



(10) **DE 10 2012 206 596 B4** 2017.11.16

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 206 596.2**  
(22) Anmeldetag: **20.04.2012**  
(43) Offenlegungstag: **03.01.2013**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **16.11.2017**

(51) Int Cl.: **H01L 23/31** (2006.01)  
**H01L 21/56** (2006.01)  
**H01L 23/14** (2006.01)  
**H01L 25/07** (2006.01)  
**H01L 23/498** (2006.01)  
**H01L 23/34** (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:  
**2011-129261 09.06.2011 JP**

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

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

(72) Erfinder:  
**Ueda, Tetsuya, Tokyo, JP; Yamaguchi, Yoshihiro,  
Tokyo, JP**

(56) Ermittelter Stand der Technik:  
**siehe Folgeseiten**

(54) Bezeichnung: **Halbleitervorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Halbleitervorrichtung (100C), die enthält:

ein isolierendes Substrat (102, 102B) mit einer Hauptoberfläche, auf der wenigstens ein Halbleiterchip (110) und wenigstens eine Elektrode (112) angebracht sind;  
eine Grundplatte (120C) mit einer Hauptoberfläche, die mit der anderen Hauptoberfläche des isolierenden Substrats (102, 102B) verbunden ist; und

ein Spritzpressharz (140), das die eine Hauptoberfläche der Grundplatte (120C), das isolierende Substrat (102, 102B), den wenigstens einen Halbleiterchip (110) und ein Verbindungsstellenende der wenigstens einen Elektrode (112) bedeckt, während die andere Hauptoberfläche der Grundplatte (120C) freiliegt,

wobei der lineare Ausdehnungskoeffizient der Grundplatte (120C) kleiner als der von Kupfer ist und der lineare Ausdehnungskoeffizient des Spritzpressharzes (140) höchstens 16 ppm/°C beträgt,

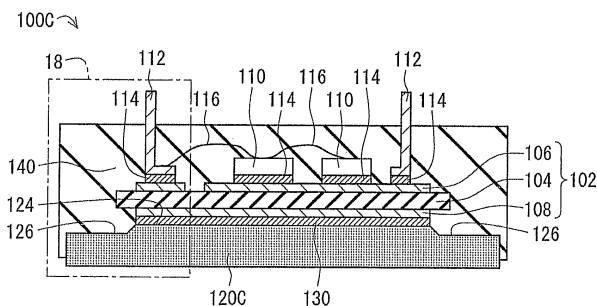
wobei das Spritzpressharz (140) ausgehöhlte Formen (142) aufweist, um gegenüberliegende Mitten der kurzen Seiten und deren Umgebung der Grundplatte (120C) freizulegen, und

wobei die Grundplatte (120C) in Abschnitten, die durch die ausgehöhlten Formen (142) des Spritzpressharzes (140) freiliegen, Befestigungslöcher (122) aufweist, die die Grundplatte (120C) jeweils in Dickenrichtung durchdringen, wobei die eine Hauptoberfläche der Grundplatte (120C) Folgendes aufweist:

ein Verbindungsstellengebiet (124), das ein mit dem isolierenden Substrat (102, 102B) verbundener Bereich ist; und

ein Umgebungsgebiet (126), das im Vergleich zu dem Verbindungsstellengebiet (124) auf einer Seite der anderen Hauptoberfläche der Grundplatte (120C) positioniert ist, wobei das Umgebungsgebiet (126) der einen Hauptoberfläche näher an der anderen Hauptoberfläche der Grundplatte (120C) angeordnet ist als das Verbindungsstellengebiet (124) der einen Hauptoberfläche, so dass die Grundplatte (120C) in einem Abschnitt unter dem Umgebungsgebiet (126) dünner ist als in einem Abschnitt des Verbindungsstellengebiets (124),

ein isolierendes plattenartiges Element (104) des isolierenden Substrats (102, 102B) von dem Verbindungsstellengebiet (124) aus zu einem Bereich oberhalb des Umgebungsgebiets (126) vorspringt, so dass es zwischen dem Umgebungsgebiet (126) und dem isolierenden plattenartigen Element (104) einen verbreiterten Zwischenraum gibt, und das Spritzpressharz (140) in den Zwischenraum zwischen das Umgebungsgebiet (126) der Grundplatte (120C) und das isolierende plattenartige Element (104) gefüllt ist, ...



(19)



Deutsches  
Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2012 206 596 B4** 2017.11.16

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	2002 / 0 109 211	A1
US	2005 / 0 093 122	A9
US	2007 / 0 090 514	A1
US	2008 / 0 079 145	A1
US	2010 / 0 133 684	A1
EP	1 119 037	A2
JP	H09- 129 822	A
JP	2004- 319 992	A

### Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft das Gebiet der Halbleitervorrichtungen und insbesondere eine Struktur, die für eine Leistungshalbleitervorrichtung vorteilhaft ist.

**[0002]** Gekapselte Halbleitervorrichtungen sind herkömmlich bekannt. In gekapselten Halbleitervorrichtungen sind ein Halbleiterchip (z. B. ein Paar eines IGBT (Isolierschicht-Bipolartransistors) und einer Diode) und dergleichen in einem Gehäuse untergebracht, das aus einer Cu-Grundplatte und aus einer Kapselung besteht. Genauer weist dieser Halbleitervorrichtungstyp ein isolierendes Substrat (das aus einem isolierenden plattenartigen Element (Aluminiumnitrid, Siliciumnitrid, Aluminiumoxid oder dergleichen besteht) mit darauf auf beiden Oberflächen ausgebildeten Metallschichten auf, wobei auf die auf einer Oberfläche des isolierenden Substrats ausgebildete Metallschicht (die ein Verdrahtungsmuster bildet) ein Halbleiterchip und eine Elektrode gelötet werden. Die auf der anderen Oberfläche des isolierenden Substrats ausgebildete Metallschicht wird auf die Cu-Grundplatte gelötet. Danach werden der Halbleiterchip und dergleichen mit einem Verbindungsdraht wie etwa einem Aluminiumdraht oder dergleichen elektrisch verbunden. Daraufhin werden die Grundplatte und die Kapselung durch einen Klebstoff miteinander verbunden. In das aus der Cu-Grundplatte und aus der Kapselung bestehende Gehäuse wird ein Harz (z. B. ein Silikongel oder ein flüssiges Epoxidharz) injiziert, wodurch der Halbleiterchip und dergleichen abgedichtet werden. Danach wird außerhalb der Kapselung eine Elektrode ausgebildet, die mit der Elektrode innerhalb der Kapselung verbunden werden soll.

**[0003]** In einer solchen Struktur sind in einem Abkühlprozess nach dem Löten das isolierende Substrat auf der Cu-Grundplatte die Cu-Grundplatte und das isolierende Substrat in Kontakt. Die Kontraktion wegen der Abkühlung wird als Abkühlungskontraktion bezeichnet. Bei Raumtemperatur verbiegt sich das isolierende Substrat bei der Abkühlungskontraktion in Richtung einer der Cu-Grundplatte gegenüberliegenden Seite, wobei auf eine Oberseite (mit anderen Worten, auf eine Seite, auf der der Halbleiterchip und dergleichen angebracht sind) des isolierenden Substrats eine Zugspannung ausgeübt wird. Dies liegt daran, dass der lineare Ausdehnungskoeffizient der Cu-Grundplatte größer als der des isolierenden Substrats ist. Genauer ist der lineare Ausdehnungskoeffizient von Cu  $17 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ , während der lineare Ausdehnungskoeffizient von Aluminiumnitrid, das ein beispielhaftes Material für das isolierende plattenartige Element ist, aus dem das isolierende Substrat besteht,  $5,7 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$  beträgt. Der lineare Ausdehnungskoeffizient von Siliciumnitrid, das ein weiteres beispielhaftes Material für das isolierende plattenartige Element ist, beträgt  $3,2 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ , und der von Aluminiumoxid, das ein nochmals weiteres beispielhaftes Material für das isolierende plattenartige Element ist, beträgt  $6,5 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ . Der Betrag der Verbiegung nimmt zu, während das isolierende Substrat und die Cu-Grundplatte größer werden, wobei in dem isolierenden Substrat je nach Umständen ein Riss auftritt.

**[0004]** Ferner tritt in dem Halbleiterchip gelegentlich in einem Verbindungsstellenabschnitt zwischen dem Halbleiterchip und dem Verbindungsdraht wegen der unterschiedlichen linearen Ausdehnungskoeffizienten zwischen dem Halbleiterchip und dem Verbindungsdraht ein Riss auf, wenn er Wärme erzeugt, da er unter Strom gesetzt wird. Das Auftreten des Risses verschlechtert die Zuverlässigkeit des Verbindungsstellenabschnitts, mit anderen Worten, die Zuverlässigkeit der Halbleitervorrichtung. Um die Zuverlässigkeit des Verbindungsstellenabschnitts zu erhöhen, kann eine komplizierte Struktur wie etwa eine Spannungspufferschicht oder dergleichen eingeführt werden. Allerdings erfüllt die Verkomplizierung der Struktur nicht die jüngste Anforderung, die Halbleitervorrichtung durch Verringern der Fläche des Halbleiterchips zu verkleinern.

**[0005]** Die Zuverlässigkeit des Verbindungsstellenabschnitts zwischen dem Halbleiterchip und dem Verbindungsdraht kann durch eine Spritzpress-Halbleitervorrichtung verbessert werden. In diesem Halbleitervorrichtungstyp werden der Halbleiterchip und dergleichen unter Verwendung eines Harzes mit einem niedrigeren linearen Ausdehnungskoeffizienten als flüssiges Epoxidharz oder dergleichen, das für die oben diskutierte gekapselte Halbleitervorrichtung verwendet wird, durch ein Spritzpressharz-Abdichtverfahren abgedichtet. Mit diesem Spritzpresstyp kann für Komponenten wie etwa den Halbleiterchip und dergleichen eine hohe Haftfestigkeit erreicht werden.

**[0006]** Zum Beispiel wird in einer in JP H09-129 822 A offenbarten Halbleitervorrichtung ein Halbleiterchip auf eine Oberfläche eines Leiterrahmens gelötet und ein isolierendes Substrat auf die andere Oberfläche des Leiterrahmens gelötet. Danach werden der Halbleiterchip und dergleichen mit einem Spritzpressharz durch das Spritzpressverfahren abgedichtet.

**[0007]** Allerdings neigt das isolierende Substrat gelegentlich dazu, sich wegen der Trocknungskontraktion und der Abkühlungskontraktion des Spritzpressharzes zu verbiegen, während die Halbleitervorrichtung vergrößert

wird. Wenn in dem isolierenden Substrat wegen der Verbiegung ein Riss auftritt, kann die Isolation der Halbleitervorrichtung je nach Umständen nicht sichergestellt werden.

**[0008]** Ferner dient im Spritzpresstyp ein Außenleiterabschnitt des Leiterraumens als ein Anschluss der Vorrichtung. Da der Außenleiterabschnitt von einer Seitenfläche der Halbleitervorrichtung vorsteht, kann sie ein bereits vorhandenes Produkt nicht leicht ersetzen.

**[0009]** Es gibt einen Fall, in dem auf ein Gehäuse, auf dem eine Leistungshalbleitervorrichtung angebracht ist, eine Wärmeleitpaste aufgetragen wird, wobei die Leistungshalbleitervorrichtung auf dem Gehäuse angebracht und daran verschraubt wird. Die Wärmeleitfähigkeit der Wärmeleitpaste ist verhältnismäßig höher als die anderer Fette, aber unvergleichlich niedriger als jene von Metallen. Aus diesem Grund kann keine ausreichende Wärmeableitung der Leistungshalbleitervorrichtung erreicht werden, wenn die Wärmeleitpaste dick aufgetragen ist.

**[0010]** Die Dicke der aufgetragenen Paste wird unter Berücksichtigung der Verbiegung, der Welligkeit und dergleichen gegenüberliegender Oberflächen des Gehäuses und der Halbleitervorrichtung bestimmt. Die Dicke der Paste, nachdem die Halbleitervorrichtung angebracht worden ist, ist außerdem größer als die Summe der Verbiegung und der Welligkeit der gegenüberliegenden Oberflächen des Gehäuses und der Halbleitervorrichtung. Angesichts dessen sind verschiedene Strukturen vorgeschlagen worden, um die Verbiegung der Halbleitervorrichtung zu verringern.

**[0011]** Ferner verbiegt sich die Halbleitervorrichtung, wenn sie in das Gehäuse geschraubt wird, wobei in dem isolierenden Substrat infolge der Verbiegung gelegentlich ein Riss auftritt, wenn die Verbiegung, die Welligkeit und dergleichen der gegenüberliegenden Oberflächen des Gehäuses und der Halbleitervorrichtung zu viel größer sind. Auch um dieses Problem zu lösen, sind verschiedene Strukturen vorgeschlagen worden.

**[0012]** Zum Beispiel weist in einer in JP 2004-319992 A offenbarten Struktur eine Grundplatte jedes der Teilmodule in einem Eckgebiet einen ausgesparten Abschnitt auf, wobei die Teilmodule angrenzend angeordnet sind, sodass die ausgesparten Abschnitte einander gegenüberliegen können. Daraufhin wird in ein durch die gegenüberliegenden ausgesparten Abschnitte ausgebildetes Langloch eine Schraube geführt, um dadurch die Teilmodule an dem Gehäuse zu befestigen. Es wird davon ausgegangen, dass die Einbaufläche jedes der Teilmodule bei dieser Struktur abnimmt, was den Einfluss der Verbiegung und der Welligkeit unterdrückt.

**[0013]** Es wird davon ausgegangen, dass die Anzahl verwendeter Schrauben verringert werden kann, da die angrenzenden Teilmodule eine gemeinsame Schraube nutzen. Durch gemeinsame Nutzung von Schrauben beträgt die Anzahl zu verschraubender Teile, die notwendig sind, um  $n$  Teilmodule zu befestigen,  $(2n + 2)$ .

**[0014]** Da die angrenzenden Teilmodule mit derselben Schraube befestigt sind, werden auf die Teilmodule allerdings selbst dann, wenn die Schrauben mit derselben Stärke angezogen werden, je nach Verbiegung, Welligkeit und dergleichen der Teilmodule und Verbiegung, Welligkeit und dergleichen des Gehäuses, auf dem die Teilmodule angebracht sind, unterschiedliche Axialkräfte ausgeübt. In diesem Fall können nicht alle Teilmodule geeignet angebracht werden.

**[0015]** Wie oben diskutiert wurde, verbiegt sich in dem ersten herkömmlichen Gebiet (der gekapselten Halbleitervorrichtung) in dem Abkühlprozess nach dem Lötens des isolierenden Substrats auf die Cu-Grundplatte gelegentlich das isolierende Substrat. Die Stärke der Verbiegung nimmt zu, während die Größen des isolierenden Substrats und der Cu-Grundplatte zunehmen, wobei in dem isolierenden Substrat je nach Umständen ein Riss auftritt.

**[0016]** Wie oben diskutiert wurde, tritt ferner in dem ersten herkömmlichen Gebiet in dem Verbindungsstellenabschnitt zwischen dem Halbleiterchip und dem Verbindungsdraht wegen der Wärmeerzeugung des Halbleiterchips, da er unter Strom gesetzt wird, gelegentlich ein Riss auf. Das Auftreten des Risses verschlechtert die Zuverlässigkeit des Verbindungsstellenabschnitts. Um die Zuverlässigkeit des Verbindungsstellenabschnitts zu erhöhen, kann eine komplizierte Struktur wie etwa die Spannungspufferschicht oder dergleichen eingeführt werden, womit aber die Anforderung der Verkleinerung der Halbleitervorrichtung schwer zu erfüllen ist.

**[0017]** Durch das zweite herkömmliche Gebiet (die Spritzpress-Halbleitervorrichtung) kann die Zuverlässigkeit des Verbindungsstellenabschnitts zwischen dem Halbleiterchip und dem Verbindungsdraht wie oben diskutiert verbessert werden. Allerdings verbiegt sich selbst in der Spritzpress-Halbleitervorrichtung das isolierende Substrat gelegentlich. Wie oben diskutiert wurde, verbiegt sich das isolierende Substrat wegen der Trock-

nungskontraktion und der Abkühlungskontraktion des Spritzpressharzes genauer gelegentlich, während die Halbleitervorrichtung vergrößert wird. Wenn in dem isolierenden Substrat wegen der Verbiegung ein Riss auftritt, kann die Isolation der Halbleitervorrichtung je nach Umständen nicht sichergestellt werden.

**[0018]** Da in dem zweiten herkömmlichen Gebiet wie oben diskutiert der Außenleiterabschnitt des Leiterraumens von der Seitenfläche der Halbleitervorrichtung vorsteht, kann die Halbleitervorrichtung ferner nicht leicht für ein bereits vorhandenes Produkt ersetzt werden.

**[0019]** In dem dritten herkömmlichen Gebiet (der in JP 2004-319992 A offenbarten Technik) werden auf die Teilmodule selbst dann, wenn das Gewinde mit dem gleichen Drehmoment angezogen wird, je nach Verbiegung, Welligkeit und dergleichen der Teilmodule und Verbiegung, Welligkeit und dergleichen des Gehäuses, an dem die Teilmodule angebracht werden, wie oben diskutiert unterschiedliche Axialkräfte ausgeübt, da die angrenzenden Teilmodule mit derselben Schraube befestigt werden. In diesem Fall können nicht alle Teilmodule geeignet angebracht werden.

**[0020]** US 2010/0133684 A1 beschreibt ein Leistungshalbleitermodul, das umfasst: eine Leiterplatte mit einer Metallgrundplatte aus, einer hochwärmeleitfähigen Isolierschicht und einem Verdrahtungsmuster; Leistungshalbleiterelemente, die elektrisch an das Verdrahtungsmuster angeschlossen sind; rohrförmige Außenanschluss-Körper, die am Verdrahtungsmuster für externe Anschlusseinheiten vorgesehen sind; und einen Pressspritzharzkörper, der so verkapselt ist, dass Durchgangsöffnungen in der Metallgrundplatte frei liegen, und der dazu verwendet wird, Kühlrippen an der Fläche der Metallgrundplatte auf der anderen Seite mit Anbringungsteilen fest anzubringen, und dass die Fläche der Metallgrundplatte auf der anderen Seite und obere Abschnitte der rohrförmigen Außenanschluss-Körper Einstecköffnungen für die Anbringungsteile bilden, welche Einstecköffnungen mit den Durchgangsöffnungen in Verbindung stehen und einen größeren Durchmesser als die Durchgangsöffnungen haben, und dass die eine Seite und Seitenflächen der Metallgrundplatte und der Leistungshalbleiterelemente bedeckt sind. Als Material wird zum Beispiel mit Siliziumoxidpulver befülltes Epoxdharz als Füllstoff für den Pressspritzharzkörper und Kupfer für das Verdrahtungsmuster und die Metallgrundplatte verwendet. Dabei wird die Füllmenge des Siliziumoxidpulvers im Epoxdharz so angesetzt, dass der Wärmedehnungskoeffizient des Pressspritzharzkörpers mit dem Wärmedehnungskoeffizienten von Kupfer (16 ppm/°C) übereinstimmt.

**[0021]** US 2007/0090514 A1 beschreibt einen Aufbau, bei dem zumindest ein Halbleiterchip auf einer Grundplatte angeordnet ist. Als Beispiele für Materialien der Grundplatte werden unter anderem Cu, AlSiC, CuW, CuMo und CuMoCu genannt.

**[0022]** EP 1 119 037 A2 beschreibt eine mit Harz vergossene Halbleitervorrichtung mit einer Grundplatte, bei der Anschlüsse auf einer der Grundplatte gegenüberliegenden Seite aus dem Harz herausragen.

**[0023]** US 2008/0079145 A1 beschreibt eine Halbleitervorrichtung, bei der mehrere Halbleiterelemente auf einer gemeinsamen Basisplatte montiert sind. In der Basisplatte sind Vertiefungen eingelassen, die an einzelnen Stellen die gesamte Basisplatte durchdringen. In einer Ausführungsform sind die Halbleiterelemente vergossen und mit einem gemeinsamen Gehäuse umgeben.

**[0024]** US 2002/0109211 A1 beschreibt eine Halbleitervorrichtung, bei der eine abgestufte Grundplatte enthält. Auf der Oberfläche des vorspringenden Abschnitts ist mit einem Bondmaterial ein Anschlussrahmen gebondet. Auf den Anschlussrahmen ist ein Leistungselement gebondet.

**[0025]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Halbleitervorrichtung zu schaffen, bei der Mängel wie etwa eine Verbiegung, ein Riss und dergleichen verhindert werden, die geeignet und leicht anzubringen ist, usw.

**[0026]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Halbleitervorrichtung nach Anspruch 1. Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0027]** Weitere Merkmale und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung von Varianten von Halbleitervorrichtungen anhand der Figuren. Von den Figuren zeigen:

**[0028]** Fig. 1 eine Draufsicht einer Struktur einer Halbleitervorrichtung in Übereinstimmung mit einer nicht erfindungsgemäßen ersten Variante;

**[0029]** Fig. 2 einen Querschnitt längs der Linie 2-2 aus **Fig. 1**;

**[0030]** Fig. 3 einen Querschnitt längs der Linie 3-3 aus **Fig. 1**;

**[0031]** Fig. 4 einen Querschnitt zur Erläuterung der Kontraktion einer Grundplatte;

**[0032]** Fig. 5 eine schematische Ansicht zur Erläuterung der Art und Weise, in der in einem isolierenden Substrat wegen der Kontraktion der Grundplatte ein Riss auftritt;

**[0033]** Fig. 6 einen Querschnitt zur Erläuterung der Kontraktion des Spritzpressharzes;

**[0034]** Fig. 7 eine schematische Ansicht zur Erläuterung der Art und Weise, in der in dem isolierenden Substrat wegen der Kontraktion des Spritzpressharzes ein Riss auftritt;

**[0035]** Fig. 8 einen Querschnitt einer weiteren Struktur der Halbleitervorrichtung in Übereinstimmung mit der ersten Variante;

**[0036]** Fig. 9 eine vergrößerte Ansicht eines in **Fig. 8** von einer Strichpunktlinie umgebenen Abschnitts **9**;

**[0037]** Fig. 10 einen Stromlaufplan einer Schaltungskonfiguration einer Halbleitervorrichtung in Übereinstimmung mit einer nicht erfindungsgemäßen zweiten Variante;

**[0038]** Fig. 11 eine Draufsicht einer Struktur der Halbleitervorrichtung in Übereinstimmung mit der zweiten Variante;

**[0039]** Fig. 12 einen seitlichen Aufriss der Struktur der Halbleitervorrichtung in Übereinstimmung mit der zweiten Variante;

**[0040]** Fig. 13 einen Stromlaufplan einer Schaltungskonfiguration einer Vergleichshalbleitervorrichtung;

**[0041]** Fig. 14 eine Draufsicht einer Struktur der Vergleichshalbleitervorrichtung;

**[0042]** Fig. 15 einen Stromlaufplan einer weiteren Schaltungskonfiguration der Halbleitervorrichtung in Übereinstimmung mit der zweiten Variante;

**[0043]** Fig. 16, **Fig. 17** Querschnittsansichten einer Struktur einer Halbleitervorrichtung in Übereinstimmung mit einer dritten Variante, die eine Ausführungsform der Erfindung ist;

**[0044]** Fig. 18 eine vergrößerte Ansicht eines in **Fig. 16** von einer Strichpunktlinie umgebenen Abschnitts **18**;

**[0045]** Fig. 19 eine Querschnittsansicht zur Erläuterung einer Harzdicke in Übereinstimmung mit einer vierten Variante, die eine Weiterbildung der vorliegenden Erfindung ist; und

**[0046]** Fig. 20 einen Graphen zur Erläuterung der Harzdicke in Übereinstimmung mit der vierten Variante.

**[0047]** Obwohl in den beschriebenen Variante eine Halbleitervorrichtung als ein Beispiel gewählt ist, die auf die Antriebssteuerung eines Motors angewendet wird, ist die folgende Diskussion nicht auf die Leistungshalbleitervorrichtung beschränkt. Von den beschriebenen Varianten stellt die dritte Variante eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und die vierte Variante eine mögliche Weiterentwicklung dar, die nicht erfindungsgemäße erste und zweite Variante dienen dem besseren Verständnis der Erfindung.

**[0048]** **Fig. 1** zeigt eine Draufsicht einer Struktur einer Halbleitervorrichtung **100** in Übereinstimmung mit der ersten Variante, **Fig. 2** zeigt einen Querschnitt längs der Linie 2-2 aus **Fig. 1** und **Fig. 3** zeigt einen Querschnitt längs der Linie 3-3 aus **Fig. 1**. Im Folgenden ist die Aufwärts-Abwärts-Richtung der Halbleitervorrichtung **100** in Übereinstimmung mit der Tatsache definiert, dass **Fig. 1** als "Draufsicht" bezeichnet ist. In diesem Fall entsprechen die Aufwärts- und die Abwärtsrichtung aus **Fig. 2** und **Fig. 3** jenen der Halbleitervorrichtung **100**. Ferner ist die Aufwärts-Abwärts-Richtung (vertikale Richtung) der Halbleitervorrichtung **100** im Folgenden als "Dickenrichtung" bezeichnet.

**[0049]** Die Halbleitervorrichtung **100** enthält ein isolierendes Substrat **102**. In einem in den Figuren gezeigten beispielhaften Fall enthält das isolierende Substrat **102** ein isolierendes plattenartiges Element **104**, eine Metallschicht **106**, die auf der Hauptoberfläche (im Folgenden einer oberen Hauptoberfläche) des isolierenden plattenartigen Elements **104** ausgebildet ist, und eine Metallschicht **108**, die auf der anderen Hauptoberfläche (hier einer unteren Hauptoberfläche) davon ausgebildet ist.

**[0050]** Die Metallschicht **106** auf der Seite der oberen Hauptoberfläche ist in der Draufsicht als ein vorgegebenes Verdrahtungsmuster (nicht gezeigt) ausgebildet, wobei die Metallschicht **106** auch als ein Verdrahtungsmuster **106** bezeichnet ist. Die Metallschicht **108** auf der Seite der unteren Hauptoberfläche weist in der Draufsicht eine beliebige Form auf und ist z. B. vollständig in einem vorgegebenen Gebiet ausgebildet. Das isolierende plattenartige Element **104** ist aus einem isolierenden Material wie etwa aus einer Keramik (z. B. Aluminiumnitrid, Siliciumnitrid und Aluminiumoxid) ausgebildet, und die Metallschichten **106** und **108** sind aus Metallmaterialien wie etwa Kupfer oder dergleichen ausgebildet.

**[0051]** Mit dem Verdrahtungsmuster **106** sind ein Halbleiterchip **110** und eine Elektrode **112**, die beispielhafte Schaltungskomponenten sind, mit einem Lötmittel **114** verbunden. Mit anderen Worten, der Halbleiterchip **110** und die Elektrode **112** sind auf einer Hauptoberfläche (hier einer oberen Hauptoberfläche) des isolierenden Substrats **102** angebracht. Der Halbleiterchip **110** und die Elektrode **112** sind mit Verdrahtungsdrähten **116** wie etwa Aluminiumdrähten oder dergleichen mit vorgegebenen Abschnitten verbunden, um eine vorgegebene Schaltung auszubilden. Die jeweiligen Bezugszeichen der Halbleiterchips **110**, der Elektroden **112** und der Verbindungsdrähte **116** sind nicht auf die in den Figuren Gezeigten beschränkt.

**[0052]** Es wird hier beispielhaft ein Fall diskutiert, in dem ein Leistungshalbleiterelement wie etwa ein IGBT (Isolierschicht-Bipolartransistor) oder dergleichen in den Halbleiterchip **110** integriert ist. Der Halbleiterchip **110** kann unter Verwendung von Silicium (Si) als ein Substrat ausgebildet sein oder kann unter Verwendung eines Halbleiters mit breiter Bandlücke (eines Materials auf der Grundlage von Siliciumcarbid (SiC), Galliumnitrid (GaN) oder dergleichen) mit einer breiteren Bandlücke als Silicium als ein Substrat ausgebildet sein.

**[0053]** Der Halbleiter mit breiter Bandlücke, der die Eigenschaften einer hohen Spannungsfestigkeit, einer hohen zulässigen Stromdichte und dergleichen aufweist, ist für das Leistungshalbleiterelement zweckmäßig. Ferner kann der Halbleiterchip **110** mit diesen Eigenschaften im Vergleich zum Fall der Verwendung von Siliciumsubstrat verkleinert werden und im Ergebnis die Halbleitervorrichtung **100** verkleinert werden. Ferner können alle Halbleiterchips **110** die Substrate des Halbleiters mit breiter Bandlücke verwenden oder können nur einige der Halbleiterchips **110** die Substrate des Halbleiters mit breiter Bandlücke verwenden.

**[0054]** Auf der Seite der unteren Oberfläche ist mit der Metallschicht **108** mit Lötmittel **130** eine Grundplatte **120** verbunden. Mit anderen Worten, die andere Hauptoberfläche (hier eine untere Hauptoberfläche) des isolierenden Substrats **102** ist mit der einen Hauptoberfläche (hier einer oberen Hauptoberfläche) der Grundplatte **120** verbunden. Hier sind eine Hauptoberfläche der Grundplatte **120** und die andere Hauptoberfläche (hier eine untere Hauptoberfläche) der Grundplatte **120** flache Oberflächen (keine Stufendifferenz). Eine Stapelrichtung der Grundplatte **120**, des isolierenden Substrats **102** und des Halbleiterchips **110** entspricht der Aufwärts-Abwärts-Richtung (vertikalen Richtung) (mit anderen Worten, der Dickenrichtung) der Halbleitervorrichtung **100**.

**[0055]** Die Grundplatte **120** weist in der Draufsicht eine solche Größe und Form auf, dass sie das isolierende Substrat **102** aufnimmt, das so angeordnet ist, dass es in der Draufsicht nicht über die Grundplatte **120** hinaus verläuft. Hier ist ein beispielhafter Fall diskutiert, in dem die Form der Grundplatte **120** in der Draufsicht, mit anderen Worten die Form der Hauptoberfläche, ein Rechteck ist. Im Folgenden ist eine Seitenfläche der Grundplatte **120**, die mit einer kurzen Seite der Hauptoberfläche verbunden ist (mit anderen Worten eine Seitenfläche, die entlang einer Breitenrichtung (Richtung von einer kurzen Seite zur anderen) der Grundplatte **120** verläuft), gelegentlich als Oberfläche der kurzen Seite bezeichnet, und eine Seitenfläche, die mit einer langen Seite der Hauptoberfläche verbunden ist (mit anderen Worten, eine Seitenfläche, die entlang einer Längsrichtung der Grundplatte **120** verläuft), gelegentlich als eine Oberfläche der langen Seite bezeichnet.

**[0056]** Da die Grundplatte **120** als Kühlplatte dient, besteht sie aus einem Material mit einer hohen Wärmeleitfähigkeit. Es können Materialien wie etwa Kupfer (Cu), Aluminiumsiliciumcarbid (AlSiC), Kupfermolybdän (CuMo) und dergleichen verwendet werden, wobei, wie später diskutiert wird, Materialien, die jeweils einen niedrigen linearen Ausdehnungskoeffizienten aufweisen wie etwa AlSiC, CuMo und dergleichen, gegenüber Cu bevorzugt sind.

**[0057]** Wie in **Fig. 1** und **Fig. 3** gezeigt ist, weist die Grundplatte **120** in Dickenrichtung zwei Befestigungslöcher **122** auf, die sie durchdringen. Mit anderen Worten, die Befestigungslöcher **122** sind in einer Richtung orthogonal zu den Hauptoberflächen durch beide Hauptoberflächen der Grundplatte **120** ausgebildet. Die Befestigungslöcher **122** werden dazu verwendet, Schrauben durchzuleiten, wenn die Halbleitervorrichtung **100** mit diesen auf einem Montageabschnitt (z. B. einem vorgegebenen Gehäuse, einer Wärmesenke oder dergleichen) befestigt wird. Jedes der Befestigungslöcher **122** kann eine Gewinderille aufweisen oder nicht aufweisen. Die Schraube ist als Beispiel einer Montagevorrichtung gewählt, wobei aber andere Montagevorrichtungen als eine Schraube und dergleichen verwendet werden können.

**[0058]** Die zwei Befestigungslöcher **122** sind nahe den gegenüberliegenden Mitten der kurzen Seiten der Hauptoberfläche der Grundplatte **120** (mit anderen Worten nahe den Mitten der gegenüberliegenden kurzen Seitenflächen) vorgesehen. In diesem Fall sind die zwei Befestigungslöcher **122** in Längsrichtung der Grundplatte **120** auf einen dazwischenliegenden Mittelpunkt ausgerichtet.

**[0059]** Der Halbleiterchip **110** und dergleichen auf dem isolierenden Substrat **102** sind mit einem Spritzpressharz **140** abgedichtet. Genauer bedeckt das Spritzpressharz **140** das isolierende Substrat **102**, den Halbleiterchip **110**, ein Verbindungsstellenende der Elektrode **112** (einen Endabschnitt der Elektrode **112**, die mit dem isolierenden Substrat **102** verbunden ist) und den Verbindungsdraht **116**. Ferner bedeckt das Spritzpressharz **140** die obere Hauptoberfläche der Grundplatte **120** (wobei die Befestigungslöcher **122** aber freiliegen), während es die untere Hauptoberfläche der Grundplatte **120** nicht bedeckt (mit anderen Worten, während die untere Hauptoberfläche von dem Harz **140** freiliegt). Obwohl das Spritzpressharz **140** in dem in den Figuren gezeigten beispielhaften Fall von der oberen Hauptoberfläche der Grundplatte **120** zu den Seitenflächen (den Oberflächen der kurzen Seiten und den Oberflächen der langen Seiten) der Grundplatte **120** verläuft, kann es einen Fall geben, in dem das Spritzpressharz **140** auf den Seitenflächen der Grundplatte **120** nicht ausgebildet ist.

**[0060]** Die Elektrode **112** verläuft in einer Richtung orthogonal zu dem isolierenden Substrat **102**, und ein unterer Abschnitt der Elektrode **112** (d. h. das Verbindungsstellenende) ist in dem Spritzpressharz **140** vergraben, und ein oberer Abschnitt der Elektrode **112** steht aus einer oberen Oberfläche des Spritzpressharzes **140** (einer über der oberen Hauptoberfläche des isolierenden Substrats **102** positionierten Oberfläche) vor. Anders als bei der Struktur des zweiten herkömmlichen Gebiets, bei der der Außenleiter von einer Seitenfläche des Spritzpressharzes vorsteht, ist die Halbleitervorrichtung **100** aus diesem Grund leicht für ein schon vorhandenes gekapseltes Produkt zu ersetzen.

**[0061]** Das Spritzpressharz **140** weist im Wesentlichen eine Rechteckform auf, die die Grundplatte **120** in einer Draufsicht (in **Fig. 1**) umgibt, ist aber so ausgebildet, dass es die Befestigungslöcher **122** der Grundplatte **120** wie in **Fig. 1** und **Fig. 3** nicht verschließt. Genauer ist das Spritzpressharz **140** außer innerhalb und auf den Befestigungslöchern **122** und auf Gebieten in der oberen Hauptoberfläche und auf den kurzen Seitenflächen der Grundplatte **120**, die in der Nähe der Befestigungslöcher **122** positioniert sind, ausgebildet.

**[0062]** Wie in **Fig. 1** gezeigt ist, weist das Spritzpressharz **140** somit in der Nähe der Befestigungslöcher **122** ausgehöhlte Formen auf, sodass die Befestigungslöcher **122** freiliegen können. Die ausgehöhlten Formen **142** verlaufen nach oben bis zu der oberen Oberfläche des Spritzpressharzes **140**. Die ausgehöhlten Formen **142** können z. B. durch den Formentwurf einer Gießform für das Spritzpressharz **140** ausgebildet werden.

**[0063]** Die Halbleitervorrichtung **100** wird so angeordnet, dass die untere Hauptoberfläche (mit anderen Worten, eine freiliegende Oberfläche) der Grundplatte **120** dem Montageabschnitt (z. B. dem vorgegebenen Gehäuse, der Wärmesenke oder dergleichen) gegenüberliegt, und mit den in die Befestigungslöcher **122** geschraubten Schrauben an dem Montageabschnitt befestigt. Währenddessen wird auf die freiliegende Hauptoberfläche der Grundplatte **120** und/oder auf eine Oberfläche des Montageabschnitts (d. h. auf eine Einbaufäche) Wärmeleitpaste aufgetragen. Ferner kann der Auftrag der Wärmeleitpaste weggelassen werden, wenn die Wärmeerzeugung der Halbleitervorrichtung **100** gering ist.

**[0064]** Es wird hier ein Material für die Grundplatte **120** beschrieben.

**[0065]** **Fig. 4** ist ein Querschnitt einer Struktur der Halbleitervorrichtung **100**, die hergestellt wird. Genauer zeigt **Fig. 4** ein Herstellungszwischenprodukt **96** mit dem Halbleiterchip **110**, mit der Grundplatte **120** und dergleichen, die auf das isolierende Substrat **102** gelötet sind. **Fig. 4** entspricht **Fig. 3**.

**[0066]** Nach dem Lötprozess wird ein Abkühlprozess ausgeführt. Darin kontrahiert die Grundplatte **120** des Zwischenprodukts **96**. Eine solche Kontraktion wegen Abkühlung wird als Abkühlungskontraktion bezeichnet. Die Pfeile **150** in **Fig. 4** stellen schematisch die Abkühlungskontraktion der Grundplatte **120** dar.

**[0067]** Da die Grundplatte **120** und das isolierende Substrat **102** (genauer das isolierende plattenartige Element **104**) unterschiedliche lineare Ausdehnungskoeffizienten aufweisen, zeigt ein verbundener Körper der Grundplatte **120** und des isolierenden Substrats **102** in Reaktion auf die Temperaturänderung (mit anderen Worten, auf die Wärme) ein ähnliches Verhalten wie eine sogenannte Bimetallstruktur. Genauer verbiegt sich die Grundplatte **120** wegen ihrer Abkühlungskontraktion konvex in Richtung des isolierenden Substrats **102**, wenn sie einen höheren linearen Ausdehnungskoeffizienten als das isolierende plattenartige Element **104** aufweist. Durch die Verbiegung wird in dem isolierenden plattenartigen Element **104** eine Zugspannung **152** verursacht. Im Ergebnis tritt in dem isolierenden plattenartigen Element **104** gelegentlich ein Riss **154** auf. **Fig. 5** zeigt einen beispielhaften Fall, in dem in der Nähe eines Außenumfangs des Verdrahtungsmusters **106** in der oberen Hauptoberfläche des isolierenden plattenartigen Elements **104** ein Riss **154** auftritt.

**[0068]** Angesichts dieses Punkts sollte die Grundplatte **120** vorzugsweise aus einem Material mit einem niedrigeren linearen Ausdehnungskoeffizienten ausgebildet werden. Da Cu einen linearen Ausdehnungskoeffizienten von etwa 17 ppm/°C aufweist, AlSiC einen linearen Ausdehnungskoeffizienten von etwa 7,5 ppm/°C aufweist und CuMo einen linearen Ausdehnungskoeffizienten von etwa 7,5 ppm/°C aufweist, können z. B. AlSiC und CuMo die obige Verbiegung der Grundplatte **120** stärker als Cu verringern. Allgemein kann dadurch, dass die Grundplatte **120** aus einem Material mit einem kleineren linearen Ausdehnungskoeffizienten als das herkömmlich als ein Material für Grundplatten verwendete Cu ausgebildet wird, das Auftreten des Risses in dem isolierenden Substrat **102** verhindert werden und ferner verhindert werden, dass durch den Riss ein dielektrischer Durchschlag oder dergleichen verursacht wird. Insbesondere ist die Grundplatte **120** mit einem niedrigen linearen Ausdehnungskoeffizienten zweckmäßig für die Vergrößerung, da mit der Vergrößerung der Grundplatte auch die Verbiegung größer wird.

**[0069]** Die Verbiegung der Grundplatte **120** und des isolierenden Substrats **102** wird nicht immer durch die Abkühlungskontraktion in dem Herstellungsprozess verursacht. Gelegentlich tritt in der Halbleitervorrichtung **100** nach ihrer Herstellung in der Grundplatte **120** und in dem isolierenden Substrat **102** eine Verbiegung auf, die z. B. durch die Wärmeerzeugung, da sie unter Strom gesetzt wird, oder durch die Differenz der linearen Ausdehnung verursacht wird. Mit der Grundplatte **120** mit einem niedrigen linearen Ausdehnungskoeffizienten kann dieselbe Wirkung wie oben auch nach dem Herstellungsprozess erreicht werden.

**[0070]** Nachfolgend wird ein Material für das Spritzpressharz **140** diskutiert.

**[0071]** Tabelle 1 zeigt ein Ergebnis der Spannungsanalyse über die Ablösung an der Grenzfläche zwischen dem isolierenden Substrat **102** (genauer dem isolierenden plattenartigen Element **104**) und dem Spritzpressharz **140** und der Ablösung an der Grenzfläche zwischen der Grundplatte **120** und dem Spritzpressharz **140**. In Tabelle 1 sind beispielhafte Fälle gezeigt, in denen AlSiC und Cu als das Material für die Grundplatte **120** verwendet sind und 10 ppm/°C, 13 ppm/°C und 16 ppm/°C als die linearen Ausdehnungskoeffizienten des Spritzpressharzes **140** verwendet sind.

Tabelle 1

Werte der in Richtung der Grenzflächenablösung ausgeübten mechanischen Spannung

(relative Werte mit kritischer mechanischer Spannung für das Auftreten der Ablösung als 100%)

Material für die Grundplatte	Grenzfläche	linearer Ausdehnungskoeffizient des Pressharzes (ppm/°C)		
		10	13	16
AlSiC	isolierendes Substrat-Harz	42%	59%	78%
	Grundplatte-Harz	28%	50%	76%
Cu	isolierendes Substrat-Harz	124%	136%	149%
	Grundplatte-Harz	111%	95%	100%

**[0072]** In Tabelle 1 repräsentieren die in Prozentsätzen ausgedrückten Kennzahlen jeweils den Betrag der in Richtung der Grenzflächenablösung ausgeübten mechanischen Spannung. Genauer sind die Kennzahlen in Tabelle 1 die Werte der in Richtung der Grenzflächenablösung ausgeübten mechanischen Spannung (die aus der Analyse unter Verwendung eines Strukturmodells der Halbleitervorrichtung **100** erhalten werden), die relativ zum Wert der kritischen mechanischen Spannung für das Auftreten der Ablösung (im Folgenden als "kritische mechanische Spannung für das Auftreten der Ablösung") als 100% ausgedrückt ist. Zum Beispiel ist für die Kennzahl von 100% angegeben, dass die mechanische Spannung, die der kritischen mechanischen Spannung für das Auftreten einer Ablösung entspricht, auf die Grenzfläche ausgeübt wird, sodass die Möglichkeit einer Ablösung besteht. Kennzahlen größer als 100% geben z. B. an, dass die Ablösung auftritt, da die mechanische Spannung die kritische mechanische Spannung für das Auftreten der Ablösung übersteigt. Mit anderen Worten, während die Kennzahl kleiner wird, nimmt die Möglichkeit des Auftretens einer Grenzflächenablösung ab, was bevorzugt ist.

**[0073]** Aus Tabelle 1 ist zu sehen, dass die Kennzahlen für die aus AlSiC ausgebildete Grundplatte **120** in beiden Grenzflächentypen kleiner als die Kennzahlen für die aus Cu ausgebildete Grundplatte **120** sind. Mit anderen Worten, ist es in den beiden Typen von Grenzflächen der aus AlSiC ausgebildeten Grundplatte **120** schwerer, die Ablösung zu verursachen. Außerdem ist unter dem Blickwinkel von Tabelle 1 die aus AlSiC ausgebildete Grundplatte **120** gegenüber der aus Cu ausgebildeten bevorzugt. Ferner hat CuMo dieselbe Tendenz wie AlSiC.

**[0074]** Außerdem ist aus Tabelle 1 zu sehen, dass die obigen Kennzahlen abnehmen und es schwerer wird, in den beiden Grenzflächentypen die Ablösung zu verursachen, während der lineare Ausdehnungskoeffizient des Spritzpressharzes **140** niedriger wird. Ferner wird im Ergebnis eines durch Simulation der thermischen Ermüdung im Einsatz (sogenannter Temperaturwechseltest) ausgeführten Tests verifiziert, dass die mechanische Spannung in beiden Grenzflächentypen verringert werden kann und fast keine Grenzflächenablösung auftritt, insbesondere dann, wenn der lineare Ausdehnungskoeffizient des Spritzpressharzes **140** höchstens 16 ppm/°C beträgt.

**[0075]** Die Struktur der Halbleitervorrichtung **100** ist besonders zweckmäßig, wenn der Halbleiterchip **110** unter Verwendung des Halbleiters mit breiter Bandlücke als Substrat ausgebildet wird. Dies liegt daran, dass der Halbleiterchip **110**, der den Halbleiter mit breiter Bandlücke verwendet, im Vergleich zu dem Halbleiterchip **110**, der Silicium verwendet, bei höherer Temperatur arbeiten kann. Genauer nimmt die Temperaturdifferenz beim Heizzyklus beim Betrieb in einer so hohen Temperatur zu, wobei die Tendenz besteht, dass die mechanische Spannung in der Grenzfläche zwischen der Grundplatte **120** und dem Spritzpressharz **140**, an der Grenzfläche zwischen dem isolierenden Substrat **102** und dem Spritzpressharz **140** und dergleichen zunimmt.

**[0076]** Fig. 6 ist eine Querschnittsdarstellung einer Struktur eines Zwischenprodukts **98** nach dem Spritzpressen. Fig. 6 entspricht Fig. 3 und Fig. 4. Das Spritzpressharz **140** kontrahiert, während es trocknet, und kontrahiert außerdem, während es von der Temperatur des Chips (z. B. 170 bis 180°C) auf Raumtemperatur abgekühlt wird. Die Pfeile **160** in Fig. 6 repräsentieren schematisch die Kontraktion des Spritzpressharzes **140**. Wie schematisch in Fig. 7 gezeigt ist, kann die Kontraktion des Spritzpressharzes **140** eine konvexe Verbiegung des isolierenden Substrats **102** in Richtung der Grundplatte **120** veranlassen. Durch die Verbiegung wird in dem isolierenden plattenartigen Element **104** eine Zugspannung **162** verursacht. Im Ergebnis tritt in der Hautoberfläche des isolierenden plattenartigen Elements **104** auf der Seite der Grundplatte gelegentlich ein Riss **164** auf.

**[0077]** Dagegen kann mit dem Spritzpressharz **140** mit einem linearen Ausdehnungskoeffizienten von 16 ppm/°C oder niedriger die obige Kontraktion **160** unterdrückt werden und die Verbiegung des isolierenden plattenartigen Elements **104** verringert werden. Im Ergebnis kann das Auftreten des Risses in dem isolierenden Substrat **102** verhindert werden und kann ferner verhindert werden, dass durch den Riss der dielektrische Durchschlag oder dergleichen verursacht wird. Insbesondere in der Halbleitervorrichtung, die die Abdichtung mit dem Spritzpressharz anwendet, werden die obige Trocknungskontraktion und Abkühlungskontraktion größer, während die Vorrichtung vergrößert wird. Angesichts dessen ist das Spritzpressharz **140** mit einem linearen Ausdehnungskoeffizienten von 16 ppm/°C oder weniger für die Vergrößerung vorteilhaft.

**[0078]** Die Verbiegung der Grundplatte **120** und des isolierenden Substrats **102** wird nicht immer durch die Trocknungskontraktion und durch die Abkühlungskontraktion des Spritzpressharzes **140** in dem Herstellungsprozess verursacht. Gelegentlich tritt in der Grundplatte **120** und in dem isolierenden Substrat **102** ebenfalls eine Verbiegung z. B. wegen der Wärmeerzeugung, die dadurch verursacht wird, dass die Vorrichtung unter Strom gesetzt wird, oder wegen der Differenz der linearen Ausdehnungskoeffizienten, nachdem die Halbleiter-

vorrichtung **100** hergestellt worden ist, auf. Mit dem Spritzpressharz **140** mit einem linearen Ausdehnungskoeffizienten von 16 ppm/°C oder weniger kann dieselbe Wirkung wie oben auch nach dem Herstellungsprozess erreicht werden.

**[0079]** Wenn die Verbiegung des isolierenden Substrats **102** durch das Spritzpressharz **140** mit einem linearen Ausdehnungskoeffizienten von 16 ppm/°C oder weniger verringert wird, wird die Verbiegung der mit dem isolierenden Substrat **102** verbundenen Grundplatte **120** ebenfalls verringert. Wie oben diskutiert wurde, kann die Verbiegung der Grundplatte **120** ferner durch Verringern ihres linearen Ausdehnungskoeffizienten verringert werden. Bei Verringerung der Verbiegung der Grundplatte **120** nimmt die Parallelität zwischen der unteren Hauptoberfläche (mit anderen Worten der freiliegenden Hauptoberfläche) der Grundplatte **120** und der Einbaufäche zu. Dementsprechend kann die Ungleichmäßigkeit der Dicke der zwischen der freiliegenden Hauptoberfläche der Grundplatte **120** und der Einbaufäche aufgetragenen Wärmeleitpaste in der Ebene verringert werden. Da die Wärmeleitpaste somit eine gleichförmige und geeignete Dicke aufweist, kann eine ausgezeichnete Wärmeleitungseffizienz erhalten werden und kann im Ergebnis eine ausgezeichnete Wärmeableitung erreicht werden.

**[0080]** Mit anderen Worten, es kann eine geeignete Anbringung erreicht werden.

**[0081]** Außerdem führt die Zunahme der Parallelität zwischen der freiliegenden Hauptoberfläche der Grundplatte **120** und der Einbaufäche zu einer Zunahme des Grads, in dem sich die zwei Oberflächen berühren, wenn keine Wärmeleitpaste verwendet wird. Somit kann eine ausgezeichnete Wärmeableitung erreicht werden und eine geeignete Montage ausgeführt werden.

**[0082]** Wenn es eine starke Verbiegung in einer Grundplatte gibt, wird die Grundplatte allgemein unter Verwendung einer großen Anzahl von Schrauben an der Einbaufäche befestigt, um die Parallelität zwischen der freiliegenden Hauptoberfläche der Grundplatte und einer Einbaufäche sicherzustellen. Dagegen kann die Parallelität zwischen der freiliegenden Hauptoberfläche der Grundplatte **120** und der Einbaufäche in der Halbleitervorrichtung **100** selbst dann sichergestellt werden, wenn die Befestigung in zwei Abschnitten mit den Befestigungslöchern **122** erfolgt, da die Verbiegung der Grundplatte **120** verringert ist. Mit anderen Worten kann eine geeignete Montage erreicht werden. Somit wird die notwendige Anzahl von Schrauben verringert, was zur Verbesserung der Montage und zur Senkung der Kosten der Schrauben führt.

**[0083]** Ferner besteht allgemein die Tendenz, dass eine Welligkeit auftritt, wenn sich die Grundplatte durch die Wärme, die dadurch verursacht wird, dass sie unter Strom gesetzt wird, ausdehnt, während die Anzahl der Befestigungsabschnitte zunimmt, wobei im Ergebnis die Parallelität zwischen der freiliegenden Hauptoberfläche der Grundplatte und der Einbaufäche abnimmt. Dagegen wird die Grundplatte **120** beständig gegen Welligkeit, da sie in der Halbleitervorrichtung **100** einen niedrigen linearen Ausdehnungskoeffizienten aufweist und nur an zwei Abschnitten befestigt ist. Somit kann selbst in Verwendung eine geeignete Montage aufrechterhalten werden.

**[0084]** Die zwei Befestigungslöcher **122** der Grundplatte **120** sind jeweils in der Nähe der Mitten der gegenüberliegenden kurzen Seiten vorgesehen. Mit anderen Worten, die Befestigungslöcher **122** sind an beiden Enden der Längsrichtung der Grundplatte **120** vorgesehen. Angesichts der allgemeinen Tatsache, dass die Verbiegung größer wird, während die Größe des Elements zunimmt, sind die zwei Befestigungslöcher **122** an zweckmäßigen Stellen, um die verbleibende Verbiegung in dem Herstellungsprozess und die verbleibende Verbiegung wegen Wärme, die dadurch verursacht wird, dass Strom angelegt wird, zu behandeln. Somit kann die Parallelität zwischen der freiliegenden Hauptoberfläche der Grundplatte **120** und der Einbaufäche sichergestellt werden und eine geeignete Montage erreicht werden.

**[0085]** Das Spritzpressharz **140** ist so vorgesehen, dass die Befestigungslöcher **122** freiliegen. Somit nimmt die Kontaktfläche (mit anderen Worten die Haftfläche) zwischen dem Spritzpressharz **140** und der Grundplatte **120** im Vergleich zu einem Fall, in dem die Grundplatte **120** kein Befestigungsloch **122** aufweist, ab. Dagegen kann die Verringerung der Kontaktfläche bei dem Spritzpressharz **140** unterdrückt werden, da die Befestigungslöcher **122** durch die teilweise ausgehöhlten Formen **142** freiliegen. Somit kann verhindert werden, dass die Haftfestigkeit zwischen dem Spritzpressharz **140** und der Grundplatte **120** stark verringert wird.

**[0086]** Da die Befestigungslöcher **122** der Grundplatte **120** nicht von mehreren Halbleitervorrichtungen **100** gemeinsam genutzt werden, nutzen nicht mehrere Halbleitervorrichtungen **100** die Befestigungsschrauben gleichzeitig. Anders als beim dritten herkömmlichen Gebiet (der in JP2004-319992 offenbarten Technik), bei dem angrenzende Teilmodule mit derselben Schraube befestigt sind, gibt es somit keinen Fall, in dem auf die

Teilmodule unterschiedliche Axialkräfte ausgeübt werden. Dadurch kann eine geeignete Montage vorgenommen werden.

**[0087]** Wenn sich das isolierende Substrat **102** wegen der Trocknungskontraktion und wegen der Abkühlungskontraktion des Spritzpressharzes **140** konvex nach unten verbiegt, besteht die Tendenz, dass unmittelbar unter dem Außenumfang des Verdrahtungsmusters **106** und in seiner Nähe ein Riss **164** auftritt (siehe **Fig. 7**). Dies liegt daran, dass mit der Verbiegung des isolierenden Substrats **102** die durch das isolierende plattenartige Element **104** und durch das Verdrahtungsmuster **106** ausgeübte Zugspannung in einem Abschnitt unmittelbar unter dem Außenumfang des Verdrahtungsmusters **106** und in seiner Nähe maximal wird.

**[0088]** **Fig. 8** veranschaulicht eine Struktur, durch die der Riss **164** verhindert werden kann. **Fig. 8** entspricht **Fig. 3**. **Fig. 9** ist eine vergrößerte Ansicht eines in **Fig. 8** von einer Strichpunktlinie umgebenen Abschnitts **9**. Eine in **Fig. 8** und **Fig. 9** gezeigte Halbleitervorrichtung **100B** weist eine Struktur auf, in der das isolierende Substrat **102** in der oben diskutierten Halbleitervorrichtung **100** (siehe **Fig. 3** und dergleichen) durch ein isolierendes Substrat **102B** ersetzt ist. Die anderen Bestandteile der Halbleitervorrichtung **100B** als die obigen sind grundsätzlich dieselben wie in der Halbleitervorrichtung **100**.

**[0089]** Wie in **Fig. 8** und **Fig. 9** gezeigt ist, verläuft die Metallschicht **108** auf der Seite der unteren Hauptoberfläche in dem isolierenden Substrat **102B** im Vergleich zu dem Verdrahtungsmuster **106** auf der Seite der unteren Hauptoberfläche nach außen. (Mit anderen Worten, die Metallschicht **108** verläuft in Richtung der Seite der Kante des isolierenden plattenartigen Elements **104**.) Aus diesem Grund sind der Abschnitt unmittelbar unter dem Außenumfang des Verdrahtungsmusters **106** und seine Umgebung von der Metallschicht **108** bedeckt. Somit kann die Zugspannung in der unteren Hauptoberfläche (mit anderen Worten auf der Seite der Grundplatte **120**) entspannt werden und kann das Auftreten des Risses **164** verhindert werden.

**[0090]** Ferner kann das Auftreten eines Risses dadurch, dass ein Bereich vergrößert wird, in dem die Metallschicht **108** auf der Seite der unteren Hauptoberfläche ausgebildet werden soll, selbst in einer Umgebung mit tiefen Temperaturen (z. B.  $-40^{\circ}\text{C}$ ), die häufig in den Verwendungsbedingungen enthalten ist, verhindert werden und so eine hohe Zuverlässigkeit erreicht werden.

**[0091]** **Fig. 10** ist ein Stromlaufplan einer Schaltungskonfiguration einer Halbleitervorrichtung **200** in Übereinstimmung mit der zweiten Variante und **Fig. 11** und **Fig. 12** sind eine Draufsicht und eine Seitenansicht, die die Halbleitervorrichtung **200** zeigen. Wie in **Fig. 10** gezeigt ist, weist die Halbleitervorrichtung **200** drei Schaltungseinheiten **202** auf, von denen jede aus der Halbleitervorrichtung **100** der ersten Variante ausgebildet ist. Ferner kann jede der Schaltungseinheiten **202** aus der Halbleitervorrichtung **100B** (siehe **Fig. 8** und **Fig. 9**) ausgebildet sein, die als ein weiteres Beispiel der ersten Variante gewählt ist. Im Folgenden sind die Halbleitervorrichtungen **100** und **100B** gelegentlich als Halbleitereinheiten **100** bzw. **100B** bezeichnet.

**[0092]** Anhand von **Fig. 10** wird eine beispielhafte Schaltung der Halbleitervorrichtung **200** diskutiert. Wie oben diskutiert ist, weist die Halbleitervorrichtung **200** drei Schaltungseinheiten **202** auf. Obwohl hier ein beispielhafter Fall diskutiert wird, in dem die drei Schaltungseinheiten **202** dieselbe Schaltungskonfiguration aufweisen, ist dies nur ein beispielhafter Fall. Ferner kann die Halbleitervorrichtung **200** zwei Schaltungseinheiten **202** oder wenigstens vier Schaltungseinheiten **202** enthalten.

**[0093]** Jede der Schaltungseinheiten **202** weist IGBTs **170** und **172** und Dioden **174** und **176** auf. Die IGBTs **170** und **172** sind zwischen einem Anschluss P mit hohem Potential (im Folgenden als "P-Anschluss" bezeichnet) und einem Anschluss N mit niedrigem Potential (im Folgenden als "N-Anschluss" bezeichnet) in Reihe geschaltet. Die Diode **174** ist zu dem IGBT **170** antiparallelschaltend und die Diode **176** ist zu dem IGBT **172** antiparallelschaltend. Die Dioden **174** und **176** sind sogenannte Freilaufdioden.

**[0094]** Genauer ist ein Kollektor des IGBT **170** mit dem Anschluss P mit hohem Potential verbunden, ist ein Emitter des IGBT **170** mit einem Kollektor des IGBT **172** verbunden und ist ein Emitter des IGBT **172** mit dem Anschluss N mit niedrigem Potential verbunden. Eine Katode der Diode **174** ist mit dem Kollektor des IGBT **170** verbunden und eine Anode der Diode **174** ist mit dem Emitter des IGBT **170** verbunden. Ähnlich ist eine Katode der Diode **176** mit dem Kollektor des IGBT **172** verbunden und ist eine Anode der Diode **176** mit dem Emitter des IGBT **172** verbunden. Ein Ausgangsanschluss ist mit dem Emitter des IGBT **170** auf der Seite mit hohem Potential, mit anderen Worten, mit dem Kollektor des IGBT **172** auf der Seite mit niedrigem Potential, verbunden. Die Anschlüsse P und N, die dem Ausgangsanschluss entsprechen, sind als Eingangsanschlüsse bezeichnet.

**[0095]** In der beispielhaften Kapselung aus **Fig. 10** ist die Schaltung so konfiguriert, dass die Gate-Zeitsteuerungen der insgesamt sechs IGBTs **170** und **172** unabhängig gesteuert werden können. Genauer sind die jeweiligen Gates (d. h. Steueranschlüsse) der sechs IGBTs **170** und **172** nicht miteinander verbunden. Somit kann durch Steuern der jeweiligen Gate-Zeitsteuerungen der IGBTs **170** und **172** in der Weise, dass z. B. die Phasen der jeweiligen Ausgaben der drei Schaltungseinheiten **202** verschoben werden können, die Halbleitervorrichtung **200** Dreiphasenausgaben (z. B. Dreiphasen-Wechselströme) ausgeben. In dem beispielhaften Fall aus **Fig. 10** ist eine Schaltungseinheit **202** einer U-Phasen-Ausgabe zugeordnet, ist eine andere Schaltungseinheit **202** einer V-Phasen-Ausgabe zugeordnet und ist die verbleibende Schaltungseinheit **202** einer W-Phasen-Ausgabe zugeordnet.

**[0096]** Die Halbleitervorrichtung **200** kann nicht gezeigte Bauelemente wie etwa eine Gate-Ansteuerschaltung, eine Schutzschaltung und dergleichen enthalten.

**[0097]** Wie oben diskutiert wurde, ist in der Halbleitervorrichtung **200** jede der drei Schaltungseinheiten **202** aus der Halbleitervorrichtung **100** (d. h. aus der Halbleitereinheit **100**) der ersten Variante ausgebildet. Mit anderen Worten, die Halbleitervorrichtung **200** weist drei Halbleitereinheiten **100** auf.

**[0098]** In dem beispielhaften in **Fig. 11** und **Fig. 12** gezeigten Fall sind die drei Halbleitereinheiten **100** in der Weise in einer Richtung (in einer Querrichtung in **Fig. 11** und **Fig. 12**) ausgerichtet, dass die Oberflächen der langen Seiten der jeweiligen Spritzpressharze **140** einander gegenüberliegen können. Wie in **Fig. 11** gezeigt ist, sind die drei Halbleitereinheiten **100** ferner in der Weise ausgerichtet, dass die kurzen Seiten der jeweiligen Spritzpressharze **140** in derselben Ebene liegen können. Wie in **Fig. 12** dargestellt ist, sind die drei Halbleitereinheiten **100** in der Weise ausgerichtet, dass die freiliegenden Hauptoberflächen der jeweiligen Grundplatten **120** in derselben Ebene S liegen können. Die angrenzenden Halbleitereinheiten **100** sind durch ein Klebemittel z. B. auf den gegenüberliegenden langen Seitenflächen aneinander befestigt.

**[0099]** Die drei wie oben diskutiert ausgerichteten Halbleitereinheiten **100** sind in einer Außenkapselung **212** untergebracht, mit der sie integriert sind. Die drei Halbleitereinheiten **100** sind z. B. durch ein Klebemittel an der Außenkapselung **212** befestigt. Wie in **Fig. 12** gezeigt ist, bedeckt die Außenkapselung **212** allerdings nicht die freiliegenden Hauptoberflächen der jeweiligen Grundplatten **120** der Halbleitereinheiten **100** und weist sie eine solche Form auf, dass sie den Kontakt der freiliegenden Hauptoberflächen der jeweiligen Grundplatten **120** der Halbleitereinheiten **100** mit der Einbaufäche (siehe die Ebene S in **Fig. 12**) nicht verhindert.

**[0100]** Die Außenkapselung **212** ist in **Fig. 11** und **Fig. 12** einfach gezeigt, wobei ihre Form nicht auf die in **Fig. 11** und **Fig. 12** Gezeigte beschränkt ist. Obwohl in **Fig. 12** eine Kapselung gezeigt ist, bei der sich über den Spritzpressharzen **140** in dem Außengehäuse **212** ein Zwischenraum befindet, können die jeweiligen oberen Oberflächen der Spritzpressharze **140** ferner mit einer Innenoberfläche der Außenkapselung **212** in Kontakt kommen.

**[0101]** Wie in **Fig. 11** dargestellt ist, weist die Außenkapselung **212** in einer oberen Oberfläche Elektroden **214** und Befestigungslöcher **216** auf. In **Fig. 12** sind die Elektroden **214** und dergleichen nicht gezeigt.

**[0102]** Die Elektroden **214** sind entsprechend den Elektroden **112** (siehe **Fig. 1** und dergleichen) der Halbleitereinheit **100** vorgesehen, wobei jede der Elektroden **214** aus einem mit der entsprechenden Elektrode **112** innerhalb der Außenkapselung verbundenen Element oder mit einem aus der Außenkapselung vorstehenden Abschnitt der entsprechenden Elektrode **112** ausgebildet ist. Ferner können auf der oberen Oberfläche des Außengehäuses **212** andere Elektroden, die nicht gezeigt sind, wie etwa die oben beschriebenen Anschlüsse P und N (siehe **Fig. 10**) vorgesehen sein.

**[0103]** Die Befestigungslöcher **216** des Außengehäuses **212** sind entsprechend den Befestigungslöchern **122** (siehe **Fig. 1** und dergleichen) der Halbleitereinheit **100** vorgesehen. Mit anderen Worten, für jede der Halbleitereinheiten **100** sind zwei Befestigungslöcher **216** vorgesehen. Die entsprechenden Befestigungslöcher **216** und **122** sind konzentrisch positioniert. Dadurch kann die Halbleitervorrichtung **200** durch Einführen einer Schraube durch die zwei konzentrisch ausgerichteten Befestigungslöcher **216** und **122** mit der Schraube an dem Montageabschnitt befestigt werden.

**[0104]** **Fig. 13** und **Fig. 14** sind ein Stromlaufplan bzw. eine Draufsicht einer weiteren Halbleitervorrichtung, einer Vergleichshalbleitervorrichtung **200Z** zu der oben beschriebenen Halbleitervorrichtung **200**. Eine Gesamtschaltungskonfiguration der Halbleitervorrichtung **200Z** ist dieselbe wie die der Halbleitervorrichtung **200**, wobei in die Vergleichshalbleitervorrichtung **200Z** die drei Schaltungseinheiten **202** in einer einzelnen Halblei-

tereinheit **100Z** integriert sind. Genauer ist in der Halbleitereinheit **100Z** ein einzelnes isolierendes Substrat (das nicht gezeigt ist und das dem isolierenden Substrat **102** entspricht) auf einer einzelnen Grundplatte **120Z** verbunden, sind Schaltungskomponenten auf dem einzelnen isolierenden Substrat angebracht und sind die Schaltungskomponenten und das einzelne isolierende Substrat durch ein Spritzpressharz **140Z** abgedichtet. Zum Vergleich verwenden die Halbleitervorrichtungen **200Z** und **200** dasselbe Außengehäuse **212**.

**[0105]** Wie aus dem Vergleich zwischen **Fig. 14** und **Fig. 11** zu sehen ist, weist die einzelne Grundplatte **120Z** über das gesamte Gebiet eine Größe und eine Form auf, in denen die drei Grundplatten **120** der oben diskutierten Halbleitervorrichtung **200** ausgebildet sind. Ferner weist die einzelne Grundplatte **120Z** sechs Befestigungslöcher (die nicht gezeigt sind und die den Befestigungslöchern **122** der Grundplatte **120** entsprechen) auf, die den sechs Befestigungslöchern **216** des Außengehäuses **212** entsprechen.

**[0106]** In diesem Fall ist die Fläche einer freiliegenden Hauptoberfläche (d. h. einer unteren Hauptoberfläche, die der Einbaufläche gegenüberliegt) der einzelnen Grundplatte **120Z** der Vergleichshalbleitervorrichtung **200Z** im Wesentlichen gleich der Gesamtfläche der freiliegenden Hauptoberflächen der drei Grundplatten **120** in der oben diskutierten Halbleitervorrichtung **200**. Mit anderen Worten, die Fläche der freiliegenden Hauptoberfläche jeder der Grundplatten **120** in der oben diskutierten Halbleitervorrichtung **200** beträgt zum Vergleich im Wesentlichen ein Drittel der Fläche der freiliegenden Hauptoberfläche der einzelnen Grundplatte **120Z** der Halbleitervorrichtung **200Z**. Aus diesem Grund kann die Verbiegung unter Verwendung der kleinen Grundplatten **120** im Vergleich zu der einzelnen Vergleichsgrundplatte **120Z** verringert sein.

**[0107]** Wie oben diskutiert ist, ist ferner jede der Grundplatten **120** an zwei Abschnitten mit den zwei Befestigungslöchern **122** befestigt, während die einzelne Vergleichsgrundplatte **120Z** an sechs Abschnitten befestigt ist. Aus diesem Grund kann die Welligkeit der freiliegenden Hauptoberfläche, die durch die Befestigung verursacht ist, in der für jede der Halbleitereinheiten **100** vorgesehenen Grundplatte **120** stärker verringert sein.

**[0108]** Im Ergebnis dieser Eigenschaften kann in der Halbleitervorrichtung **200** mit den drei geteilten Halbleitereinheiten **100** eine hohe Parallelität zwischen der freiliegenden Hauptoberfläche der Grundplatte **120** und der Einbaufläche erreicht werden. Dementsprechend kann die Ungleichmäßigkeit der Dicke der zwischen der Grundplatte **120** und der Einbaufläche aufgetragenen Wärmeleitpaste verringert werden. Da die Wärmeleitpaste eine gleichförmige und geeignete Dicke aufweist, kann somit eine ausgezeichnete Wärmeleitungseffizienz, mit anderen Worten, eine ausgezeichnete Wärmeableitung, erreicht werden. Mit anderen Worten, es kann eine geeignete Befestigung erreicht werden. Selbst dann, wenn keine Wärmeleitpaste verwendet wird, kann durch den hohen Grad des Kontakts zwischen der freiliegenden Hauptoberfläche der Grundplatte **120** und der Einbaufläche eine ausgezeichnete Wärmeableitung erreicht werden und somit eine geeignete Befestigung erreicht werden.

**[0109]** Die anderen Wirkungen der in der ersten Variante diskutierten Halbleitereinheit **100** können in der Halbleitervorrichtung **200** ebenfalls erzeugt werden.

**[0110]** **Fig. 15** ist ein Stromlaufplan, der eine Schaltungskonfiguration einer weiteren Halbleitervorrichtung **200B** in Übereinstimmung mit der zweiten Variante darstellt. Grundsätzlich weist die Halbleitervorrichtung **200B** dieselbe Schaltungskonfiguration und Vorrichtungsstruktur wie die oben diskutierte Halbleitervorrichtung **200** auf, wobei aber die Gate-Zeitsteuerungen der IGBTs **170** und **172** in der Weise gesteuert werden, dass die Ausgaben der Schaltungseinheiten **202** dieselbe Phase aufweisen können. Angesichts der Ausgaben mit derselben Phase in der Halbleitervorrichtung **200B** wird irgendeiner der Ausgangsanschlüsse U, V und W in der oben diskutierten Halbleitervorrichtung **200** als ein Ausgangsanschluss A bezeichnet.

**[0111]** Genauer sind die jeweiligen Gates der IGBTs **170** in den drei Schaltungseinheiten **202** in einem beispielhaften Fall aus **Fig. 15** gemeinsam miteinander verbunden. Somit wird dasselbe Gate-Signal in die drei IGBTs **170** eingegeben, sodass die drei IGBTs **170** mit derselben Gate-Zeitsteuerung gesteuert werden. Ähnlich sind die jeweiligen Gates der IGBTs **172** in den drei Schaltungseinheiten **202** gemeinsam miteinander verbunden. Somit werden die drei IGBTs **172** mit derselben Gate-Zeitsteuerung gesteuert.

**[0112]** Die IGBTs **170** können außerhalb der Außenkapselung **212** miteinander verbunden sein oder können innerhalb der Außenkapselung **212** miteinander verbunden sein. Ähnlich können die IGBTs **172** außerhalb der Außenkapselung **212** miteinander verbunden sein oder innerhalb der Außenkapselung **212** miteinander verbunden sein.

**[0113]** In der Halbleitervorrichtung **200B** sind die drei Schaltungseinheiten **202** zwischen den Eingangsanschlüssen P und N parallelgeschaltet und führen sie eine Ausgabeoperation in derselben Phase aus. Somit kann im Vergleich zum Fall, dass nur eine Schaltungseinheit **202** verwendet wird, eine Vorrichtung mit höherer Kapazität geschaffen werden.

**[0114]** Da die Halbleitervorrichtung **200B** dieselbe Struktur wie die Halbleitervorrichtung **200** (siehe **Fig. 11** und **Fig. 12**) aufweist, kann die Halbleitervorrichtung **200B** ferner dieselben Wirkungen wie die Halbleitervorrichtung **200** erreichen.

**[0115]** Die Anzahl der Schaltungseinheiten **202**, die parallelgeschaltet sind, mit anderen Worten, die Anzahl der Halbleitereinheiten **100** ist nicht auf drei begrenzt. Ferner kann ebenfalls die Halbleitereinheit **100B** angenommen werden.

**[0116]** **Fig. 16** und **Fig. 17** sind jeweils Querschnittsansichten einer Struktur einer Halbleitervorrichtung **100C** in Übereinstimmung mit der dritten Variante, die eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist. **Fig. 16** entspricht **Fig. 2** und **Fig. 17** entspricht **Fig. 3**. **Fig. 18** ist eine vergrößerte Ansicht eines in **Fig. 16** von einer Strichpunktlinie umgebenen Abschnitts **18**. Die in **Fig. 16** bis **Fig. 18** dargestellte Halbleitervorrichtung **100C** weist eine Struktur auf, in der die Grundplatte **120** in der oben diskutierten Halbleitervorrichtung **100** der ersten Variante (siehe **Fig. 2**, **Fig. 3** und dergleichen) durch eine Grundplatte **120C** ersetzt ist. Die anderen Bestandteile der Halbleitervorrichtung **100C** außer den oben beschriebenen sind grundsätzlich dieselben wie jene der Halbleitervorrichtung **100**.

**[0117]** Die Grundplatte **120C** ist aus demselben Material wie die oben diskutierte Grundplatte **120** ausgebildet, während sich die Grundplatte **120C** von der Grundplatte **120** dadurch unterscheidet, dass die obere Hauptoberfläche (d. h. die Hauptoberfläche auf der Seite des isolierenden Substrats **102**) der Grundplatte **120C** Stufenunterschiede aufweist. Eine untere Hauptoberfläche der Grundplatte **120C** (d. h. eine freiliegende Hauptoberfläche) ist wie bei der Grundplatte **120** eine flache Oberfläche.

**[0118]** Genauer enthält die obere Hauptoberfläche der Grundplatte **120C** ein Verbindungsstellengebiet **124**, das einem Bereich entspricht, der mit dem isolierenden Substrat **102** verbunden werden soll, und ein Gebiet **126** um das Verbindungsstellengebiet **124**. Der umgebende Bereich **126** ist im Vergleich zu dem Verbindungsstellengebiet **124** auf der Seite der unteren Hauptoberfläche der Grundplatte **120C** positioniert. Mit anderen Worten, das Umgebungsgebiet **126** ist weiter als das Verbindungsstellengebiet **124** zurückgezogen. Somit ist ein Abschnitt unter dem Umgebungsgebiet **126** in der Grundplatte **120C** dünner als ein Abschnitt unter dem Verbindungsstellengebiet **124**. Obwohl ein Grenzabschnitt zwischen diesen Gebieten **124** und **126** in einem in **Fig. 16** bis **Fig. 18** gezeigten beispielhaften Fall eine geneigte Oberfläche ist, kann der Grenzabschnitt z. B. eine senkrechte Oberfläche sein.

**[0119]** In den beiden Halbleitervorrichtungen **100C** und **100** reicht die Metallschicht **108** auf der Seite der unteren Hauptoberfläche des isolierenden Substrats **102** nicht bis zu einer Kante des isolierenden plattenartigen Elements **104**. Aus diesem Grund gelangt ein Umfangsabschnitt des isolierenden plattenartigen Elements **104** nicht mit der Grundplatte **120** oder **120C** in Kontakt, sodass es zwischen dem Umfangsabschnitt des isolierenden plattenartigen Elements **104** und der Grundplatte **120** oder **120C** einen Zwischenraum gibt. Der Zwischenraum kann durch Anwendung der Grundplatte **120C** verbreitert werden, wobei das Spritzpressharz **140** mit dem verbreiterten Zwischenraum leicht in den Zwischenraum fließt. Mit anderen Worten, dies ermöglicht, das Spritzpressharz **140** zuverlässiger unter das isolierende Substrat **102** zu füllen. Da ein Abschnitt, der nicht mit dem Spritzpressharz **140** gefüllt ist, zu einer Spannungskonzentration führen kann, kann die Spannungskonzentration verhindert werden, indem das Spritzpressharz **140** zuverlässig unter das isolierende Substrat **102** gefüllt wird. Im Ergebnis kann verhindert werden, dass durch die Spannungskonzentration irgendein Riss verursacht wird.

**[0120]** Ferner nimmt durch den verbreiterten Zwischenraum die Menge des unter das isolierende Substrat **102** zu füllenden Spritzpressharzes **140** zu. Dies erhöht eine Kraft, mit der der Umfangsabschnitt des isolierenden Substrats **102** nach unten gezogen wird, mit anderen Worten, zur Seite der Grundplatte **120C** gezogen wird, wenn das Spritzpressharz **140** kontrahiert, da es getrocknet und abgekühlt wird. Mit zunehmender Kraft kann die konvexe Verbiegung des isolierenden Substrats **102** in Richtung der Grundplatte **120C** wegen Kontraktion des Spritzpressharzes **140** auf dem isolierenden Substrat **102** verringert werden. Im Ergebnis kann verhindert werden, dass in dem isolierenden Substrat **102** irgendein Riss auftritt.

**[0121]** Die in der ersten Variante diskutierten weiteren Wirkungen der Halbleitereinheit **100** können in der Halbleitervorrichtung **100C** ebenfalls erreicht werden. Die Grundplatte **120C** kann auf die Halbleitervorrichtung **100B** angewendet werden (siehe **Fig. 8** und **Fig. 9**). Ferner kann die Halbleitervorrichtung **200** oder **200B** aus der Halbleitervorrichtung **100C** oder dergleichen, die die Grundplatte **120C** annimmt, als die Halbleitervorrichtung ausgebildet werden.

**[0122]** In der vierten Variante wird die Dicke des Spritzpressharzes **140** und insbesondere die Dicke des Spritzpressharzes **140** auf dem isolierenden Substrat **102** diskutiert. Obwohl hier die Halbleitervorrichtung **100C** der dritten Variante als ein Beispiel gewählt ist, kann die folgende Diskussion auf die andere Halbleitervorrichtung **100** und dergleichen angewendet werden.

**[0123]** Wie im Querschnitt aus **Fig. 19** gezeigt ist, ist die Dicke des auf dem isolierenden Substrat **102** positionierten Spritzpressharzes **140** durch "t" dargestellt. In dem beispielhaften Fall aus **Fig. 19** ist die Dicke t des Harzes (die Harzdicke) auf dem isolierenden Substrat **102** als die Größe zwischen der oberen Hauptoberfläche des isolierenden plattenartigen Elements **104** und der oberen Oberfläche des Spritzpressharzes **140** dargestellt. Da das Verdrahtungsmuster **106** ausreichend dünner als das isolierende plattenartige Element **104** ist, kann aber die Größe zwischen der oberen Oberfläche des Verdrahtungsmusters **106** und der oberen Oberfläche des Spritzpressharzes **140** als die Harzdicke t dargestellt werden.

**[0124]** Wenn die Harzdicke t auf dem isolierenden Substrat **102** groß ist, können durch die thermische Ermüdung im Einsatz die Grenzflächenablösung zwischen der Grundplatte **120C** und dem Spritzpressharz **140**, die Grenzflächenablösung zwischen dem isolierenden Substrat **102** und dem Spritzpressharz **140** oder der Riss des isolierenden Substrats **102** veranlasst werden.

**[0125]** Um diese Grenzflächenablösung und diesen Riss zu verhindern, sollte die Harzdicke t auf dem isolierenden Substrat **102** vorzugsweise höchstens 5 mm betragen. Bei dieser Dicke können die Verbiegung, die mechanische Spannung und dergleichen, die durch die Differenz der linearen Ausdehnungskoeffizienten zwischen dem Spritzpressharz **140** und der Grundplatte **120C** oder dergleichen verursacht werden, unterdrückt werden. Im Ergebnis können die Grenzflächenablösung und der Riss, die oben diskutiert sind, verhindert werden.

**[0126]** **Fig. 20** ist ein Graph, der die Beziehung zwischen der Harzdicke t auf dem isolierenden Substrat **102** und der mechanischen Spannung in der Grenzfläche zwischen dem isolierenden Substrat **102** und dem Spritzpressharz **140** zeigt. Die mechanische Spannung in der Grenzfläche zwischen dem isolierenden Substrat **102** und dem Spritzpressharz **140** wird durch die Analyse unter Verwendung eines strukturellen Modells der Halbleitervorrichtung **100C** erhalten. Ein Wert, der durch Normieren des Analysewerts mit der kritischen Spannung für das Auftreten Ablösung erhalten wird, d. h. ein Wert, der durch die Berechnung von (aus der Analyse erhaltener Wert für die mechanische Ablösung)/(kritische mechanische Spannung für das Auftreten der Ablösung) erhalten wird, ist als ein "Spannungsverhältnis" auf der vertikalen Achse des Graphen dargestellt.

**[0127]** Angesichts der Berechnungsformel zum Erhalten des Spannungsverhältnisses ist das Spannungsverhältnis in dem Graphen aus **Fig. 20** äquivalent der Kennzahl in Tabelle 1, wobei das Spannungsverhältnis von "1" in **Fig. 20** z. B. dem Kennzahlwert von 100% in Tabelle 1 entspricht. Somit wird die Möglichkeit der Grenzflächenablösung kleiner, während das Spannungsverhältnis in **Fig. 20** kleiner wird, was bevorzugter ist.

**[0128]** Aus **Fig. 20** ist zu sehen, dass das Spannungsverhältnis höchstens 1 ist, wenn die Harzdicke t auf dem isolierenden Substrat **102** höchstens 5 mm beträgt. Mit anderen Worten, wenn die Harzdicke t des isolierenden Substrats **102** höchstens 5 mm beträgt, kann die Grenzflächenablösung verhindert werden.

**[0129]** Andererseits besteht die Möglichkeit, dass in dem Spritzpressharz **140** wegen thermischer Ermüdung im Einsatz ein Riss auftritt, wenn die Harzdicke t auf dem isolierenden Substrat **102** klein ist.

**[0130]** Um zu verhindern, dass ein Riss auftritt, beträgt die Harzdicke t in dem isolierenden Substrat **102** vorzugsweise wenigstens 3 mm. Mit einer solchen Dicke können die mechanische Spannung und dergleichen, die durch die Differenz der linearen Ausdehnungskoeffizienten zwischen dem Spritzpressharz **140** und der Grundplatte **120C** oder dergleichen verursacht werden, unterdrückt werden. Im Ergebnis kann das Auftreten eines Risses in dem Spritzpressharz **140** verhindert werden.

**[0131]** Ferner kann die erforderliche Dicke angesichts der Dicke des Halbleiterchips **110**, der Höhe des Verbindungsdrahts **116** und dergleichen sichergestellt werden, wenn die Harzdicke t auf dem isolierenden Substrat

**102** wenigstens 3 mm beträgt. Somit kann eine Verschlechterung der Zuverlässigkeit aus anderen Ursachen als dem Riss verhindert werden. Ferner kann in Übereinstimmung mit dem Anordnungsraum oder dergleichen der Halbleitervorrichtung **100C** erreicht werden, dass die Halbleitervorrichtung **100C** innerhalb des Bereichs von  $3\text{ mm} \leq t \leq 5\text{ mm}$  dünner gemacht wird.

### Patentansprüche

1. Halbleitervorrichtung (**100C**), die enthält:  
 ein isolierendes Substrat (**102, 102B**) mit einer Hauptoberfläche, auf der wenigstens ein Halbleiterchip (**110**) und wenigstens eine Elektrode (**112**) angebracht sind;  
 eine Grundplatte (**120C**) mit einer Hauptoberfläche, die mit der anderen Hauptoberfläche des isolierenden Substrats (**102, 102B**) verbunden ist; und  
 ein Spritzpressharz (**140**), das die eine Hauptoberfläche der Grundplatte (**120C**), das isolierende Substrat (**102, 102B**), den wenigstens einen Halbleiterchip (**110**) und ein Verbindungsstellenende der wenigstens einen Elektrode (**112**) bedeckt, während die andere Hauptoberfläche der Grundplatte (**120C**) freiliegt, wobei der lineare Ausdehnungskoeffizient der Grundplatte (**120C**) kleiner als der von Kupfer ist und der lineare Ausdehnungskoeffizient des Spritzpressharzes (**140**) höchstens  $16\text{ ppm/}^\circ\text{C}$  beträgt, wobei das Spritzpressharz (**140**) ausgehöhlte Formen (**142**) aufweist, um gegenüberliegende Mitten der kurzen Seiten und deren Umgebung der Grundplatte (**120C**) freizulegen, und wobei die Grundplatte (**120C**) in Abschnitten, die durch die ausgehöhlten Formen (**142**) des Spritzpressharzes (**140**) freiliegen, Befestigungslöcher (**122**) aufweist, die die Grundplatte (**120C**) jeweils in Dickenrichtung durchdringen, wobei die eine Hauptoberfläche der Grundplatte (**120C**) Folgendes aufweist:  
 ein Verbindungsstellengebiet (**124**), das ein mit dem isolierenden Substrat (**102, 102B**) verbundener Bereich ist; und  
 ein Umgebungsgebiet (**126**), das im Vergleich zu dem Verbindungsstellengebiet (**124**) auf einer Seite der anderen Hauptoberfläche der Grundplatte (**120C**) positioniert ist, wobei das Umgebungsgebiet (**126**) der einen Hauptoberfläche näher an der anderen Hauptoberfläche der Grundplatte (**120C**) angeordnet ist als das Verbindungsstellengebiet (**124**) der einen Hauptoberfläche, so dass die Grundplatte (**120C**) in einem Abschnitt unter dem Umgebungsgebiet (**126**) dünner ist als in einem Abschnitt des Verbindungsstellengebiets (**124**), ein isolierendes plattenartiges Element (**104**) des isolierenden Substrats (**102, 102B**) von dem Verbindungsstellengebiet (**124**) aus zu einem Bereich oberhalb des Umgebungsgebiets (**126**) vorspringt, so dass es zwischen dem Umgebungsgebiet (**126**) und dem isolierenden plattenartigen Element (**104**) einen verbreiterten Zwischenraum gibt, und das Spritzpressharz (**140**) in den Zwischenraum zwischen das Umgebungsgebiet (**126**) der Grundplatte (**120C**) und das isolierende plattenartige Element (**104**) gefüllt ist, so dass die Menge des unter das isolierende Substrat gefüllten Spritzpressharzes (**140**) bewirkt, dass eine Kraft, mit der das Umgebungsgebiet (**126**) des isolierenden Substrats (**102**) zur Seite der Grundplatte (**120C**) gezogen wird, bei einer Kontraktion des Spritzpressharzes (**140**) erhöht ist, zum Verringern einer konvexen Verbiegung des isolierenden Substrats (**102**).

2. Halbleitervorrichtung (**200, 200B**) mit mehreren Schaltungseinheiten (**202**) und einer Außenkapselung (**212**) zur Aufnahme der mehreren Schaltungseinheiten (**202**), wobei jede der mehreren Schaltungseinheiten (**202**) aus einer Halbleitervorrichtung (**100C**) nach Anspruch 1 ausgebildet ist und jede der mehreren Schaltungseinheiten (**202**) dadurch mit der Grundplatte (**120C**) versehen ist.

3. Halbleitervorrichtung (**200, 200B**) nach Anspruch 2, wobei die Außenkapselung (**212**) nicht die freiliegenden Hauptoberflächen der jeweiligen Grundplatten (**120**) der mehreren Schaltungseinheiten (**202**) bedeckt, die Außenkapselung (**212**) eine solche Form aufweist, dass sie den Kontakt der freiliegenden Hauptoberflächen der jeweiligen Grundplatten (**120**) der mehreren Schaltungseinheiten (**202**) mit einer Einbaufäche (S) nicht verhindert, und die mehreren Schaltungseinheiten (**202**) in der Weise ausgerichtet sind, dass die freiliegenden Hauptoberflächen der jeweiligen Grundplatten (**120**) in derselben Ebene (S) liegen.

4. Halbleitervorrichtung (**100, 100B, 100C, 200, 200B**) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der eine Dicke (t) eines auf der einen Hauptoberfläche des isolierenden Substrats (**102, 102B**) positionierten Abschnitts des Spritzpressharzes (**140**) höchstens 5 mm beträgt.

5. Halbleitervorrichtung (**100**, **100B**, **100C**, **200**, **200B**) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der eine Dicke (t) eines auf der einen Hauptoberfläche des isolierenden Substrats (**102**, **102B**) positionierten Abschnitts des Spritzpressharzes (**140**) wenigstens 3 mm beträgt.

6. Halbleitervorrichtung (**100**, **100B**, **100C**, **200**, **200B**) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei der der wenigstens eine Halbleiterchip (**110**) einen Halbleiterchip enthält, der einen Halbleiter mit breiter Bandlücke als ein Substrat (**102**, **102B**) verwendet, der eine breitere Bandlücke als Silizium hat.

7. Halbleitervorrichtung (**100**, **100B**, **100C**, **200**, **200B**) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei der die wenigstens eine Elektrode (**112**) eine Elektrode enthält, die von einer über der einen Hauptoberfläche des isolierenden Substrats (**102**, **102B**) positionierten oberen Oberfläche des Spritzpressharzes (**140**) vorsteht.

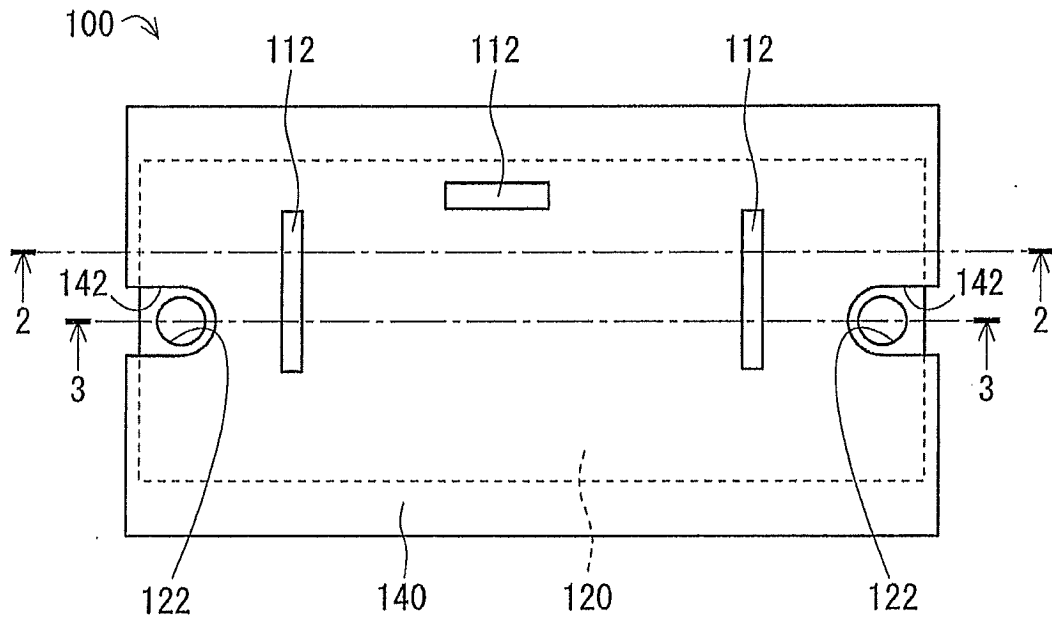
8. Halbleitervorrichtung (**200**) nach einem der Ansprüche 2 bis 7, bei der die mehreren Schaltungseinheiten (**202**) so konfiguriert sind, dass sie eine Ausgabeoperation in verschiedenen Phasen ausführen.

9. Halbleitervorrichtung (**200B**) nach einem der Ansprüche 2 bis 7, bei der die mehreren Schaltungseinheiten (**202**) so konfiguriert sind, dass sie eine Ausgabeoperation in derselben Phase ausführen.

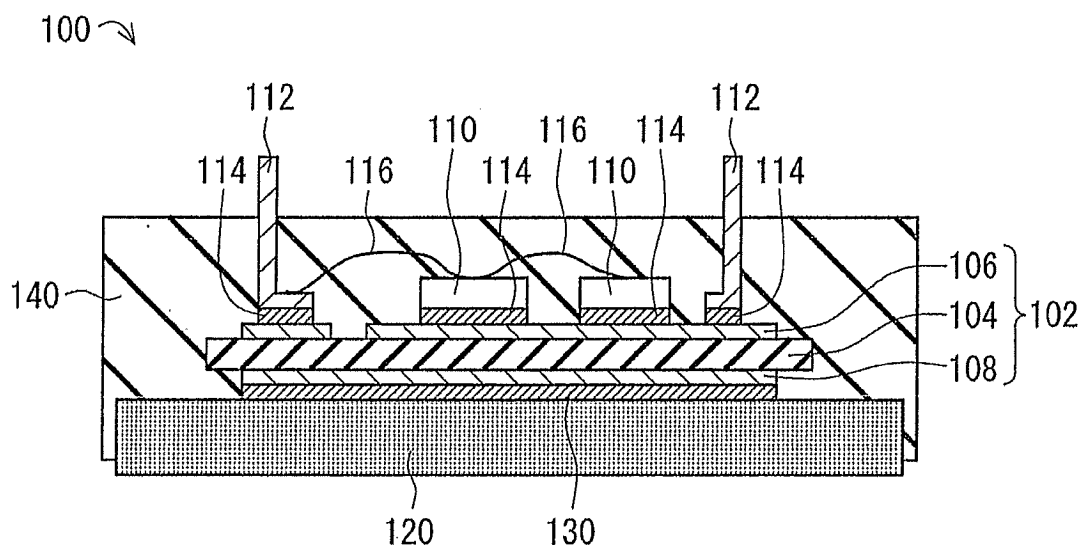
Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

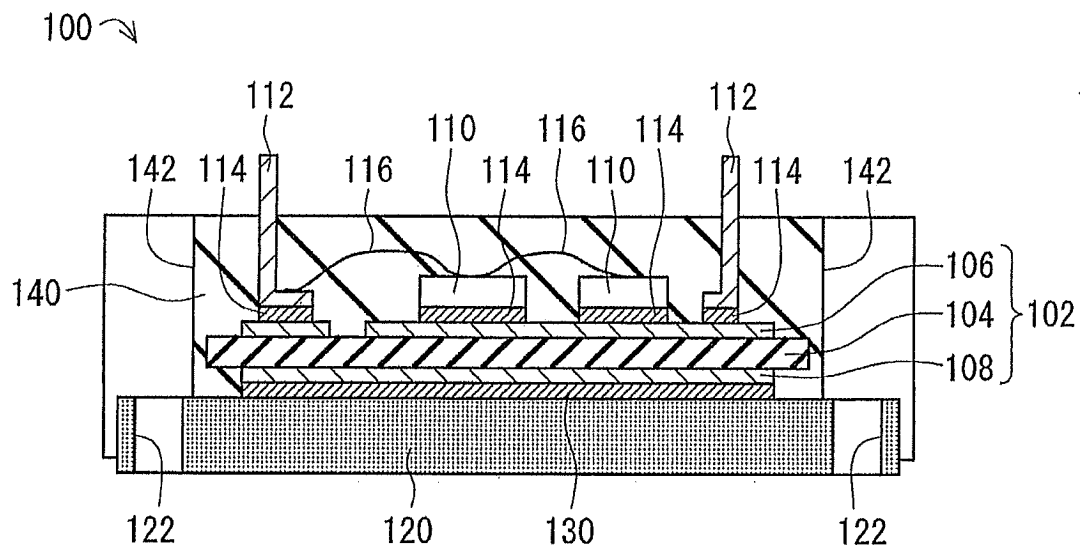
F I G . 1



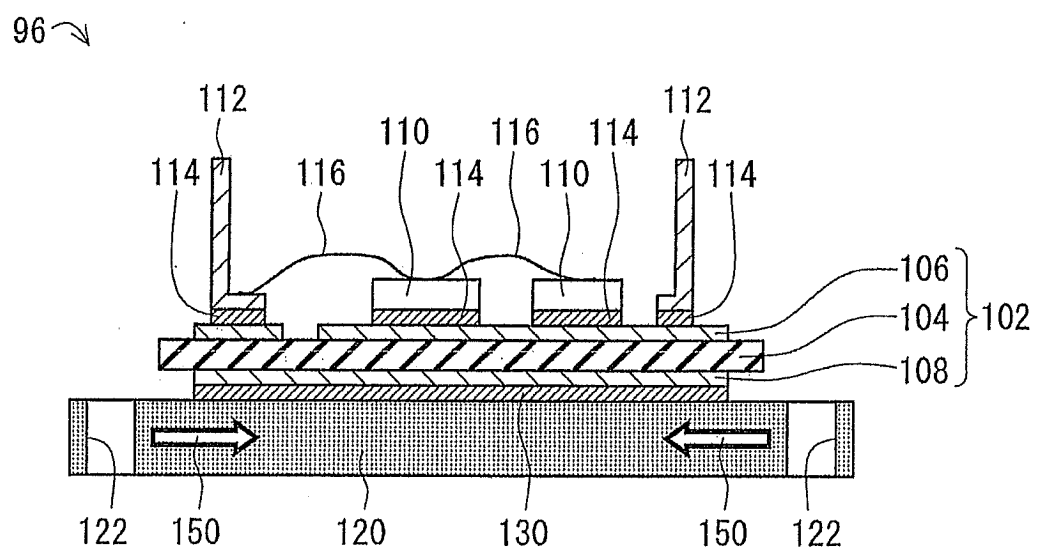
F I G . 2



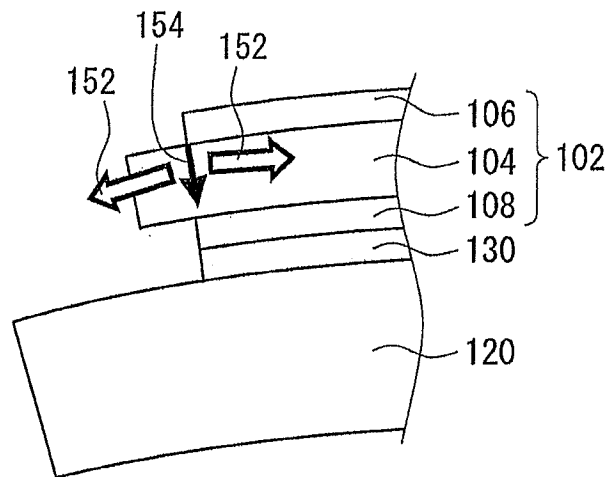
F I G . 3



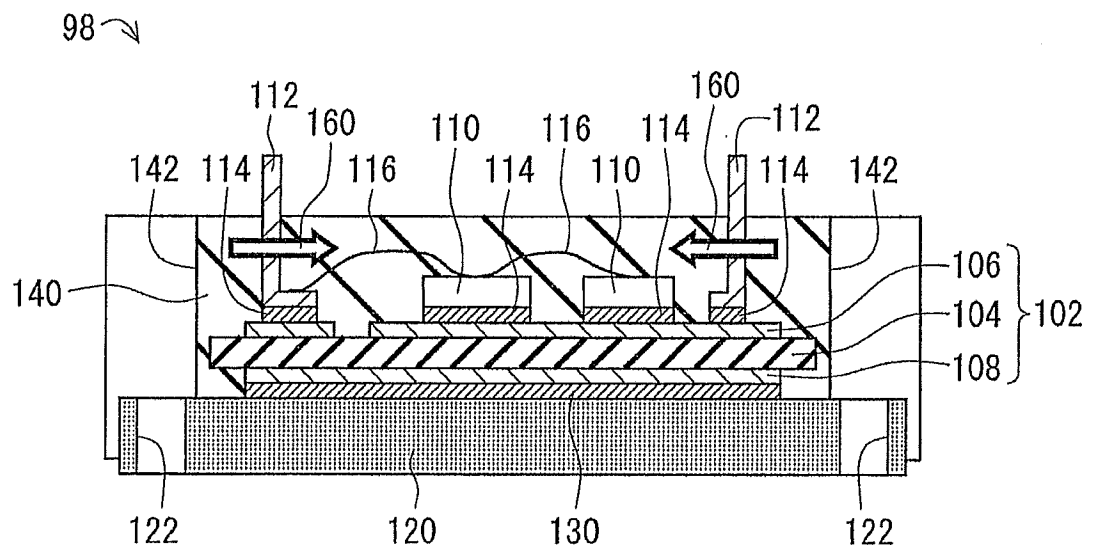
F I G . 4



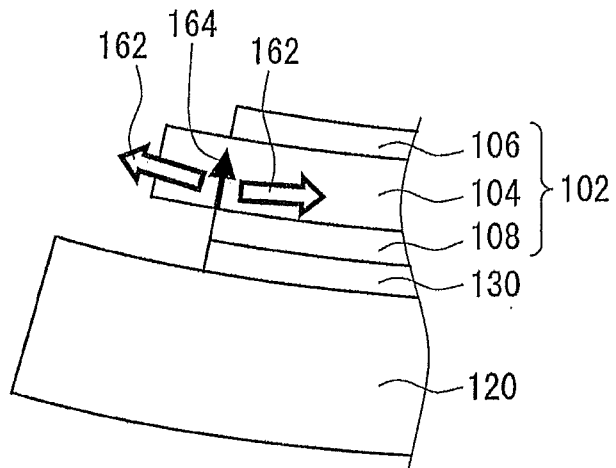
F I G . 5



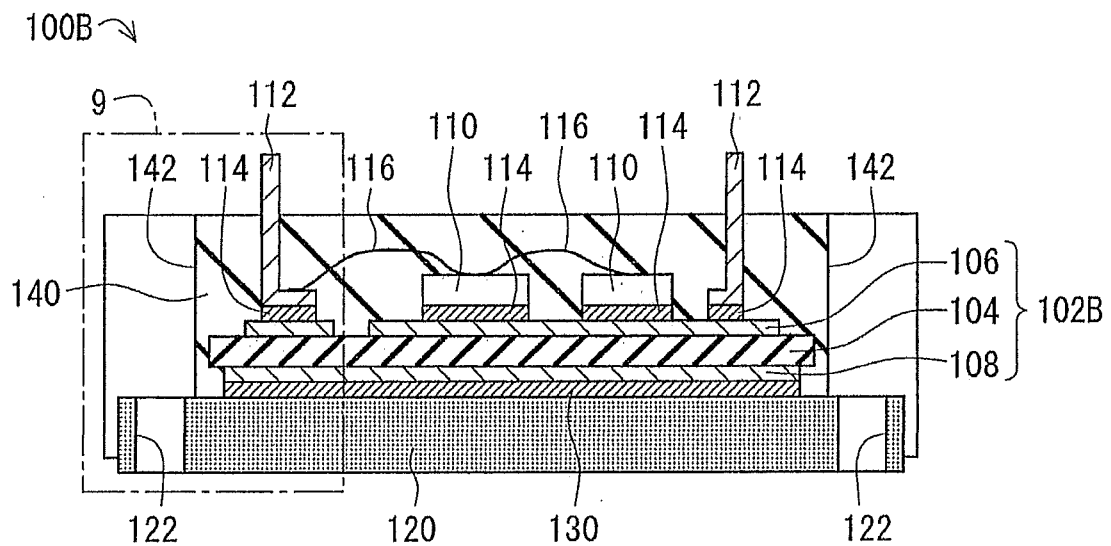
F I G . 6



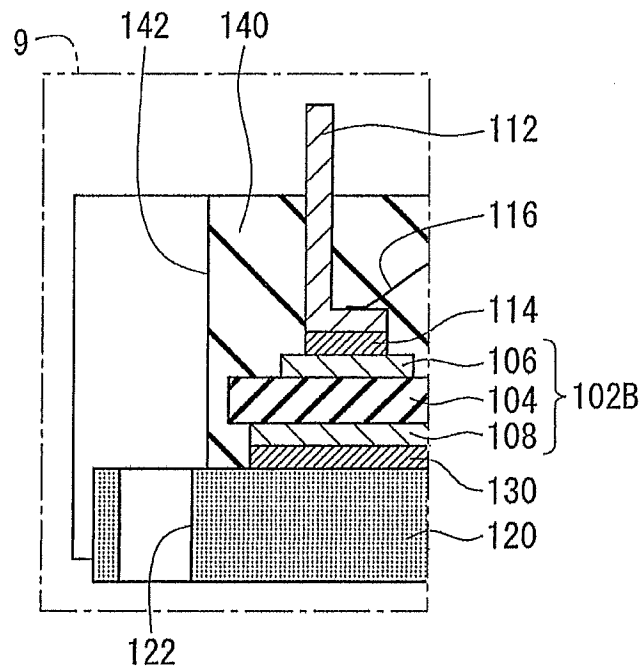
F I G . 7



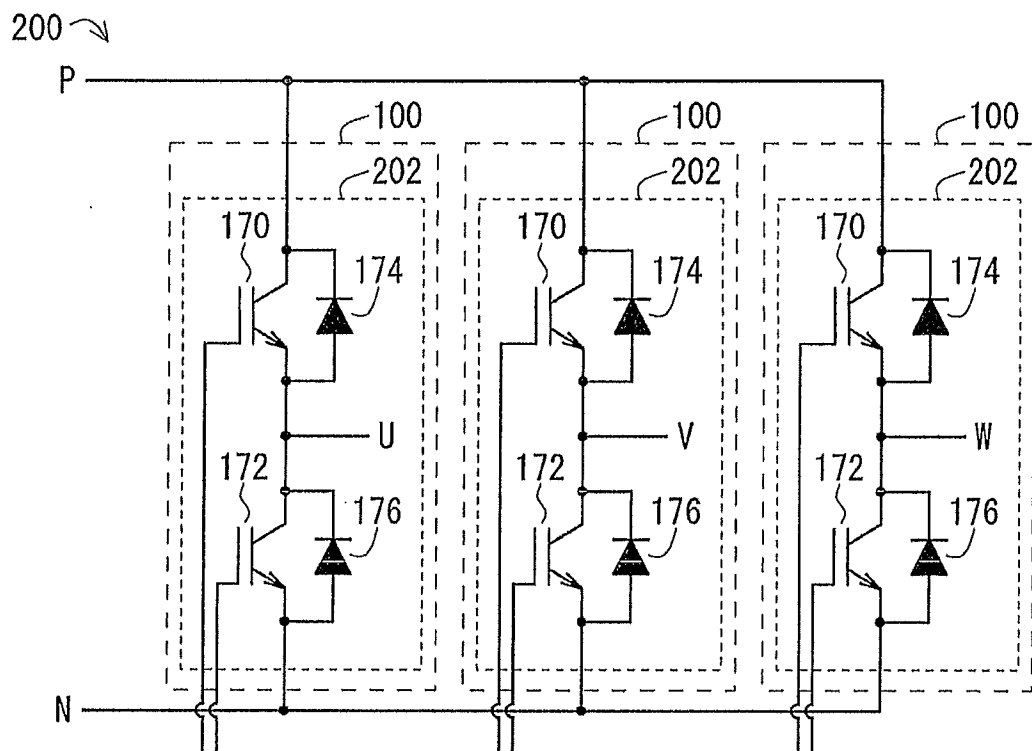
F I G . 8



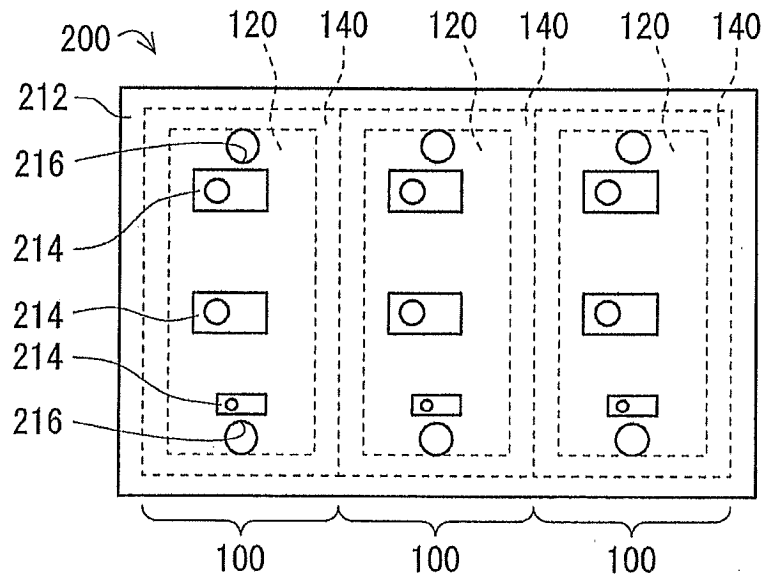
F I G . 9



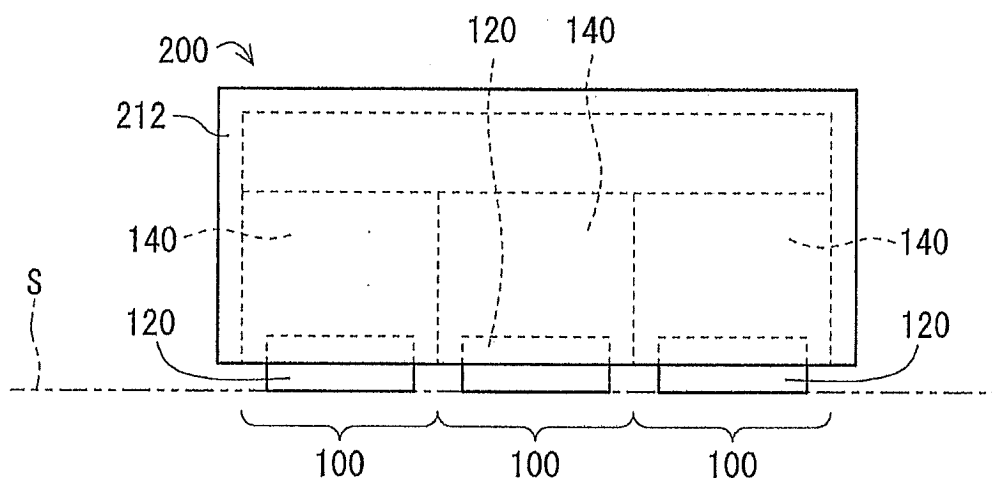
F I G . 10



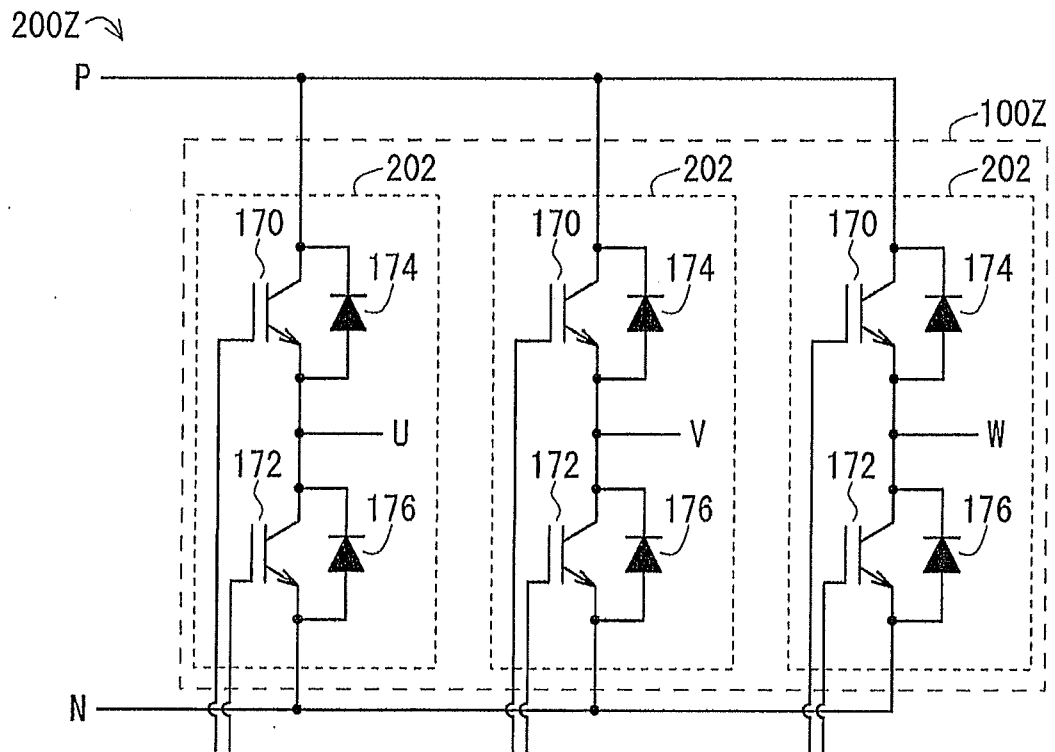
F I G . 1 1



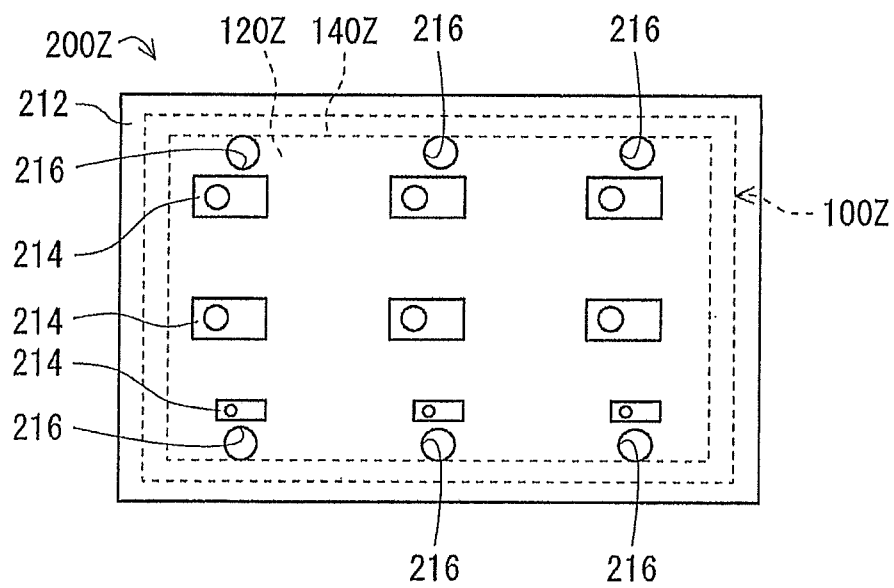
F I G . 1 2



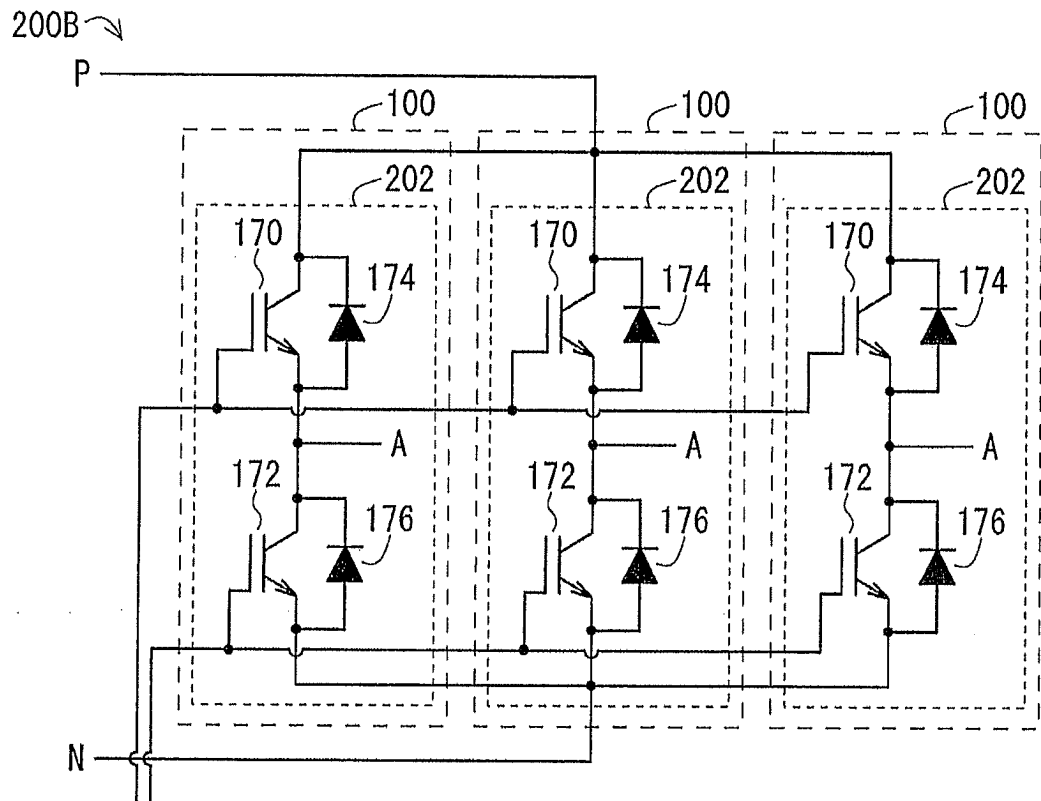
F I G . 1 3



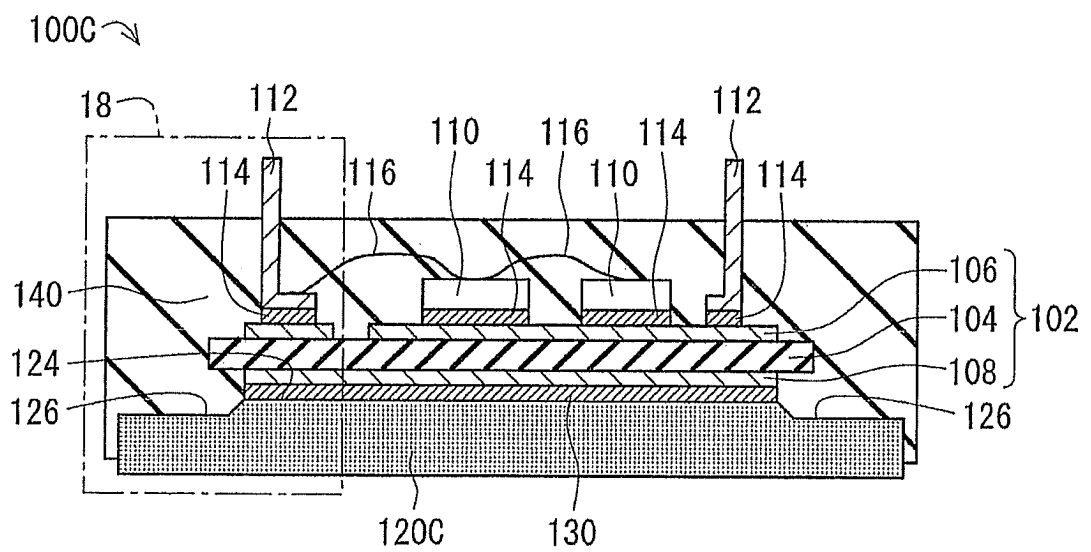
F I G . 1 4



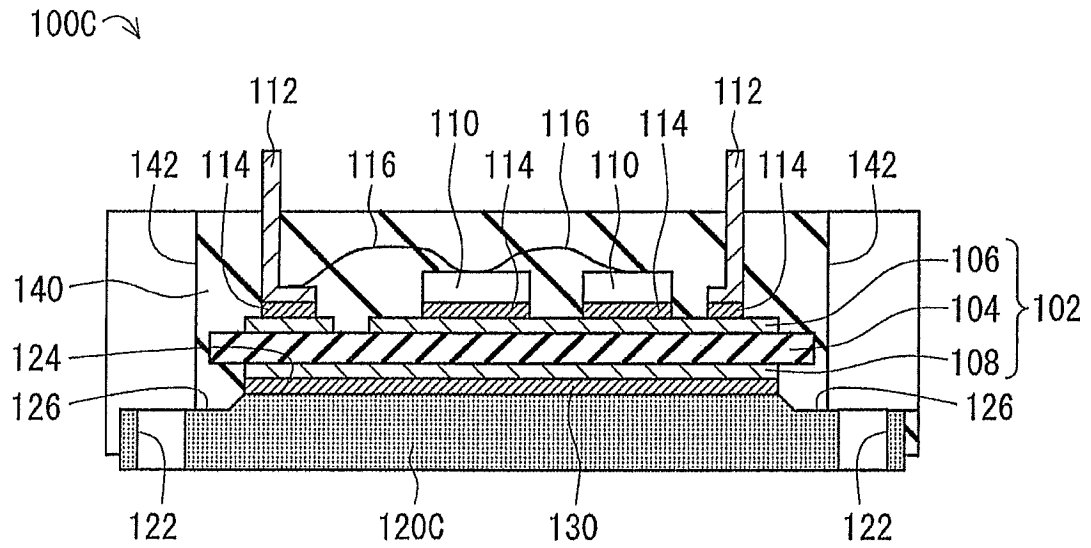
F I G . 1 5



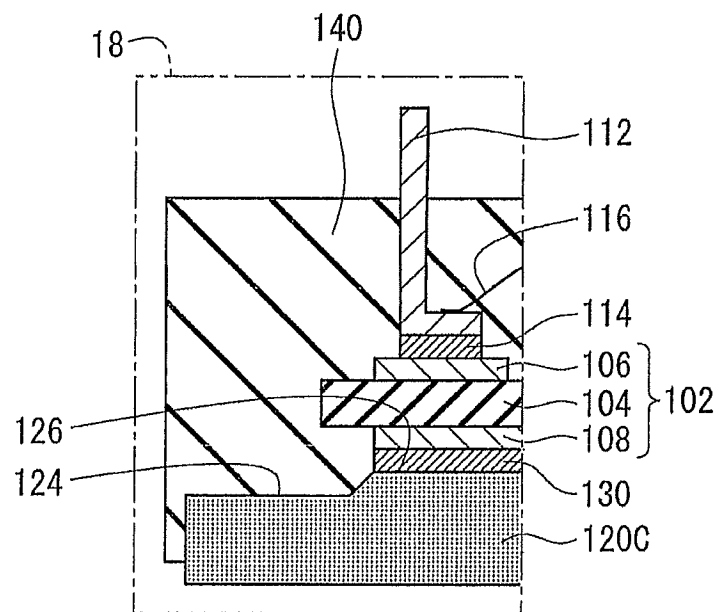
F I G . 1 6



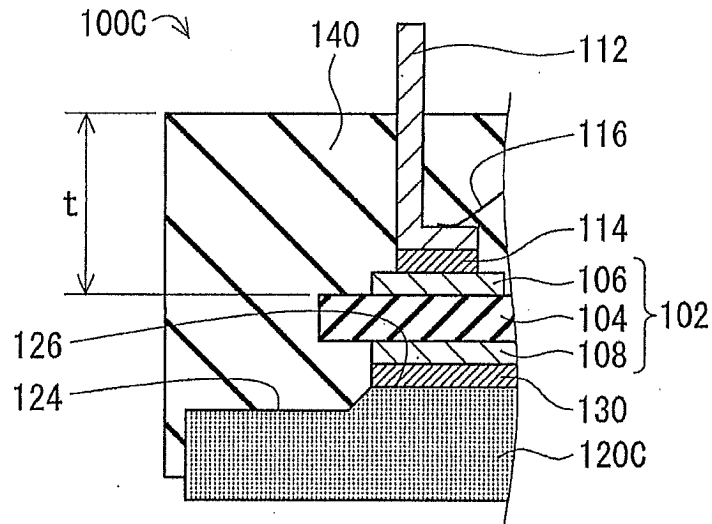
F I G . 1 7



F I G . 1 8

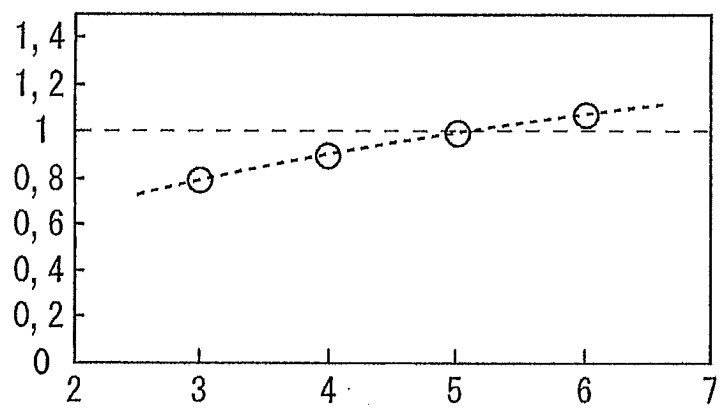


F I G . 1 9



F I G . 2 0

Spannungsverhältnis  
(aus der Analyse erhaltener Wert  
für die mechanische Ablösung)  
/(kritische mechanische Spannung  
für das Auftreten der Ablösung)



Harzdicke t (mm) auf dem isolierenden Substrat