten Halbleiterelementen 1a und 1b an einer Position, an der er sich beispielsweise in der Richtung senkrecht zur Kühlfläche 20 nicht mit einem der ersten Halbleiterelemente 1a und 1b überlappt. Ein vertiefter Abschnitt 17d befindet sich zwischen den ersten Halbleiterelementen 1b und 1c an einer Position, an der er beispielsweise in der Richtung senkrecht zur Kühlfläche 20 nicht mit einem der ersten Halbleiterelemente 1b und 1c überlappt.

**[0051]** In der vorliegenden Ausführungsform sind, ohne Beschränkung auf Positionen, von denen jede eine Position zwischen den zugehörigen Halbleiterelementen und eine Position zwischen den zugehörigen Wärmeverteilern ist, vertiefte Abschnitte auch an Positionen vorgesehen, von denen jede keine Position zwischen einem der Wärmeverteiler ist, sondern eine Position zwischen den zugehörigen Halbleiterelementen ist. In einem Fall, in dem die Halbleiterelemente mit breiten Spalten dazwischen auf diese Weise angeordnet sind, sind vertiefte Abschnitte auch an Positionen vorgesehen, von denen jede keine Position zwischen einem der Wärmeverteiler, sondern eine Position zwischen den zugehörigen Halbleiterelementen ist, wodurch Gas, das zum Zeitpunkt des Verbindens des Leistungsmoduls 101 und des Kühlers 14 miteinander über das Verbindungselement 15 erzeugt wird, effizienter nach außen entladen werden kann.

**[0052]** Die Anordnung der vertieften Abschnitte ist nicht auf die in **Fig. 6** gezeigte Anordnung beschränkt und kann eine andere Anordnung sein, solange jeder der vertieften Abschnitte an einer Position angeordnet ist, an der er das Verbindungselement 15, das zwischen der Kühlfläche 20 und dem Leistungsmodul 101 vorgesehen ist, überlappt und nicht mit einem der Vielzahl von Halbleiterelementen überlappt, gesehen in der Richtung senkrecht zur Kühlfläche 20. Im Falle der Verwendung einer anderen Anordnung kann eine Verringerung des Wärmeverstands des Verbindungselements 15 und eine Verhinderung eines Lötmittelhohlraums realisiert werden.

**[0053]** In der vorliegenden Ausführungsform erstrecken sich die vertieften Abschnitte 17, 17a, 17b, 17c und 17d von dem Verbindungselement 15 aus nach außen, das zwischen der Kühlfläche 20 und dem Leistungsmodul 101 vorgesehen ist, in der Richtung senkrecht zu der Kühlfläche 20. Ohne Einschränkung der Konfiguration, in der der vertiefte Abschnitt 17 so angeordnet ist, dass er sich von dem Verbindungselement 15 nach außen erstreckt, kann der vertiefte Abschnitt 17 lediglich innerhalb des Verbindungselements 15 angeordnet sein. In einem Fall, in dem die vertieften Abschnitte 17, 17a, 17b, 17c und 17d innerhalb des Verbindungselements 15 angeordnet sind, kann Gas nicht nach außen entladen werden, sondern kann in die vertieften Abschnitte 17, 17a, 17b, 17c und 17d entladen werden. Außerdem können in dem Fall, in dem die vertieften Abschnitte 17, 17a, 17b, 17c und 17d lediglich innerhalb des Verbindungselements 15 angeordnet sind, Wasser, Fremdkörper oder dergleichen daran gehindert werden, von außen durch die vertieften Abschnitte 17, 17a, 17b, 17c und 17d in das Innere der Halbleitervorrichtung 100 einzudringen.

#### Ausführungsform 5

**[0054]** Halbleitervorrichtungen 100 gemäß Ausführungsform 5 werden beschrieben. **Fig. 7** ist eine Draufsicht, die schematisch eine Halbleitervorrichtung 100 gemäß Ausführungsform 5 zeigt, und **Fig. 8** ist eine Schnittansicht der Halbleitervorrichtung 100, die an der Schnittposition B-B in **Fig. 7** aufgenommen wurde. Die Halbleitervorrichtung 100 gemäß Ausführungsform 5 weist eine Konfiguration auf, in der das Leistungsmodul 101 vorstehende Abschnitte 21 aufweist.

**[0055]** In der vorliegenden Ausführungsform, wie in **Fig. 7** gezeigt, weist ein äußerer Randabschnitt eines Spalts zwischen der Kühlfläche 20 und dem Leistungsmodul 101 nicht verbundene Bereiche 23 als Bereiche auf, in denen das Verbindungselement 15 nicht vorgesehen ist. Der vertiefte Abschnitt 17 erstreckt sich von einem Bereich, in dem das Verbindungselement 15 vorgesehen ist, zu den nicht verbundenen Bereichen 23, gesehen in der Richtung senkrecht zur Kühlfläche 20. In der vorliegenden Ausführungsform ist der vertiefte Abschnitt 17 auch in Abschnitten der Kühlfläche 20 vorgesehen, die sich nicht mit dem Leistungsmodul 101 überlappen, gesehen in der Richtung senkrecht zur Kühlfläche 20. Das Leistungsmodul 101 weist in den nicht verbundenen Bereichen 23 die vorstehenden Abschnitte 21 auf, die zur Seite des vertieften Abschnitts 17 vorstehen. In der vorliegenden Ausführungsform ist in jedem von zwei nicht verbundenen Bereichen 23, die dem vertieften Abschnitt 17 zugewandt sind, ein vorstehender Abschnitt 21 vorgesehen. In jedem der nicht verbundenen Bereiche 23

kann eine Vielzahl der vorstehenden Abschnitte 21 vorgesehen sein.

**[0056]** Wie in **Fig. 8** gezeigt, ist jeder der vorstehenden Abschnitte 21 ein Abschnitt des Dichtungsharzes 13, das die das Leistungsmodul 101 bildenden Teile abdichtet, der zur Seite des vertieften Abschnitts 17 vorsteht. Die vorstehenden Abschnitte 21 werden gleichzeitig mit dem Abdichten der das Leistungsmodul 101 bildenden Teile hergestellt. Das Verfahren zur Herstellung der vorstehenden Abschnitte 21 ist nicht darauf beschränkt. Beispielsweise können Abschnitte, die jeweils aus einem Metallmaterial oder dergleichen bestehen, zusammen mit den Abschnitten, aus denen das Leistungsmodul 101 besteht, so versiegelt werden, dass sie Abschnitte aufweisen, die aus dem Versiegelungsharz 13 herausragen, und diese Abschnitte können als die vorstehenden Abschnitte 21 verwendet werden. Alternativ können die Abschnitte, die als vorstehende Abschnitte 21 dienen sollen, an Abschnitten des Dichtungsharzes 13 in den nicht verbundenen Bereichen 23 angebracht werden, die dem vertieften Abschnitt 17 zugewandt sind. In einem Fall, in dem jeder der vorstehenden Abschnitte 21 aus einem Metall mit einer hohen Lötmittelbenetzbarkeit hergestellt ist und vorgesehen ist, um angrenzend an das Verbindungselement 15 zu sein, werden das Metall und das Lötmittel benetzt, nachdem Gas entladen wird, wodurch das Eindringen von Fremdstoffen, beispielsweise Wasser, in das Innere des vertieften Abschnitts 17 verhindert werden kann. In einem Fall, in dem die vorstehenden Abschnitte 21 aus dem Dichtungsharz 13 gleichzeitig mit dem Abdichten der Teile, die das Leistungsmodul 101 bilden, hergestellt werden, sind keine anderen Abschnitte erforderlich, die als vorstehende Abschnitte 21 dienen, wodurch die Produktivität der Halbleitervorrichtung 100 verbessert werden kann. Daher werden die vorstehenden Abschnitte 21 vorzugsweise aus dem Dichtungsharz 13 hergestellt.

**[0057]** Durch das Vorsehen der vorstehenden Abschnitte 21 ist es möglich, in einem Reinigungsschritt nach dem Verbinden zu verhindern, dass eine Reinigungsflüssigkeit in den Zwischenraum zwischen dem Leistungsmodul 101 und dem vertieften Abschnitt 17 eindringt, während die Funktion des effizienten Entladens von Gas, das zum Zeitpunkt des Verbindens des Leistungsmoduls 101 und des Kühlers 14 miteinander über das Verbindungselement 15 erzeugt wird, nach außen aufrechterhalten wird. Da das Eindringen einer Reinigungsflüssigkeit verhindert wird, kann verhindert werden, dass eine Reinigungsflüssigkeit an einer Oberfläche des Leistungsmoduls 101 anhaftet, indem die Reinigungsflüssigkeit während des anschließenden Trocknens aus dem Zwischenraum zwischen dem Leistungsmodul 101 und dem vertieften Abschnitt 17 ausgestoßen wird. Da verhindert werden kann,

dass eine Reinigungsflüssigkeit an der Oberfläche des Leistungsmoduls 101 anhaftet, können die Kriechstromisolationseigenschaften des Leistungsmoduls 101 verbessert werden.

**[0058]** Obwohl jeder der vorstehenden Abschnitte 21 in **Fig. 7** an einem Mittelabschnitt des zugehörigen nicht verbundenen Bereichs 23 in der Richtung angeordnet ist, in der sich der vertiefte Abschnitt 17 erstreckt, ist die Lage des vorstehenden Abschnitts 21 nicht auf den Mittelabschnitt des nicht verbundenen Bereichs 23 beschränkt. Wie in **Fig. 9** gezeigt, kann der vorstehende Abschnitt 21 an einem äußeren Endabschnitt des nicht verbundenen Bereichs 23 angeordnet sein. **Fig. 9** ist eine schematische Draufsicht, die eine weitere Halbleitervorrichtung 100 gemäß Ausführungsform 5 zeigt. In einer solchen Konfiguration kann der Bereich, der den Eintritt einer Reinigungsflüssigkeit ermöglicht, verringert werden, wodurch die Kriechstromisolationseistung des Leistungsmoduls 101 weiter verbessert werden kann. Je näher die Position des vorstehenden Abschnitts 21 an dem äußeren Endabschnitt des nicht verbundenen Bereichs 23 liegt, desto größer ist der Effekt der Verringerung des Bereichs, der den Eintritt einer Reinigungsflüssigkeit ermöglicht.

**[0059]** In der vorliegenden Ausführungsform, wie in **Fig. 8** gezeigt, hat der vorstehende Abschnitt 21 eine Höhe, die größer ist als eine Tiefe des vertieften Abschnitts 17, und zwischen dem vorstehenden Abschnitt 21 und einer Innenfläche des vertieften Abschnitts 17 ist ein Spalt vorhanden. **Fig. 8** zeigt die Querschnittsformen des vorstehenden Abschnitts 21 und des vertieften Abschnitts 17. Durch das bloße Vorsehen des vorstehenden Abschnitts 21 kann verhindert werden, dass eine Reinigungsflüssigkeit in den Zwischenraum zwischen dem Leistungsmodul 101 und dem vertieften Abschnitt 17 eindringt. Wenn jedoch der vorstehende Abschnitt 21 eine Höhe aufweist, die größer ist als die Tiefe des vertieften Abschnitts 17, und zwischen dem vorstehenden Abschnitt 21 und der Innenfläche des vertieften Abschnitts 17 ein Spalt vorhanden ist, kann die Wirkung der Verhinderung des Eindringens einer Reinigungsflüssigkeit weiter verbessert werden. Eine bestimmte Abmessung ist wie folgt. Das heißt, eine Abmessung zwischen einer Oberseite 21a des vorstehenden Abschnitts 21 und einer Unterseite 22 des vertieften Abschnitts ist kleiner als 0,22 mm. Bei dieser Abmessung tritt zwar Wasser ein, aber es wird nicht nach außen entladen. Folglich können die Isolationseigenschaften verbessert werden. Wenn außerdem die Abmessung zwischen der Oberseite 21a des vorstehenden Abschnitts 21 und der Unterseite 22 des vertieften Abschnitts 0,08 mm oder kleiner ist, kann das Eindringen von Wasser verhindert werden, wodurch eine höhere Wirkung in Bezug auf die Verbesserung der Dämmeigenschaften erzielt werden kann.

**[0060]** In der vorliegenden Ausführungsform, wie in **Fig. 8** gezeigt, ist die vertikale Querschnittsform des vorstehenden Abschnitts 21 eine rechteckige Form. Die vertikale Querschnittsform des vorstehenden Abschnitts 21 ist jedoch nicht auf eine rechteckige Form beschränkt. Der vorstehende Abschnitt 21 muss lediglich die Funktion haben, das Eindringen einer Reinigungsflüssigkeit von außen zu verhindern, während die Funktion des Weges, durch den Gas, das zwischen dem Leistungsmodul 101 und dem Kühler 14 erzeugt wird, nach außen entladen wird, beibehalten wird. Somit kann die vertikale Querschnittsform des vorstehenden Abschnitts 21 beispielsweise eine Form wie eine V-Form oder eine U-Form sein.

**[0061]** In der vorliegenden Ausführungsform, wie in **Fig. 7** gezeigt, ist die horizontale Querschnittsform des vorstehenden Abschnitts 21 eine Kreisform. Die horizontale Querschnittsform des vorstehenden Abschnitts 21 ist jedoch nicht auf eine Kreisform beschränkt. Der vorstehende Abschnitt 21 muss lediglich die Funktion haben, das Eindringen einer Reinigungsflüssigkeit von außen zu verhindern, während die Funktion des Weges, durch den Gas, das zwischen dem Leistungsmodul 101 und dem Kühler 14 erzeugt wird, nach außen entladen wird, aufrechterhalten wird. Somit kann die horizontale Querschnittsform des vorstehenden Abschnitts 21 beispielsweise eine Form wie eine viereckige Form oder eine sechseckige Form sein. In einem Fall, in dem sich die Oberseite 21a des vorstehenden Abschnitts 21 auf einer Innenseite des vertieften Abschnitts 17 befindet, ist die horizontale Querschnittsform des vorstehenden Abschnitts 21 derart, dass zwischen jeder der Seitenwände des vertieften Abschnitts 17 und der zugehörigen Seitenwand des vorstehenden Abschnitts 21 ein Spalt vorhanden ist, und wenn der Spalt kleiner wird, kann die Wirkung, das Eindringen einer Reinigungsflüssigkeit zu verhindern, verstärkt werden.

#### Ausführungsform 6

**[0062]** Eine Halbleitervorrichtung 100 gemäß Ausführungsform 6 wird beschrieben. **Fig. 10** ist eine schematische Schnittansicht der Halbleitervorrichtung 100 gemäß Ausführungsform 6 und eine Schnittansicht der Halbleitervorrichtung 100, die an derselben Position wie in **Fig. 8** aufgenommen wurde. Die Halbleitervorrichtung 100 gemäß Ausführungsform 6 weist eine Konfiguration auf, in der die Position der Oberseite 21a jedes der vorstehenden Abschnitte 21 definiert ist.

**[0063]** Die Oberseite 21a des vorstehenden Abschnitts 21 befindet sich auf der Innenseite des vertieften Abschnitts 17, und zwischen dem vorstehenden Abschnitt 21 und der Innenfläche des vertieften Abschnitts 17 ist ein Spalt vorhanden. In einer

solchen Konfiguration kann der Abstand zwischen der Oberseite 21a des vorstehenden Abschnitts 21 und der Unterseite 22 des vertieften Abschnitts verkürzt werden. Da der Abstand zwischen der Oberseite 21a des vorstehenden Abschnitts 21 und der Unterseite 22 des vertieften Abschnitts verkürzt ist, ist es möglich, die Wirkung der Verhinderung des Eintritts einer Reinigungsflüssigkeit weiter zu verbessern, während die Funktion des Weges, durch den Gas, das zwischen dem Leistungsmodul 101 und dem Kühler 14 erzeugt wird, nach außen entladen wird, aufrechterhalten wird. Da die Wirkung der Hemmung des Eintritts einer Reinigungsflüssigkeit weiter verbessert wird, können die Kriechstrom-Isolationseigenschaften des Leistungsmoduls 101 weiter verbessert werden.

**[0064]** Die vorliegende Ausführungsform ist auch so, dass, ähnlich wie bei Ausführungsform 5, der vorstehende Abschnitt 21 eine Höhe aufweist, die größer ist als die Tiefe des vertieften Abschnitts 17, und dass zwischen dem vorstehenden Abschnitt 21 und der Innenfläche des vertieften Abschnitts 17 ein Spalt vorhanden ist. Somit hat die vorliegende Ausführungsform die gleichen vorteilhaften Wirkungen wie die in Ausführungsform 5. Obwohl die vertikale Querschnittsform des vorstehenden Abschnitts 21 in der vorliegenden Ausführungsform eine rechteckige Form ist, ist die vertikale Querschnittsform des vorstehenden Abschnitts 21 nicht auf eine rechteckige Form beschränkt. Die vertikale Querschnittsform des vorstehenden Abschnitts 21 kann beispielsweise eine Form wie eine V-Form oder eine U-Form sein.

**[0065]** Obwohl die Offenbarung oben in Form verschiedener beispielhafter Ausführungsformen und Implementierungen beschrieben wird, sollte klar sein, dass die verschiedenen Merkmale, Aspekte und Funktionen, die in einer oder mehreren der einzelnen Ausführungsformen beschrieben werden, nicht in ihrer Anwendbarkeit auf die jeweilige Ausführungsform, mit der sie beschrieben werden, beschränkt sind, sondern stattdessen allein oder in verschiedenen Kombinationen auf eine oder mehrere der Ausführungsformen der Offenbarung angewendet werden können.

Es versteht sich daher, dass zahlreiche Modifikationen, die nicht beispielhaft dargestellt wurden, entwickelt werden können, ohne den Umfang der Beschreibung der vorliegenden Offenbarung zu verlassen. Beispielsweise kann mindestens einer der Bestandteile modifiziert, hinzugefügt oder entfernt werden. Mindestens einer der Bestandteile, die in mindestens einer der bevorzugten Ausführungsformen erwähnt werden, kann ausgewählt und mit den Bestandteilen kombiniert werden, die in einer anderen bevorzugten Ausführungsform erwähnt werden.

**[0066]** Nachfolgend werden die Moden der vorliegenden Offenbarung als zusätzliche Anmerkungen zusammengefasst.

(Zusätzliche Anmerkung 1)

**[0067]** Eine Halbleitervorrichtung, umfassend:

ein Leistungsmodul mit einer Vielzahl von Halbleiterelementen; und

einen Kühler mit einer Kühlfläche, mit der das Leistungsmodul über ein Verbindungselement mit einem Lötmaterial thermisch verbunden ist, wobei

die Vielzahl von Halbleiterelementen an solchen Positionen angeordnet ist, dass sie sich in einer Richtung senkrecht zur Kühlfläche gesehen nicht überlappen,

die Kühlfläche einen vertieften Abschnitt aufweist und der vertiefte Abschnitt an einer solchen Position angeordnet ist, dass er sich mit dem Verbindungselement überlappt, das zwischen der Kühlfläche und dem Leistungsmodul vorgesehen ist, und sich mit keinem der Vielzahl von Halbleiterelementen überlappt, wenn man in der Richtung senkrecht zur Kühlfläche sieht.

(Zusätzliche Anmerkung 2)

**[0068]** Die Halbleitervorrichtung gemäß der zusätzlichen Anmerkung 1, wobei die Halbleiterelemente zwei Halbleiterelemente umfassen, die so angeordnet sind, dass sie aneinander angrenzen, wobei eines der beiden Halbleiterelemente als ein erstes Halbleiterelement definiert ist, ein anderes der beiden Halbleiterelemente als ein zweites Halbleiterelement definiert ist, das Leistungsmodul umfasst das erste Halbleiterelement, einen ersten Wärmeverteiler mit einer einseitigen Oberfläche, mit der das erste Halbleiterelement elektrisch verbunden ist, das zweite Halbleiterelement, einen zweiten Wärmeverteiler, der Seite an Seite mit dem ersten Wärmeverteiler mit einem Spalt dazwischen auf einer gleichen Ebene angeordnet ist, wobei der zweite Wärmeverteiler eine einseitige Oberfläche aufweist, mit der das zweite Halbleiterelement elektrisch verbunden ist, ein Isolierelement mit einer einseitigen Oberfläche, mit der eine andere Seitenoberfläche des ersten Wärmeverteilers und eine andere Seitenoberfläche des zweiten Wärmeverteilers thermisch verbunden sind, eine Kupferplatte mit einer einseitigen Oberfläche, mit der eine andere Seitenoberfläche des Isolierelements thermisch verbunden ist, und eine Dichtungsharzabdeckung, in einem Zustand, in dem eine andere Seitenoberfläche der Kupferplatte

davon freigelegt ist, wobei der erste Wärmeverteiler, der zweite Wärmeverteiler, das erste Halbleiterelement, das zweite Halbleiterelement und das Isolierelement und der vertiefte Abschnitt befindet sich zwischen dem ersten Wärmeverteiler und dem zweiten Wärmeverteiler an einer Position, an der er sich beispielsweise in der Richtung senkrecht zur Kühlfläche weder mit dem ersten Wärmeverteiler noch mit dem zweiten Wärmeverteiler überlappt.

(Zusätzliche Anmerkung 3)

**[0069]** Die Halbleitervorrichtung gemäß der Zusätzlichen Anmerkung 1 oder 2, wobei die Kühlfläche eine Oberfläche einer Plattierungsschicht mit Lötbenetzbarkeit ist und der vertiefte Teil die Plattierungsschicht beispielsweise so durchdringt, dass ein Element auf einer in Bezug auf die Plattierungsschicht unteren Seite freiliegt.

(Zusätzliche Anmerkung 4)

**[0070]** Die Halbleitervorrichtung gemäß der Zusätzlichen Anmerkung 3, wobei das freiliegende Element auf der unteren Seite eine geringere Lötbenetzbarkeit als die Plattierungsschicht aufweist.

(Zusätzliche Anmerkung 5)

**[0071]** Halbleitervorrichtung gemäß der Zusätzlichen Anmerkung 4, bei der das freiliegende Element auf der unteren Seite aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung besteht.

(Zusätzliche Anmerkung 6)

**[0072]** Halbleitervorrichtung gemäß einer der Zusätzlichen Anmerkungen 3 bis 5, bei der der vertiefte Abschnitt auch in dem freiliegenden Element auf der unteren Seite ausgebildet ist.

(Zusätzliche Anmerkung 7)

**[0073]** Die Halbleitervorrichtung gemäß einer der Zusätzlichen Anmerkungen 1 bis 6, bei der der vertiefte Abschnitt eine Nut ist, die sich von dem Verbindungselement, das zwischen der Kühlfläche und dem Leistungsmodul vorgesehen ist, in Richtung senkrecht zur Kühlfläche nach außen erstreckt.

(Zusätzliche Anmerkung 8)

**[0074]** Die Halbleitervorrichtung gemäß einer der Zusätzlichen Anmerkungen 1 bis 7, bei der eine Oberfläche auf der Seite des Verbindungselements des Leistungsmoduls einen modulseitigen vertiefen Abschnitt aufweist und der modulseitige vertiefte Abschnitt sich an einer

Position befindet, an der er sich mit dem Verbindungselement überlappt, das zwischen der Kühlfläche und dem Leistungsmodul vorgesehen ist, und sich nicht mit einem der Vielzahl von Halbleiterelementen überlappt, in der Richtung senkrecht zur Kühlfläche gesehen.

(Zusätzliche Anmerkung 9)

**[0075]** Die Halbleitervorrichtung gemäß einer der Zusätzlichen Anmerkungen 1 bis 7, wobei ein äußerer Randabschnitt eines Spalts zwischen der Kühlfläche und dem Leistungsmodul einen nicht verbundenen Bereich aufweist, in dem das Verbindungselement nicht vorgesehen ist, der vertiefte Abschnitt sich von einem Bereich, in dem das Verbindungselement vorgesehen ist, bis zum nicht verbundenen Bereich erstreckt, in Richtung senkrecht zur Kühlfläche gesehen, und das Leistungsmodul im nicht verbundenen Bereich einen vorstehenden Abschnitt aufweist, der zur Seite des vertieften Abschnitts vorsteht.

(Zusätzliche Anmerkung 10)

**[0076]** Halbleitervorrichtung gemäß der Zusätzlichen Anmerkung 9, wobei der vorstehende Abschnitt eine Höhe hat, die größer ist als die Tiefe des vertieften Abschnitts, und zwischen dem vorstehenden Abschnitt und einer Innenfläche des vertieften Abschnitts ein Spalt vorhanden ist.

(Zusätzliche Anmerkung 11)

**[0077]** Halbleitervorrichtung gemäß der Zusätzlichen Anmerkung 9, wobei eine Oberseite des vorstehenden Abschnitts auf einer Innenseite des vertieften Abschnitts angeordnet ist und zwischen dem vorstehenden Abschnitt und einer Innenfläche des vertieften Abschnitts ein Spalt vorhanden ist.

(Zusätzliche Anmerkung 12)

**[0078]** Die Halbleitervorrichtung gemäß einer der Zusätzlichen Anmerkungen 9 bis 11, wobei sich der vorstehende Abschnitt an einem äußeren Endabschnitt des nicht verbundenen Bereichs befindet.

BESCHREIBUNG DER BEZUGSZEICHEN

1, 1a, 1b, 1c, 2	erstes Halbleiterelement
3	erster Wärmeverteiler
4	erster Leiterraum
5, 5a, 5b, 5c, 6	zweites Halbleiterelement

7, 7a, 7b, 7c	zweiter Wärmeverteiler
8	zweiter Leiterrahmen
9	dritter Leiterrahmen
10	vierter Leiterrahmen
11	Isolierelement
12	Kupferplatte
13	Dichtungsharz
14	Kühler
15	Verbindungselement
16	Beschichtungsschicht
17, 17a, 17b, 17c, 17d	vertiefter Abschnitt
18	Oberfläche des vertieften Abschnitts
19	Modulseitiger vertiefter Abschnitt
20	Kühlfläche
21	vorstehender Abschnitt
21a	Oberseite
22	Unterseite des vertieften Abschnitts
23	nicht verbundener Bereich
100	Halbleitervorrichtung
101	Leistungsmodul

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

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

**Zitierte Patentliteratur**

- JP 6183556 [0004]

## Patentansprüche

1. Eine Halbleitervorrichtung, umfassend:  
ein Leistungsmodul mit einer Vielzahl von Halbleiterelementen; und  
einen Kühler mit einer Kühlfläche, mit der das Leistungsmodul über ein Verbindungselement mit einem Lötmaterial thermisch verbunden ist, wobei die Vielzahl von Halbleiterelementen an solchen Positionen angeordnet ist, dass sie sich in einer Richtung senkrecht zur Kühlfläche gesehen nicht überlappen,  
die Kühlfläche einen vertieften Abschnitt aufweist und  
der vertiefte Abschnitt an einer solchen Position angeordnet ist, dass er sich mit dem Verbindungselement überlappt, das zwischen der Kühlfläche und dem Leistungsmodul vorgesehen ist, und sich mit keinem der Vielzahl von Halbleiterelementen überlappt, wie gesehen in der Richtung senkrecht zur Kühlfläche.

2. Halbleitervorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei  
die Halbleiterelemente zwei Halbleiterelemente umfassen, die so angeordnet sind, dass sie aneinander angrenzen, wobei eines der beiden Halbleiterelemente als ein erstes Halbleiterelement definiert ist, ein anderes der beiden Halbleiterelemente als ein zweites Halbleiterelement definiert ist, das Leistungsmodul umfasst  
das erste Halbleiterelement,  
einen ersten Wärmeverteiler mit einer einseitigen Oberfläche, mit der das erste Halbleiterelement elektrisch verbunden ist,  
das zweite Halbleiterelement,  
einen zweiten Wärmeverteiler, der angrenzend an den ersten Wärmeverteiler mit einem Spalt dazwischen auf einer gleichen Ebene angeordnet ist, wobei der zweite Wärmeverteiler eine einseitige Oberfläche aufweist, mit der das zweite Halbleiterelement elektrisch verbunden ist,  
ein Isolierelement mit einer einseitigen Oberfläche, mit der eine andere Seitenoberfläche des ersten Wärmeverteilers und eine andere Seitenoberfläche des zweiten Wärmeverteilers thermisch verbunden sind,  
eine Kupferplatte mit einer einseitigen Oberfläche, mit der eine andere Seitenoberfläche des Isolierelements thermisch verbunden ist, und  
ein Dichtungsharz, das, in einem Zustand, in dem eine andere Seitenoberfläche der Kupferplatte davon freigelegt ist, den ersten Wärmeverteiler, den zweiten Wärmeverteiler, das erste Halbleiterelement, das zweite Halbleiterelement und das Isolierelement abdeckt, und  
der vertiefte Abschnitt sich zwischen dem ersten Wärmeverteiler und dem zweiten Wärmeverteiler an einer solchen Position befindet, dass er weder mit dem ersten Wärmeverteiler noch mit dem zwei-

ten Wärmeverteiler überlappt, wie gesehen in der Richtung senkrecht zur Kühlfläche.

3. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei  
die Kühlfläche eine Oberfläche einer Plattierungsschicht mit einer Lötmittebenetzbarkeit ist und der vertiefte Abschnitt die Plattierungsschicht durchdringt, so dass ein Element auf einer unteren Seite relativ zu der Plattierungsschicht freiliegt.

4. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 3, wobei das freiliegende Element auf der unteren Seite eine geringere Lötmittebenetzbarkeit als die Plattierungsschicht aufweist.

5. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 4, wobei das freiliegende Element auf der unteren Seite aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung besteht.

6. Halbleitervorrichtung gemäß einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei der vertiefte Abschnitt auch in dem freiliegenden Element auf der unteren Seite ausgebildet ist.

7. Halbleitervorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der vertiefte Abschnitt eine Nut ist, die sich von dem Verbindungselement nach außen erstreckt, das zwischen der Kühlfläche und dem Leistungsmodul vorgesehen ist, gesehen in der Richtung senkrecht zur Kühlfläche.

8. Halbleitervorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei  
eine Oberfläche auf der Seite des Verbindungselements des Leistungsmoduls einen modulseitigen vertieften Abschnitt aufweist und  
der modulseitige vertiefte Abschnitt sich an einer solchen Position befindet, an der er sich mit dem zwischen der Kühlfläche und dem Leistungsmodul vorgesehenen Verbindungselement überlappt und sich nicht mit einem der Vielzahl von Halbleiterelementen überlappt, wie gesehen in der Richtung senkrecht zur Kühlfläche.

9. Halbleitervorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei  
ein äußerer Randabschnitt eines Spalts zwischen der Kühlfläche und dem Leistungsmodul einen nicht verbundenen Bereich als einen Bereich aufweist, in dem das Verbindungselement nicht vorgesehen ist,  
der vertiefte Abschnitt sich von einem Bereich, in dem das Verbindungselement vorgesehen ist, zu dem nicht verbundenen Bereich erstreckt, wie gesehen in der Richtung senkrecht zu der Kühlfläche, und  
das Leistungsmodul in dem nicht verbundenen Bereich einen vorstehenden Abschnitt aufweist, der zur Seite des vertieften Abschnitts vorsteht.

10. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 9, wobei  
der vorstehende Abschnitt eine Höhe aufweist, die größer als eine Tiefe des vertieften Abschnitts ist, und  
ein Spalt zwischen dem vorstehenden Abschnitt und einer Innenfläche des vertieften Abschnitts vorhanden ist.

11. Halbleitervorrichtung gemäß Anspruch 9, wobei  
eine Oberseite des vorstehenden Abschnitts auf einer Innenseite des vertieften Abschnitts angeordnet ist und  
ein Spalt zwischen dem vorstehenden Abschnitt und einer Innenfläche des vertieften Abschnitts vorhanden ist.

12. Halbleitervorrichtung gemäß einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei der vorstehende Abschnitt an einem äußeren Endabschnitt des nicht verbundenen Bereichs angeordnet ist.

Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

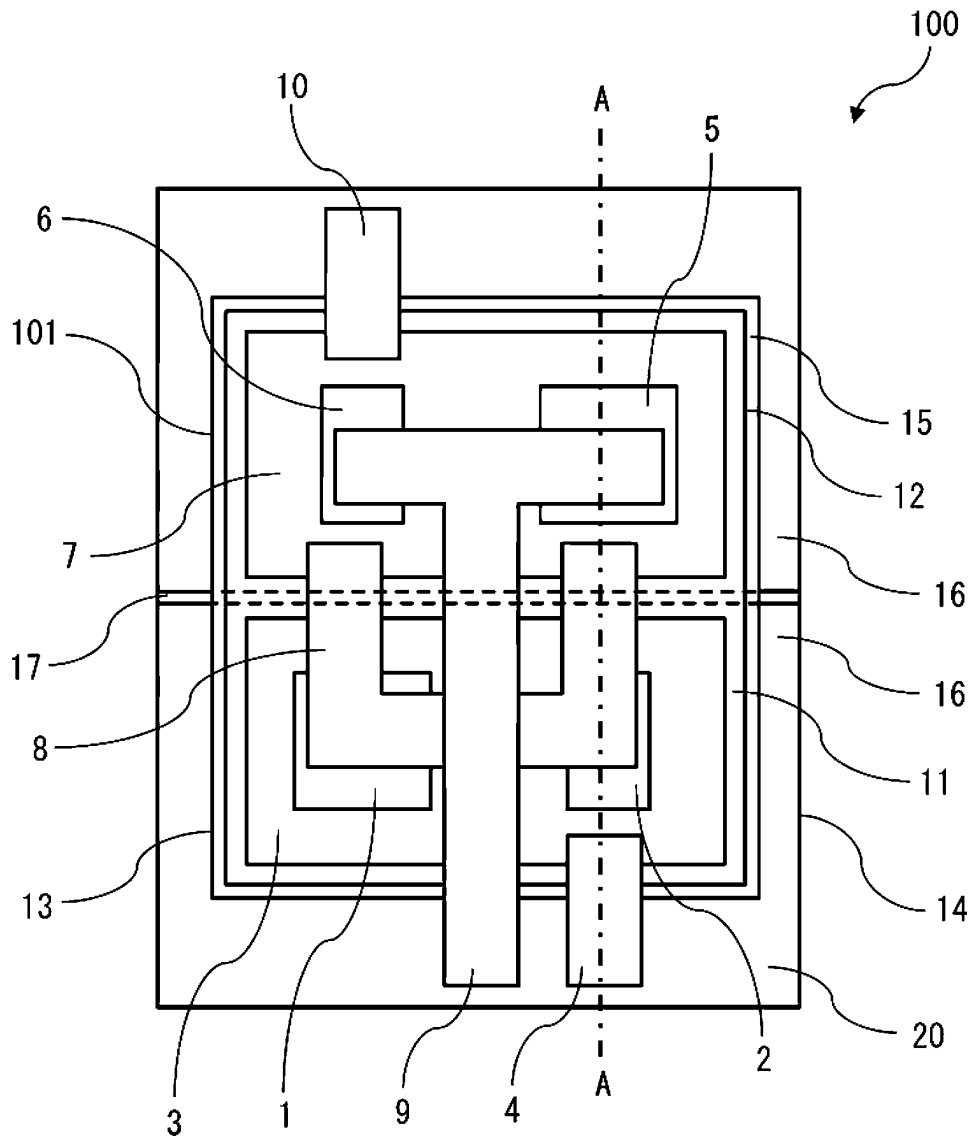




FIG. 3

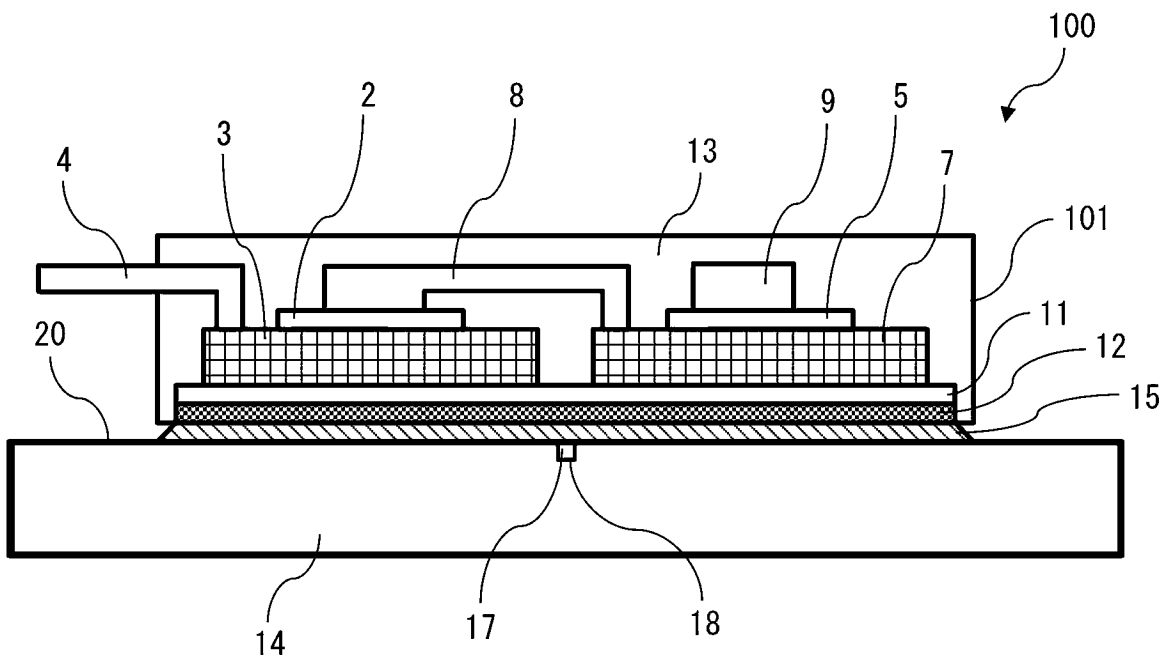


FIG. 4

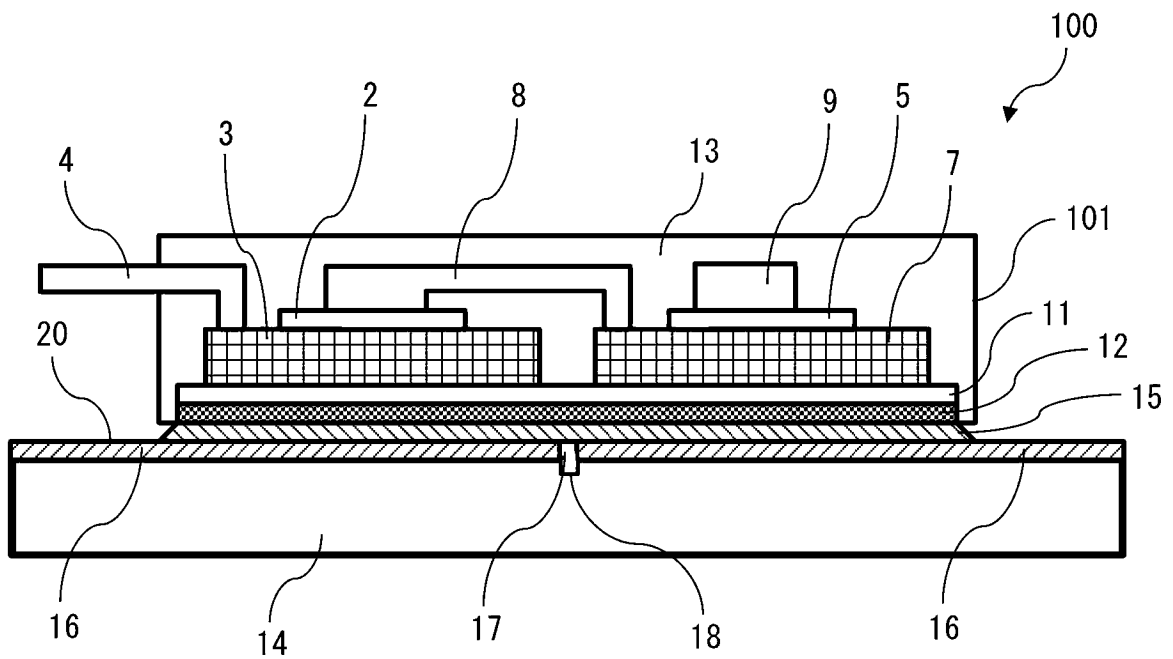


FIG. 5

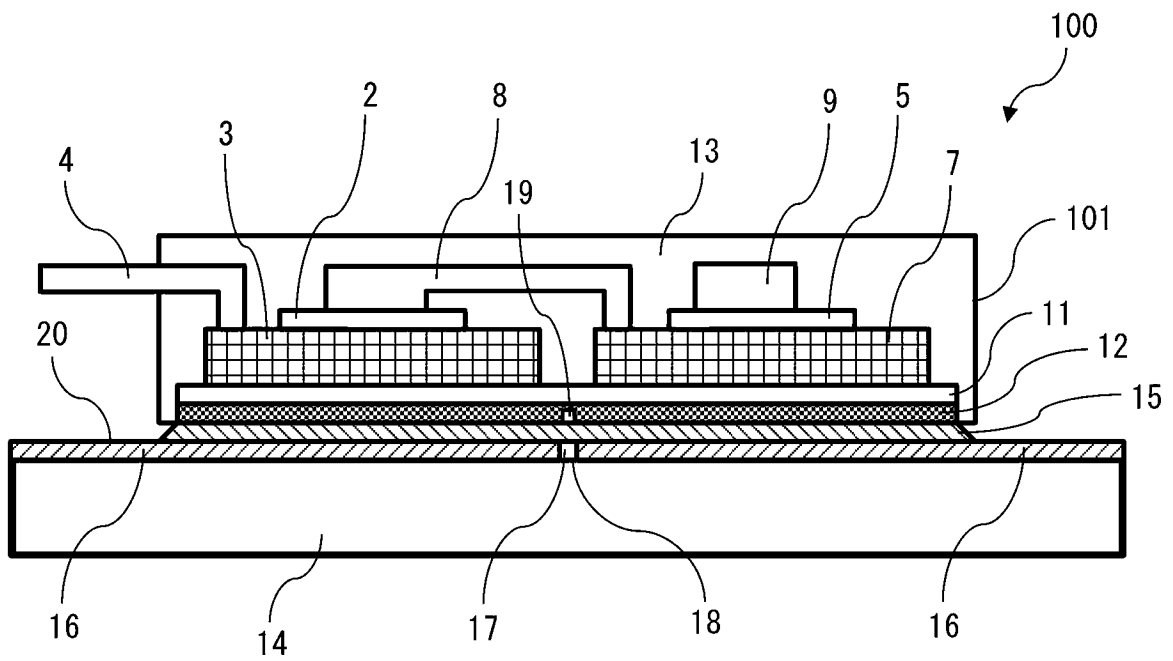


FIG. 6

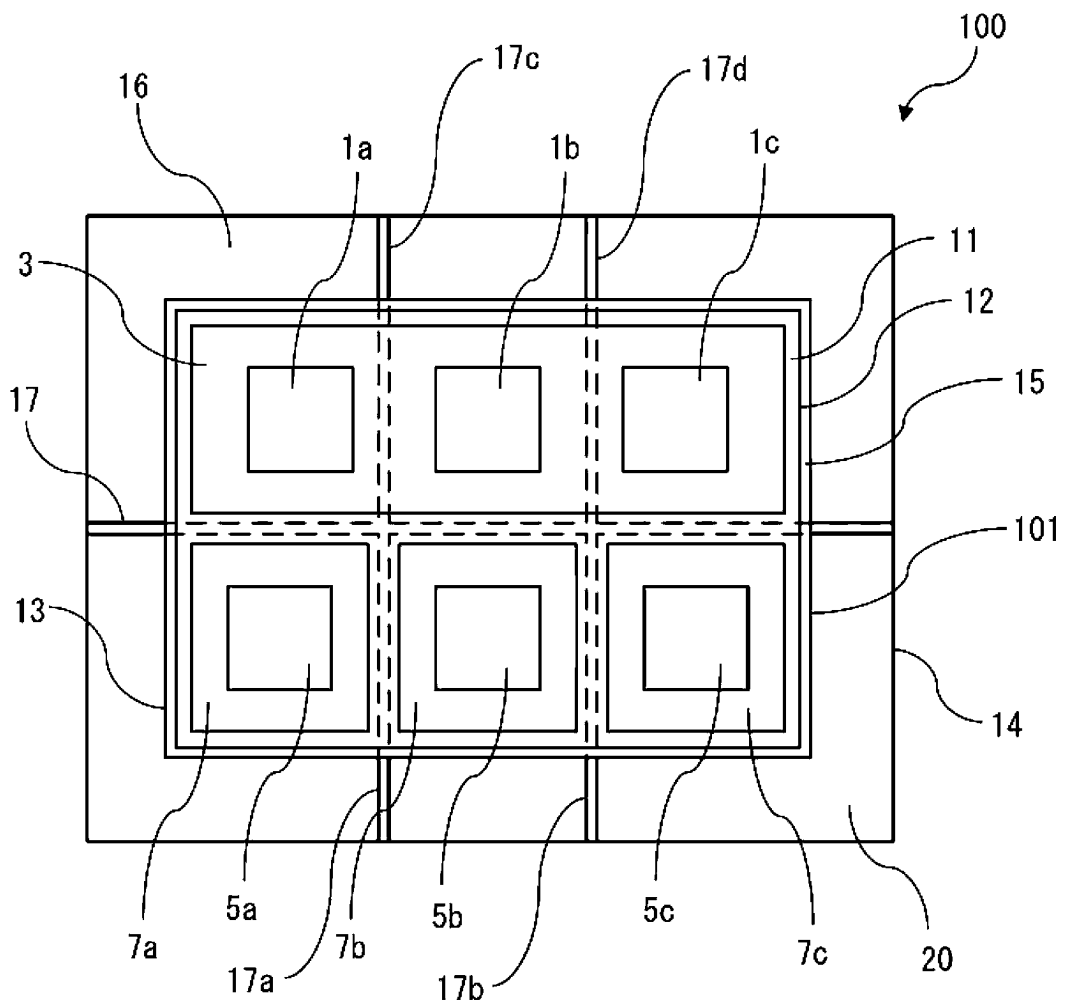


FIG. 7

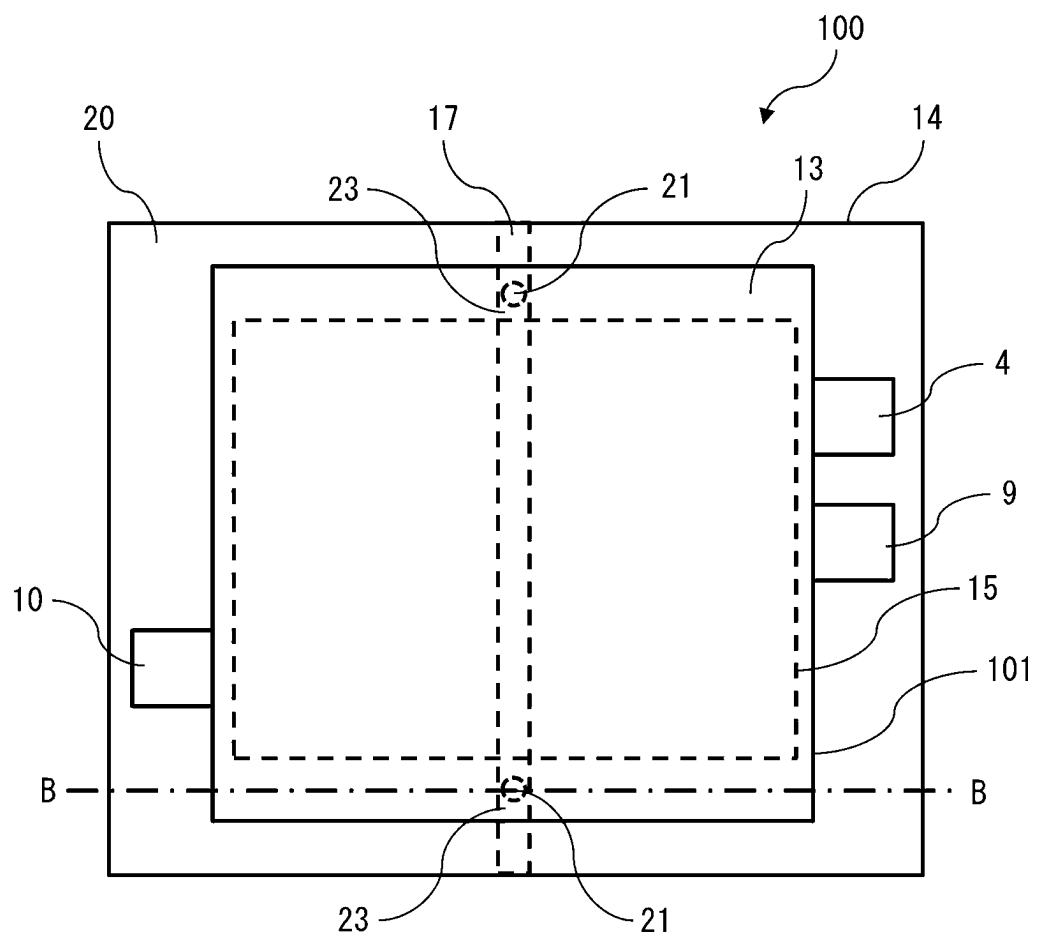


FIG. 8

