



(10) **DE 101 03 106 B4** 2015.11.12

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **101 03 106.8**
(22) Anmeldetag: **24.01.2001**
(43) Offenlegungstag: **06.12.2001**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **12.11.2015**

(51) Int Cl.: **H02M 1/00** (2006.01)
H05K 1/18 (2006.01)
H01L 25/00 (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:
2000-143482 16.05.2000 JP

(62) Teilung in:
101 65 120.1

(73) Patentinhaber:
Mitsubishi Denki K.K., Tokyo, JP; Ryoden Semiconductor System Engineering Corp., Itami, Hyogo, JP

(74) Vertreter:
Meissner, Bolte & Partner GbR, 80538 München, DE

(72) Erfinder:
Kimoto, Nobuyoshi, Itami, Hyogo, JP; Yoshida, Takanobu, Tokyo, JP; Yoshimatsu, Naoki, Fukuoka, JP; Koga, Masuo, Fukuoka, JP; Nakajima, Dai, Tokyo, JP; Majumdar, Gourab, Tokyo, JP; Fukada, Masakazu, Tokyo, JP

(56) Ermittelter Stand der Technik:

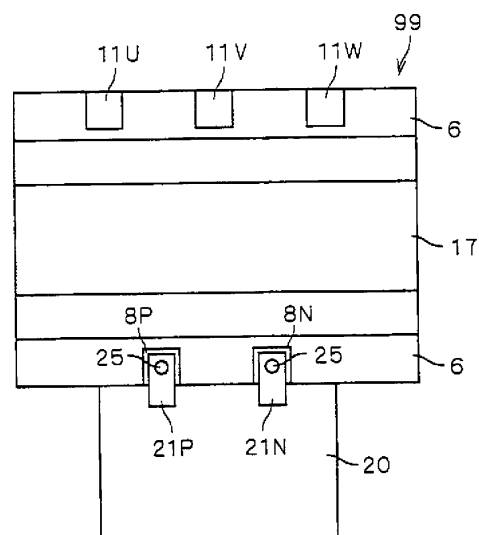
DE	196 45 636	C1
DE	100 29 122	A1
US	6 028 779	A
WO	98/ 04 029	A1
JP	2 570 861	B2
JP	H11- 136 960	A
JP	2000- 092 847	A

(54) Bezeichnung: **Leistungsmodul**

(57) Hauptanspruch: Leistungsmodul, der folgendes aufweist:

- ein Substrat (2), auf dem eine Leistungs-Halbleitervorrichtung (5) angebracht ist;
- ein Gehäuserahmen (6), umschließend einen Innenraum, in dem das Substrat angeordnet ist;
- einen N-Anschluss (8N) und einen P-Anschluss (8P), die entlang einer ersten Seite einer oberen Oberfläche des Gehäuserahmens angeordnet sind und mit der Leistungs-Halbleitervorrichtung elektrisch verbunden sind; und
- einen Glättungskondensator (20), der eine mit dem N-Anschluss verbundene erste Elektrode (21N) und eine mit dem P-Anschluss verbundene zweite Elektrode (21P) aufweist, zum Glätten einer der Leistungs-Halbleitervorrichtung von außen zuzuführenden Spannung; wobei der Glättungskondensator (20) eine Hauptfläche aufweist, die mit der oberen Oberfläche des Gehäuserahmens (6) bündig abschließt, sowie in Kontakt mit einer Seitenfläche des Gehäuserahmens (6) angeordnet ist, die weitgehend senkrecht an die erste Seite der oberen Oberfläche des Gehäuserahmens anschließt, und wobei die erste Elektrode (21N) und die zweite Elektrode (21P) derart auf der oberen Oberfläche des Glättungskondensators angeordnet sind, dass sie sich über den N- und den P-Anschluss (8N, 8P) erstrecken und eine direkte Verbindung zwischen den ersten und zweiten Elektroden (21N,

21P) des Glättungskondensators (20) und den N- und P-Anschlüssen (8N, 8P) der Leistungs-Halbleitervorrichtung gebildet ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Leistungsmodul und betrifft insbesondere eine Leistungsmodulkonstruktion mit einem Glättungskondensator zum Glätten einer Gleichstrom-Versorgungsspannung, die von außen an eine Leistungs-Halbleitervorrichtung, wie zum Beispiel einen Bipolartransistor mit isoliertem Gate (IGBT), anzulegen ist.

[0002] Die Druckschrift WO 98/04029 A1 betrifft ein Leistungsmodul mit einer bestimmten Geometrie der Schaltkreisanordnung, um die Verbindungsstreuinduktivität zu reduzieren.

[0003] Die Druckschrift DE 100 29 122 A1 betrifft ein Leistungsmodul, bei dem Halbleiter-Schaltelemente in einem Innenraum eines Gehäuses sowie ein Glättungskondensator vorgesehen sind. Die Kondensatoranschlüsse sind dabei über Zuleitungsabschnitte mit den Anschlüssen der Halbleiterelemente verbunden.

[0004] Die Druckschrift DE 196 45 636 C1 betrifft ein Leistungsmodul, bei dem die Streuinduktivität aufgrund einer symmetrischen Anordnung der Verbindungsleitungen und aufgrund einer symmetrischen Zusammenführung der in verschiedenen Ebenen angeordneten funktionalen Einheiten reduziert wird.

[0005] Die JP 2000-92 847 A betrifft ebenfalls ein Leistungsmodul mit einem Glättungskondensator.

[0006] Die Druckschrift JP 2 570 861 B2 betrifft ein Leistungsmodul mit einem ersten Substrat und einem zweiten Substrat, wobei auf dem ersten Substrat eine Leistungshalbleitervorrichtung angebracht ist, welche von einer Steuerschaltung auf dem zweiten Substrat angesteuert wird. Ein Glättungskondensator zum Glätten der zugeführten Spannung ist mit der Leistungshalbleitervorrichtung verbunden.

[0007] Die Druckschrift US 6 028 779 A betrifft ein weiteres Leistungsmodul.

[0008] Fig. 28 zeigt eine schematische, von oben gesehene Draufsicht auf eine Konstruktion eines Leistungsmodul-Körperbereichs **100** des einschlägigen Standes der Technik. Ausgangsanschlüsse **111U**, **111V** und **111W** sind entlang einer ersten Seite einer oberen Oberfläche eines Gehäuserahmens **106** angeordnet, und ein P-Anschluss **108P** sowie ein N-Anschluss **108N** sind entlang einer zu der ersten Seite parallelen zweiten Seite der oberen Oberfläche des Gehäuserahmens **106** angeordnet.

[0009] Fig. 29 zeigt eine Querschnittsansicht der Konstruktion entlang der Linie X100-X100 der Fig. 28. Der aus Harz hergestellte Gehäuserahmen **106** ist auf einer Basisplatte **101** aus Metall angeordnet.

net. Eine aus Harz gebildete Gehäuseabdeckung **116** ist auf dem Gehäuserahmen **106** angeordnet.

[0010] Ein aus Keramik bestehendes isolierendes Substrat **102** ist auf die Basisplatte **101** aufgelötet, wie dies bei dem Bezugszeichen **103** gezeigt ist. Eine Vielzahl von Leistungs-Halbleitervorrichtungen **105**, wie zum Beispiel IGBTs, ist auf das isolierende Substrat **102** aufgelötet, wie dies bei dem Bezugszeichen **104** dargestellt ist.

[0011] Schaltungselemente (nicht gezeigt), wie zum Beispiel Schaltelemente, sind auf der oberen Oberfläche des isolierenden Substrats **102** angebracht, und ein vorbestimmtes Schaltungsmuster (nicht gezeigt) ist auf der oberen Oberfläche des isolierenden Substrats **102** ausgebildet.

[0012] Ein Steuersubstrat **114**, das mit einer Steuerschaltung zum Steuern der Leistungs-Halbleitervorrichtungen **105** ausgebildet ist, ist im Inneren des Gehäuserahmens **106** angeordnet. Das Steuersubstrat **114** ist mit ersten Enden jeweiliger Zwischenverbindungselektroden **112** verlötet. Die zweiten Enden der jeweiligen Zwischenverbindungselektroden **112** sind durch Aluminiumdrähte **109** mit den Leistungs-Halbleitervorrichtungen **105** verbunden.

[0013] Eine Antirausch-Abschirmplatte **113** ist zwischen dem Steuersubstrat **114** und dem isolierenden Substrat **102** innerhalb des Gehäuserahmens **106** angeordnet. Ein unterhalb der Abschirmplatte **113** befindlicher Innenraum des Gehäuserahmens **106** ist mit einem Silikongel **115** gefüllt.

[0014] Der N-Anschluss **108N** ist auf der oberen Oberfläche des Gehäuserahmens **106** angeordnet. Der N-Anschluss **108N** ist mit einem ersten Ende einer N-Elektrode **107N** verbunden. Ein zweites Ende der N-Elektrode **107N** ist durch die Aluminiumdrähte **109** mit den Leistungs-Halbleitervorrichtungen **105** verbunden.

[0015] Der P-Anschluss **108P** (in Fig. 29 nicht gezeigt) ist ebenfalls auf der oberen Oberfläche des Gehäuserahmens **106** angeordnet. Der P-Anschluss **108P** ist mit einem ersten Ende einer P-Elektrode **107P** verbunden. Ein zweites Ende der P-Elektrode **107P** ist durch die Aluminiumdrähte **109** sowie das auf dem isolierenden Substrat **102** ausgebildete Schaltungsmuster mit den Leistungs-Halbleitervorrichtungen **105** verbunden.

[0016] Der Ausgangsanschluss **111V** ist auf der oberen Oberfläche des Gehäuserahmens **106** angeordnet. Der Ausgangsanschluss **111V** ist mit einem ersten Ende einer Ausgangselektrode **110** verbunden. Ein zweites Ende der Ausgangselektrode **110** ist durch die Aluminiumdrähte **109** mit den Leistungs-Halbleitervorrichtungen **105** verbunden.

[0017] Fig. 30 zeigt eine schematische Schnittansicht zur Erläuterung der Gesamtkonstruktion eines Leistungsmoduls des Standes der Technik, und zwar in einer Seitenaufrißansicht. Ein Glättungskondensator **120** zum Glätten einer Gleichstrom-Versorgungsspannung, die von außen an die Leistungs-Halbleitervorrichtungen **150** anzulegen ist, ist über dem Leistungsmodul-Körperbereich **100** angeordnet.

[0018] Eine N-Elektrode **121N** und eine P-Elektrode **121P** (die in Fig. 30 beide mit dem Bezugszeichen **121** bezeichnet sind) des Glättungskondensators **120** sowie der N-Anschluss **108N** und der P-Anschluss **108P** (die in Fig. 30 beide mit dem Bezugszeichen **108** bezeichnet sind) des Leistungsmodul-Körperbereichs **100** sind durch einen Verbindungsleiter **124** miteinander verbunden.

[0019] Der Verbindungsleiter **124** weist einander gegenüberliegende Leiterplatten **122N** und **122P** mit einer dazwischen befindlichen Isolierplatte **123** auf. Die Leiterplatten **122N**, **122P** sowie die N- und P-Anschlüsse **108N**, **108P** sind jeweils mittels Schrauben **125** aneinander befestigt.

[0020] Fig. 31 zeigt eine schematische Querschnittsansicht zur Erläuterung einer Verbindungs-konstruktion zwischen den Glättungskondensatoren **120** und dem Verbindungsleiter **124**, und zwar gesehen in einer Draufsicht von oben. Die Leiterplatte **122N** befindet sich in Kontakt mit den N-Elektroden **121N**, und die Leiterplatte **122P** befindet sich in Kontakt mit den P-Elektroden **121P**.

[0021] Die Leiterplatte **122N** besitzt in Teilbereichen vorgesehene Öffnungen **126**, um einen Kontakt mit den P-Elektroden **121P** zu vermeiden, und die Leiterplatte **122P** besitzt in Teilbereichen vorgesehene Öffnungen **127**, um einen Kontakt mit den N-Elektroden **121N** zu vermeiden.

[0022] Bei dem vorstehend beschriebenen Leistungsmodul des Standes der Technik ist jedoch der Verbindungsleiter **124** einschließlich der Leiterplatten **122N**, **122P** und der isolierenden Platte **123** zur Herstellung einer Verbindung zwischen den N- und den P-Elektroden **121N**, **121P** der Glättungskondensatoren **120** sowie den N- und P-Anschlüssen **108N**, **108P** des Leistungsmodul-Körperbereichs **100** notwendig. Dies führt zu Problemen hinsichtlich der großen Anzahl von Teilen sowie zu einer komplizierten Montage.

[0023] Ein weiteres Problem besteht in einer erhöhten Schaltungsinduktivität aufgrund eines langen Verdrahtungsweges zwischen den Glättungskondensatoren **120** und den Leistungs-Halbleitervorrichtungen **105**.

[0024] Im Betrieb des Leistungsmoduls verursachen die mit hoher Geschwindigkeit ablaufenden Schaltvorgänge der Leistungs-Halbleitervorrichtungen **105** einen hohen impulsförmigen Strom, der proportional zu dem Stromänderungsbetrag (di/dt) ist und zwischen den Glättungskondensatoren **120** und den Leistungs-Halbleitervorrichtungen **105** fließt, so dass sich eine zu der Schaltungsinduktivität proportionale Spannung entwickelt, die wiederum als Rauschen den Leistungs-Halbleitervorrichtungen **105** zugeführt wird.

[0025] Außerdem erfordert die Erhöhung der Schaltungsinduktivität eine Erhöhung der elektrostatischen Kapazität der Glättungskondensatoren **120**, um überlagerte Wechselspannungen zu unterdrücken. Dies führt zu einer Vergrößerung der Glättungskondensatoren **120** und somit zu einer Steigerung der Größe des eigentlichen Leistungsmoduls. Aus diesem Grund ist die Schaltungsinduktivität vorzugsweise niedrig.

[0026] Außerdem besitzt ein Leistungsmodul des Standes der Technik, der die groß dimensionierten Glättungskondensatoren **120** in Anordnung über dem Leistungsmodul-Körperbereich **100** aufweist, eine zu geringe Vibrationsbeständigkeit, um beispielsweise als in einem Kraftfahrzeug angebrachter Leistungsmodul verwendet zu werden.

[0027] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher in der Angabe eines Leistungsmoduls, bei dem sich die Schaltungsinduktivität reduzieren lässt und der eine geringe Größe, ein niedriges Gewicht sowie eine hohe Vibrationsbeständigkeit aufweist.

[0028] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des unabhängigen Patentanspruchs 1 gelöst.

[0029] Vorzugsweise weist gemäß einer ersten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung der Glättungskondensator in dem Leistungsmodul folgendes auf: eine Umhüllung; eine Vielzahl von Kondensatorelementen, die in der Umhüllung angeordnet sind und von denen jedes eine erste Elektrode in Anlage an der ersten Elektrode des Glättungskondensators sowie eine zweite Elektrode in Anlage an der zweiten Elektrode des Glättungskondensators aufweist; und eine Niederhalteplatte zum Drücken der Vielzahl der Kondensatorelemente gegen die Umhüllung in einer derartigen Weise, dass die Kondensatorelemente in der Umhüllung festgelegt sind.

[0030] Gemäß einer zweiten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung weist die Umhüllung des Leistungsmoduls vorzugsweise einen einzigen Kühlkörper zum Abführen der von der Vielzahl von Kondensatorelementen erzeugten Wärme auf.

[0031] Gemäß einer dritten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung ist in dem Leistungsmodul vorzugsweise wenigstens eine der ersten und der zweiten Elektrode des Glättungskondensators elastisch ausgebildet.

[0032] Gemäß einer vierten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung weist der Gehäuserahmen des Leistungsmoduls eine vorbestimmte Aussparung in einer Außenfläche auf, wobei ein N-Anschluss und ein P-Anschluss in die Aussparung hineinreichen, wobei der Glättungskondensator in die Aussparung eingepasst ist und eine dem N-Anschluss entsprechend positionierte erste Elektrode sowie eine dem P-Anschluss entsprechend positionierte zweite Elektrode aufweist, zum Glätten einer der Leistungs-Halbleitervorrichtung von außen zuzuführenden Spannung.

[0033] Vorzugsweise ist gemäß einer fünften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung mindestens ein erstes elektrisch leitfähiges elastisches Element zwischen der ersten Elektrode und dem N-Anschluss und/oder ein zweites elektrisch leitfähiges elastisches Element zwischen der zweiten Elektrode und dem P-Anschluss vorgesehen.

[0034] Der Leistungsmodul gemäß der vorliegenden Erfindung kann den Verdrahtungsweg zwischen dem Glättungskondensator und der Leistungs-Halbleitervorrichtung verkürzen, so dass sich die Schaltungsinduktivität reduzieren lässt. Durch den Kontakt zwischen einer Seitenfläche des Glättungskondensators und der Seitenfläche des Gehäuses wird die Vibrationsbeständigkeit erhöht.

[0035] Bei dem Leistungsmodul gemäß der ersten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung schafft die Niederhalteplatte eine kollektive Fixierung für die Vielzahl der Kondensatorelemente in der Umhüllung. Dies erleichtert den Montagevorgang der Vielzahl von Kondensatorelementen.

[0036] Der Leistungsmodul gemäß der zweiten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung verbessert die gleichmäßige Kühlwirkung der Vielzahl von Kondensatorelementen.

[0037] Der Leistungsmodul gemäß der dritten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung kann ein Brechen der Kondensatorelemente aufgrund der Preßkraft der Niederhalteplatte oder der Wärmebelastung in Verbindung mit der von den Kondensatorelementen erzeugten Wärme verhindern.

[0038] Außerdem kann der Leistungsmodul gemäß der dritten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung den Kontakt zwischen der ersten Elektrode des Glättungskondensators und den ersten Elektroden der jeweiligen Kondensatorelemente sowie zwischen der

zweite Elektrode des Glättungskondensators und den zweiten Elektroden der jeweiligen Kondensatorelemente sicherstellen.

[0039] Der Leistungsmodul gemäß der vierten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung kann den Verdrahtungsweg zwischen dem Glättungskondensator und der Leistungs-Halbleitervorrichtung wiederum verkürzen, so dass die Schaltungsinduktivität vermindert wird. Durch das Einpassen des Glättungskondensators in die Aussparung des Gehäuses lässt sich die Größe des Leistungsmoduls reduzieren.

[0040] Der Leistungsmodul gemäß der fünften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung kann ein Brechen des Glättungskondensators als Ergebnis der beim Einsetzen des Glättungskondensators in die Aussparung ausgeübten Kraft oder der Wärmebelastung in Verbindung mit der von dem Glättungskondensator erzeugten Wärme verhindern.

[0041] Außerdem ist der Leistungsmodul gemäß der fünften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung in der Lage, den Kontakt zwischen dem N-Anschluss und der ersten Elektrode des Glättungskondensators sowie zwischen dem P-Anschluss und der zweiten Elektrode des Glättungskondensators sicherzustellen.

[0042] Die Erfindung wird im folgenden anhand der zeichnerischen Darstellungen bevorzugter Ausführungsbeispiele näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

[0043] Fig. 1 eine schematische Draufsicht von oben zur Erläuterung einer Konstruktion eines Leistungsmodul-Körperbereichs gemäß einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0044] Fig. 2 eine Querschnittsansicht entlang der Linie X1-X1 in Fig. 1 zur Erläuterung der Konstruktion im Querschnitt;

[0045] Fig. 3 eine schematische Draufsicht von oben zur Erläuterung der Gesamtkonstruktion eines Leistungsmoduls gemäß dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0046] Fig. 4 eine in vergrößertem Maßstab dargestellte Schnittansicht einer Verbindung zwischen dem Leistungsmodul-Körperbereich und einem in Fig. 3 gezeigten Glättungskondensator;

[0047] Fig. 5 und Fig. 6 schematische Draufsichten von oben zur Erläuterung von Konstruktionen des Leistungsmoduls mit drei Glättungskondensatoren;

[0048] Fig. 7 eine schematische Draufsicht von oben zur Erläuterung der Gesamtkonstruktion des

Leistungsmoduls gemäß einem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0049] Fig. 8 eine Querschnittsansicht entlang der Linie X2-X2 in Fig. 7 zur Erläuterung der Konstruktion im Querschnitt;

[0050] Fig. 9 eine Querschnittsansicht entlang der Linie X3-X3 in Fig. 7 zur Erläuterung der Konstruktion im Querschnitt;

[0051] Fig. 10 eine schematische Draufsicht von oben zur Erläuterung der Gesamtkonstruktion des Leistungsmoduls gemäß einer Modifizierung des zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung;

[0052] Fig. 11 eine schematische Draufsicht von oben zur Erläuterung der Gesamtkonstruktion des Leistungsmoduls gemäß einem dritten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0053] Fig. 12 eine Schnittansicht entlang der Linie X4-X4 in Fig. 11 zur Erläuterung der Konstruktion im Schnitt;

[0054] Fig. 13 eine schematische Draufsicht von oben zur Erläuterung der Gesamtkonstruktion des Leistungsmoduls gemäß einem vierten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0055] Fig. 14 eine Schnittansicht zur Erläuterung des Glättungskondensators und der elastischen Elemente vor ihrer Anbringung an einem Gehäuserahmen;

[0056] Fig. 15 eine Schnittansicht entlang der Linie X5-X5 in Fig. 13 zur Erläuterung der Konstruktion im Schnitt;

[0057] Fig. 16 eine Schnittansicht zur Erläuterung der Querschnittskonstruktion eines Bereichs des Leistungsmoduls, in dem ein N-Anschluss angeordnet ist, gemäß einem nicht beanspruchten fünften Ausführungsbeispiel;

[0058] Fig. 17 eine Schnittansicht zur Erläuterung der Querschnittskonstruktion eines Bereichs des Leistungsmoduls, in dem ein P-Anschluss angeordnet ist, gemäß dem nicht beanspruchten fünften Ausführungsbeispiel;

[0059] Fig. 18 eine Schnittansicht zur Erläuterung der Querschnittskonstruktion eines Bereichs des Leistungsmoduls, in dem der N-Anschluss angeordnet ist, gemäß einem nicht beanspruchten sechsten Ausführungsbeispiel;

[0060] Fig. 19 eine Schnittansicht zur Erläuterung der Querschnittskonstruktion eines Bereichs des

Leistungsmoduls, in dem der P-Anschluss angeordnet ist, gemäß dem nicht beanspruchten sechsten Ausführungsbeispiel;

[0061] Fig. 20 eine Schnittansicht zur Erläuterung der Querschnittskonstruktion eines Bereichs des Leistungsmoduls, in dem der N-Anschluss angeordnet ist, gemäß einem nicht beanspruchten siebten Ausführungsbeispiel;

[0062] Fig. 21 eine Schnittansicht zur Erläuterung der Querschnittskonstruktion eines Bereichs des Leistungsmoduls, in dem der P-Anschluss angeordnet ist, gemäß dem nicht beanspruchten siebten Ausführungsbeispiel;

[0063] Fig. 22 eine Schnittansicht zur Erläuterung der Querschnittskonstruktion eines Bereichs des Leistungsmoduls, in dem der N-Anschluss angeordnet ist, gemäß einem achten nicht beanspruchten Ausführungsbeispiel;

[0064] Fig. 23 eine Schnittansicht zur Erläuterung der Querschnittskonstruktion eines Bereichs des Leistungsmoduls, in dem der P-Anschluss angeordnet ist, gemäß dem nicht beanspruchten achten Ausführungsbeispiel;

[0065] Fig. 24 eine Schnittansicht zur Erläuterung der Querschnittskonstruktion des Leistungsmoduls gemäß einem nicht beanspruchten neunten Ausführungsbeispiel;

[0066] Fig. 25 eine Schnittansicht zur Erläuterung der Querschnittskonstruktion eines Leistungsmoduls gemäß einem nicht beanspruchten zehnten Ausführungsbeispiel;

[0067] Fig. 26 eine Schnittansicht zur Erläuterung der Querschnittskonstruktion eines Bereichs des Leistungsmoduls, in dem eine N-Elektrode angeordnet ist, gemäß einem nicht beanspruchten elften Ausführungsbeispiel;

[0068] Fig. 27 eine Schnittansicht zur Erläuterung der Querschnittskonstruktion eines Bereichs des Leistungsmoduls, in dem eine P-Elektrode angeordnet ist, gemäß dem nicht beanspruchten elften Ausführungsbeispiel;

[0069] Fig. 28 eine schematische Draufsicht von oben zur Erläuterung einer Konstruktion eines Leistungsmodul-Körperbereichs des Standes der Technik;

[0070] Fig. 29 eine Querschnittsansicht entlang der Linie X100-X100 in Fig. 28 zur Erläuterung der Konstruktion im Querschnitt;

[0071] Fig. 30 eine Schnittansicht zur schematischen Erläuterung der Gesamtkonstruktion eines Leistungsmoduls des Standes der Technik, gesehen in einer Seitenaufrißansicht; und

[0072] Fig. 31 eine schematische Schnittansicht zur Erläuterung der Konstruktion von Verbindungen zwischen Glättungskondensatoren und einem Verbindungsleiter, gesehen in einer Draufsicht von oben.

Erstes bevorzugtes Ausführungsbeispiel

[0073] Fig. 1 zeigt eine schematische Draufsicht von oben zur Erläuterung einer Konstruktion eines Leistungsmodul-Körperbereichs **99** gemäß einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0074] Ausgangsanschlüsse **11U**, **11V** und **11W**, die den drei Phasen U, V bzw. W entsprechen, sind entlang einer ersten Seite einer oberen Oberfläche eines Gehäuserahmens **6** angeordnet. Ein N-Anschluss **8N** und ein P-Anschluss **8P** sind entlang einer zu der ersten Seite parallelen zweiten Seite der oberen Oberfläche des Gehäuserahmens **6** angeordnet.

[0075] Fig. 2 zeigt eine Querschnittsansicht entlang der Linie X1-X1 in Fig. 1 zur Erläuterung der Konstruktion im Querschnitt. Der aus Harz gebildete Gehäuserahmen **6** ist auf einer Metall-Basisplatte **1** angeordnet, die als Kühlkörper wirkt, und eine aus Harz gebildete Gehäuseabdeckung **16** ist auf dem Gehäuserahmen **6** angeordnet.

[0076] Ein aus Keramikmaterial gebildetes isolierendes Substrat **2** ist auf die Basisplatte **1** aufgelötet, wie dies bei dem Bezugszeichen **3** zu sehen ist. Eine Vielzahl von Leistungs-Halbleitervorrichtungen **5**, wie zum Beispiel IGBTs, sind mittels Lötmaterial **4** auf dem isolierenden Substrat **2** angebracht.

[0077] Schaltungselemente (nicht gezeigt), wie zum Beispiel Schaltelemente (IGBTs), sind auf einer oberen Oberfläche des isolierenden Substrats **2** angebracht, und ferner ist ein vorbestimmtes Schaltungsmuster (nicht gezeigt) auf der oberen Oberfläche des isolierenden Substrats **2** ausgebildet.

[0078] Ein Steuersubstrat **14**, das mit einer Steuerungsschaltung zum Steuern der Leistungs-Halbleitervorrichtungen **5** ausgebildet ist, ist in dem Gehäuserahmen **6** angeordnet. Das Steuersubstrat **14** ist mit ersten Enden von jeweiligen Zwischenverbindungselektroden **12** verlötet. Die zweiten Enden der jeweiligen Zwischenverbindungselektroden **12** sind durch Aluminiumdrähte **9** mit den Leistungs-Halbleitervorrichtungen **5** verbunden.

[0079] Eine Antirausch-Abschirmplatte **13** ist zwischen dem Steuersubstrat **14** und dem isolierenden

Substrat **2** in dem Gehäuserahmen **6** angeordnet. Ein Innenraum des Gehäuserahmens **6** unter der Abschirmplatte **13** ist mit einem Silikongel **15** gefüllt.

[0080] Der N-Anschluss **8N** ist auf der oberen Oberfläche des Gehäuserahmens **6** angeordnet. Der N-Anschluss **8N** ist mit einem ersten Ende einer N-Elektrode **7N** verbunden, die in den Gehäuserahmen **6** eingebettet ist. Ein zweites Ende der N-Elektrode **7N** ist durch die Aluminiumdrähte **9** mit den Leistungs-Halbleitervorrichtungen **5** verbunden.

[0081] Der P-Anschluss **8P** (in Fig. 2 nicht dargestellt) ist ebenfalls auf der oberen Oberfläche des Gehäuserahmens **6** angeordnet. Der P-Anschluss **8P** ist mit einem ersten Ende einer P-Elektrode **7P** verbunden, die in den Gehäuserahmen **6** eingebettet ist. Ein zweites Ende der P-Elektrode **7P** ist durch die Aluminiumdrähte **9** und das auf dem isolierenden Substrat **2** ausgebildete Schaltungsmuster mit den Leistungs-Halbleitervorrichtungen **5** verbunden.

[0082] Der Ausgangsanschluss **11V** ist auf der oberen Oberfläche des Gehäuserahmens **6** angeordnet. Der Ausgangsanschluss **11V** ist mit einem ersten Ende einer Ausgangselektrode **10** verbunden, die in den Gehäuserahmen **6** eingebettet ist. Ein zweites Ende der Ausgangselektrode **10** ist durch die Aluminiumdrähte **9** mit den Leistungs-Halbleitervorrichtungen **5** verbunden.

[0083] Wie der Ausgangsanschluss **11V** sind auch die Ausgangsanschlüsse **11U** und **11W** durch die Ausgangselektrode **10** und die Aluminiumdrähte **9** mit den Leistungs-Halbleitervorrichtungen **5** verbunden, obwohl dies in Fig. 2 nicht dargestellt ist.

[0084] Fig. 3 zeigt eine schematische Draufsicht von oben zur Erläuterung der Gesamtkonstruktion eines Leistungsmoduls gemäß einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel. Fig. 4 zeigt eine in vergrößertem Maßstab dargestellte Schnittansicht einer Verbindung zwischen dem in Fig. 3 gezeigten Leistungsmodul-Körperbereich **99** und einem Glättungskondensator **20**.

[0085] Der kastenförmige Glättungskondensator **20** zum Glätten einer Gleichstrom-Versorgungsspannung, die von außen an die Leistungs-Halbleitervorrichtungen **5** anzulegen ist, ist in Kontakt mit einer Seitenfläche des Gehäuserahmens **6** angeordnet, welche die zweite Seite (entlang derer der N-Anschluss **8N** und der P-Anschluss **8P** angeordnet sind) der oberen Oberfläche des Gehäuserahmens **6** beinhaltet, wobei eine obere Oberfläche des Glättungskondensators **20** mit der oberen Oberfläche des Gehäuserahmens **6** ausgefluchtet ist bzw. bündig mit dieser abschließt.

[0086] Der Glättungskondensator **20** weist eine N-Elektrode **21N** und eine P-Elektrode **21P** auf, die auf der oberen Oberfläche des Glättungskondensators **20** in der Nähe des N-Anschlusses **8N** bzw. des P-Anschlusses **8P** des Leistungsmodul-Körperbereichs **99** angeordnet sind. Wie in **Fig. 4** gezeigt ist, handelt es sich bei der N-Elektrode **21N** und der P-Elektrode **21P** (die in **Fig. 4** beide mit dem Bezugszeichen **21** bezeichnet sind) um plattenartige Elektroden, die von der oberen Oberfläche des Glättungskondensators **20** wegragen.

[0087] Die N-Elektrode **21N** und die P-Elektrode **21P** sind in Richtung auf den Gehäuserahmen **6** gebogen und erstrecken sich über den N-Anschluss **8N** bzw. den P-Anschluss **8P** (die in **Fig. 4** beide mit dem Bezugszeichen **8** bezeichnet sind). Danach werden Schrauben **25** zum Befestigen der N-Elektrode **21N** und des N-Anschlusses **8N** aneinander sowie zum Befestigen der P-Elektrode **21P** und des P-Anschlusses **8P** aneinander verwendet.

[0088] Dadurch wird eine direkte Verbindung zwischen den N- und den P-Elektroden **21N**, **21P** des Glättungskondensators und den N- und P-Anschlüssen **8N**, **8P** des Leistungsmodul-Körperbereichs **99** ohne die Verwendung von anderen Verbindungseinrichtungen, wie zum Beispiel eines Verbindungskabels, hergestellt.

[0089] Bei dem Leistungsmodul gemäß dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel, wie es vorstehend beschrieben worden ist, ist der Glättungskondensator **20** in Kontakt mit der Seitenfläche des Gehäuserahmens **6** angeordnet und ist mit seiner oberen Oberfläche bündig mit der oberen Oberfläche des Gehäuserahmens **6** ausgefluchtet.

[0090] Die N-Elektrode **21N** und die P-Elektrode **21P** des Glättungskondensators **20** sind nahe dem N-Anschluss **8N** bzw. dem P-Anschluss **8P** des Leistungsmodul-Körperbereichs **99** angeordnet. Dies gestattet die Herstellung einer direkten Verbindung zwischen der N-Elektrode **21N** und dem N-Anschluss **8N** sowie zwischen der P-Elektrode **21P** und dem P-Anschluss **8P** ohne die Verwendung des Verbindungsleiters **124** des Standes der Technik.

[0091] Infolgedessen kann bei dem Leistungsmodul gemäß dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung die Anzahl der Teile reduziert werden und der Verdrahtungsweg zwischen dem Glättungskondensator **20** und den Leistungs-Halbleitervorrichtungen **5** verkürzt werden, so dass sich wiederum die Schaltungsinduktivität reduzieren lässt.

[0092] Außerdem wird durch den Kontakt zwischen der Seitenfläche des Glättungskondensators **20** und der Seitenfläche des Leistungsmodul-Körperbereichs **99** die Vibrationsbeständigkeit erhöht.

[0093] Obwohl in der Darstellung nur ein einzelner Glättungskondensator **20** vorgesehen ist, kann auch eine Vielzahl von Glättungskondensatoren vorgesehen werden. Zum Beispiel können drei Glättungskondensatoren in entsprechender Relation zu den Phasen U, V und W vorgesehen sein. Die **Fig. 5** und **Fig. 6** zeigen schematische Draufsichten von oben zur Erläuterung der Konstruktionen des Leistungsmoduls mit drei Glättungskondensatoren **20a** bis **20c**.

[0094] Wie in **Fig. 5** zu sehen ist, besitzen die Glättungskondensatoren **20a** bis **20c** jeweilige kontaktinselförmige N-Elektroden **22Na** bis **22Nc**, die durch einen Verbindungsleiter **23N** mit dem N-Anschluss **8N** des Leistungsmodul-Körperbereichs **99** zusammengeschaltet sind. Der Verbindungsleiter **23N** ist von den P-Elektroden **22Pa** bis **22Pc** isoliert.

[0095] Bei den P-Elektroden **22Pa** bis **22Pc** der jeweiligen Glättungskondensatoren **20a** bis **20c** handelt es sich um kontaktinselförmige Elektroden, die durch einen Verbindungsleiter **23P** mit dem P-Anschluss **8P** des Leistungsmodul-Körperbereichs **99** zusammengeschaltet sind. Der Verbindungsleiter **23P** ist von dem Verbindungsleiter **23N** und den N-Elektroden **22Na** bis **22Nc** isoliert.

[0096] Wie in **Fig. 6** zu sehen ist, besitzen die Glättungskondensatoren **20a** bis **20c** N-Elektroden **21Na** bis **21Nc**, die jeweils direkt mit N-Anschlüssen **8Na** bis **8Nc** des Leistungsmodul-Körperbereichs **99** verbunden sind. Die Glättungskondensatoren **20a** bis **20c** weisen ferner P-Elektroden **21Pa** bis **21Pc** auf, die jeweils direkt mit P-Anschlüssen **8Pa** bis **8Pc** des Leistungsmodul-Körperbereichs **99** verbunden sind.

[0097] Die in den **Fig. 5** und **Fig. 6** gezeigten Leistungsmodulen weisen separate Glättungskondensatoren **20a** bis **20c** auf, die den drei jeweiligen Phasen entsprechen. Falls es zu einem Versagen bei einem der Glättungskondensatoren **20a** bis **20c** kommt, ist nur der ausgefallene Glättungskondensator zu reparieren oder auszutauschen. Dies trägt zu einer Kostenreduzierung bei.

[0098] Ferner ist bei dem in **Fig. 6** gezeigten Leistungsmodul, bei dem die Glättungskondensatoren **20a** bis **20c** in der kürzesten und gleichen Distanz von den drei Phasen angeordnet sein können, das Ungleichgewicht zwischen den Phasen vermindert, so dass wiederum die Schaltungsinduktivität vermindert wird.

Zweites bevorzugtes Ausführungsbeispiel

[0099] **Fig. 7** zeigt eine schematische Draufsicht von oben zur Erläuterung der Gesamtkonstruktion des Leistungsmoduls gemäß einem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Die **Fig. 8** und **Fig. 9** zeigen Querschnittsansichten ent-

lang der Linien X2-X2 bzw. X3-X3 in **Fig. 7** zur Erläuterung der Konstruktion im Querschnitt.

[0100] Wie in **Fig. 7** zu sehen ist, ist eine Vielzahl von Kondensatorelementen **30a** bis **30e** in einer Glättungskondensator-Umhüllung **32** angeordnet. Wie in **Fig. 8** zu sehen ist, weisen die Kondensatorelemente **30a** bis **30e** an ihrer jeweiligen Bodenfläche N-Elektroden **35a** bis **35e** auf.

[0101] Die N-Elektroden **35a** bis **35e** befinden sich gemeinsam in Kontakt mit der plattenförmigen N-Elektrode **21N**. Ein Teil der N-Elektrode **21N** erstreckt sich zu einer in der Zeichnung oberen Oberfläche der Umhüllung bzw. des Gehäuses **32** und ist mittels einer Schraube **25** an dem N-Anschluss **8N** des Leistungsmodul-Körperbereichs **99** befestigt.

[0102] Wie in **Fig. 9** zu sehen ist, weisen die Kondensatorelemente **30a** bis **30e** an ihren oberen Oberflächen jeweils P-Elektroden **36a** bis **36e** auf. Die P-Elektroden **36a** bis **36e** befinden sich gemeinsam in Kontakt mit der plattenförmigen P-Elektrode **21P**. Ein Teil der P-Elektrode **21P** erstreckt sich zu der oberen Oberfläche der Umhüllung **32** und ist mittels einer Schraube **25** an dem P-Anschluss **8P** des Leistungsmodul-Körperbereichs **99** befestigt.

[0103] Wie bei dem Glättungskondensator **20** des ersten bevorzugten Ausführungsbeispiels ist die Umhüllung **32** in Berührung mit der Seitenfläche des Gehäuserahmens **6** angeordnet und mit ihrer oberen Oberfläche bündig mit der oberen Oberfläche des Gehäuserahmens **6** ausgefluchtet.

[0104] Ein Isolator **31** ist zwischen einer Seitenfläche des Kondensatorelements **30a** und der N-Elektrode **21N** vorgesehen. Die Bodenfläche der Umhüllung **32** weist einen Kühlkörper **33** auf, um die von den Kondensatorelementen **30a** bis **30e** erzeugte Wärme nach außen abzuführen.

[0105] Die Kondensatorelemente **30a** bis **30e** sind unter Zwischenanordnung der N-Elektrode **21N** gegen die Bodenfläche der Umhüllung **32** gedrückt sowie an dieser befestigt, und zwar durch die Preßkraft einer Niederhalteplatte **34**, die auf die obere Oberfläche der Umhüllung **32** aufgeschraubt ist.

[0106] Zusätzlich zu den von dem Leistungsmodul des ersten bevorzugten Ausführungsbeispiels erzeugten Wirkungen erzeugt der Leistungsmodul gemäß dem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel somit weitere Wirkungen, die nachfolgend beschrieben werden.

[0107] Das Fixieren der Vielzahl von Kondensatorelementen **30a** bis **30e** in der Umhüllung **32** erfordert lediglich die Befestigung der Niederhalteplatte **34** an der oberen Oberfläche der Umhüllung **32** mittels ei-

ner einzigen Schraube. Der Montagevorgang für die Vielzahl von Kondensatorelementen ist somit vereinfacht.

[0108] Außerdem weist die Bodenfläche der Umhüllung **32** einen einzigen Kühlkörper **33** zum Abführen der von den Kondensatorelementen **30a** bis **30e** erzeugten Wärme nach außen auf. Dies unterstützt die gleichmäßige Kühlung der Vielzahl von Kondensatorelementen **30a** bis **30e**.

[0109] Als Elektrodenmaterial kann ein elastisches Material verwendet werden, um mindestens einem der Sätze von N-Elektroden **35a** bis **35e** und P-Elektroden **36a** bis **36e** Elastizität zu verleihen.

[0110] Dies verhindert ein Brechen der Kondensatorelemente **30a** bis **30e** aufgrund der Preßkraft der Niederhalteplatte **34** oder der Wärmebelastungen in Verbindung mit der durch die Kondensatorelemente **30a** bis **30e** erzeugten Wärme, und ferner stellt es den Kontakt zwischen der N-Elektrode **21N** und den N-Elektroden **35a** bis **35e** sowie zwischen der P-Elektrode **21P** und den P-Elektroden **36a** bis **36e** sicher.

[0111] **Fig. 10** zeigt eine schematische Draufsicht von oben zur Erläuterung der Gesamtkonstruktion des Leistungsmoduls gemäß einer Modifizierung des zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung. Drei Glättungskondensatoren, die in ihrer Konstruktion mit dem in den **Fig. 7** bis **Fig. 9** gezeigten Glättungskondensator jeweils identisch sind, sind einzeln in entsprechender Relation zu den drei Phasen angeordnet.

[0112] In **Fig. 10** bezeichnen die Bezugszeichen **32a** bis **32c** Umhüllungen; die Bezugszeichen **21Na** bis **21Nc** bezeichnen N-Elektroden; die Bezugszeichen **21Pa** bis **21Pc** bezeichnen P-Elektroden; die Bezugszeichen **8Na** bis **8Nc** bezeichnen N-Anschlüsse und die Bezugszeichen **8Pa** bis **8Pc** bezeichnen P-Anschlüsse.

Drittes bevorzugtes Ausführungsbeispiel

[0113] **Fig. 11** zeigt eine schematische Draufsicht von oben zur Erläuterung der Gesamtkonstruktion des Leistungsmoduls gemäß einem dritten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. **Fig. 12** zeigt eine Schnittansicht der Konstruktion entlang der Linie X4-X4 in **Fig. 11**. Eine Außenfläche des Gehäuserahmens **6** weist eine partielle Aussparung auf, die ein Paar einander gegenüberliegender Seitenflächen besitzt.

[0114] Der N-Anschluss **8N** ist auf einer ersten Seitenfläche der Aussparung angeordnet, und der P-Anschluss **8P** ist auf der zweiten Seitenfläche derselben angeordnet. Wie in **Fig. 12** zu sehen ist, erstrecken sich der N-Anschluss **8N** und der P-Anschluss

8P auf Bereiche der oberen Oberfläche des Gehäuserahmens **6**, die die Aussparung umgeben.

[0115] Ein Glättungskondensator **40** besitzt eine Formgebung zum Einpassen in die Aussparung und weist auf seiner ersten Seitenfläche, die der ersten Seitenfläche der Aussparung gegenüberliegt, eine N-Elektrode **43N** und auf seiner zweiten Seitenfläche, die der zweiten Seitenfläche der Aussparung gegenüberliegt, eine P-Elektrode **43P** auf.

[0116] Der Glättungskondensator **40** ist in die Aussparung gepasst, und Lötmaterial **41** verbindet die N-Elektrode **43N** und den N-Anschluss **8N** miteinander sowie die P-Elektrode **43P** und den P-Anschluss **8P** miteinander, so dass der Glättungskondensator **40** und der Gehäuserahmen **6** aneinander befestigt sind. Eine Abdeckung **44**, die an der oberen Oberfläche des Gehäuserahmens **6** angebracht ist, ist auf dem Glättungskondensator **40** angeordnet.

[0117] Bei dem vorstehend beschriebenen Leistungsmodul gemäß dem dritten bevorzugten Ausführungsbeispiel ist der Glättungskondensator **40** in die in der Außenfläche des Gehäuserahmens **6** ausgebildete Vertiefung gepasst und mittels des Lötmaterials **41** an dem Gehäuserahmen **6** befestigt.

[0118] Dies ermöglicht eine direkte Verbindung zwischen der N-Elektrode **43N** und dem N-Anschluss **8N** sowie zwischen der P-Elektrode **43P** und dem P-Anschluss **8P** ohne die Notwendigkeit für den Verbindungsleiter **124** des Standes der Technik.

[0119] Infolgedessen lässt sich bei dem Leistungsmodul gemäß dem dritten bevorzugten Ausführungsbeispiel die Anzahl der Teile reduzieren sowie der Verdrahtungsweg zwischen dem Glättungskondensator **40** und den Leistungs-Halbleitervorrichtungen **5** verkürzen, so dass sich wiederum die Schaltungsinduktivität vermindern lässt.

[0120] Außerdem lässt sich durch das Einpassen des Glättungskondensators **40** in die Aussparung des Gehäuserahmens **6** eine Größenreduzierung des Leistungsmoduls erzielen.

Viertes bevorzugtes Ausführungsbeispiel

[0121] Fig. 13 zeigt eine schematische Draufsicht von oben zur Erläuterung der Gesamtkonstruktion des Leistungsmoduls gemäß einem vierten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Fig. 14 zeigt eine Schnittansicht des Glättungskondensators **40** sowie der elastischen Elemente **45** vor deren Anbringung an dem Gehäuserahmen **6**. Fig. 15 zeigt eine Schnittansicht der Konstruktion entlang der Linie X5-X5 in Fig. 13.

[0122] Der Leistungsmodul gemäß dem vierten bevorzugten Ausführungsbeispiel basiert auf dem Leistungsmodul gemäß dem dritten bevorzugten Ausführungsbeispiel, unterscheidet sich von diesem jedoch dadurch, dass die elektrisch leitfähigen elastischen Elemente **45**, bei denen es sich zum Beispiel um Blattfedern handelt, anstatt des Lötmaterials **41**, das die N-Elektrode **43N** und den N-Anschluss **8N** miteinander verbindet sowie die P-Elektrode **43P** und den P-Anschluss **8P** miteinander verbindet, jeweils zwischen der N-Elektrode **43N** und dem N-Anschluss **8N** und zwischen der P-Elektrode **43P** und dem P-Anschluss **8P** angeordnet sind.

[0123] Der Glättungskondensator **40** und der Gehäuserahmen **6** sind durch die Elastizität der zusammengedrückten elastischen Elemente **45** aneinander befestigt. Dabei ist es notwendig, dass wenigstens eines der elastischen Elemente **45** zwischen der N-Elektrode **43N** und dem N-Anschluss **8N** sowie zwischen der P-Elektrode **43P** und dem P-Anschluss **8P** vorgesehen ist.

[0124] Zusätzlich zu den durch den Leistungsmodul des dritten bevorzugten Ausführungsbeispiel erzielten Effekten erzeugt der Leistungsmodul gemäß dem vierten bevorzugten Ausführungsbeispiel somit weitere Effekte, die nachfolgend beschrieben werden.

[0125] Es wird ein Brechen des Glättungskondensators **40** verhindert, das aufgrund der beim Einsetzen des Glättungskondensators **40** in die Aussparung ausgeübten Preßkraft oder aufgrund der Wärmebelastung in Verbindung mit der von dem Glättungskondensator **40** erzeugten Wärme hervorgerufen werden kann. Außerdem wird der Kontakt zwischen der N-Elektrode **43N** und dem N-Anschluss **8N** sowie zwischen der P-Elektrode **43P** und dem P-Anschluss **8P** sichergestellt.

Fünftes nicht beanspruchtes Ausführungsbeispiel

[0126] Fig. 16 zeigt eine Schnittansicht eines Bereichs des Leistungsmoduls, in dem ein N-Anschluss **54N** angeordnet ist, gemäß einem fünften, nicht beanspruchten Ausführungsbeispiel. Ein Glättungskondensator **50** ist an der Unterseite (bzw. an einer der Steuerelektrode **14** gegenüberliegenden Fläche) einer Gehäuseabdeckung **51** angebracht.

[0127] Der N-Anschluss **54N** erstreckt sich auf der oberen Oberfläche des Gehäuserahmens **6** von der Außenseite der Gehäuseabdeckung **51** nach innen. Eine N-Elektrode **52N** ist an einer oberen Oberfläche (bzw. einer Oberfläche für den Kontakt mit der Unterseite der Gehäuseabdeckung **51**) des Glättungskondensators **50** ausgebildet.

[0128] Die N-Elektrode **52N** ist durch eine Verbindungselektrode **53N**, die an der Unterseite der Ge-

hauseabdeckung **51** ausgebildet ist, mit dem N-Anschluss **54N** verbunden. Der N-Anschluss **54N** ist durch die N-Elektrode **7N** und die Aluminiumdrähte **9** mit den Leistungs-Halbleitervorrichtungen **5** verbunden.

[0129] Fig. 17 zeigt eine Schnittansicht zur Erläuterung eines Bereichs des Leistungsmoduls, in dem ein P-Anschluss **54P** angeordnet ist, gemäß dem fünften, nicht beanspruchten Ausführungsbeispiel. Der P-Anschluss **54P** erstreckt sich auf der oberen Oberfläche des Gehäuserahmens **6** von außerhalb der Gehäuseabdeckung **51** nach innen.

[0130] Eine P-Elektrode **52P** ist auf der oberen Oberfläche des Glättungskondensators **50** ausgebildet. Die P-Elektrode **52P** ist durch eine Verbindungselektrode **53P**, die an der Unterseite der Gehäuseabdeckung **51** ausgebildet ist, mit dem P-Anschluss **54P** verbunden. Der P-Anschluss **54P** ist durch die P-Elektrode **7P**, die Aluminiumdrähte **9** und das auf dem isolierenden Substrat **2** ausgebildete Schaltungsmuster mit den Leistungs-Halbleitervorrichtungen **5** verbunden.

[0131] Bei dem Leistungsmodul gemäß dem fünften, nicht beanspruchten Ausführungsbeispiel, wie es vorstehend beschrieben wurde, ist der Glättungskondensator **50** an der Unterseite der Gehäuseabdeckung **51** im Inneren des durch den Gehäuserahmen **6** und die Gehäuseabdeckung **51** gebildeten Gehäuses angeordnet. Dies verkürzt den Verdrahtungsweg zwischen dem Glättungskondensator **50** und den Leistungs-Halbleitervorrichtungen **5**, so dass die Schaltungsinduktivität vermindert wird.

[0132] Außerdem ist der Glättungskondensator **50**, der von der Umgebung außerhalb des Gehäuses isoliert ist, vor der Ablagerung von Verunreinigungen sowie der Bildung von Rost geschützt, die sich aus der äußeren Umgebung ergeben. Mit anderen Worten, die umgebungsmäßige Beständigkeit des Glättungskondensators **50** ist verbessert.

[0133] Da ferner der Glättungskondensator **50** in Berührung mit der Gehäuseabdeckung **51** angebracht ist, wird die durch den Glättungskondensator **50** erzeugte Wärme durch die Gehäuseabdeckung **51** nach außen abgeleitet.

[0134] Die in den Fig. 16 und Fig. 17 dargestellte Gehäuseabdeckung **51** ist zwar relativ flach, jedoch kann die Gehäuseabdeckung **51** auch mit einer rippenartigen Kontur ausgebildet sein, um die Wärmeabföhrigenschaften noch weiter zu verbessern.

Sechstes nicht beanspruchtes Ausführungsbeispiel

[0135] Fig. 18 zeigt eine Schnittansicht eines Bereichs des Leistungsmoduls, in dem der N-Anschluss

8N angeordnet ist, gemäß einem sechsten, nicht beanspruchten Ausführungsbeispiel. Eine Abschirmplatte **56** ist zwischen dem Steuersubstrat **14** und dem isolierenden Substrat **2** angeordnet, und die Innenfläche des Gehäuserahmens **6** weist eine stufige Konstruktion in Berührung mit einem Teil des Umfangs der Abschirmplatte **56** auf.

[0136] Ein Anschluss **59N** ist auf einer oberen Oberfläche der Stufenkonstruktion ausgebildet und ist durch eine Verbindungselektrode **7N2**, die in den Gehäuserahmen **6** eingebettet ist, mit einer N-Elektrode **7N1** verbunden. Die N-Elektrode **7N1** ist mit einem ersten Ende mit dem N-Anschluss **8N** verbunden und mit einem zweiten Ende über die Aluminiumdrähte **9** mit den Leistungs-Halbleitervorrichtungen **5** verbunden.

[0137] Ein Glättungskondensator **55** ist an der Unterseite (bzw. einer dem isolierenden Substrat **2** gegenüberliegenden Fläche) der Abschirmplatte **56** angebracht. Eine N-Elektrode **57N** ist auf einer oberen Oberfläche (bzw. einer Oberfläche zur Berührung mit der Unterseite der Abschirmplatte **56**) des Glättungskondensators **55** ausgebildet. Die N-Elektrode **57N** ist durch eine Verbindungselektrode **58N**, die an der Unterseite der Abschirmplatte **56** ausgebildet ist, mit dem Anschluss **59N** verbunden.

[0138] Fig. 19 zeigt eine Schnittansicht zur Erläuterung eines Bereichs des Leistungsmoduls, in dem der P-Anschluss **8P** angeordnet ist, gemäß dem sechsten, nicht beanspruchten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Ein Anschluss **59P** ist auf der oberen Oberfläche der Stufenkonstruktion ausgebildet und durch eine Verbindungselektrode **7P2**, die in den Gehäuserahmen **6** eingebettet ist, mit einer P-Elektrode **7P1** verbunden.

[0139] Die P-Elektrode **7P1** ist mit einem ersten Ende mit dem P-Anschluss **8P** verbunden und mit einem zweiten Ende über die Aluminiumdrähte **9** und das auf dem isolierenden Substrat **2** ausgebildete Schaltungsmuster mit den Leistungs-Halbleitervorrichtungen **5** verbunden.

[0140] Eine P-Elektrode **57P** ist auf der oberen Oberfläche des Glättungskondensators **55** ausgebildet. Die P-Elektrode **57P** ist durch eine Verbindungselektrode **58P**, die an der Unterseite der Abschirmplatte **56** ausgebildet ist, mit dem Anschluss **59P** verbunden.

[0141] Bei dem Leistungsmodul gemäß dem sechsten, nicht beanspruchten Ausführungsbeispiel, wie es vorstehend beschrieben wurde, ist der Glättungskondensator **55** an der Unterseite der Abschirmplatte **56** innerhalb des durch den Gehäuserahmen **6** und die Gehäuseabdeckung **16** gebildeten Gehäuses angeordnet.

[0142] Dies ermöglicht einen kürzeren Verdrahtungsweg zwischen dem Glättungskondensator **55** und den Leistungs-Halbleitervorrichtungen **5** als im Fall des Leistungsmoduls des fünften Ausführungsbeispiels, so dass sich die Schaltungsinduktivität noch weiter reduzieren lässt.

[0143] Außerdem besitzt der Glättungskondensator **55**, der von der äußeren Umgebung getrennt ist, eine verbesserte Beständigkeit gegenüber der Umgebung.

Siebttes, nicht beanspruchtes Ausführungsbeispiel

[0144] **Fig. 20** zeigt eine Schnittansicht zur Erläuterung eines Bereichs des Leistungsmoduls, in dem der N-Anschluss **8N** angeordnet ist, gemäß einem siebten, nicht beanspruchten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Der Leistungsmodul gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel basiert auf dem Leistungsmodul gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel, unterscheidet sich von diesem jedoch dadurch, dass insbesondere eine Abschirmplatte **63**, die eine gedruckte Schaltungsplatte beinhaltet, für die Abschirmplatte **56** verwendet wird.

[0145] Der Gehäuserahmen **6** weist entlang seiner Innenfläche eine Stufenkonstruktion auf und befindet sich in Berührung mit der Peripherie der Abschirmplatte **63**. Die Unterseite der Abschirmplatte **63** ist vollständig mit einem wärmeleitfähigen Flächenkörper **64** bedeckt. Ein Glättungskondensator **60** ist unter dem wärmeleitfähigen Flächenkörper **64** in einem zentralen Bereich der Abschirmplatte **62** angeordnet.

[0146] Eine N-Elektrode **61N** an einer ersten Seitenfläche des Glättungskondensators **60** ist durch eine Verbindungselektrode **62N1**, ein Leitermuster **62N2** und eine Verbindungselektrode **62N3** in der genannten Reihenfolge mit dem Anschluss **59N** verbunden. Die Verbindungselektrode **62N1** befindet sich in Kontakt mit der N-Elektrode **61N** und erstreckt sich durch die Abschirmplatte **63** hindurch.

[0147] Das Leitermuster **62N2** ist auf der oberen Oberfläche der Abschirmplatte **63** ausgebildet und befindet sich in Kontakt mit der Verbindungselektrode **62N1**. Die Verbindungselektrode **62N3** ist in Kontakt mit dem Leitermuster **62N2** und erstreckt sich durch die Abschirmplatte **63** hindurch.

[0148] **Fig. 21** zeigt eine Schnittansicht zur Erläuterung eines Bereichs des Leistungsmoduls, in dem der P-Anschluss **8P** angeordnet ist, gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel. Eine P-Elektrode **61P** auf einer zweiten Seitenfläche des Glättungskondensators **60**, die der ersten Seitenfläche entgegengesetzt ist, ist durch eine Verbindungselektrode **62P1**, ein Leitermuster **62P2** und eine Verbindungselektrode **62P3** in

der genannten Reihenfolge mit dem Anschluss **59P** verbunden.

[0149] Die Verbindungselektrode **62P1** ist in Kontakt mit der P-Elektrode **61P** und erstreckt sich durch die Abschirmplatte **63** hindurch. Das Leitermuster **62P2** ist auf der oberen Oberfläche der Abschirmplatte **63** ausgebildet und befindet sich in Kontakt mit der Verbindungselektrode **62P1**. Die Verbindungselektrode **62P3** ist in Kontakt mit dem Leitermuster **62P2** und erstreckt sich durch die Abschirmplatte **63** hindurch.

[0150] Weitere Bestandteile des Leistungsmoduls gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel entsprechen denen des Leistungsmoduls gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel, wie es in den **Fig. 18** und **Fig. 19** gezeigt ist.

[0151] Wie bei dem Leistungsmodul gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel kann auch der Leistungsmodul gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel die Schaltungsinduktivität reduzieren und die Beständigkeit gegenüber der Umgebung verbessern.

[0152] Da der Glättungskondensator **60** unter Zwischenanordnung des wärmeleitfähigen Flächenkörpers **64** an der Unterseite der Abschirmplatte **63** angeordnet ist, wird die von dem Glättungskondensator **60** erzeugte Wärme durch den wärmeleitfähigen Flächenkörper **64** und den Gehäuserahmen **6** wirksam nach außen abgeleitet, und Belastungen in Verbindung mit der erzeugten Wärme werden vermindert.

Achtes, nicht beanspruchtes Ausführungsbeispiel

[0153] **Fig. 22** zeigt eine Schnittansicht zur Erläuterung eines Bereichs des Leistungsmoduls, in dem der N-Anschluss **8N** angeordnet ist, gemäß einem achten, nicht beanspruchten Ausführungsbeispiel.

[0154] Der Leistungsmodul gemäß dem achten Ausführungsbeispiel basiert auf dem Leistungsmodul gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel, lässt unterscheiden sich jedoch von diesem dadurch, dass insbesondere eine aus Metall hergestellte Abschirmplatte **65** anstatt der Abschirmplatte **56** verwendet wird.

[0155] Die N-Elektrode **57N** des Glättungskondensators **55** und der Anschluss **59N** auf der oberen Oberfläche der Stufenkonstruktion sind durch einen Verbindungsleiter **66N** miteinander verbunden, der an der Unterseite der Abschirmplatte **56** vorgesehen ist und mit einer dünnen Isolierschicht beschichtet ist.

[0156] **Fig. 23** zeigt eine Schnittansicht zur Erläuterung eines Bereichs des Leistungsmoduls, in dem der P-Anschluss **8P** angeordnet ist, gemäß dem achten Ausführungsbeispiel. Die P-Elektrode **57P** des Glättungskondensators **55** und der Anschluss **59P** auf der oberen Oberfläche der Stufenkonstruktion sind durch

einen Verbindungsleiter **66P** miteinander verbunden, der an der Unterseite der Abschirmplatte **65** vorgesehen ist und mit einer dünnen Isolierschicht beschichtet ist.

[0157] Weitere Bestandteile des Leistungsmoduls gemäß dem achten Ausführungsbeispiel entsprechen denen des Leistungsmoduls gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel, wie es in den **Fig. 18** und **Fig. 19** dargestellt ist.

[0158] Wie bei dem Leistungsmodul gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel kann auch der Leistungsmodul gemäß dem achten Ausführungsbeispiel die Schaltungsinduktivität vermindern und die Beständigkeit gegenüber der Umgebung verbessern.

[0159] Da der Glättungskondensator **55** an der Unterseite der Abschirmplatte **65** aus Metall angeordnet ist, wird die von dem Glättungskondensator **55** erzeugte Wärme durch die Abschirmplatte **65** und den Gehäuserahmen **6** wirksam nach außen abgeleitet.

Neuntes, nicht beanspruchtes Ausführungsbeispiel

[0160] **Fig. 24** zeigt eine Schnittansicht zur Erläuterung der Konstruktion des Leistungsmoduls gemäß einem neunten, nicht beanspruchten Ausführungsbeispiel. Ein Glättungskondensator **70** in einer vertikalen Anordnung ist auf der oberen Oberfläche des isolierenden Substrats **2** in einem Bereich vorgesehen, in dem die Leistungs-Halbleitervorrichtungen **5** nicht angebracht sind.

[0161] Eine N-Elektrode **71N** ist auf einer oberen Oberfläche des Glättungskondensators **70** ausgebildet, und eine Verbindungselektrode **72** ist die N-Elektrode **71N** überdeckend derart angeordnet, dass sie eine P-Elektrode **71P** nicht kontaktiert.

[0162] Die Verbindungselektrode **72** besitzt ein erstes Ende, das durch die Aluminiumdrähte **9** mit der N-Elektrode **7N** verbunden ist, sowie ein zweites Ende, das durch die Aluminiumdrähte **9** mit den Leistungs-Halbleitervorrichtungen **5** verbunden ist.

[0163] Die P-Elektrode **71P** ist an einer Bodenfläche des Glättungskondensators **70** ausgebildet und durch das auf dem isolierenden Substrat **2** ausgebildete Schaltungsmuster mit den Leistungs-Halbleitervorrichtungen **5** verbunden.

[0164] Ferner ist die P-Elektrode **71P** durch das Schaltungsmuster und die Aluminiumdrähte **9** mit der P-Elektrode **7P** verbunden (die in **Fig. 24** in unterbrochenen Linien dargestellt ist, da sie eigentlich nicht in derselben Schnittebene wie die N-Elektrode **7N** liegt).

[0165] Bei dem Leistungsmodul gemäß dem neunten Ausführungsbeispiel ist der Glättungskondensa-

tor **70** innerhalb des durch den Gehäuserahmen **6** und die Gehäuseabdeckung **16** gebildeten Gehäuses angeordnet, so dass die Beständigkeit gegenüber der Umgebung verbessert wird, wie dies auch bei dem Leistungsmodul der Ausführungsbeispiele 5 bis 8 der Fall ist.

[0166] Die Anordnung des Glättungskondensators **70** auf dem isolierenden Substrat **2** schafft eine beträchtliche Verkürzung des Verdrahtungsweges zwischen dem Glättungskondensator **70** und den Leistungs-Halbleitervorrichtungen **5**, so dass sich eine starke Verminderung der Schaltungsinduktivität ergibt.

[0167] Der Glättungskondensator **70** kann aus demselben Material wie das isolierende Substrat **2** hergestellt sein. Wenn zum Beispiel das isolierende Substrat **2** aus Keramik besteht, kann ein Keramik-Kondensator als Glättungskondensator **70** verwendet werden.

[0168] Dadurch ist es möglich, dass der Glättungskondensator **70** und das isolierende Substrat **2** gleiche Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweisen, so dass verschiedenartige Nachteile vermieden werden können, die sich aufgrund von Unterschieden im Wärmeausdehnungskoeffizienten ergeben, so dass sich die Zuverlässigkeit des Leistungsmoduls verbessern lässt.

Zehntes, nicht beanspruchtes Ausführungsbeispiel

[0169] **Fig. 25** zeigt eine Schnittansicht zur Erläuterung der Konstruktion des Leistungsmoduls gemäß einem zehnten, nicht beanspruchten Ausführungsbeispiel. Ein Glättungskondensator **80** in vertikaler Anordnung ist auf der oberen Oberfläche der Basisplatte **1** in einem Bereich vorgesehen, in dem das isolierende Substrat **2** nicht angeordnet ist.

[0170] Insbesondere ist der Glättungskondensator **80** bei der Konstruktion gemäß **Fig. 25** in dem Gehäuserahmen **6** eingebettet dargestellt. Eine N-Elektrode **81N** ist auf einer oberen Oberfläche des Glättungskondensators **80** ausgebildet. Die N-Elektrode **81N** ist mittels eines elektrisch leitfähigen Verbindungsmaterials, wie zum Beispiel Lötmaterial oder dergleichen, mit der N-Elektrode **7N** in Kontakt gebracht sowie an dieser befestigt.

[0171] Eine P-Elektrode **81P** ist an einer Bodenfläche des Glättungskondensators **80** ausgebildet. Die P-Elektrode **81P** ist mittels eines elektrisch leitfähigen Verbindungsmaterials, wie zum Beispiel Lötmaterial oder dergleichen, mit der P-Elektrode **7P** in Kontakt gebracht sowie an dieser befestigt (wobei diese Elektrode in **Fig. 25** in unterbrochenen Linien dargestellt ist, da sie eigentlich nicht in derselben Schnittebene

wie die N-Elektrode **7N** liegt). Die P-Elektrode **7P** und die Basisplatte **1** sind voneinander isoliert.

[0172] Wie bei dem Leistungsmodul gemäß den Ausführungsbeispielen 5 bis 9 kann auch der Leistungsmodul gemäß dem zehnten Ausführungsbeispiel die Beständigkeit gegenüber der Umgebung verbessern.

[0173] Zusätzlich gestattet der auf der Basisplatte **1** aus Metall angeordnete Glättungskondensator **80**, dass die von dem Glättungskondensator **80** erzeugte Wärme durch die Basisplatte **1** hindurch wirksam nach außen abgeführt wird.

[0174] Ferner sind die N-Elektrode **81N** und die P-Elektrode **81P** des Glättungskondensators **80** in direktem Kontakt mit der N-Elektrode **7N** bzw. der P-Elektrode **7P** gebracht sowie an diesen befestigt. Dadurch ergeben sich die nachfolgend genannten Wirkungen.

[0175] Im Vergleich zu der durch die Verbindungselektrode usw. zwischen den Elektroden hergestellten Verbindung ist bei der Anordnung gemäß dem zehnten Ausführungsbeispiel kein separates Element für die Verbindung zwischen den Elektroden erforderlich, so dass sich das Gewicht und die Kosten reduzieren lassen.

[0176] Im Vergleich zu der Verwendung einer Schraube zum Befestigen der Verbindungselektroden, die mit der N-Elektrode **81N** und der P-Elektrode **81P** des Glättungskondensators **80** verbunden sind, und der mit der N-Elektrode **7N** sowie der P-Elektrode **7P** verbundenen Anschlüsse aneinander vermeidet die Anordnung gemäß dem zehnten Ausführungsbeispiel die Entstehung eines Kontaktwiderstands an einem von einer Schraube gehaltenen Bereich, so dass ein Energieverlust des Leistungsmoduls insgesamt unterdrückt wird.

[0177] Dies unterdrückt auch die Entstehung von Wärme in Verbindung mit dem Kontaktwiderstand, so dass sich wiederum ein Kühlmechanismus mit reduzierter Größe erzielen lässt.

Elftes, nicht beanspruchtes Ausführungsbeispiel

[0178] Fig. 26 zeigt eine Schnittansicht zur Erläuterung eines Bereichs des Leistungsmoduls, in dem eine N-Elektrode **95** angeordnet ist, gemäß einem elften, nicht beanspruchten Ausführungsbeispiel. Der Gehäuserahmen **6** und das isolierende Substrat **2** in einer horizontalen Position sind auf einer Wasserkühlungsrippe **90** angeordnet, in der ein Kühlmittel-Strömungsweg **91** ausgebildet ist.

[0179] Ein Glättungskondensator **92** ist an der Unterseite der Wasserkühlungsrippe **90** (bzw. auf einer

Seite, die der Seite, auf der das isolierende Substrat **2** ausgebildet ist, gegenüberliegt) angeordnet. Die N-Elektrode **95N**, die sich von der Innenfläche des Gehäuserahmens **6** auf dessen Außenfläche erstreckt, ist in den Gehäuserahmen **6** eingebettet.

[0180] Eine N-Elektrode **93N**, die an einer Seitenfläche des Glättungskondensators **92** ausgebildet ist, ist durch einen Verbindungsleiter **94N** mit der N-Elektrode **95N** verbunden.

[0181] Der Verbindungsleiter **94N** ist zum Teil an der Boden- und Seitenfläche der Wasserkühlungsrippe **90** sowie auf der Außenfläche des Gehäuserahmens **6** ausgebildet.

[0182] Fig. 27 zeigt eine Schnittansicht zur Erläuterung eines Bereichs des Leistungsmoduls, in dem eine P-Elektrode **95P** angeordnet ist, gemäß dem elften Ausführungsbeispiel. Die P-Elektrode **95P**, die sich von der Innenfläche des Gehäuserahmens **6** auf die Außenfläche desselben erstreckt, ist in den Gehäuserahmen **6** eingebettet.

[0183] Eine P-Elektrode **93P**, die an einer Seitenfläche des Glättungskondensators **92** ausgebildet ist, ist durch einen Verbindungsleiter **94P** mit der P-Elektrode **95P** verbunden. Der Verbindungsleiter **94P** ist teilweise an einer Boden- und Seitenfläche der Wasserkühlungsrippe **90** sowie auf der Außenfläche des Gehäuserahmens **6** ausgebildet.

[0184] Bei dem Leistungsmodul gemäß dem elften Ausführungsbeispiel, wie es vorstehend beschrieben wurde, ist der Glättungskondensator **92** an der Unterseite der Wasserkühlungsrippe **90** angeordnet.

[0185] Die Wasserkühlungsrippe **90** kann somit die von dem Glättungskondensator **92** erzeugte Wärme wirksam abführen, so dass die Zuverlässigkeit des Leistungsmoduls gesteigert wird.

[0186] Bei dem ersten bis elften Ausführungsbeispiel kann ein Keramik-Kondensator mit guten Lade- und Entladeeigenschaften als Glättungskondensator verwendet werden, so dass sich eine Steigerung der Arbeitsgeschwindigkeit des Leistungsmoduls erzielen lässt.

Patentansprüche

1. Leistungsmodul, der folgendes aufweist:
 - ein Substrat (**2**), auf dem eine Leistungs-Halbleitervorrichtung (**5**) angebracht ist;
 - ein Gehäuserahmen (**6**), umschließend einen Innenraum, in dem das Substrat angeordnet ist;
 - einen N-Anschluss (**8N**) und einen P-Anschluss (**8P**), die entlang einer ersten Seite einer oberen Oberfläche des Gehäuserahmens angeordnet sind

und mit der Leistungs-Halbleitervorrichtung elektrisch verbunden sind; und

– einen Glättungskondensator (20), der eine mit dem N-Anschluss verbundene erste Elektrode (21N) und eine mit dem P-Anschluss verbundene zweite Elektrode (21P) aufweist, zum Glätten einer der Leistungs-Halbleitervorrichtung von außen zuzuführenden Spannung;

wobei der Glättungskondensator (20) eine Hauptfläche aufweist, die mit der oberen Oberfläche des Gehäuserahmens (6) bündig abschließt, sowie in Kontakt mit einer Seitenfläche des Gehäuserahmens (6) angeordnet ist, die weitgehend senkrecht an die erste Seite der oberen Oberfläche des Gehäuserahmens anschließt, und

wobei die erste Elektrode (21N) und die zweite Elektrode (21P) derart auf der oberen Oberfläche des Glättungskondensators angeordnet sind, dass sie sich über den N- und den P-Anschluss (8N, 8P) erstrecken und eine direkte Verbindung zwischen den ersten und zweiten Elektroden (21N, 21P) des Glättungskondensators (20) und den N- und P-Anschlüssen (8N, 8P) der Leistungs-Halbleitervorrichtung gebildet ist.

2. Leistungsmodul nach Anspruch 1, wobei der Glättungskondensator (20) folgendes aufweist:

– eine Umhüllung (32);
– eine Vielzahl von Kondensatorelementen (30a–30e), die in der Umhüllung angeordnet sind und von denen jedes eine erste Elektrode (35a–35e) in Anlage an der ersten Elektrode des Glättungskondensators (20) sowie eine zweite Elektrode in Anlage an der zweiten Elektrode des Glättungskondensators (20) aufweist; und
– eine Niederhalteplatte (34) zum Anpressen der Vielzahl von Kondensatorelementen gegen die Umhüllung in einer derartigen Weise, dass die Kondensatorelemente in der Umhüllung festgelegt sind.

3. Leistungsmodul nach Anspruch 2, wobei die Umhüllung (32) einen einzigen Kühlkörper (33) zum Abführen der von den Kondensatorelementen erzeugten Wärme aufweist.

4. Leistungsmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei mindestens eine der ersten und der zweiten Elektrode des Glättungskondensators (20) elastisch ausgebildet ist.

5. Leistungsmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Gehäuserahmen (6) eine vorbestimmte Aussparung in einer Außenfläche aufweist, die sich bis auf die erste Seite der oberen Oberfläche erstreckt, wobei der N-Anschluss (8N) und der P-Anschluss (8P) in die Aussparung hineinreichen, und wobei der Glättungskondensator (40) in die Aussparung eingepasst ist und eine erste Elektrode

(43N) aufweist, die dem N-Anschluss entsprechend positioniert ist, sowie eine zweite Elektrode (43P) aufweist, die dem P-Anschluss entsprechend positioniert ist, zum Glätten einer der Leistungs-Halbleitervorrichtung (5) von außen zuzuführenden Spannung.

6. Leistungsmodul nach Anspruch 5, wobei mindestens ein erstes elektrisch leitfähiges elastisches Element (45) zwischen der ersten Elektrode (43N) und dem N-Anschluss (8N) und/oder ein zweites elektrisch leitfähiges elastisches Element (45) zwischen der zweiten Elektrode (43P) und dem P-Anschluss (8P) vorgesehen ist.

Es folgen 22 Seiten Zeichnungen

FIG. 3

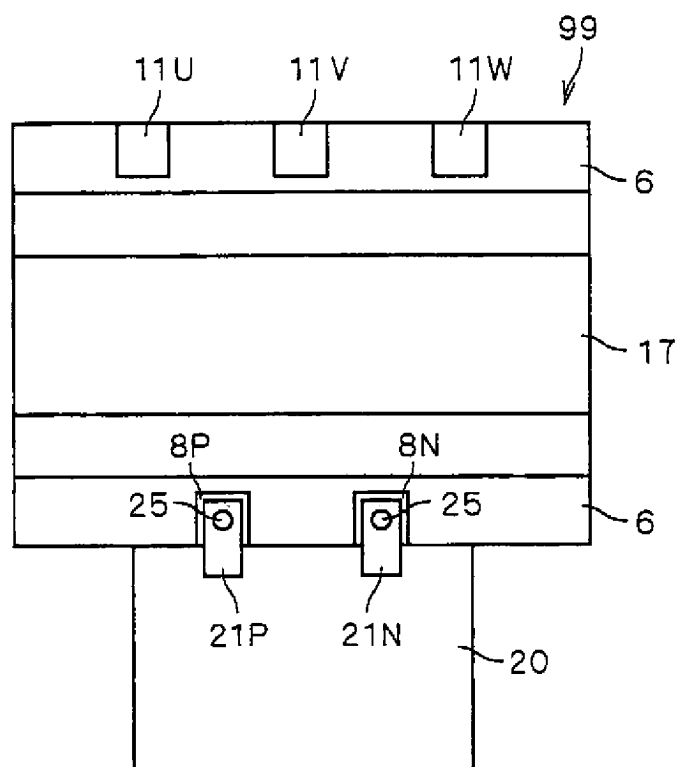


FIG. 4

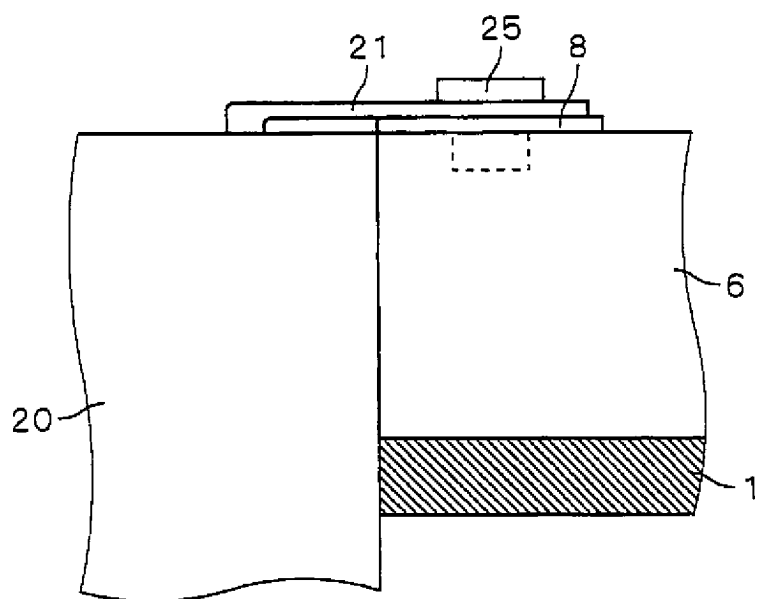


FIG. 5

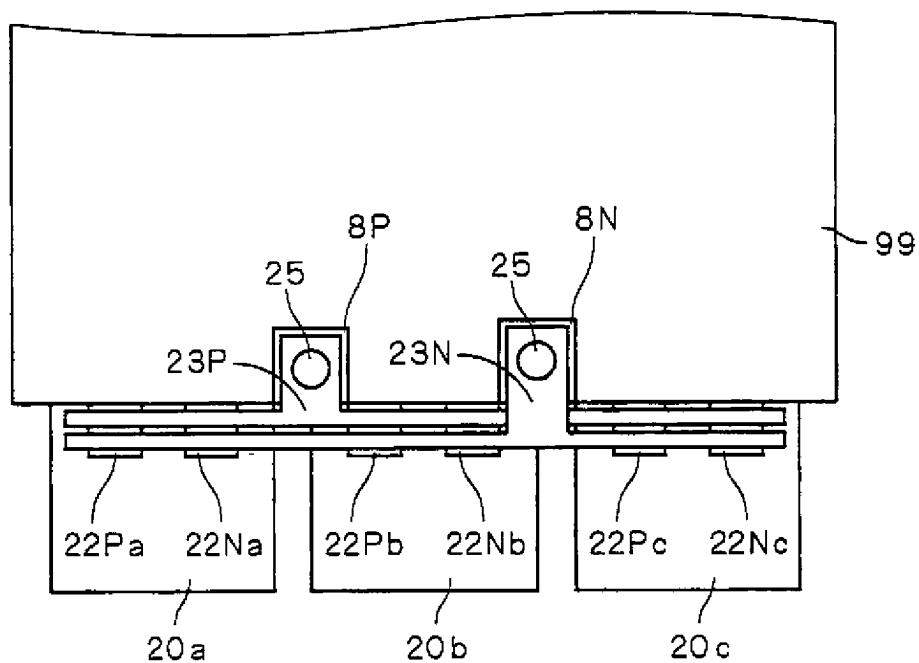


FIG. 6

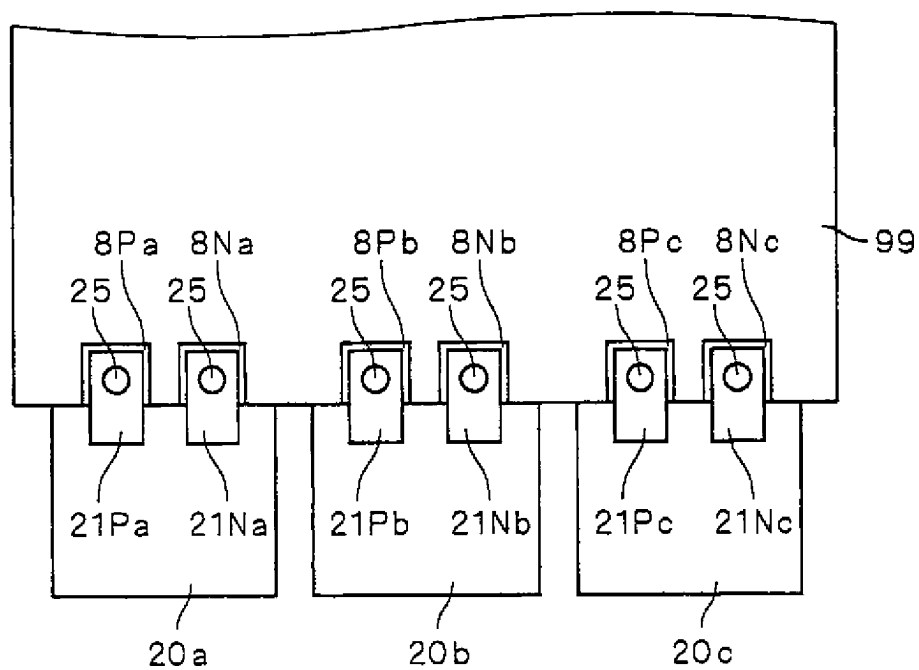


FIG. 7

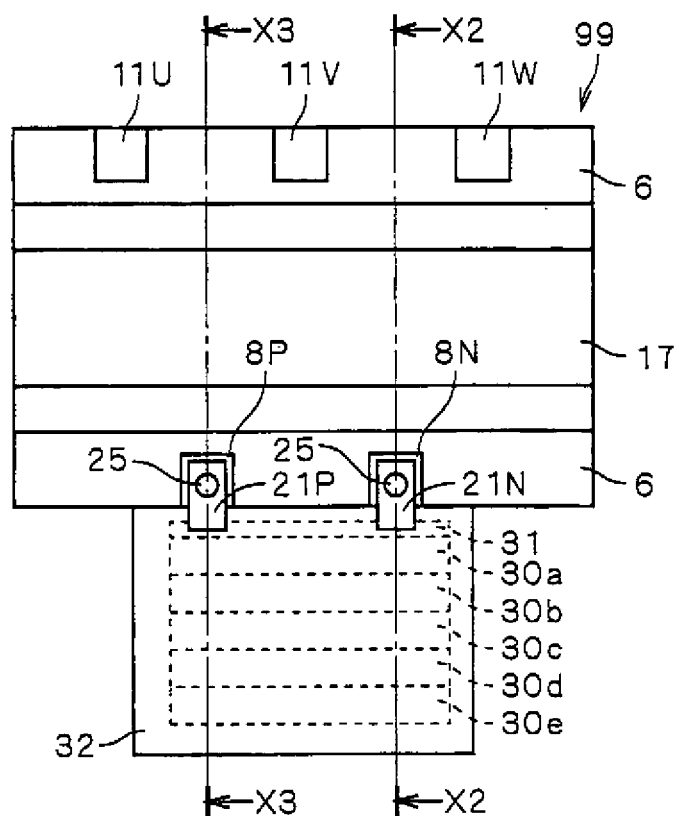


FIG. 8

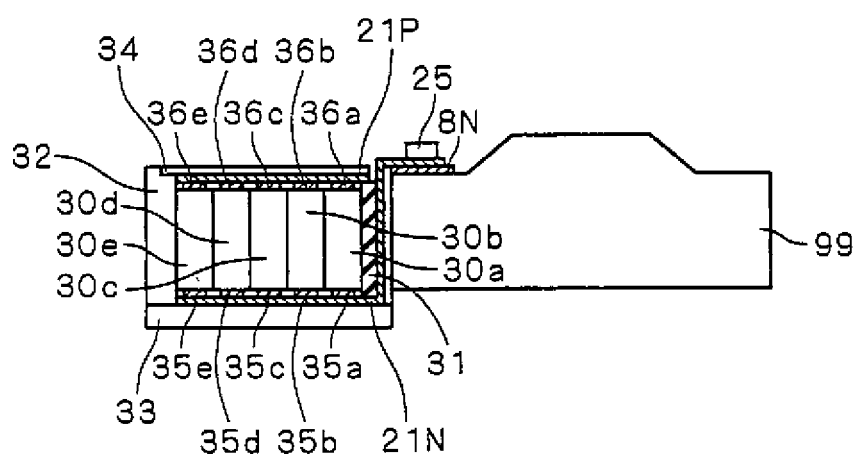


FIG. 11

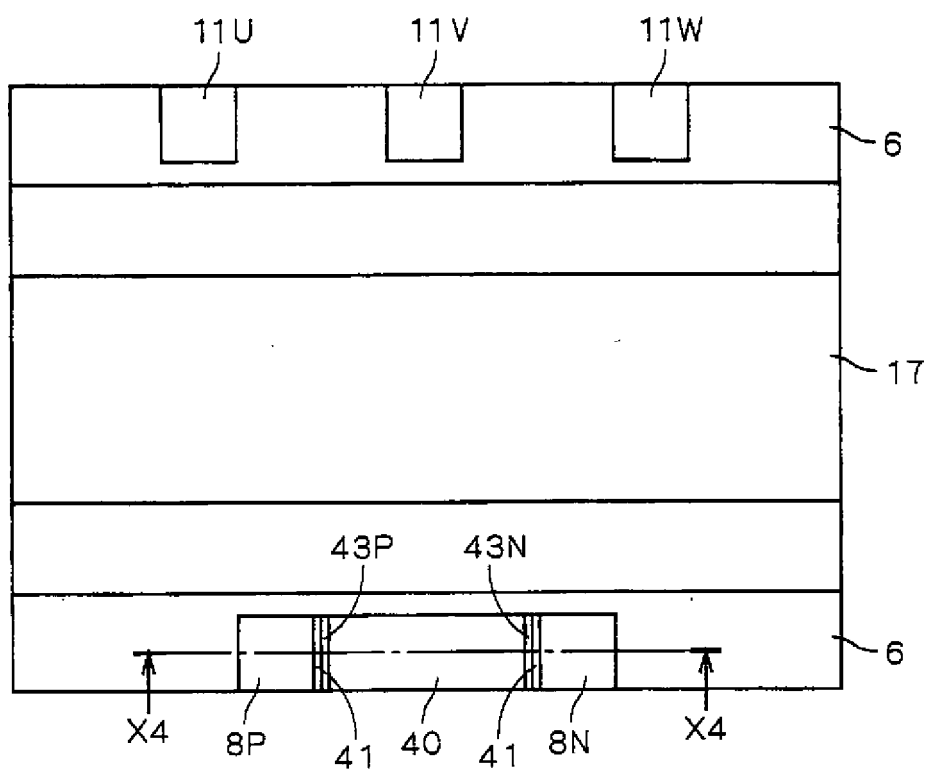


FIG. 12

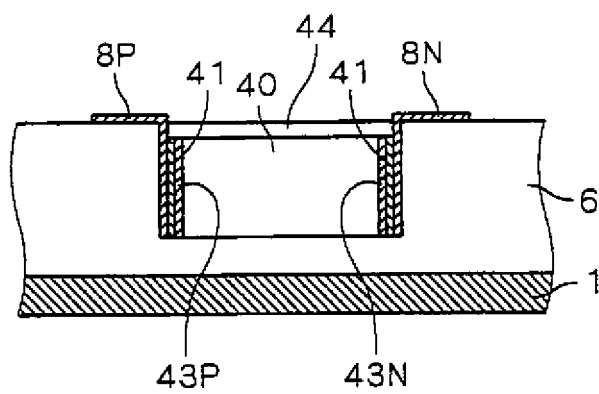


FIG. 13

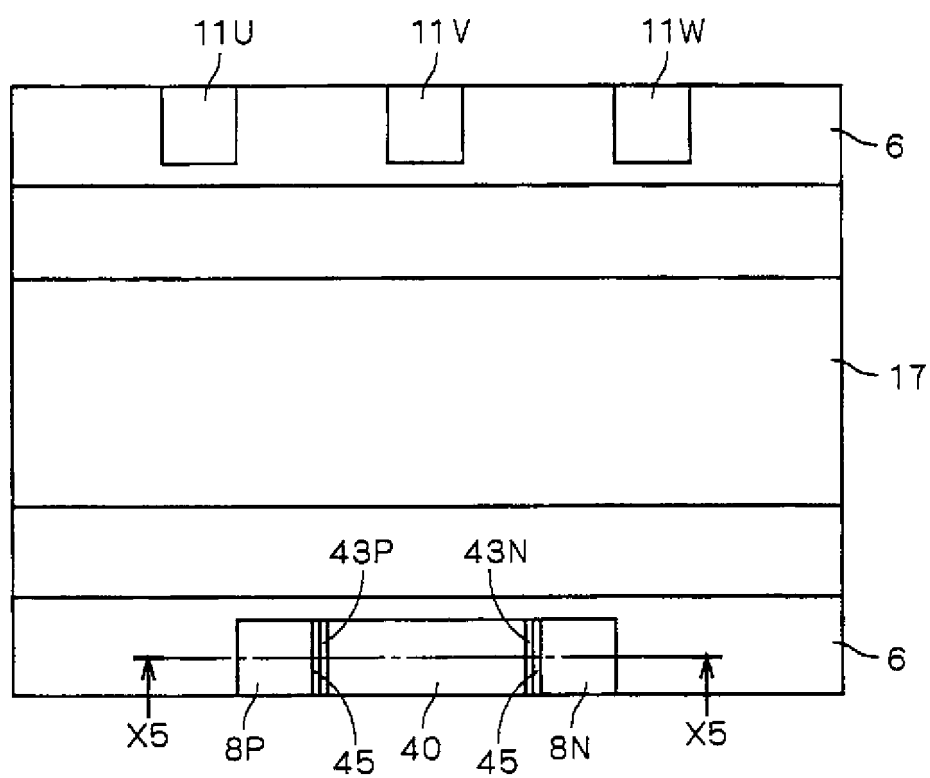


FIG. 14

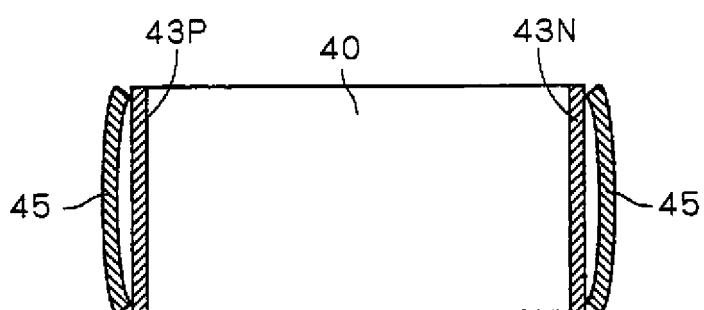
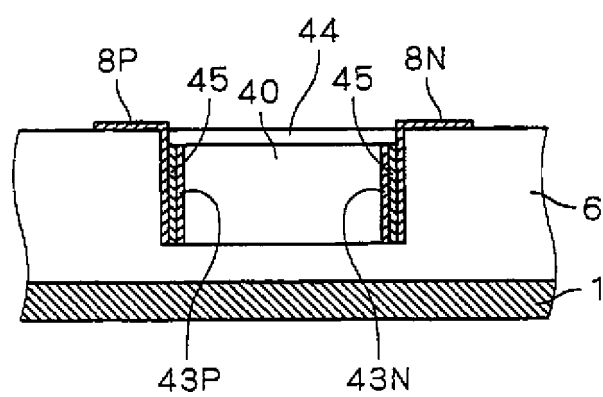


FIG. 15



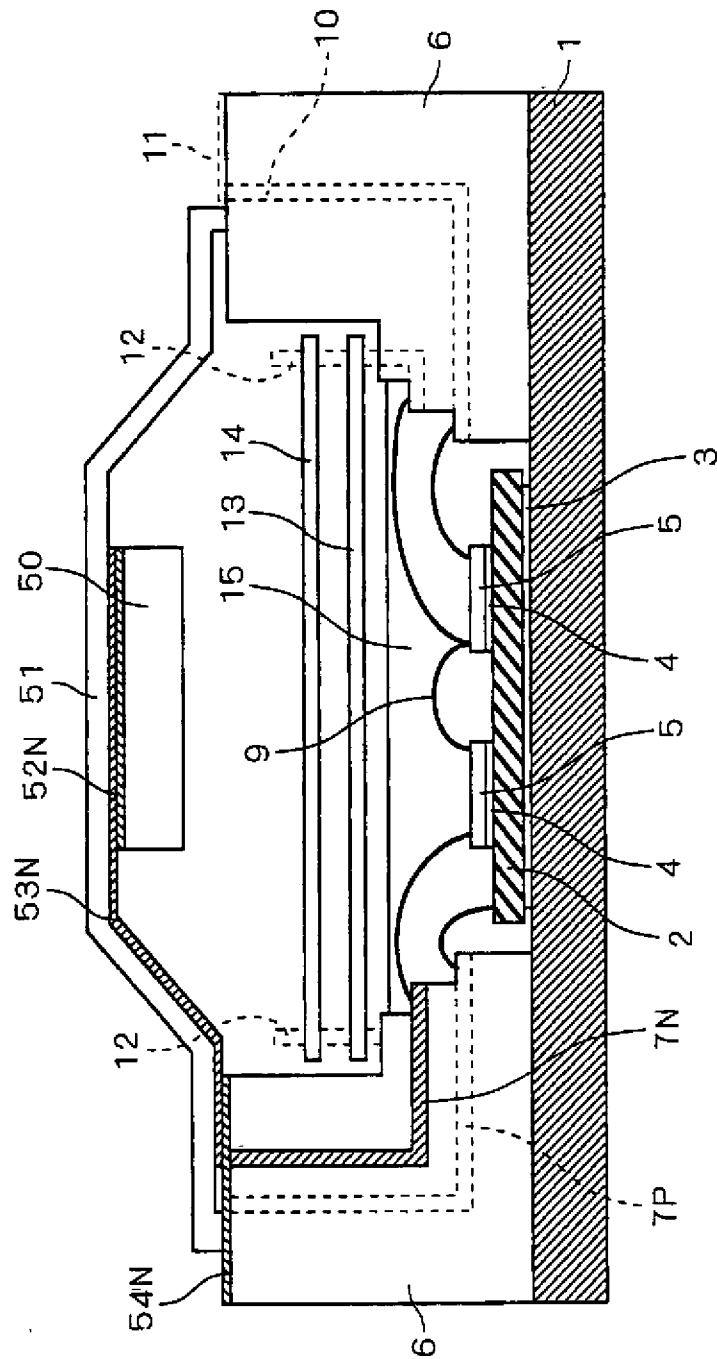


FIG. 16

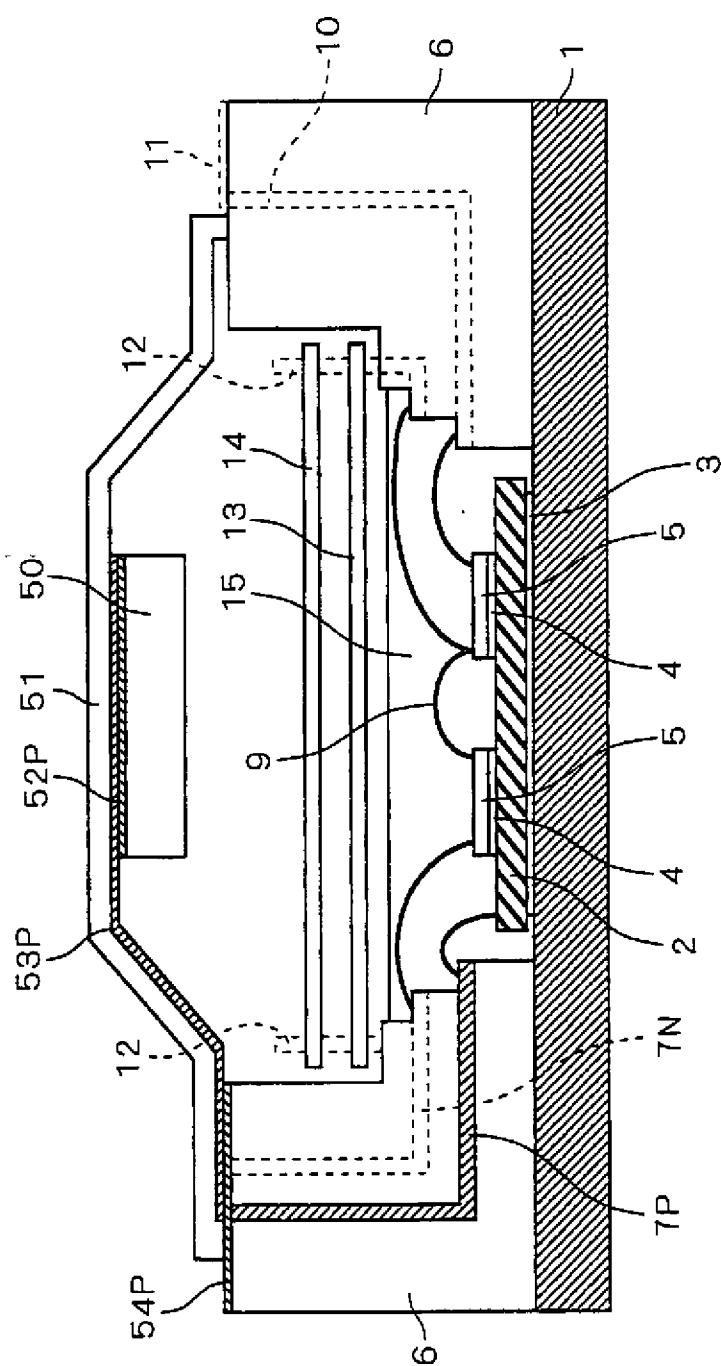


FIG. 17

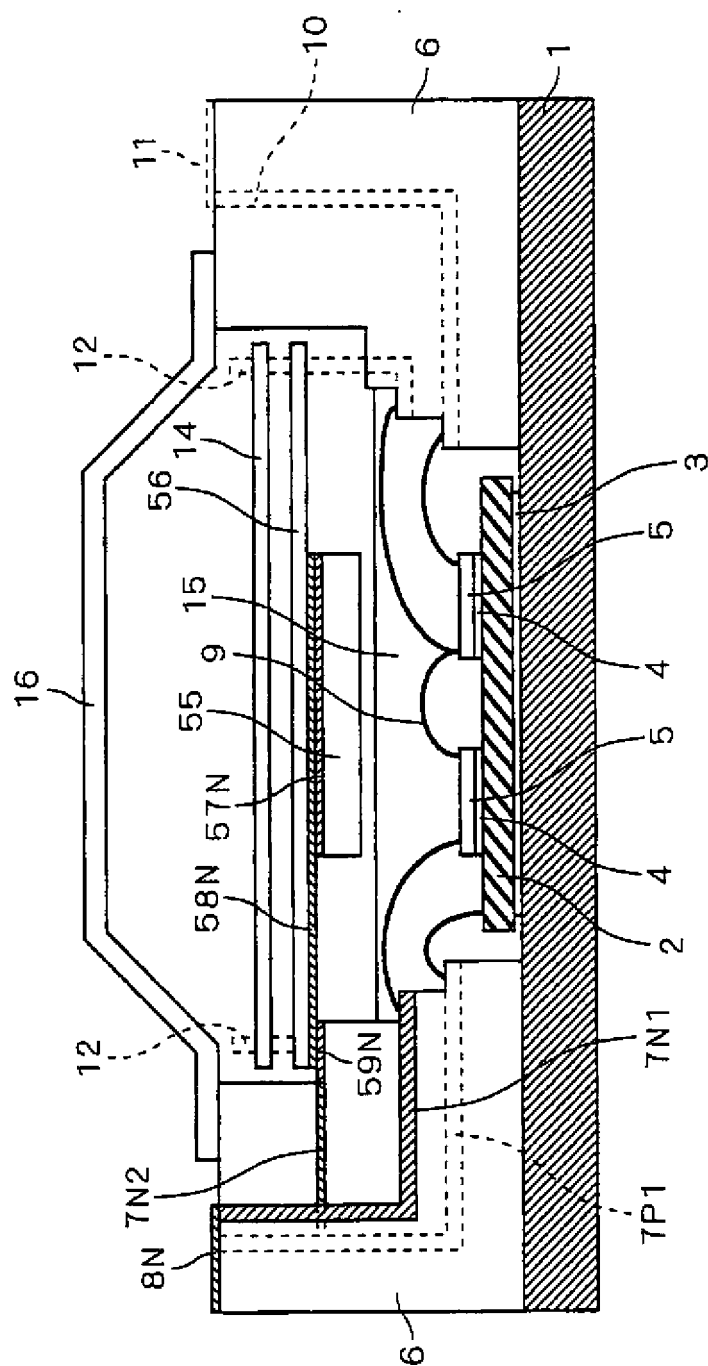
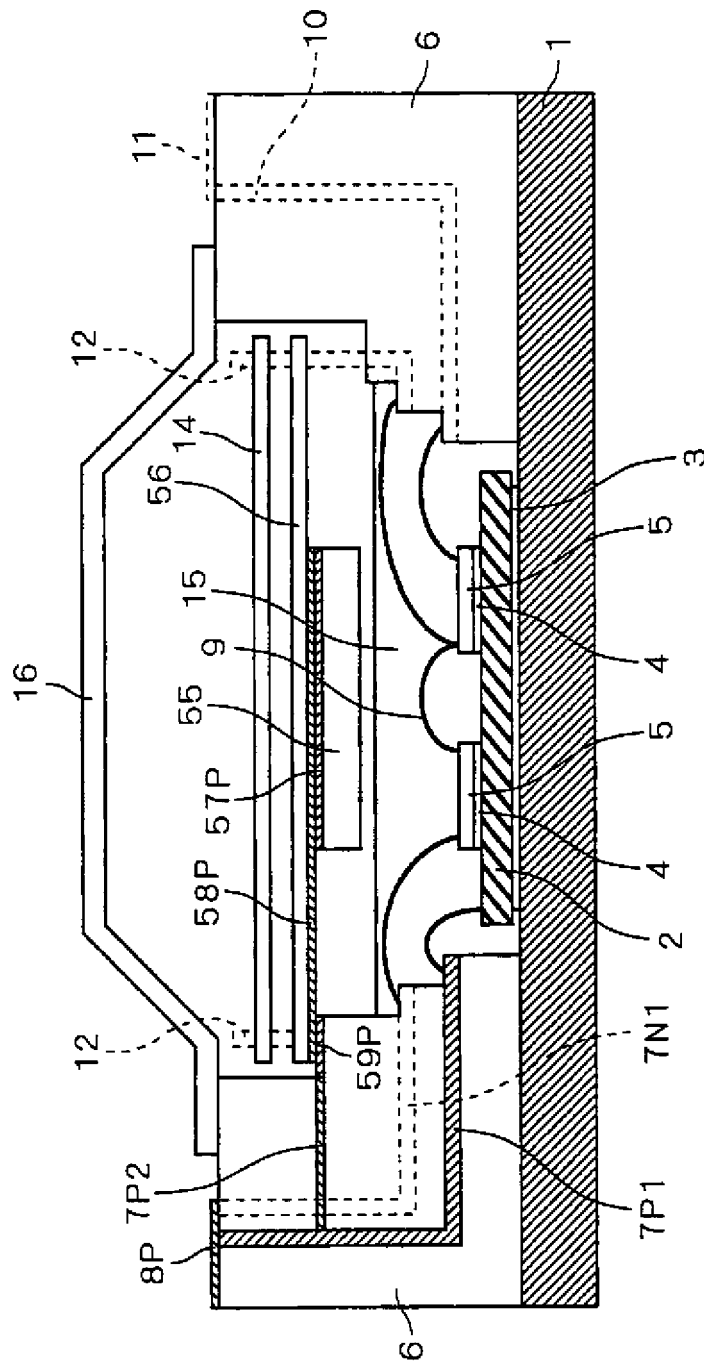
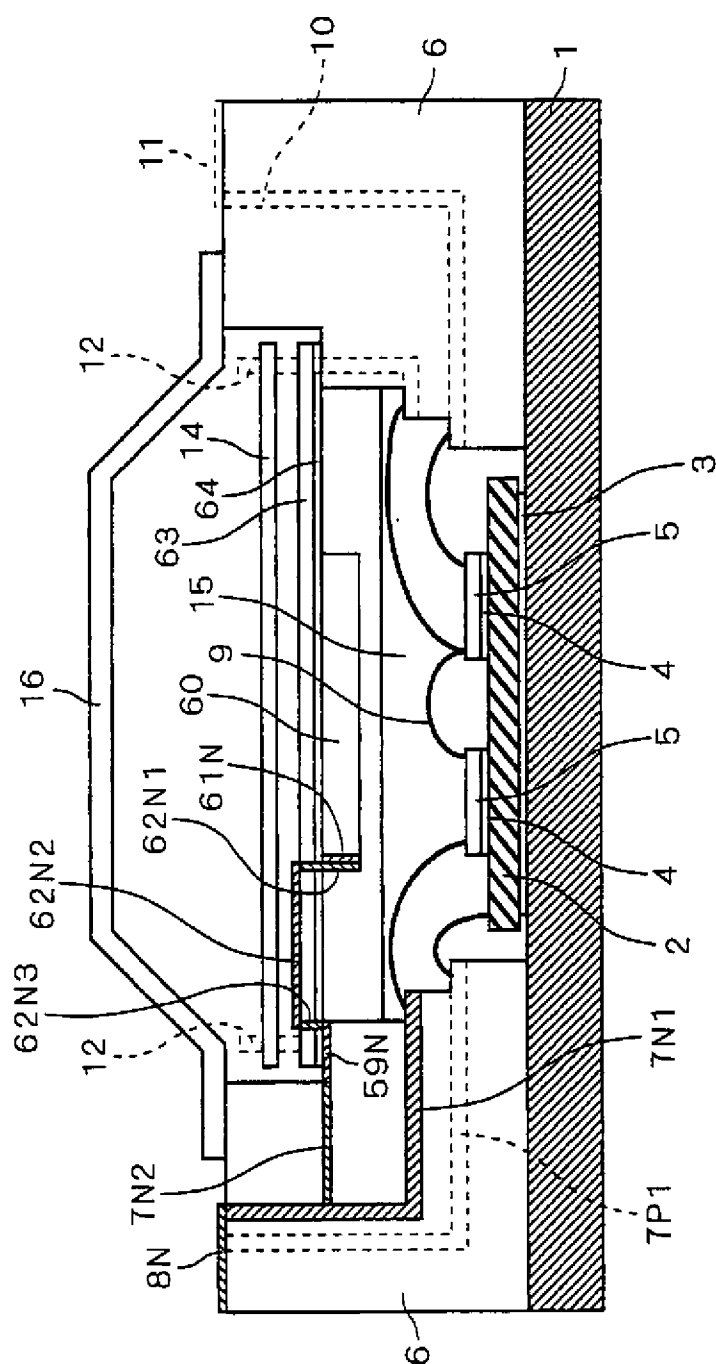


FIG. 18



F I G . 19



F 1 G . 20

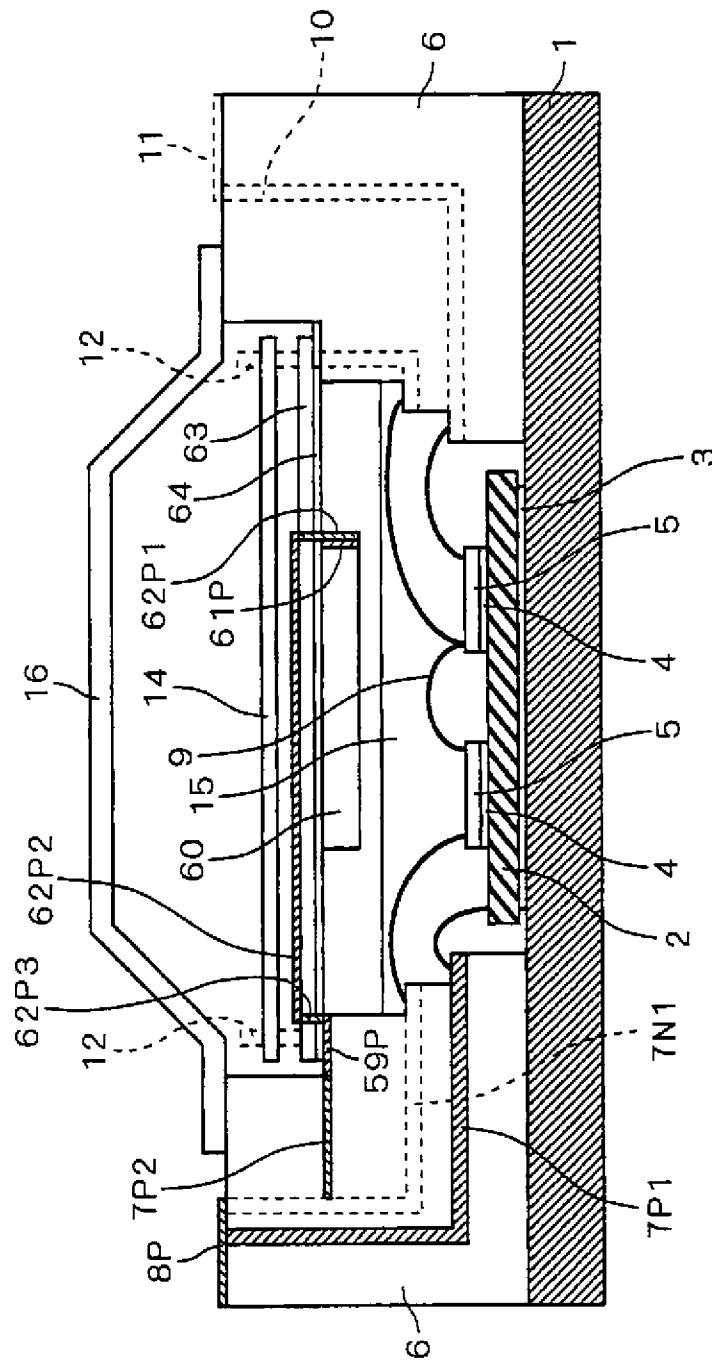


FIG. 21

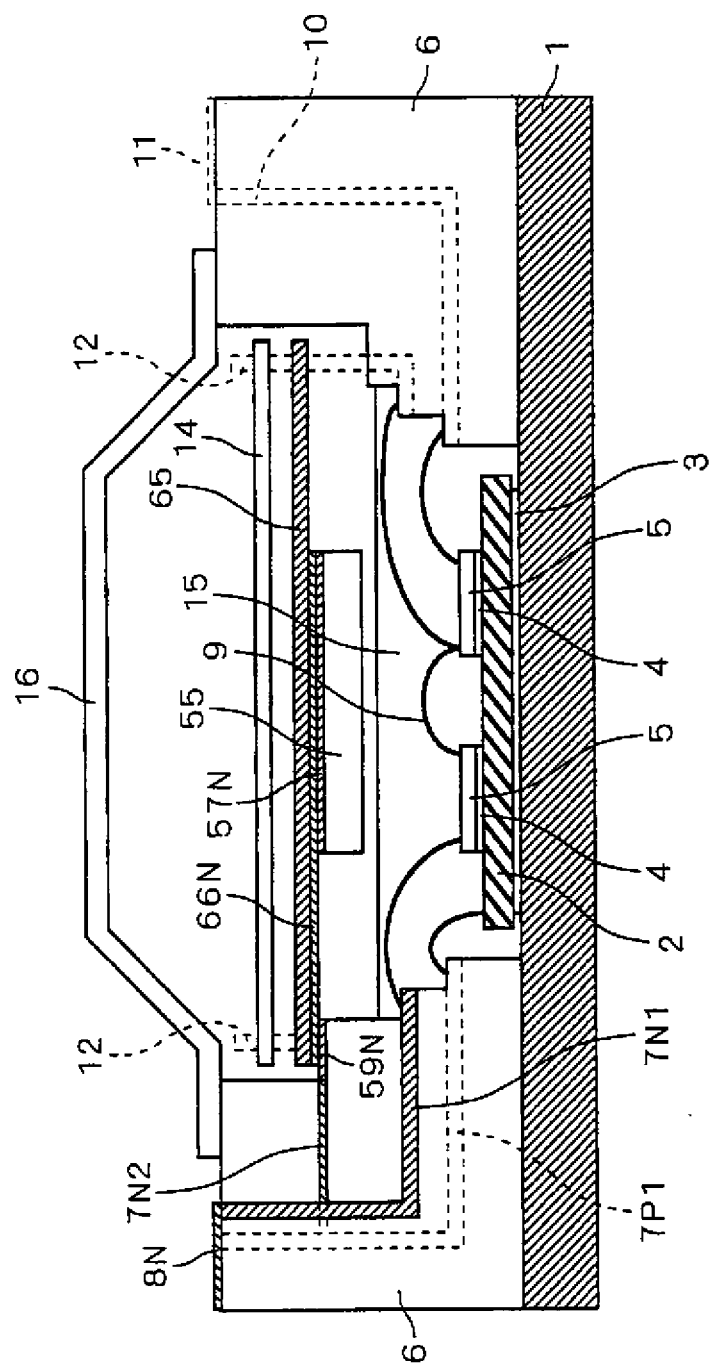


FIG. 22

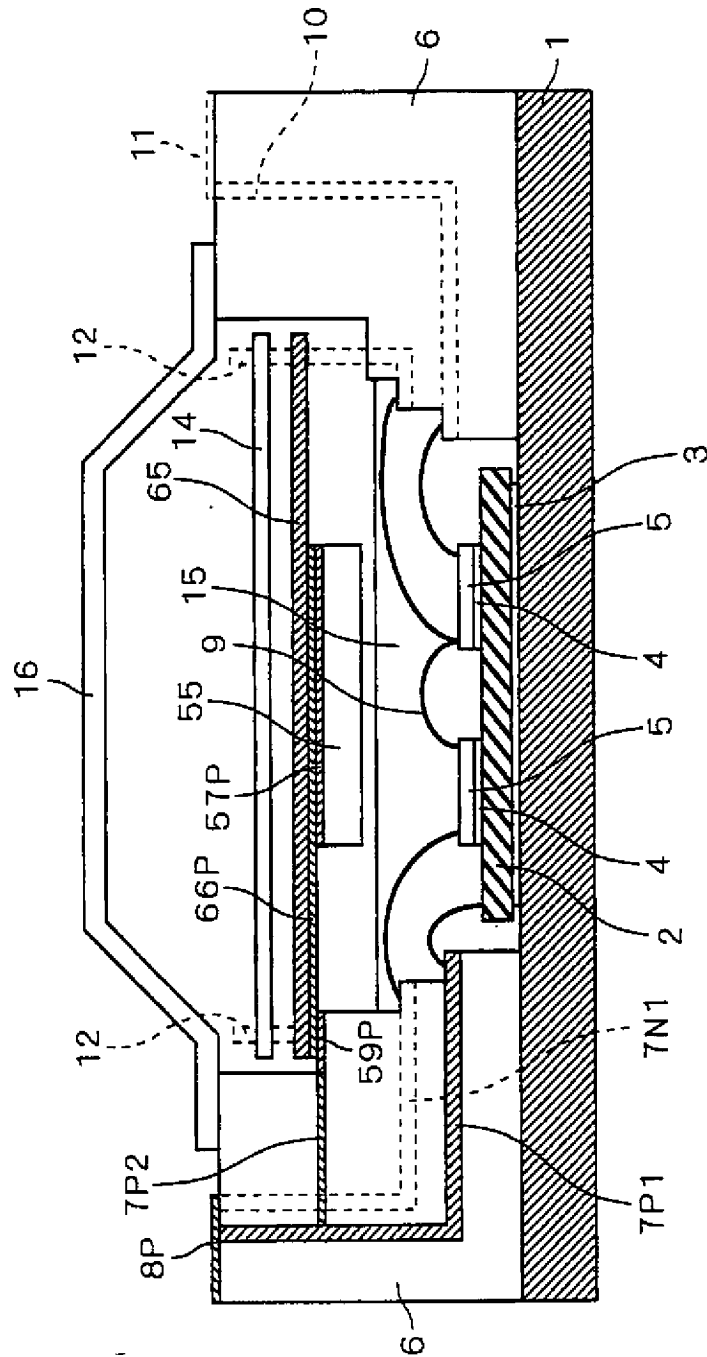


FIG. 23

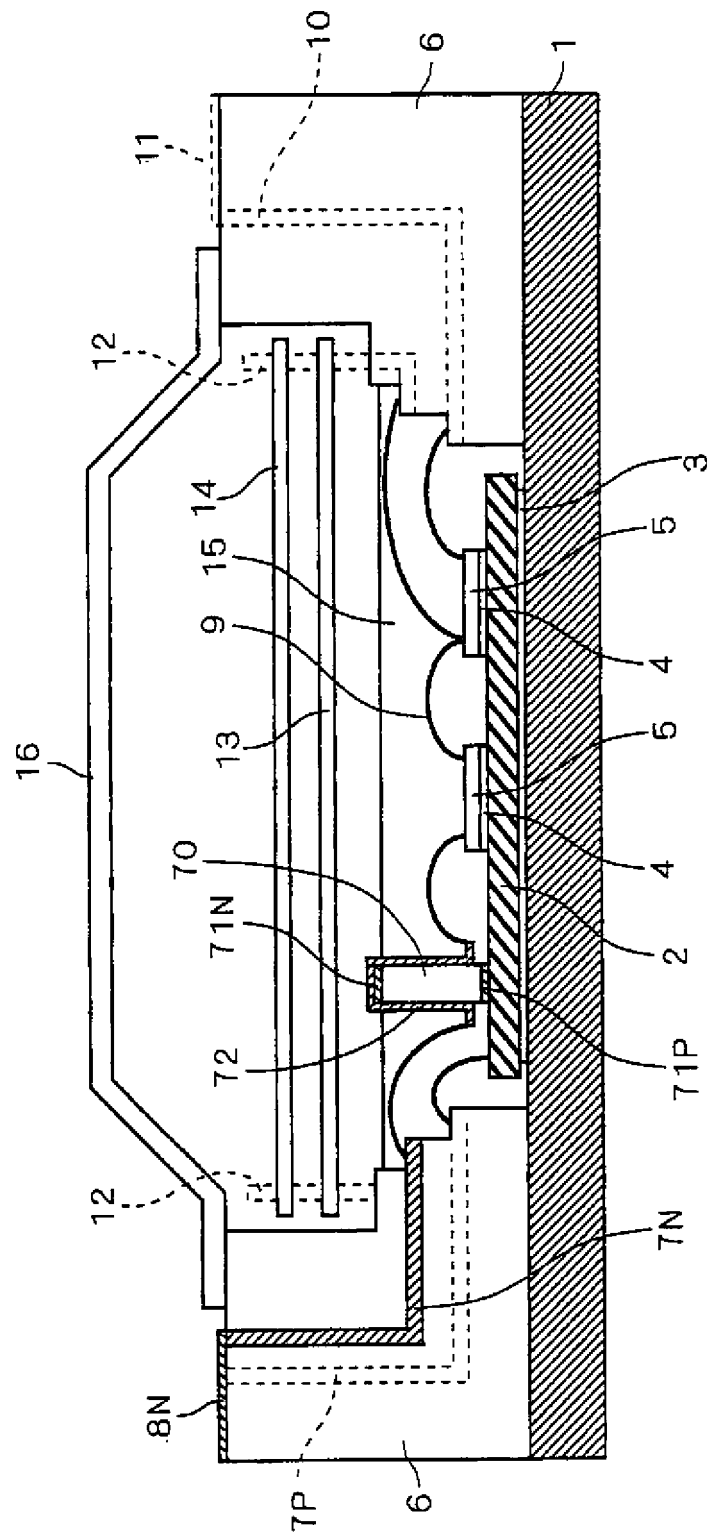
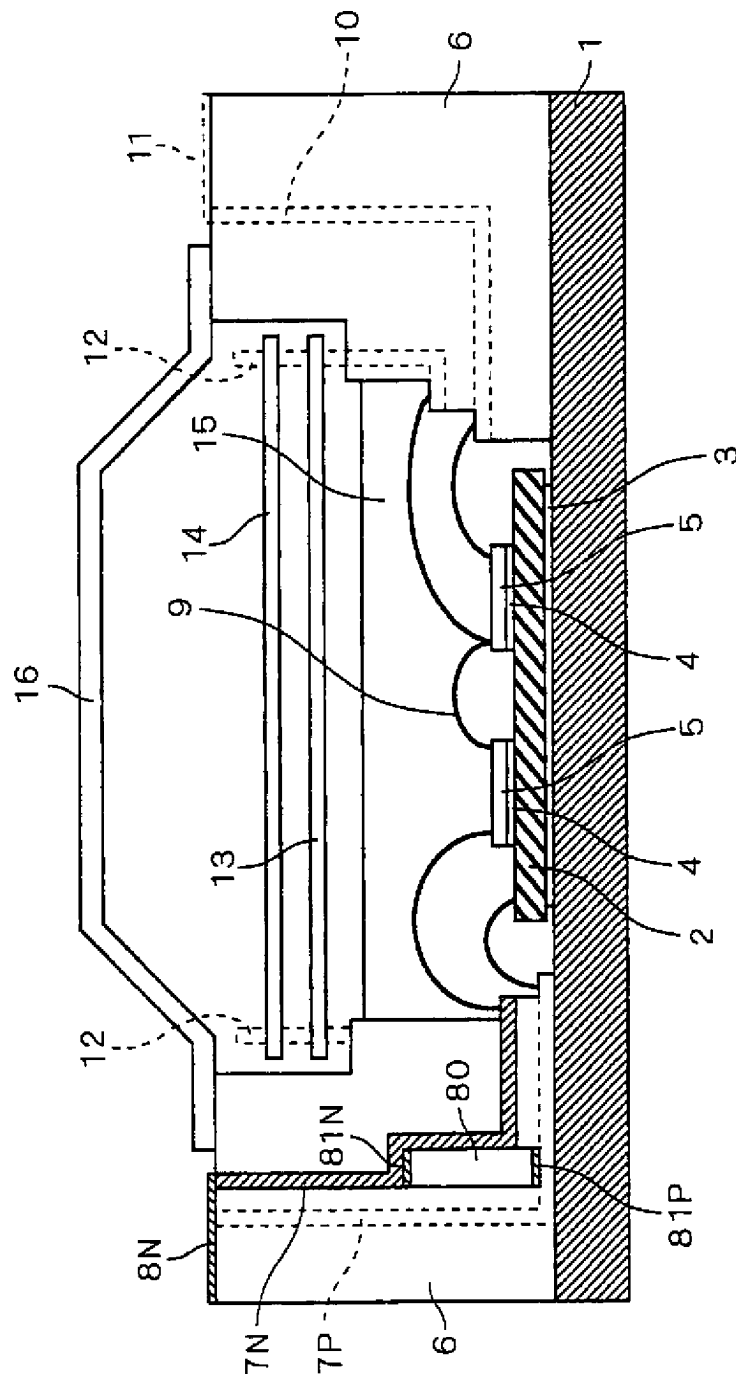


FIG. 24



F I G . 25

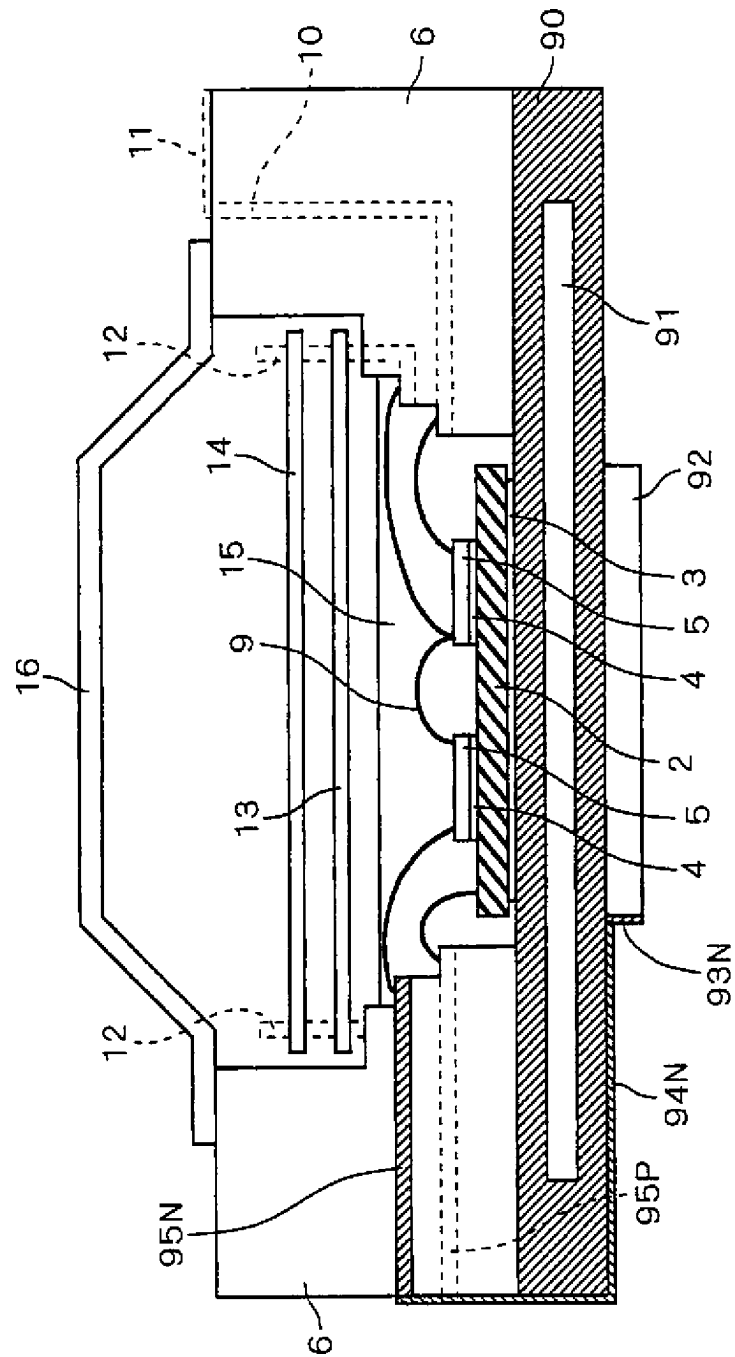


FIG. 26

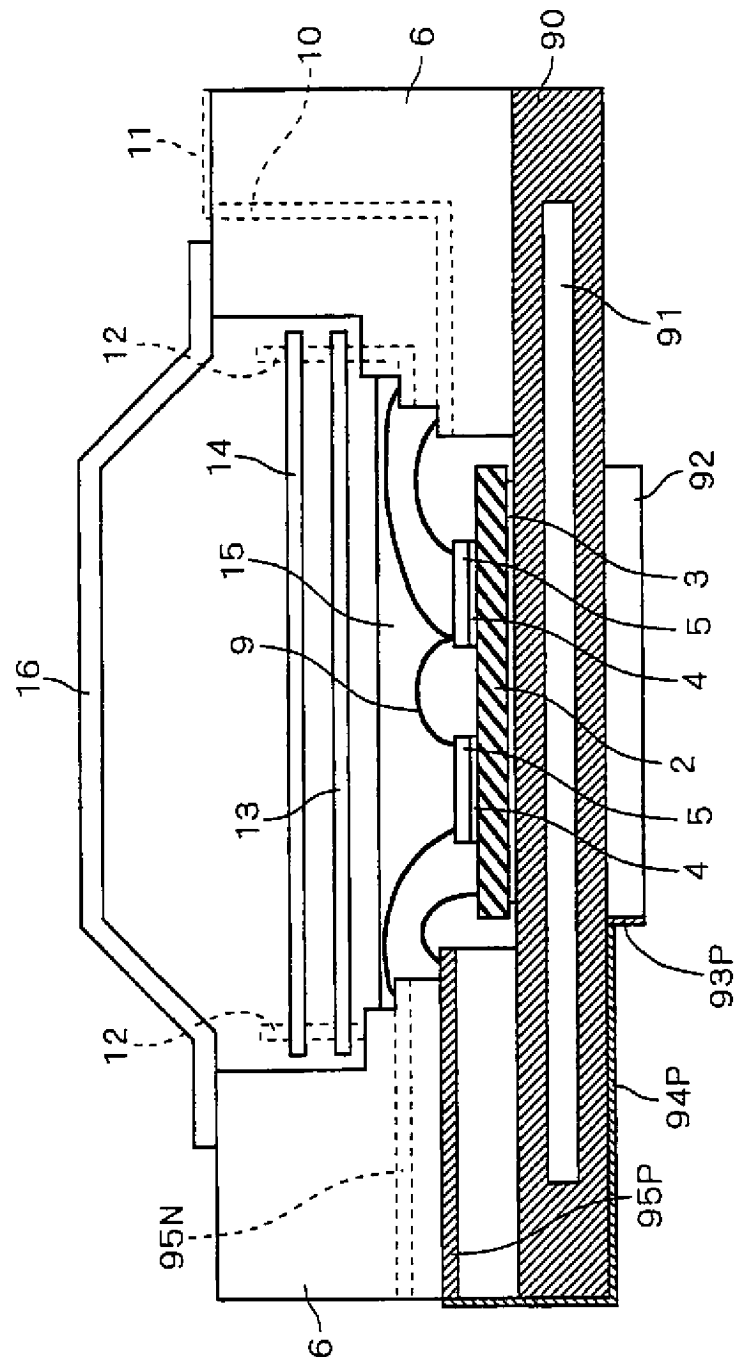
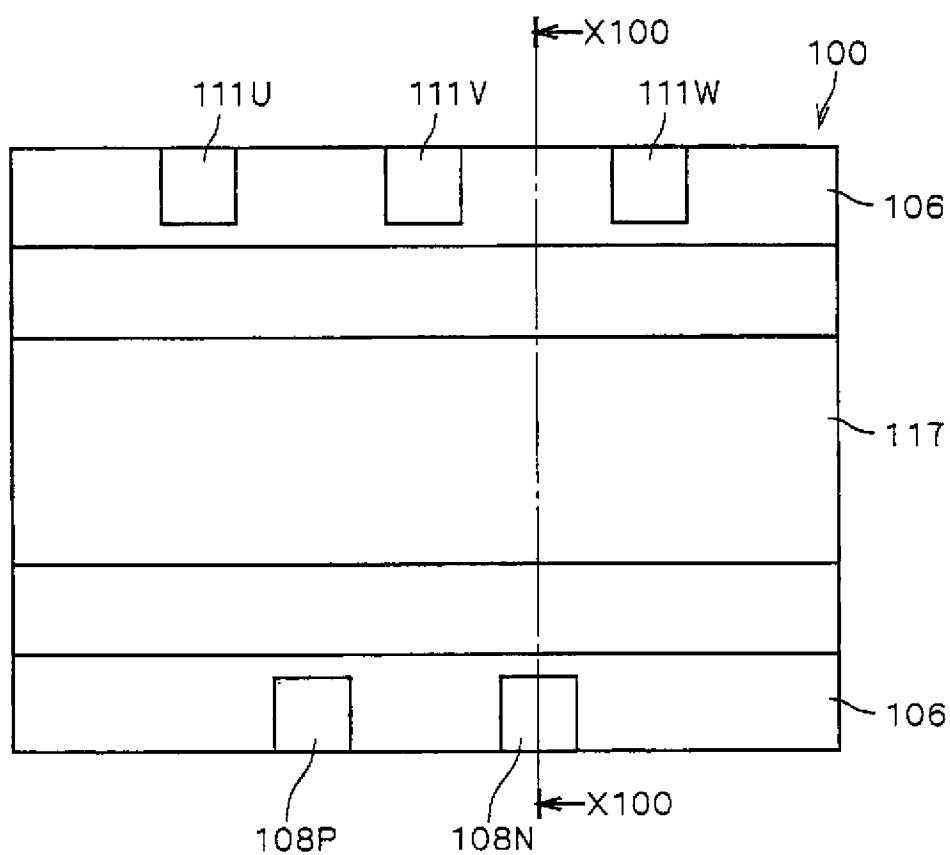
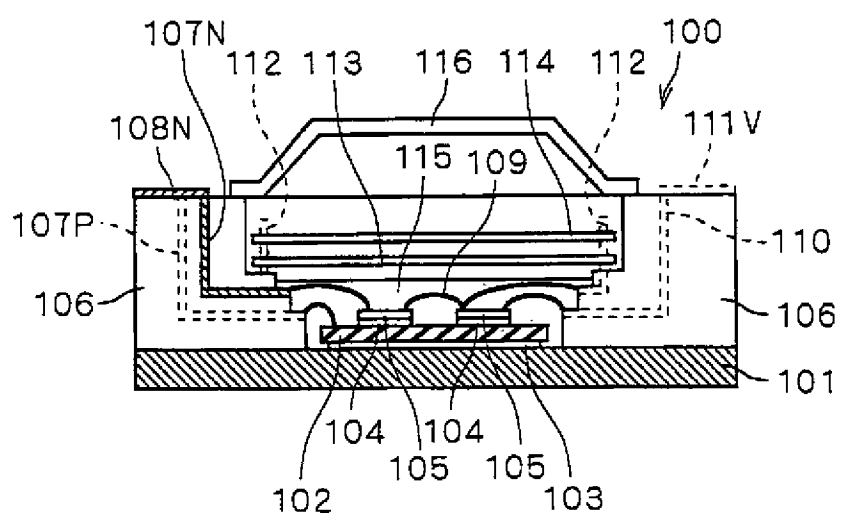


FIG. 27

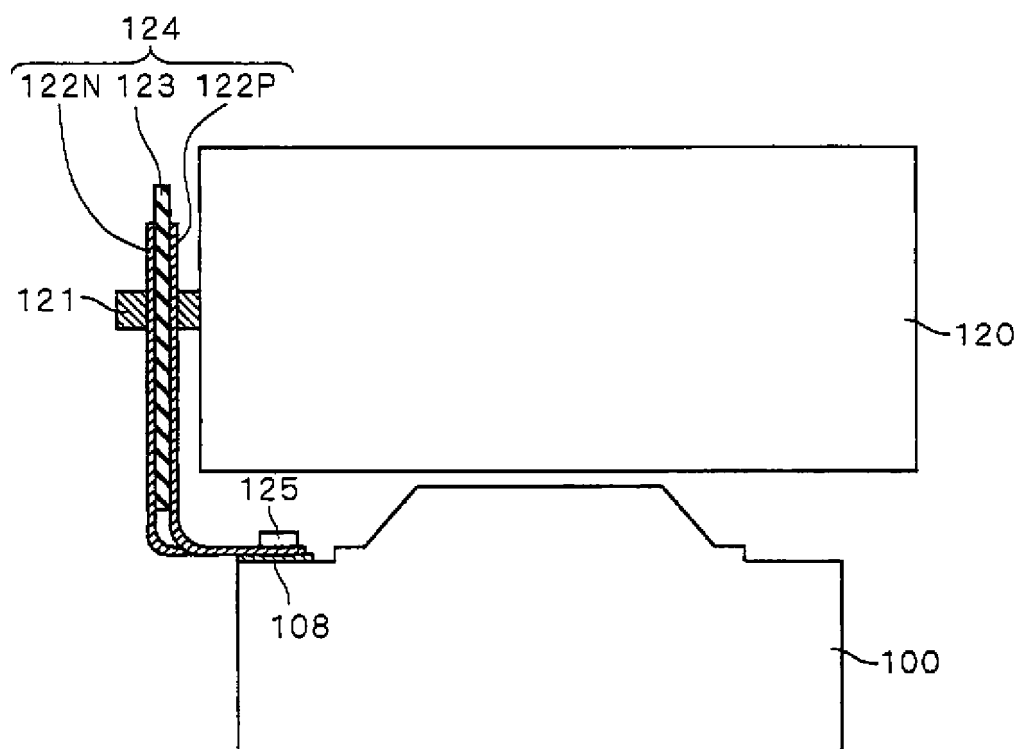
F I G . 28



F I G . 29



F I G . 30



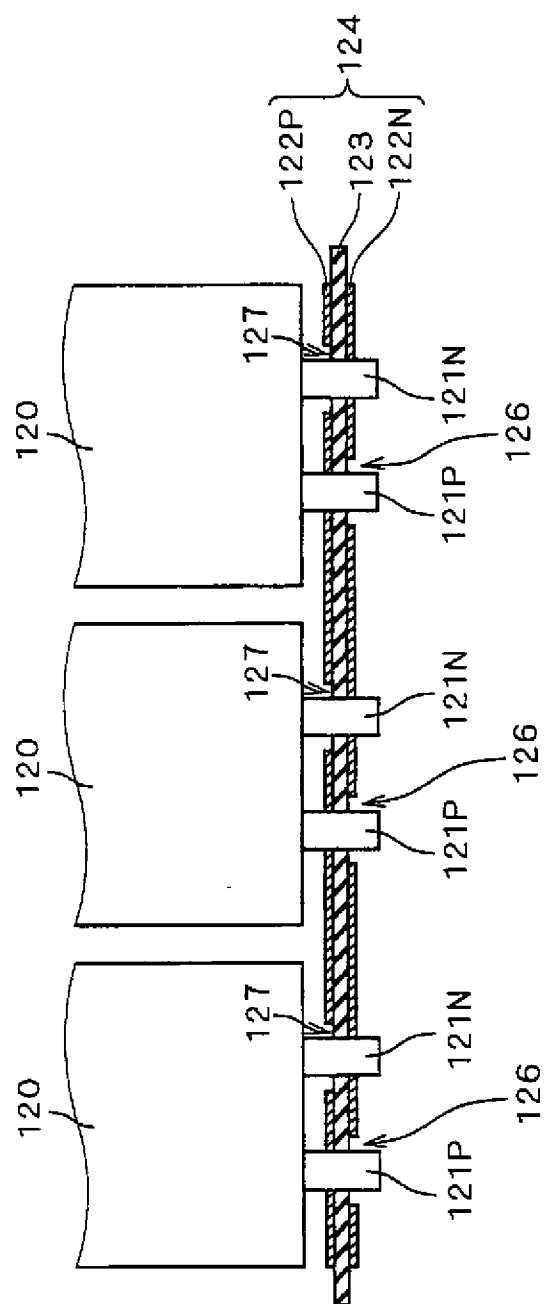


FIG. 31