



(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2011 087 414.3

(51) Int Cl.: H01L 23/32 (2006.01)

(22) Anmelddatum: 30.11.2011

H05K 1/18 (2006.01)

(43) Offenlegungstag: 26.07.2012

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 09.12.2021

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:
2011-009539 20.01.2011 JP

(72) Erfinder:
**Oka, Seiji, Tokyo, JP; Idaka, Shiori, Tokyo, JP;
Yoshida, Hiroshi, Tokyo, JP**

(73) Patentinhaber:
Mitsubishi Electric Corp., Tokyo, JP

(56) Ermittelter Stand der Technik:

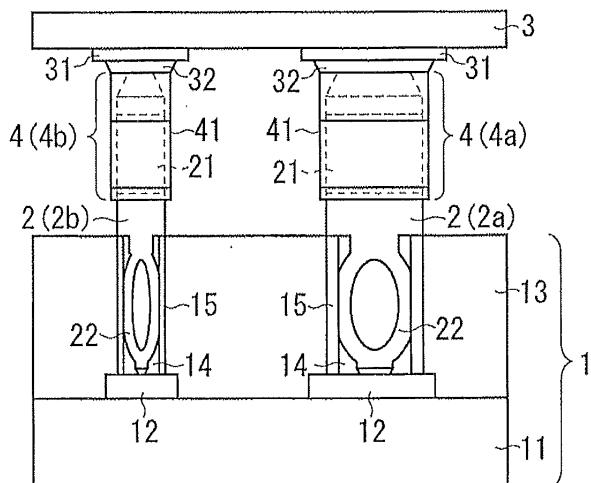
(74) Vertreter:
**Prüfer & Partner mbB Patentanwälte
Rechtsanwälte, 81479 München, DE**

JP H07- 297 197 A
JP 2008- 198 597 A
JP 2001- 298 129 A

(54) Bezeichnung: **Leistungshalbleitervorrichtung, gedruckte Leiterplatte und Mechanismus zum Verbinden der Leistungshalbleitervorrichtung und der gedruckten Leiterplatte**

(57) Hauptanspruch: Baugruppe aus einer Leistungshalbleitervorrichtung (1) und einer gedruckten Leiterplatte (3), die miteinander verbunden sind, wobei die Leistungshalbleitervorrichtung (1) enthält:

ein internes Substrat (11) mit einer Verdrahtung (12),
ein Formharz (13), das das interne Substrat (11) bedeckt,
wobei eine Öffnung (14) das Formharz (13) durchdringt und
die Verdrahtung (12) auf dem internen Substrat (11) erreicht,
eine Metallbuchse (15), die in der Öffnung (14) gebildet und
mit der Verdrahtung (12) verbunden ist, und
ein leitfähiges Einsetzelement (2) als externen Anschluss,
wobei das Einsetzelement (2) an einem ersten Teil einen eingepressten Abschnitt (22) enthält, der in die Metallbuchse (15) eingesetzt ist,
und ein zweiter Teil des Einsetzelements (2) von einer Oberfläche der Leistungshalbleitervorrichtung (1), die der gedruckten Leiterplatte (3) zugewandt ist, vorsteht,
die gedruckte Leiterplatte (3) ein leitfähiges Passelement (4) aufweist, das an einem Kontaktstellenteil (31) der gedruckten Leiterplatte (3) angebracht ist, wobei das Passelement (4) den zweiten Teil des Einsetzelements (2) aufnimmt, wenn die Leistungshalbleitervorrichtung (1) mit der gedruckten Leiterplatte (3) verbunden wird,
das Einsetzelement (2) einen vertieften Abschnitt (21) aufweist, der an einer Seitenoberfläche den zweiten Teil des Einsetzelements (2) ausgebildet ist,
das Passelement (4) einen vorstehenden Abschnitt (41) mit Elastizität aufweist, der an einer Innenseitenoberfläche ...



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Struktur zum Verbinden einer Leistungshalbleitervorrichtung und einer gedruckten Leiterplatte, um die Leistungshalbleitervorrichtung daran zu halten.

[0002] Hinsichtlich einer Leistungshalbleitervorrichtung wie z. B. eines Leistungsmoduls wird angenommen, dass eine Verbindung zwischen der Leistungshalbleitervorrichtung und einer externen gedruckten Leiterplatte mit kleinem Leistungsverlust und eine effiziente Ableitung von Wärme, die von einem Leistungshalbleiterelement in der Leistungshalbleitervorrichtung erzeugt wird, nach außen wesentliche Anforderungen zum Steuern eines hohen Stroms und einer hohen Spannung sind. Somit waren die Verringerung des Widerstandes in der Leistungshalbleitervorrichtung und von jedem Verdrahtungsmuster auf einem gedruckten Substrat, die Verringerung des Verbindungswiderstandes an jedem Verbindungsteil und die Verbesserung der Verbindungszuverlässigkeit wichtige zu erreichende Angelegenheiten.

[0003] Unterdessen wurden hinsichtlich der Vereinfachung der Montage verschiedene Techniken, um eine Leistungshalbleitervorrichtung und eine gedruckte Leiterplatte leicht und zuverlässig zu verbinden, vorgeschlagen. Als Beispiel solcher Techniken schlägt JP 2001 - 298 129 A (Patentdokument 1) eine Struktur unter Verwendung eines Drahtstifts als externen Anschluss einer Leistungshalbleitervorrichtung vor, der von einer Oberfläche der Leistungshalbleitervorrichtung vorsteht. In dieser Struktur wird die Verbindung zwischen einem Substrat (internen Substrat) in der Leistungshalbleitervorrichtung und dem Drahtstift durch Einsetzen des Drahtstifts in ein metallisches röhrenförmiges Element (Buchse), das an dem internen Substrat ausgebildet ist, gebildet. Die Verbindung zwischen dem Drahtstift und einer externen gedruckten Leiterplatte wird durch Einsetzen des Drahtstifts in ein Durchgangsloch in der gedruckten Leiterplatte und durch Löten hergestellt (Durchgangsloch-Verbindungssystem).

[0004] JP 2008 - 198 597 A (Patentdokument 2) verwendet ein Presskontaktelement, um eine Verbindung zwischen einer Leistungshalbleitervorrichtung und einer gedruckten Leiterplatte herzustellen, um die Verbindungsarbeit zu vereinfachen. Das Patentdokument 2 verwendet ein Federelement (Kontaktfeder), das durch Biegen von Metall ausgebildet wird, als externen Anschluss der Leistungshalbleitervorrichtung.

[0005] In der Struktur des Patentdokuments 1 wird der Drahtstift als externer Anschluss der Leistungshalbleitervorrichtung in die Buchse an dem internen Substrat eingesetzt und wird durch die Reibungskraft zwischen dem Drahtstift und der inneren Oberfläche

der Buchse gehalten. Dies kann dazu führen, dass das Erreichen einer Verbindungszuverlässigkeit mit einem zufriedenstellenden hohen Niveau zwischen dem internen Substrat der Leistungshalbleitervorrichtung und dem externen Anschluss misslingt. Ferner benötigt die Verwendung des Durchgangsloch-Verbindungssystems, um eine Verbindung zwischen dem externen Anschluss und der gedruckten Leiterplatte herzustellen, einen Schritt zum Definieren eines Durchgangslochs während der Ausbildung der gedruckten Leiterplatte und einen Lötenschritt, wenn die Leistungshalbleitervorrichtung an der gedruckten Leiterplatte angebracht wird.

[0006] Im Hinblick insbesondere auf eine Leistungshalbleitervorrichtung, die einen hohen Strom steuert, beinhaltet der Bedarf, die Anzahl von Drahtstiften zu erhöhen, die Erhöhung der Anzahl von Durchgangslöchern und der Anzahl von zu lötenden Teilen, was zu einer Kostensteigerung führt. Die Leistungshalbleitervorrichtung, die einen hohen Strom steuert, erzeugt eine große Menge an Wärme. Somit kann eine Belastung aufgrund einer Differenz des Wärmeausdehnungskoeffizienten zwischen der gedruckten Leiterplatte und den Drahtstiften einen Riss im Lötmittel erzeugen. Die Erzeugung eines Risses erhöht den Verbindungswiderstand zwischen den Drahtstiften und der gedruckten Leiterplatte und verringert die Verbindungsfestigkeit, was zu einer Sorge um die Verringerung der Zuverlässigkeit führt.

[0007] Das Patentdokument 2 verwendet eine Kontaktfeder als externen Anschluss der Leistungshalbleitervorrichtung. Die Struktur der Kontaktfeder selbst macht eine Kontaktfläche mit dem Verdrahtungsmuster des internen Substrats oder mit einem Kontaktstellenteil der gedruckten Leiterplatte klein, was zu einer kleineren Stromkapazität jedes externen Anschlusses führt. Dies erhöht die Anzahl von Kontaktfedern, die in der Leistungshalbleitervorrichtung, die einen hohen Strom steuert, erforderlich sind, was einer Größenverringerung der Vorrichtung ein Hindernis auferlegt. Die Kontaktfeder erweitert einen Stromflussweg, wenn sie durch Biegen von Metall ausgebildet wird, was nachteilig zu einem großen Leistungsverlust führt.

[0008] JP H07 - 297 197 A beschreibt ein Verbindungselement zum Verbinden zweier Substrate. Ein Kontaktstift ist auf einer Kontaktfläche eines ersten Substrats angebracht, und eine Kontaktbuchse ist auf einer Kontaktfläche eines zweiten Substrats angebracht. Der Kontaktstift enthält Aussparungen und die Kontaktbuchse enthält Vorsprünge. Wenn die beiden Substrate zusammengesteckt werden, nimmt die Kontaktbuchse den Kontaktstift auf, und die Vorsprünge der Kontaktbuchse greifen in die Aussparungen des Kontaktstifts ein. In einer Ausführungsform ist der Kontaktstift als Zylinderstift und die Kontaktbuchse als Zylinderhülse gebildet. In einer ande-

ren Ausführungsform sind der Kontaktstift die Kontaktbuchse aus plattenförmigen Elementen mit rechteckigem Querschnitt gebildet. Die Kontaktbuchse besteht dabei aus zwei getrennten plattenförmigen Elementen, die getrennt voneinander und parallel zueinander mit einem vorbestimmten Abstand auf der Kontaktfläche des zweiten Substrats angebracht sind.

[0009] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Struktur zum Verbinden einer Leistungs-halbleitervorrichtung und einer externen gedruckten Leiterplatte, die in der Lage ist, die Verbindungs-zuverlässigkeit zu verbessern, den Leistungsverlust zu verringern, die Herstellungskosten zu verringern, einen Verbindungsprozess zu vereinfachen und die Größe der Verbindungsstruktur zu verringern, zu schaffen.

[0010] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Baugruppe nach Anspruch 1, eine Leistungs-halbleitervorrichtung nach Anspruch 12 und eine Ver-bindungsvorrichtung nach Anspruch 20 gelöst.

[0011] Dabei bewirkt die Elastizität des vorstehen-den Abschnitts des Passelementes, dass der vorste-hende Abschnitt den vertieften Abschnitt des Einset-zelements unter Druck kontaktiert, um eine mechanisch starke Verbindung zu schaffen, die zu einer ho-hen Beständigkeit gegen Vibration und zu einer aus-gezeichneten Langzeitzuverlässigkeit führt. Der vor-stehende Abschnitt in Anlagekontakt mit dem vertieften Abschnitt vergrößert eine Kontaktfläche zwischen dem Passelement und dem Einsetzelement, so dass der Kontakt dazwischen mit einem geringen elektri-schen Verlust hergestellt wird, während eine hohe Wärmeleitfähigkeit erhalten wird.

[0012] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0013] Weitere Merkmale und Zweckmäßigkeit en der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung von Ausführungsformen der Erfindung anhand der Fi-guren. Von den Figuren zeigen:

Fig. 1 die Struktur einer Leistungshalbleitervorrichtung einer ersten bevorzugten Ausführungs-form der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 die Struktur einer gedruckten Leiterplat-te der ersten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 3 wie die Leistungshalbleitervorrichtung und die gedruckte Leiterplatte der ersten Ausfüh-rungsform verbunden werden;

Fig. 4 eine Schnittansicht, die Einsetzelemen-te der Leistungshalbleitervorrichtung der ersten bevorzugten Ausführungsform vergrößert zeigt;

Fig. 5 eine Vorder- und eine Seitenansicht des Einsetzelements der ersten bevorzugten Aus-führungsform;

Fig. 6 und **Fig. 7** jeweils ein Beispiel von vertief-teten Abschnitten des Einsetzelements;

Fig. 8 eine Schnittansicht, die Passelemente der gedruckten Leiterplatte der ersten bevorzugten Ausführungsform vergrößert zeigt;

Fig. 9A bis **Fig. 11B** jeweils eine beispielhafte Form des Passelements;

Fig. 12 wie die Einsetzelemente in die Passele-mente in der ersten bevorzugten Ausführungs-form eingesetzt werden;

Fig. 13 die Struktur eines Einsetzelements einer zweiten bevorzugten Ausführungsform;

Fig. 14 wie das Einsetzelement in ein Passelement in der zweiten bevorzugten Ausführungs-form eingesetzt wird; und

Fig. 15 und **Fig. 16** jeweils die Struktur eines Passelements einer dritten bevorzugten Ausführungsform.

<Erste bevorzugte Ausführungsform>

[0014] **Fig. 1** zeigt die Struktur einer Leistungshal-beitervorrichtung **1** einer ersten bevorzugten Aus-führungsform der vorliegenden Erfindung. Leitfähige Einsetzelemente **2**, die aus Metall bestehen und die als externe Anschlüsse fungieren, sind an der oberen Oberfläche (Oberfläche, die einer später beschriebe-nen gedruckten Leiterplatte **3** zugewandt ist) der Leis-tungshalbleitervorrichtung **1** ausgebildet. Die Einsetzelemente **2** stehen jeweils von der oberen Oberflä-che der Leistungshalbleitervorrichtung **1** vor und sie weisen alle dieselbe Höhe auf.

[0015] Die Leistungshalbleitervorrichtung **1** von **Fig. 1** umfasst Einsetzelemente **2a** mit relativ gro-ßer Breite, die als Stromanschlüsse verwendet wer-den, und Einsetzelemente **2b** mit einer relativ klei-nen Breite, die als Signalanschlüsse verwendet wer-den. Nachstehend gibt das „Einsetzelement 2“ so-wohl das Einsetzelement **2a** als Stromanschluss als auch das Einsetzelement **2b** als Signalanschluss an, wenn nicht anders angegeben. Die Struktur des Ein-setzelements **2** wird später im Einzelnen beschrie-ben.

[0016] **Fig. 2** zeigt die Struktur der gedruckten Leiterplatte **3** der ersten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Leistungshalbleiter-vorrichtung **1** von **Fig. 1** wird an der gedruckten Leiterplatte **3** angebracht. Leitfähige Passelemente **4**, die aus Metall bestehen, um die Einsetzelemente **2** aufzunehmen, sind an der unteren Oberfläche (Ober-fläche, die der Leistungshalbleitervorrichtung **1** zuge-wandt ist) der gedruckten Leiterplatte **3** und in Positio-

nen, die jenen der Einsetzelemente **2** der Leistungs halbleitervorrichtung **1** entsprechen, ausgebildet. Die Passelemente **4** stehen jeweils von der unteren Oberfläche der gedruckten Leiterplatte **3** vor und sie weisen alle dieselbe Höhe auf.

[0017] Die gedruckte Leiterplatte **3** von **Fig. 2** umfasst Passelemente **4a** mit einer relativ großen Breite, die als Stromanschlüsse verwendet werden und in Positionen ausgebildet sind, die jenen der Einsetzelemente **2a** als Stromanschlüsse der Leistungshalbleitervorrichtung **1** entsprechen, und Passelemente **4b** mit relativ kleiner Breite, die als Signalanschlüsse verwendet werden und in Positionen ausgebildet sind, die jenen der Einsetzelemente **2b** als Signalanschlüsse der Leistungshalbleitervorrichtung **1** entsprechen. Nachstehend gibt das „Passelement **4**“ sowohl das Passelement **4a** als Stromanschluss als auch das Passelement **4b** als Signalanschluss an, wenn nicht anders angegeben. Die Struktur des Passelements **4** wird später im Einzelnen beschrieben.

[0018] **Fig. 3** zeigt die Leistungshalbleitervorrichtung **1** an der gedruckten Leiterplatte **3** befestigt. Zum Anbringen der Leistungshalbleitervorrichtung **1** an der gedruckten Leiterplatte **3** werden die Leistungshalbleitervorrichtung **1** und die gedruckte Leiterplatte **3** derart ausgerichtet, dass die Einsetzelemente **2** und die entsprechenden Passelemente **4** einander zugewandt sind, und dann wird die Leistungshalbleitervorrichtung **1** gegen die gedruckte Leiterplatte **3** gepresst. Dies veranlasst, dass die Einsetzelemente **2** in die Passelemente **4** gepresst werden und in den Passelementen **4** gehalten werden. Folglich werden die Einsetzelemente **2** und die Passelemente **4** elektrisch miteinander verbunden und die Leistungshalbleitervorrichtung **1** wird an der gedruckten Leiterplatte **3** befestigt.

[0019] Als Beispiel können die Leistungshalbleitervorrichtung **1** und die gedruckte Leiterplatte **3** auf ein Schraubenloch (nicht dargestellt) zur Befestigung an einer Wärmeableitungsrippe ausgerichtet werden, das die Leistungshalbleitervorrichtung **1** und die gedruckte Leiterplatte **3** durchdringt. Zum Pressen der Leistungshalbleitervorrichtung **1** gegen die gedruckte Leiterplatte **3** kann beispielsweise eine Befestigungsvorrichtung wie z. B. eine flache Metallplatte verwendet werden. Das Anordnen einer flachen Befestigungsvorrichtung entlang der unteren Oberfläche (Oberfläche entgegengesetzt zu jener, an der die Einsetzelemente **2** ausgebildet sind) der Leistungshalbleitervorrichtung **1** kann eine Kraft gleichmäßig auf die ganze untere Oberfläche der Leistungshalbleitervorrichtung **1** aufbringen, wodurch die Erzeugung einer Verzerrung in der Leistungshalbleitervorrichtung **1** verhindert wird.

[0020] Wie vorstehend beschrieben, weisen die mehreren Einsetzelemente **2**, die von der Leistungs halbleitervorrichtung **1** vorstehen, dieselbe Höhe auf und die mehreren Passelemente **4**, die an der gedruckten Leiterplatte **3** ausgebildet sind, weisen auch dieselbe Höhe auf. Dies ermöglicht, dass eine Kraft gleichmäßig auf alle der mehreren Einsetzelemente **2** und der Passelemente **4** aufgebracht wird, wenn die Einsetzelemente **2** in die Passelemente **4** gepresst werden, so dass alle Einsetzelemente **2** zuverlässig in die entsprechenden Passelemente **4** eingesetzt werden können.

[0021] **Fig. 4** ist eine Schnittansicht, die die Einsetzelemente **2** der Leistungshalbleitervorrichtung **1** und ihre Umgebungen vergrößert zeigt. **Fig. 4** umfasst das Einsetzelement **2a** als Stromanschluss und das Einsetzelement **2b** als Signalanschluss. Um zu ermöglichen, dass ein hoher Strom fließt, weist das Einsetzelement **2a** als Stromanschluss eine größere Querschnittsfläche auf, indem es mit einer Breite versehen ist, die größer ist als jene des Einsetzelementes **2b** als Signalanschluss. Das Einsetzelement **2a** als Stromanschluss, das in **Fig. 4** gezeigt ist, ist mit einer größeren Breite versehen, um dessen Querschnittsfläche zu vergrößern. Unterdessen kann das Einsetzelement **2a** auch in der Dicke vergrößert sein. Die zweckmäßige Verwendung der Einsetzelemente **2** mit verschiedenen Breiten oder Dicken in Abhängigkeit von einem Verwendungszweck macht es möglich, die erforderliche Anzahl von Einsetzelementen **2** und eine durch die Einsetzelemente **2** zu belegende Fläche zu verringern, wodurch eine Größenverringerung der Leistungshalbleitervorrichtung **1** verwirklicht wird.

[0022] **Fig. 5** zeigt eine Vorder- und eine Seitenansicht des Einsetzelements **2**. Das Einsetzelement **2a** als Stromanschluss und das Einsetzelement **2b** als Signalanschluss unterscheiden sich nur in der Breite oder Dicke (da sie dieselbe Höhe aufweisen, wie vorstehend beschrieben). Somit werden sie nachstehend nicht unterschiedlich erörtert.

[0023] Die Leistungshalbleitervorrichtung **1** wird als spritzgepresstes Modul bezeichnet. Wie in **Fig. 4** gezeigt, umfasst die Leistungshalbleitervorrichtung **1** ein internes Substrat **11**, in das ein Halbleiterelement eingebaut ist, und ein Formharz **13**, das eine Oberfläche des internen Substrats **11** bedeckt. Das Bedecken der Leistungshalbleitervorrichtung **1** mit dem Formharz **13** erreicht eine Zuverlässigkeit der Isolation zwischen den Einsetzelementen **2** auf hohem Niveau. Als Beispiel kann das Formharz **13** ein mit Siliziumdioxidpulver als Füllstoff gefülltes Epoxidharz sein. Die Gehaltsrate des Siliziumdioxidpulvers ist auf einen optimalen Wert eingestellt, der in Anbetracht beispielsweise der Wärmeausdehnungskoeffizienten von Elementen zum Ausbilden der Leistungshalbleitervorrichtung **1** bestimmt wird.

[0024] Öffnungen **14** sind in vorbestimmten Positionen im Formharz **13** ausgebildet, die ein Verdrahtungsmuster **12** auf dem internen Substrat **11** erreichen. Metallbuchsen **15**, die mit dem Verdrahtungsmuster **12** elektrisch verbunden sind, sind in den entsprechenden Öffnungen **14** ausgebildet. Die Länge der Buchsen **15** ist dieselbe wie die Tiefe der Öffnungen **14**. Genau weisen die Buchsen **15** einen unteren Abschnitt, der mit dem Verdrahtungsmuster **12** verbunden ist, und einen oberen Abschnitt, der die obere Oberfläche des Formharzes **13** erreicht, auf.

[0025] Wie in **Fig. 5** gezeigt, weist das Einsetzelement **2** vertiefte Abschnitte **21**, die an Seitenoberflächen seines oberen Teils ausgebildet sind, und einen eingepressten Abschnitt **22**, der an seinem unteren Teil ausgebildet ist, auf. Der eingepresste Abschnitt **22** ist geringfügig breiter als der Innendurchmesser der Buchse **15**. Der eingepresste Abschnitt **22** des Einsetzelements **2** wird in die Buchse **15** eingesetzt, wodurch das Einsetzelement **2** an der Leistungshalbleitervorrichtung **1** angebracht wird, wie in **Fig. 4** gezeigt. Dies stellt eine mechanische und elektrische Verbindung zwischen dem eingepressten Abschnitt **22** und der Buchse **15** her. Dies schafft auch einen hohen Grad an Genauigkeit der Position des eingepressten Abschnitts **22** des Einsetzelements **2**, das in die Buchse **15** eingesetzt wird, wodurch die Genauigkeit der Ausrichtung zwischen dem Einsetzelement **2** und dem Passelement **4** verbessert wird.

[0026] Für die mechanische und elektrische Verbindung zwischen dem Einsetzelement **2** und der Buchse **15** können Techniken wie z. B. Löten und Befestigen mit einer Feder sowie das Einpresssystem angewendet werden. Oder der untere Teil des Einsetzelements **2** (in die Buchse **15** einzusetzender Teil) kann in Form einer Feder geformt werden. Unterdessen muss ein externer Anschluss einer Leistungshalbleitervorrichtung eine Langzeitzuverlässigkeit der Verbindung und einen hohen Grad an Positionsgenauigkeit aufrechterhalten. Somit wird angenommen, dass die Verbindung durch Einpressen eine optimale Weise auch hinsichtlich anderer Aspekte wie z. B. der Bearbeitungskosten, der Zweckmäßigkeit der Befestigung und der Stromkapazität ist. Folglich verwendet die erste bevorzugte Ausführungsform das Einpresssystem.

[0027] Die vertieften Abschnitte **21** des Einsetzelements **2** weisen gekrümmte Oberflächen in Form einer R-Form (abgerundeten Form) auf, die symmetrisch auf entgegengesetzten Seitenoberflächen des Einsetzelements **2** ausgebildet sind. Die vertieften Abschnitte **21** können nur in einem Paar vorgesehen sein, wie in **Fig. 6** gezeigt. Die vertieften Abschnitte **21** können auch in zwei Paaren vorgesehen sein, wie in **Fig. 7** gezeigt, oder eine größere Anzahl von vertieften Abschnitten **21** kann vorgesehen sein. Die Form des später beschriebenen Passelementen **4** geht

auf die Positionen, die Größe und die Anzahl der vertieften Abschnitte **21** des Einsetzelements **2** ein.

[0028] Wie aus der Seitenansicht des Einsetzelements **2**, die in **Fig. 5** gezeigt ist, zu sehen, besteht das Einsetzelement **2** aus einer flachen Metallplatte (ohne Biegung). Die flache Form des Einsetzelements **2** bewirkt, dass der Strom im Einsetzelement **2** durch einen kürzestmöglichen Weg fließt, wodurch ein niedriger Verlust, eine niedrige Induktivität und ein hoher Strom eines externen Anschlusses der Leistungshalbleitervorrichtung **1** ermöglicht werden. Das Einsetzelement **2** wird durch Bearbeiten einer Metallplatte ausgebildet und es weist folglich innen keinen Verbindungsteil auf, was zu einem geringen Stromverlust führt.

[0029] **Fig. 8** ist eine Schnittansicht, die die Passelemente **4** und ihre Umgebungen der gedruckten Leiterplatte **3** vergrößert zeigt. **Fig. 8** umfasst das Passelement **4a** als Stromanschluss und das Passelement **4b** als Signalanschluss. Das Passelement **4a** als Stromanschluss ist in einer Position angeordnet, die jener des Einsetzelements **2a** als Stromanschluss der Leistungshalbleitervorrichtung **1** entspricht. Das Passelement **4a** weist eine große Breite entsprechend jener des Einsetzelements **2a** als Stromanschluss auf. Das Passelement **4b** als Signalanschluss ist in einer Position angeordnet, die jener des Einsetzelements **2b** als Signalanschluss der Leistungshalbleitervorrichtung **1** entspricht. Das Passelement **4b** weist eine kleine Breite entsprechend dem Einsetzelement **2b** als Signalanschluss auf.

[0030] In **Fig. 8** ist das Passelement **4a** als Stromanschluss mit einer größeren Breite als das Passelement **4b** als Signalanschluss in Reaktion darauf, dass das Einsetzelement **2a** als Stromanschluss eine größere Breite aufweist als das Einsetzelement **2b** als Signalanschluss, wie in **Fig. 4** gezeigt, dargestellt. Wenn das Einsetzelement **2a** als Stromanschluss eine größere Dicke aufweist als das Einsetzelement **2b** als Signalanschluss, kann beispielsweise die Tiefe des Passelementen **4a** als Stromanschluss (Abstand zwischen Armeilen) vergrößert werden. Das Passelement **4a** als Stromanschluss und das Passelement **4b** als Signalanschluss unterscheiden sich nur hinsichtlich der Breite oder Tiefe (da sie dieselbe Höhe aufweisen, wie vorstehend beschrieben). Somit werden sie nachstehend nicht unterschiedlich erörtert.

[0031] Wie in **Fig. 8** gezeigt, sind die Passelemente **4** durch Lötmittel **32** mit entsprechenden Kontaktstellen **31** verbunden, die ein Teil einer gedruckten Verdrahtung sind, die auf einer Oberfläche der gedruckten Leiterplatte **3** ausgebildet ist. Zur Verringerung des Wärmewiderstandes und des elektrischen Widerstandes wird die Dicke des Lötmittels **32** vorzugsweise auf ein Niveau verringert, das die Ver-

bindungszuverlässigkeit nicht verschlechtert. Der Widerstand kann weiter verringert werden, wenn Silbernanopaste anstelle des Lötmittels **32** verwendet wird, um die Kontaktstellenteile **31** und die Passelemente **4** zu verbinden. Obwohl nicht gezeigt, sind andere zu montierende Elemente wie z. B. ein Widerstand an die Oberfläche der gedruckten Leiterplatte **3** gelötet. Somit wird die Anzahl von Herstellungsschritten nicht erhöht, wenn das Löten der Passelemente **4** an die Kontaktstellenteile **31** und das Löten der anderen Elemente im gleichen Schritt durchgeführt werden, wodurch eine Kostenerhöhung verhindert wird.

[0032] **Fig. 9A** und **Fig. 9B** sind eine perspektivische Ansicht bzw. eine Schnittansicht des Passelements **4**. Das Passelement **4** liegt in Form einer Klemme mit einer Öffnung auf der Seite entgegengesetzt zu einer Verbindungsoberfläche **42**, die mit dem Kontaktstellenteil **31** verbunden wird, vor. Das Einsetzelement **2** der Leistungshalbleitervorrichtung **1** wird zwischen einem Paar von Armeilen **45** des Passelements **4** gehalten. Das heißt, das Passelement **4** ist eine Klemmenelektrode, wobei sich die Armeile **45** in einem Paar in einer zu einer Oberfläche des Kontaktstellenteils **31** senkrechten Richtung erstrecken.

[0033] Die Armeile **34** des Passelements **4** sind mit elastischen vorstehenden Abschnitten **41** versehen, die in innere Oberflächen vorstehen, die einander zugewandt sind. Die vorstehenden Abschnitte **41** des Armeils **45** weisen gekrümmte Oberflächen in Form einer R-Form (abgerundeten Form) auf. Die Positionen, die Größe und die Anzahl der vorstehenden Abschnitte **41** werden in Reaktion auf die entsprechenden vertieften Abschnitte **21** des Einsetzelements **2** bestimmt. Als Beispiel werden die vorstehenden Abschnitte **41** in einem Paar vorgesehen, wie in **Fig. 9** gezeigt, wenn das Einsetzelement **2** ein Paar von vertieften Abschnitten **21** aufweist, wie in **Fig. 6** gezeigt.

[0034] Ein Abstand zwischen den vorstehenden Abschnitten **41** in einem Paar ist so festgelegt, dass er kleiner ist als die Dicke des Einsetzelements **2** an den vertieften Abschnitten **21**, damit es zwischen den vorstehenden Abschnitten **41** gehalten wird. Das Einsetzen des Einsetzelements **2** in das Passelement **4** bewirkt, dass die Armeile **45** des Passelements **4** das Einsetzelement **2** dazwischen halten, wodurch das Einsetzelement **2** und das Passelement **4** mechanisch und elektrisch verbunden werden. Zu diesem Zeitpunkt werden die vorstehenden Abschnitte **41** des Passelements **4** gegen die vertieften Abschnitte **21** des Einsetzelements **2** durch die elastische Kraft der vorstehenden Abschnitte **41** gepresst, um eine starke mechanische Verbindung zu schaffen, so dass das Einsetzelement **2** nicht vom Passelement **4** gelöst wird.

[0035] **Fig. 10A** und **Fig. 10B** sind eine perspektivische bzw. eine Schnittansicht des Passelements **4**,

wobei die Armeile **45** die vorstehenden Abschnitte **41** in zwei Paaren aufweisen. Das Passelement **4** mit dieser Struktur wird verwendet, wenn das Einsetzelement **2** zwei Paare von vertieften Abschnitten **21** aufweist, wie in **Fig. 7** gezeigt.

[0036] Die Übereinstimmung der Positionen, der Form und anderer der vorstehenden Abschnitte **41** der Armeile **45** des Passelements **4** mit den Positionen, der Form und anderen der vertieften Abschnitte **21** des Einsetzelements **2** vergrößert eine Kontaktfläche zwischen dem Passelement **4** und dem Einsetzelement **2**, wenn das Einsetzelement **2** in das Passelement **4** eingesetzt wird. Dies stellt eine Verbindung zwischen dem Einsetzelement **2** und dem Passelement **4** mit geringem elektrischen Verlust her, während eine hohe Wärmeleitfähigkeit erreicht wird, die vorteilhafterweise zu einem höheren Strom der Leistungshalbleitervorrichtung **1** beiträgt. Die Verbindung zwischen dem Einsetzelement **2** und dem Passelement **4** wird durch eine Presskraft hergestellt, die von den vorstehenden Abschnitten **41** aufgebracht wird, was zu einer hohen Beständigkeit gegen Vibration und zu einer ausgezeichneten Langzeitzuverlässigkeit führt.

[0037] **Fig. 11A** und **Fig. 11B** sind eine perspektivische bzw. eine Schnittansicht einer anderen beispielhaften Struktur des Passelements **4**. Das Passelement **4** von **Fig. 11A** und **Fig. 11B** weist ein Paar von vorstehenden Abschnitten **41** an den Armeilen **45** auf, so dass es geeignet auf das Einsetzelement **2** mit einem Paar von vertieften Abschnitten **21**, wie in **Fig. 6** gezeigt, angewendet wird. Die vorstehenden Abschnitte **41** des in **Fig. 11A** und **Fig. 11B** gezeigten Passelements **4** sind an umgebogenen Abschnitten der Armeile **45** ausgebildet und weisen eine kleinere Dicke auf als der andere Abschnitt (Abschnitt in Form einer rechteckigen U-Form).

[0038] Wenn das Passelement **4** die in **Fig. 11A** und **Fig. 11B** gezeigte Form aufweist, werden die vorstehenden Abschnitte **41** durch die Presskraft, die auf das Einsetzelement **2** aufgebracht wird, verformt, wohingegen im Wesentlichen keine Verformung im anderen Abschnitt mit der Verbindungsoberfläche **42** erzeugt wird, wenn das Passelement **4** das Einsetzelement **2** darin aufnimmt. Keine Verformung der Verbindungsoberfläche **42** verhindert das Aufbringen einer Belastung auf das Lötmittel **32** zwischen dem Passelement **4** und dem Kontaktstellenteil **31**, so dass eine Verbindung mit einem höheren Grad an Zuverlässigkeit hergestellt wird. Hinsichtlich des in **Fig. 9A** und **Fig. 9B** oder in **Fig. 10A** und **Fig. 10B** gezeigten Passelements **4** ist die Verbindungsoberfläche **42** mit dem Kontaktstellenteil **31** vorzugsweise dicker gemacht, um die Erzeugung einer Belastung im Lötmittel **32** zu verhindern.

[0039] Um die Elastizität der vorstehenden Abschnitte **41** zu erreichen, umfassen die physikalischen Eigenschaften des Materials des Passelementes **4** vorzugsweise eine hohe Zugfestigkeit sowie einen kleinen elektrischen Widerstand. Eine Kupferlegierung kann beispielsweise als solches Material verwendet werden.

[0040] Fig. 12 zeigt die Einsetzelemente **2** und die Passelemente **4** vergrößert in einem Zustand, in dem die Leistungshalbleitervorrichtung **1** an der gedruckten Leiterplatte **3** befestigt ist. Wie vorstehend beschrieben, werden die Einsetzelemente **2** als externe Anschlüsse der Leistungshalbleitervorrichtung **1** in die Passelemente **4** eingesetzt, die an der gedruckten Leiterplatte **3** angebracht sind. Zu diesem Zeitpunkt halten die vorstehenden Abschnitte **41** der Passelemente **4** die vertieften Abschnitte **21** der Einsetzelemente **2** dazwischen, wodurch eine mechanisch starke Verbindung geschaffen wird. Die Strukturen der vertieften Abschnitte **21** der Einsetzelemente **2** und der vorstehenden Abschnitte **41** der Passelemente **4**, einschließlich der Position, der Größe und der Form, entsprechen einander, wodurch Kontaktflächen zwischen den Einsetzelementen **2** und den Passelementen **4** vergrößert werden. Folglich wird eine Verbindung mit geringem elektrischen Verlust und vorteilhafter Wärmeleitfähigkeit hergestellt. Das heißt, die erste bevorzugte Ausführungsform erreicht eine mechanisch, elektrisch und thermisch ausgezeichnete Verbindung.

<Zweite bevorzugte Ausführungsform>

[0041] Eine zweite bevorzugte Ausführungsform ist eine Modifikation der Struktur des Einsetzelements **2** als externer Anschluss der Leistungshalbleitervorrichtung **1**. Fig. 13 zeigt die Struktur des Einsetzelements **2** der zweiten bevorzugten Ausführungsform. Das Einsetzelement **2** der zweiten Ausführungsform weist eine größere Breite auf als das Einsetzelement **2** der ersten bevorzugten Ausführungsform (Fig. 5), wobei es mehrere (hier zwei) eingepresste Abschnitte **22** aufweist. Das Einsetzelement **2** der zweiten bevorzugten Ausführungsform ist in anderer Hinsicht dasselbe wie das Einsetzelement **2** der ersten bevorzugten Ausführungsform.

[0042] Fig. 14 zeigt das Einsetzelement **2** und das Passelement **4** vergrößert in einem Zustand, in dem die Leistungshalbleitervorrichtung **1** mit dem Einsetzelement **2** der zweiten bevorzugten Ausführungsform an der gedruckten Leiterplatte **3** befestigt ist. Die Positionen der Öffnungen **14** und der Buchsen **15**, die im Formharz **13** ausgebildet sind, das die Leistungshalbleitervorrichtung **1** bedeckt, entsprechen jenen der zwei eingepressten Abschnitte **22** des Einsetzelements **2**. Das Passelement **4** der gedruckten Leiterplatte **3** zum Halten des Einsetzelements **2** da-

zwischen ist in Reaktion auf die Breite des Einsetzelements **2** breiter gemacht.

[0043] Das Einsetzelement **2** mit einer großen Breite kann einen Fluss eines hohen Stroms erzeugen. Wenn jedoch das Einsetzelement **2** nur einen eingepressten Abschnitt **22** aufweist, der mit dem Verdrachtungsmuster **12** der Leistungshalbleitervorrichtung **1** verbunden ist, kann eine ungleichmäßige Stromverteilung im Einsetzelement **2** mit großer Breite erzeugt werden, was zu einem Problem führt, dass das Erhalten einer gewünschten Stromkapazität misslingt. In Reaktion darauf weist das Einsetzelement **2** der zweiten bevorzugten Ausführungsform mehrere eingepresste Abschnitte **22** auf, um eine gleichmäßige Stromverteilung im Einsetzelement **2** zu schaffen, wodurch das vorstehend erwähnte Problem gelöst wird.

[0044] Das Einsetzelement **2** mit einer großen Breite hat einen Vorteil gegenüber der Verwendung einer großen Anzahl von Einsetzelementen **2** mit einer kleinen Breite, da es eine höhere Stromkapazität erreicht, während es eine kleinere Fläche belegt.

<Dritte bevorzugte Ausführungsform>

[0045] Eine dritte bevorzugte Ausführungsform ist eine Modifikation der Struktur des an der gedruckten Leiterplatte **3** angebrachten Passelementes **4**. Fig. 15 zeigt eine beispielhafte Struktur des Passelementes **4** der dritten bevorzugten Ausführungsform mit Vorsprüngen **43** für die Ausrichtung, die an der Verbindungsfläche **42** des Passelementes **4** ausgebildet sind. Obwohl nicht gezeigt, werden Aussparungen für die Ausrichtung im Voraus durch Ätzen und dergleichen im Kontaktstellenteil **31**, um das Passelement **4** fest aufzunehmen, und in Positionen, die jenen der Vorsprünge **43** entsprechen, definiert. Der Kontaktstellenteil **31** und das Passelement **4** werden durch Einfügen der Vorsprünge **43** in die Aussparungen im Kontaktstellenteil **31** aufeinander ausgerichtet, wodurch eine leichte und genaue Ausrichtung ermöglicht wird.

[0046] Fig. 15 zeigt die Vorsprünge **43** für die Ausrichtung, die an der Verbindungsfläche **42** des Passelementes **4** ausgebildet sind. Unterdessen können Aussparungen **44** für die Ausrichtung alternativ in der Verbindungsfläche **42** des Passelementes **4** definiert werden, wie in Fig. 16 gezeigt. In diesem Fall werden Vorsprünge für die Ausrichtung am Kontaktstellenteil **31**, um die Verbindungsfläche **42** fest aufzunehmen, und in Positionen entsprechend jenen der Aussparungen **44** ausgebildet. Der Kontaktstellenteil **31** und das Passelement **4** werden aufeinander ausgerichtet, indem die Aussparungen **44** an den Vorsprüngen des Kontaktstellenteils **31** zur Anlage gebracht werden. Dies ermöglicht auch eine leichte und genaue Ausrichtung.

<Vierte bevorzugte Ausführungsform>

[0047] Es wird angenommen, dass ein Halbleiterelement unter Verwendung eines Halbleiters mit breiter Bandlücke, der durch Siliziumcarbid (SiC) verkörpert wird, ein vielversprechendes Halbleiterelement als Schaltelement der nächsten Generation ist, das in der Lage ist, eine hohe Durchschlagsspannung, einen geringen Verlust und einen hohen Wärmewiderstand zu erreichen. Es wird erwartet, dass dieses Halbleiterelement in einer Leistungshalbleitervorrichtung wie z. B. einem Inverter angewendet wird.

[0048] Beispiele des Halbleiters mit breiter Bandlücke umfassen Materialien auf der Basis von Galliumnitrid (GaN) und Diamant sowie SiC.

[0049] Wie vorstehend beschrieben, verwirklicht der Mechanismus zum Verbinden der Leistungshalbleitervorrichtung 1 und der gedruckten Leiterplatte 3 der vorliegenden Erfindung unter Verwendung der Einsetzelemente 2 und der Passelemente 4 eine elektrisch und thermisch ausgezeichnete Verbindung, was weitgehend zu einem höheren Strom der Leistungshalbleitervorrichtung 1 beiträgt. Somit wird angenommen, dass der Mechanismus zur Verbindung der vorliegenden Erfindung einen höheren Grad an Wirksamkeit erreicht, wenn er in der Leistungshalbleitervorrichtung 1 angewendet wird, die einen hohen Strom steuert. Somit wird erwartet, dass die vorliegende Erfindung wirksamer ist, und einer Halbleitervorrichtung mit breiter Bandlücke wird ermöglicht, ihr Potential zufriedenstellend auszuüben, wenn die Halbleitervorrichtung mit breiter Bandlücke als Leistungshalbleitervorrichtung 1 verwendet wird, auf die die vorliegende Erfindung angewendet wird.

Patentansprüche

1. Baugruppe aus einer Leistungshalbleitervorrichtung (1) und einer gedruckten Leiterplatte (3), die miteinander verbunden sind, wobei die Leistungshalbleitervorrichtung (1) enthält:
 ein internes Substrat (11) mit einer Verdrahtung (12),
 ein Formharz (13), das das interne Substrat (11) bedeckt, wobei eine Öffnung (14) das Formharz (13) durchdringt und die Verdrahtung (12) auf dem internen Substrat (11) erreicht,
 eine Metallbuchse (15), die in der Öffnung (14) gebildet und mit der Verdrahtung (12) verbunden ist, und
 ein leitfähiges Einsetzelement (2) als externen Anschluss,
 wobei das Einsetzelement (2) an einem ersten Teil einen eingepressten Abschnitt (22) enthält, der in die Metallbuchse (15) eingesetzt ist,
 und ein zweiter Teil des Einsetzelements (2) von einer Oberfläche der Leistungshalbleitervorrichtung (1), die der gedruckten Leiterplatte (3) zugewandt ist, vorsteht,

die gedruckte Leiterplatte (3) ein leitfähiges Passelement (4) aufweist, das an einem Kontaktstellenteil (31) der gedruckten Leiterplatte (3) angebracht ist, wobei das Passelement (4) den zweiten Teil des Einsetzelements (2) aufnimmt, wenn die Leistungshalbleitervorrichtung (1) mit der gedruckten Leiterplatte (3) verbunden wird,

das Einsetzelement (2) einen vertieften Abschnitt (21) aufweist, der an einer Seitenoberfläche den zweiten Teil des Einsetzelements (2) ausgebildet ist, das Passelement (4) einen vorstehenden Abschnitt (41) mit Elastizität aufweist, der an einer Innenseitenoberfläche des Passelements (4) ausgebildet ist, wobei die Elastizität bewirkt, dass der vorstehende Abschnitt (41) des Passelements (4) den vertieften Abschnitt (21) des Einsetzelements (2) unter Druck kontaktiert, wenn das Einsetzelement (2) in das Passelement (4) eingesetzt wird.

2. Baugruppe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass

der vertiefte Abschnitt (21) an jeder von entgegengesetzten Seitenoberflächen des Einsetzelements (2) ausgebildet ist, und
 der vorstehende Abschnitt (41) an jeder der Innenseitenoberflächen des Passelements (4), die einander zugewandt sind, ausgebildet ist.

3. Baugruppe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der vertiefte Abschnitt (21) und der vorstehende Abschnitt (41) jeweils eine Oberfläche in Form einer abgerundeten Form aufweisen.

4. Baugruppe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Einsetzelement (2) mehrere eingepresste Abschnitte (22) aufweist.

5. Baugruppe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Einsetzelement (2) aus einer Metallplatte ohne Biegung konstruiert ist.

6. Baugruppe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Leistungshalbleitervorrichtung (1) mehrere Einsetzelemente (2) mit verschiedenen Querschnittsflächen aufweist.

7. Baugruppe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass
 die Leistungshalbleitervorrichtung (1) mehrere Einsetzelemente (2) aufweist, wobei die mehreren Einsetzelemente (2) alle dieselbe Höhe aufweisen, und
 die gedruckte Leiterplatte (3) mehrere Passelemente (4) aufweist, wobei die mehreren Passelemente (4) alle dieselbe Höhe aufweisen.

8. Baugruppe nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass

das Passelement (4) eine Verbindungsoberfläche (42), die mit dem Kontaktstellenteil (31) verbunden ist, und ein Paar von Armeilen (45) aufweist, die sich in einer zum Kontaktstellenteil (31) senkrechten Richtung erstrecken, und

das Passelement (4) an der Verbindungsoberfläche (42), die mit dem Kontaktstellenteil (31) verbunden ist, dicker ist als an den Armeilen (45).

9. Baugruppe nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass

das Passelement (4) einen Vorsprung (43) an einer Verbindungsoberfläche mit dem Kontaktstellenteil (31) aufweist, und

eine Oberfläche des Kontaktstellenteils (31) mit einer Aussparung versehen ist, die den Vorsprung (43) aufnimmt.

10. Baugruppe nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass

das Passelement (4) eine Aussparung (44) in einer Verbindungsoberfläche mit dem Kontaktstellenteil (31) aufweist, und

eine Oberfläche des Kontaktstellenteils (31) mit einem Vorsprung versehen ist, der in die Aussparung (44) eingesetzt ist.

11. Baugruppe nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Leistungshalbleitervorrichtung (1) unter Verwendung eines Halbleiters mit breiter Bandlücke ausgebildet ist.

12. Leistungshalbleitervorrichtung (1), die enthält: ein internes Substrat (11), in dem ein Halbleiterelement ausgebildet ist;

ein Formharz (13), das das interne Substrat (11) bedeckt;

eine Öffnung (14), die das Formharz (13) durchdringt, um eine Verdrahtung (12) auf dem internen Substrat (11) zu erreichen;

eine Metallbuchse (15), die in der Öffnung (14) ausgebildet ist, wobei die Metallbuchse (15) mit der Verdrahtung (12) verbunden ist; und

einen externen Anschluss (2) mit einem ersten Teil, der in die Buchse (15) eingesetzt ist, und einem zweiten Teil, der von der Öffnung (14) vorsteht;

wobei der externe Anschluss (2) einen eingepressten Abschnitt (22) an dem ersten Teil, der in die Buchse (15) eingesetzt ist, und einen vertieften Abschnitt (21), der an einer Seitenoberfläche des zweiten Teils des externen Anschlusses (2) ausgebildet ist, aufweist.

13. Leistungshalbleitervorrichtung (1) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der vertiefte Abschnitt (21) auf jeder von entgegengesetzten Seitenoberflächen des externen Anschlusses (2) ausgebildet ist.

14. Leistungshalbleitervorrichtung (1) nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass der vertiefte Abschnitt (21) eine Oberfläche in Form einer abgerundeten Form aufweist.

15. Leistungshalbleitervorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass der externe Anschluss (2) mehrere eingepresste Abschnitte (22) aufweist.

16. Leistungshalbleitervorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 12 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass der externe Anschluss (2) aus einer Metallplatte ohne Biegung konstruiert ist.

17. Leistungshalbleitervorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 12 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Leistungshalbleitervorrichtung (1) mehrere externe Anschlüsse (2) mit verschiedenen Querschnittsflächen aufweist.

18. Leistungshalbleitervorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 12 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Leistungshalbleitervorrichtung (1) mehrere externe Anschlüsse (2) aufweist, wobei die mehreren externen Anschlüsse (2) alle dieselbe Höhe aufweisen.

19. Leistungshalbleitervorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 12 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Leistungshalbleitervorrichtung (1) unter Verwendung eines Halbleiters mit breiter Bandlücke ausgebildet ist.

20. Verbindungsrichtung zum Verbinden einer Leistungshalbleitervorrichtung (1) und einer gedruckten Leiterplatte (3), wobei die Verbindungsrichtung enthält:

ein leitfähiges Einsetzelement (2) mit einem ersten Teil, der daran angepasst ist, in eine Metallbuchse (15) eingesetzt zu werden, die in einer Öffnung (14) gebildet ist, die ein Formharz (13) durchdringt, das eine Oberfläche eines internen Substrats (11) der Leistungshalbleitervorrichtung (1) bedeckt, und einem zweiten Teil, der daran angepasst ist, von einer Oberfläche der Leistungshalbleitervorrichtung (1), die der gedruckten Leiterplatte (3) zugewandt ist, vorzustehen, und

ein leitfähiges Passelement (4), das daran angepasst ist, an einem Kontaktstellenteil (31) der gedruckten Leiterplatte (3) angebracht zu werden, wobei das Passelement (4) daran angepasst ist, das Einsetzelement (2) aufzunehmen, wenn die Leistungshalbleitervorrichtung (1) mit der gedruckten Leiterplatte (3) verbunden wird,

wobei das Einsetzelement (2) einen vertieften Abschnitt (21) aufweist, der an einer Seitenoberfläche des Einsetzelements (2) ausgebildet ist,

das Passelement (4) einen vorstehenden Abschnitt (41) mit Elastizität aufweist, der an einer Innenseitenoberfläche des Passelements (4) ausgebildet ist, und die Elastizität bewirkt, dass der vorstehende Abschnitt (41) des Passelements (4) den vertieften Abschnitt (21) des Einsetzelements (2) unter Druck kontaktiert, wenn das Einsetzelement (2) in das Passelement (4) eingesetzt wird.

21. Verbindungs Vorrichtung nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass

der vertiefte Abschnitt (21) an jeder von entgegengesetzten Seitenoberflächen des Einsetzelements (2) ausgebildet ist, und

der vorstehende Abschnitt (41) an jeder der Innenseitenoberflächen des Passelements (4), die einander zugewandt sind, ausgebildet ist.

22. Verbindungs Vorrichtung nach Anspruch 20 oder 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass der vertiefte Abschnitt (21) und der vorstehende Abschnitt (41) jeweils eine Oberfläche in Form einer abgerundeten Form aufweisen.

23. Verbindungs Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Einsetzelement (2) mehrere eingepresste Abschnitte (22) aufweist.

24. Verbindungs Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Einsetzelement (2) aus einer Metallplatte ohne Biegung konstruiert ist.

25. Verbindungs Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Passelement (4) eine Verbindungs Oberfläche (42), die mit dem Kontaktstellenteil (31) verbunden ist, und ein Paar von Armeilen (45) aufweist, die sich in einer zum Kontaktstellenteil (31) senkrechten Richtung erstrecken, und das Passelement (4) an der Verbindungs Oberfläche (42), die mit dem Kontaktstellenteil (31) verbunden ist, dicker ist als an den Armeilen (45).

26. Verbindungs Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Passelement (4) einen Vorsprung (43) an einer Verbindungs Oberfläche mit dem Kontaktstellenteil (31) aufweist.

27. Verbindungs Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Passelement (4) eine Aussparung (44) in einer Verbindungs Oberfläche mit dem Kontaktstellenteil (31) aufweist.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

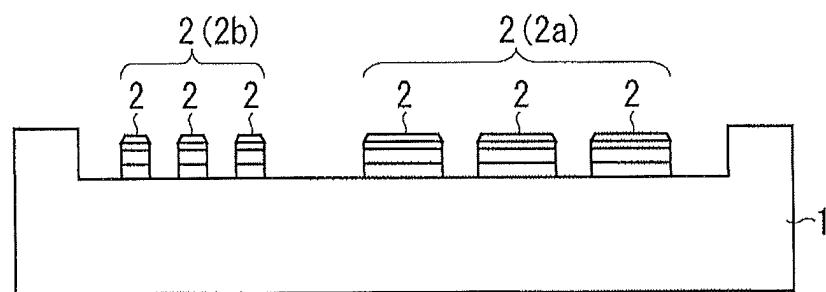


FIG. 2

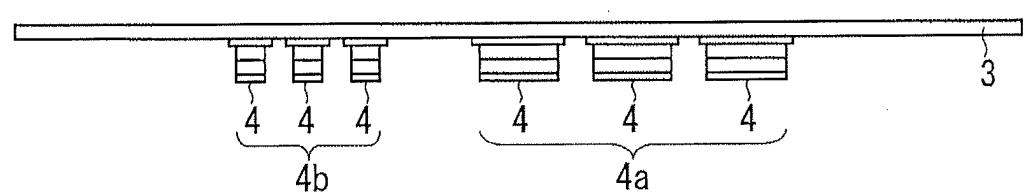


FIG. 3

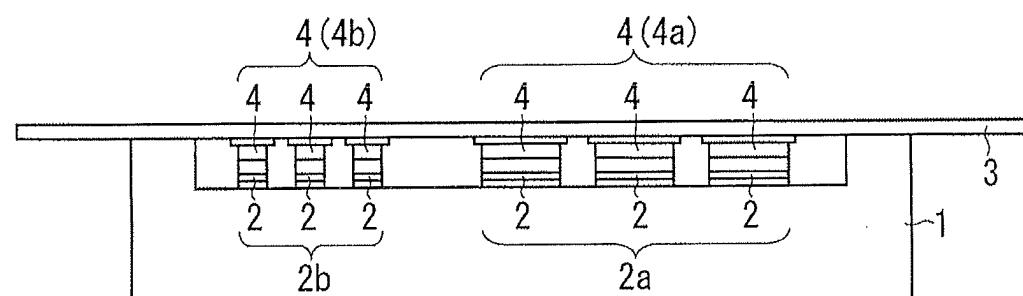
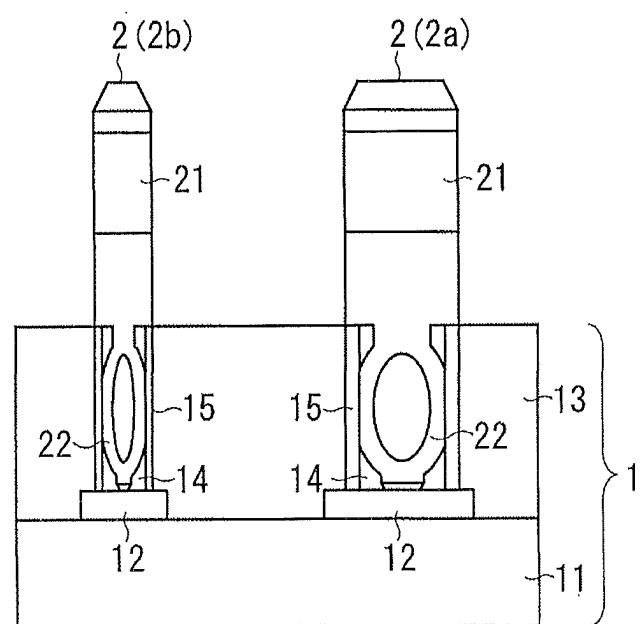
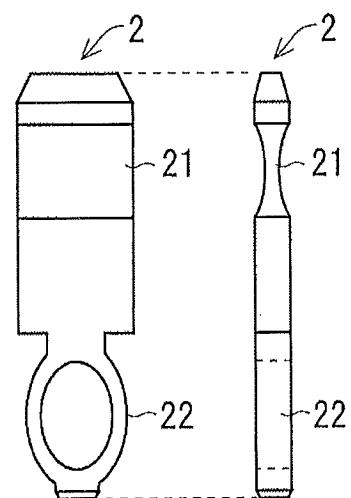


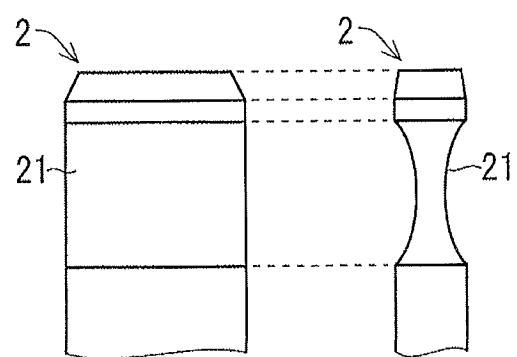
FIG. 4



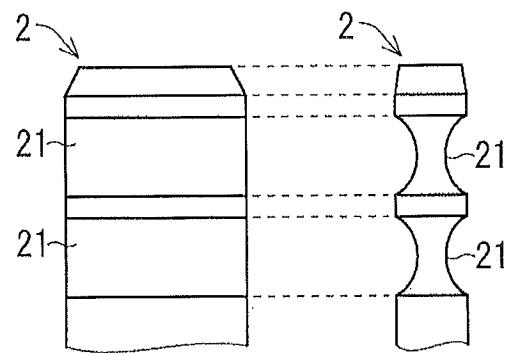
F I G. 5



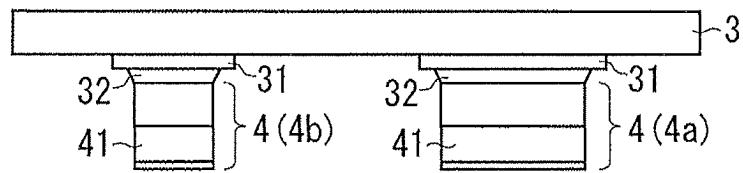
F I G. 6



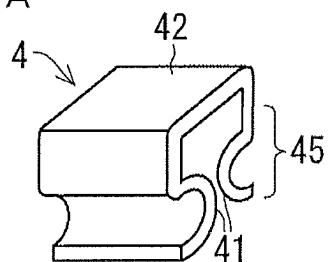
F I G. 7



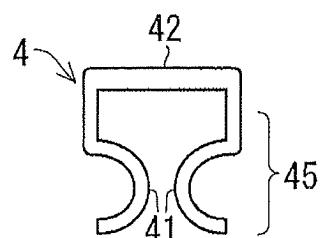
F I G. 8



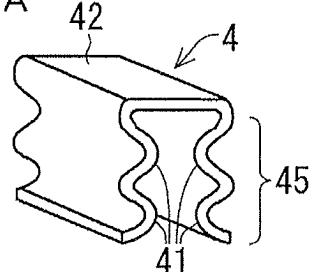
F I G. 9 A



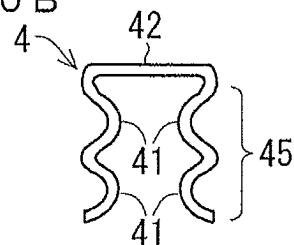
F I G. 9 B



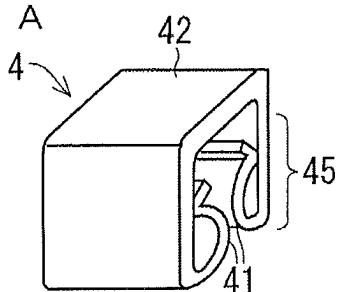
F I G. 10 A



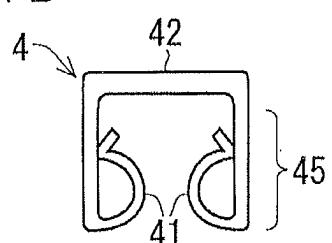
F I G. 10 B



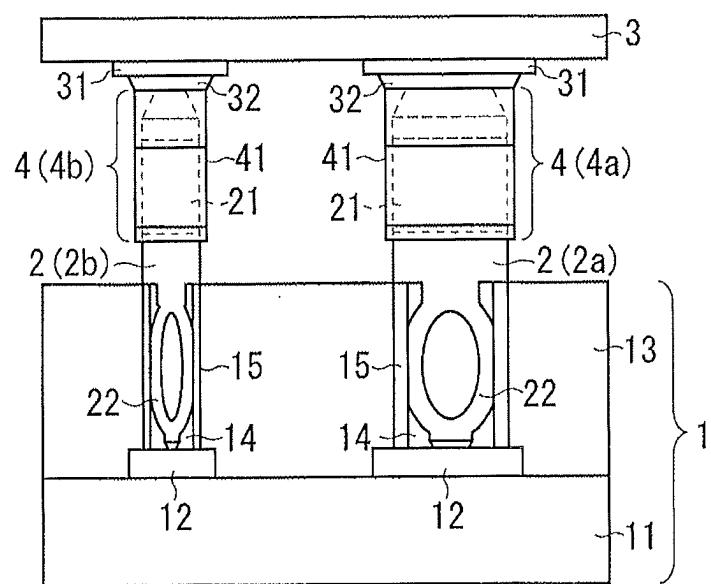
F I G. 11 A



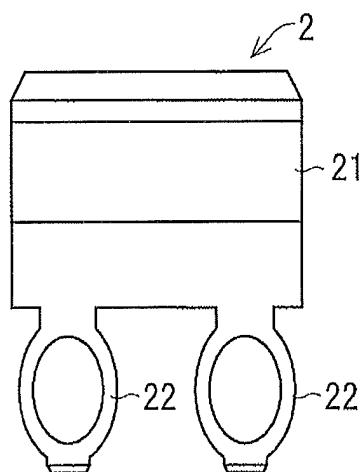
F I G. 11 B



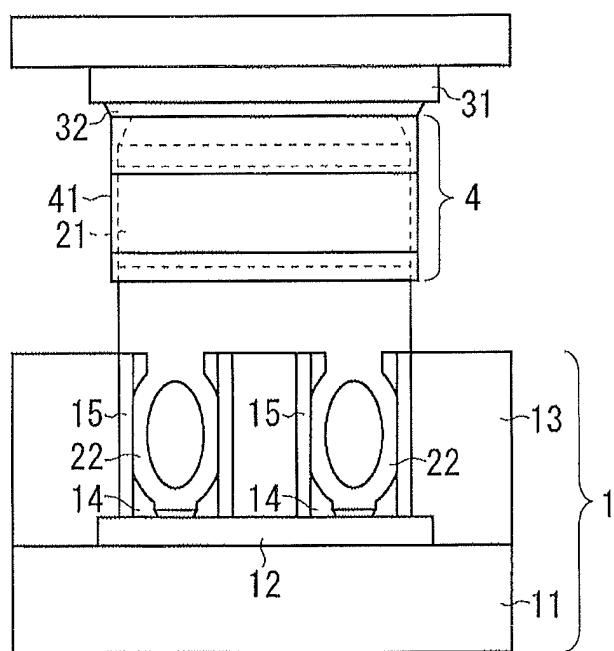
F I G. 12



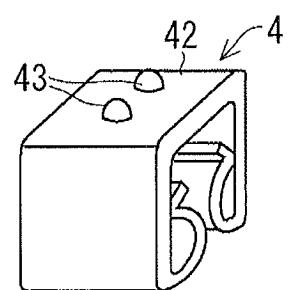
F I G. 1 3



F I G. 1 4



F I G. 1 5



F I G. 1 6

