



**Beschreibung**

## TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die vorliegende Offenbarung betrifft ein Halbleiterbauteil.

## STAND DER TECHNIK

**[0002]** Halbleiterbauteile mit Leistungsschaltelementen wie MOSFETs (Metalloxid-Halbleiter-Feldefekttransistoren) oder IGBTs (Bipolartransistoren mit isoliertem Gate) sind allgemein bekannt. Diese Halbleiterbauteile werden in einer Vielzahl von elektronischer Ausrüstung verwendet, einschließlich industrieller Ausrüstung, Haushaltsgeräten, Informationsendgeräten und Automobilausrüstung. Ein herkömmliches Halbleiterbauteil (Leistungsmodul) ist in dem Patentedokument 1 offenbart. Das Halbleiterbauteil, das in dem Patentedokument 1 offenbart ist, beinhaltet ein Halbleiterelement, ein Trägersubstrat und ein Versiegelungsharz. Das Halbleiterelement ist bspw. ein IGBT, der aus Si (Silizium) hergestellt ist. Das Trägersubstrat lagert das Halbleiterelement. Das Trägersubstrat beinhaltet eine isolierende Basis und leitfähige Schichten, die auf einer Vorderfläche und einer Rückfläche der Basis vorgesehen sind. Die Basis ist bspw. aus einem Keramikmaterial hergestellt. Die leitfähigen Schichten sind bspw. aus Cu (Kupfer) hergestellt, und das Halbleiterelement ist an eine der leitfähigen Schichten gebondet. Das Halbleiterelement ist mit dem Versiegelungsharz bedeckt.

## DOKUMENT DES STANDES DER TECHNIK

## Patentedokument

**[0003]** Patentedokument 1: JP-A-2015-220382

## ÜBERBLICK ÜBER DIE ERFINDUNG

## Von der Erfindung zu lösendes Problem

**[0004]** In jüngsten Jahren werden an elektronische Ausrüstung Anforderungen hinsichtlich hoher Leistungsfähigkeit („highperformance“) und hinsichtlich Miniaturisierung, etc. gestellt. Es ist daher erforderlich, die Leistungsfähigkeit zu verbessern und die Größe von Halbleitermodule zu reduzieren, die in elektronischer Ausrüstung montiert sind.

**[0005]** Eine Aufgabe der vorliegenden Offenbarung, die im Hinblick auf die oben beschriebenen Umstände erdacht worden ist, besteht darin, ein Halbleiterbauteil (Halbleitermodul) anzugeben, das die oben beschriebenen Anforderungen erfüllen kann. Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Offenbarung besteht darin, ein Halbleiterbauteil anzugeben, das dazu in der Lage ist, eine unvollständige

Befüllung bzw. Füllung („filling“) eines Versiegelungsharzes zu unterdrücken, und das geeignet ist, einen großen Strom zu führen.

**[0006]** Ein Halbleiterbauteil, das gemäß der vorliegenden Offenbarung bereitgestellt wird, beinhaltet ein leitfähiges Substrat, das eine Vorderfläche, die hin zu einer ersten Seite in einer Dickenrichtung weist, und eine Rückfläche aufweist, die von der Vorderfläche weg weist, wenigstens ein erstes Halbleiterelement, das an die Vorderfläche gebondet ist und das eine Schaltfunktion hat, ein erstes leitfähiges Element, das einen Pfad für einen Hauptschaltungsstrom bildet, der von dem ersten Halbleiterelement geschaltet wird, und ein Versiegelungsharz, das das erste Halbleiterelement, das erste leitfähige Element und wenigstens einen Teil des leitfähigen Substrats bedeckt. Das leitfähige Substrat beinhaltet einen ersten leitfähigen Abschnitt und einen zweiten leitfähigen Abschnitt, die auf eine voneinander beabstandete Art und Weise auf einer ersten Seite bzw. einer zweiten Seite in einer ersten Richtung angeordnet sind, die senkrecht bzw. orthogonal zu der Dickenrichtung ist. Das erste Halbleiterelement ist elektrisch an den ersten leitfähigen Abschnitt gebondet. Das erste leitfähige Element beinhaltet einen ersten Teil, der sowohl mit dem ersten leitfähigen Abschnitt als auch dem zweiten leitfähigen Abschnitt überlappt, und zwar bei einer Betrachtung in der Dickenrichtung, und ist von der Vorderfläche hin zu der ersten Seite in der Dickenrichtung beabstandet. Der erste Teil beinhaltet eine erste Öffnung.

## Vorteile der Erfindung

**[0007]** Ein Halbleiterbauteil gemäß der vorliegenden Offenbarung realisiert bspw. eine Konfiguration, die dazu in der Lage ist, eine unvollständige Befüllung eines Versiegelungsharzes zu unterdrücken, und, die günstig ist, um einen großen Strom zu führen.

**[0008]** Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Offenbarung ergeben sich deutlich aus der nachstehenden detaillierten Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**Fig. 1** ist eine perspektivische Ansicht eines Halbleiterbauteils gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

**Fig. 2** ist eine perspektivische Ansicht entsprechend **Fig. 1**, gegenüber der ein Versiegelungsharz weggelassen ist.

**Fig. 3** ist eine perspektivische Ansicht entsprechend **Fig. 2**, gegenüber der ein erstes leitfähiges Element weggelassen ist.

**Fig. 4** ist eine Draufsicht auf das in **Fig. 1** gezeigte Halbleiterbauteil.

**Fig. 5** ist eine Draufsicht entsprechend **Fig. 4**, wobei das Versiegelungsharz durch imaginäre Linien gezeigt ist.

**Fig. 6** ist eine rechtsseitige Ansicht des in **Fig. 1** gezeigten Halbleiterbauteils, wobei das Versiegelungsharz durch imaginäre Linien gezeigt ist.

**Fig. 7** ist eine teilweise vergrößerte Ansicht, in der ein Abschnitt von **Fig. 5** vergrößert ist, wobei das Versiegelungsharz weggelassen ist.

**Fig. 8** ist eine Draufsicht auf das zweite leitfähige Element.

**Fig. 9** ist eine Draufsicht entsprechend **Fig. 5**, gegenüber der das Versiegelungsharz und das zweite leitfähige Element weggelassen sind.

**Fig. 10** ist eine Draufsicht entsprechend **Fig. 9**, wobei das erste leitfähige Element durch imaginäre Linien gezeigt ist.

**Fig. 11** ist eine rechtsseitige Ansicht des in **Fig. 1** gezeigten Halbleiterbauteils.

**Fig. 12** ist eine Bodenansicht des in **Fig. 1** gezeigten Halbleiterbauteils.

**Fig. 13** ist eine Schnittansicht entlang einer Linie XIII-XIII in **Fig. 5**.

**Fig. 14** ist eine Schnittansicht entlang einer Linie XIV-XIV in **Fig. 5**.

**Fig. 15** ist eine teilweise vergrößerte Ansicht, in der ein Abschnitt von **Fig. 14** vergrößert ist.

**Fig. 16** ist eine teilweise vergrößerte Ansicht, in der ein Abschnitt von **Fig. 14** vergrößert ist.

**Fig. 17** ist eine teilweise vergrößerte Ansicht, in der ein Abschnitt von **Fig. 14** vergrößert ist.

**Fig. 18** ist eine Schnittansicht entlang einer Linie XVIII-XVIII in **Fig. 5**.

**Fig. 19** ist eine Schnittansicht entlang einer Linie XIX-XIX in **Fig. 5**.

**Fig. 20** ist eine Schnittansicht entlang einer Linie XX-XX in **Fig. 5**.

**Fig. 21** ist eine Draufsicht entsprechend **Fig. 7** (wobei das Versiegelungsharz weggelassen ist) und zeigt ein Halbleiterbauteil gemäß einer Variation der ersten Ausführungsform.

**Fig. 22** ist eine Draufsicht eines Halbleiterbauteils gemäß einer Variation der ersten Ausführungsform, wobei das Versiegelungsharz und das zweite leitfähige Element weggelassen sind.

**Fig. 23** ist eine Schnittansicht entlang einer Linie XXIII-XXIII in **Fig. 21**.

**Fig. 24** ist eine teilweise vergrößerte Ansicht, in der ein Abschnitt von **Fig. 23** vergrößert ist.

## MODUS ZUM AUSFÜHREN DER ERFINDUNG

**[0009]** Nachstehend werden bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

**[0010]** In der vorliegenden Offenbarung werden Begriffe wie „erster“, „zweiter“ und „dritter“ lediglich als Bezeichnungen verwendet und sollen den Gegenständen, auf die sich diese Begriffe beziehen, keine Anforderungen hinsichtlich der Reihenfolge auferlegen.

**[0011]** In der Beschreibung der vorliegenden Offenbarung implizieren die Ausdrücke „ein Objekt A ist in einem Objekt B ausgebildet“ und „ein Objekt A ist auf einem Objekt B ausgebildet“ die Situation, bei der, es sei denn, es ist etwas anderes speziell angemerkt, „das Objekt A direkt in oder auf dem Objekt B ausgebildet ist“, und, dass „das Objekt A in oder auf dem Objekt B ausgebildet ist, wobei etwas anderes zwischen dem Objekt A und dem Objekt B angeordnet ist“. Gleichermaßen implizieren die Ausdrücke „ein Objekt A ist in einem Objekt B angeordnet“ und „ein Objekt A ist auf einem Objekt B angeordnet“ die Situation, bei der, es sei denn, es ist etwas anderes speziell angemerkt, „das Objekt A direkt in oder auf dem Objekt B angeordnet ist“ und, dass „das Objekt A in oder auf dem Objekt B angeordnet ist, wobei etwas anderes zwischen dem Objekt A und dem Objekt B angeordnet ist“. Ferner impliziert der Ausdruck „ein Objekt A ist auf einem Objekt B gelegen“ die Situation, bei der, es sei denn, es ist etwas anderes speziell angemerkt, „das Objekt A auf dem Objekt B in Kontakt mit dem Objekt B gelegen ist“, und „das Objekt A auf dem Objekt B gelegen ist, wobei etwas anderes zwischen dem Objekt A und dem Objekt B angeordnet ist“. Ferner impliziert der Ausdruck „ein Objekt A überlappt ein Objekt B bei einer Betrachtung in einer gewissen Richtung“ die Situation, bei der, es sei denn, es ist etwas anderes speziell angemerkt, „das Objekt A mit dem gesamten Objekt B überlappt“, und „das Objekt A mit einem Teil des Objektes B überlappt“.

**[0012]** Die **Fig. 1** bis **20** zeigen ein Halbleiterbauteil gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Das Halbleiterbauteil A1 der vorliegenden Ausführungsform beinhaltet eine Vielzahl von ersten Halbleiterelementen 10A, eine Vielzahl von zweiten Halbleiterelementen 10B, ein leitfähiges Substrat 2, ein Trägersubstrat 3, ein erstes Terminal 41, ein zweites Terminal 42, eine Vielzahl von dritten Terminals 43, ein viertes Terminal 44, eine Vielzahl von Steuer-Terminals 45, einen Steuer-Terminalträger 48, ein erstes leitfähiges Element 5, ein zweites leitfähiges Element 6 und ein Versiegelungsharz 8.

**[0013]** **Fig. 1** ist eine perspektivische Ansicht eines Halbleiterbauteils A1. **Fig. 2** ist eine perspektivische

Ansicht entsprechend **Fig. 1**, gegenüber der das Versiegelungsharz 8 weggelassen ist. **Fig. 3** ist eine perspektivische Ansicht entsprechend **Fig. 2**, gegenüber der das erste leitfähige Element 5 weggelassen ist. **Fig. 4** ist eine Draufsicht auf das Halbleiterbauteil A1. **Fig. 5** ist eine Draufsicht entsprechend **Fig. 4**, wobei das Versiegelungsharz 8 durch imaginäre Linien gezeigt bzw. angedeutet ist. **Fig. 6** ist eine rechtsseitige Ansicht des Halbleiterbauteils A1, wobei das Versiegelungsharz 8 durch imaginäre Linien gezeigt ist. **Fig. 7** ist eine teilweise vergrößerte Ansicht, bei der ein Abschnitt von **Fig. 5** vergrößert ist, wobei das Versiegelungsharz weggelassen ist. **Fig. 8** ist eine Draufsicht auf das zweite leitfähige Element 6. **Fig. 9** ist eine Draufsicht entsprechend **Fig. 5**, gegenüber der das Versiegelungsharz 8 und das zweite leitfähige Element 6 weggelassen sind. **Fig. 10** ist eine Draufsicht entsprechend **Fig. 9**, wobei das erste leitfähige Element 5 durch imaginäre Linien gezeigt ist. **Fig. 11** ist eine rechtsseitige Ansicht des Halbleiterbauteils A1. **Fig. 12** ist eine Bodenansicht des Halbleiterbauteils A1. **Fig. 13** ist eine Schnittansicht entlang einer Linie XIII-XIII in **Fig. 5**. **Fig. 14** ist eine Schnittansicht entlang einer Linie XIV-XIV in **Fig. 5**. Die **Fig. 15** bis **17** sind teilweise vergrößerte Ansichten, bei denen jeweils ein Abschnitt von **Fig. 14** vergrößert ist. **Fig. 18** ist eine Schnittansicht entlang einer Linie XVIII-XVIII in **Fig. 5**. **Fig. 19** ist eine Schnittansicht entlang einer Linie XIX-XIX in **Fig. 5**. **Fig. 20** ist eine Schnittansicht entlang einer Linie XX-XX in **Fig. 5**.

**[0014]** Zum Zwecke der Beschreibung wird auf drei zueinander orthogonale Richtungen (eine x-Richtung, eine y-Richtung und eine z-Richtung) Bezug genommen. Die z-Richtung ist bspw. die Dickenrichtung des Halbleiterbauteils A1. Die x-Richtung ist die horizontale Richtung in einer Draufsicht (siehe **Fig. 4**) des Halbleiterbauteils A1. Die y-Richtung ist die vertikale Richtung in einer Draufsicht (siehe **Fig. 4**) des Halbleiterbauteils A1. In der nachstehenden Beschreibung bedeutet „in einer Draufsicht“ eine Betrachtung in der z-Richtung. Die x-Richtung ist ein Beispiel einer „ersten Richtung“, und die y-Richtung ist ein Beispiel einer „zweiten Richtung“.

**[0015]** Jedes der ersten Halbleiterelemente 10A und der zweiten Halbleiterelemente 10B ist eine elektronische Komponente als ein Kern für die Funktion des Halbleiterbauteils A1. Das Material zum Aufbauen der ersten Halbleiterelemente 10A und der zweiten Halbleiterelemente 10B ist bspw. ein Halbleitermaterial, das hauptsächlich aus SiC (Siliziumcarbid) zusammengesetzt ist. Das Halbleitermaterial ist nicht auf SiC eingeschränkt und kann Si (Silizium), GaN (Galliumnitrid) oder C (Diamant), etc. sein. Jedes der ersten Halbleiterelemente 10A und der zweiten Halbleiterelemente 10B ist ein Leistungshalbleiterchip mit einer Schaltfunktion, wie ein MOS-

FET (Metalloxid-Halbleiter-Feldeffekttransistor). Die ersten Halbleiterelemente 10A und die zweiten Halbleiterelemente 10B sind in der vorliegenden Ausführungsform MOSFETs, sind jedoch nicht hierauf beschränkt und können andere Transistoren wie IGBTs (Bipolartransistoren mit isoliertem Gate) sein. Die ersten Halbleiterelemente 10A und die zweiten Halbleiterelemente 10B sind sämtlich identisch zueinander. Jedes der ersten Halbleiterelemente 10A und der zweiten Halbleiterelemente 10B ist bspw. ein n-Kanal-MOSFET, kann jedoch ein p-Kanal-MOSFET sein.

**[0016]** Wie es in den **Fig. 15** und **16** gezeigt ist, hat jedes der ersten Halbleiterelemente 10A und der zweiten Halbleiterelemente 10B eine Elementvorderfläche 101 und eine Elementrückfläche 102. Bei jedem der ersten Halbleiterelemente 10A und der zweiten Halbleiterelemente 10B sind die Elementvorderfläche 101 und die Elementrückfläche 102 in der z-Richtung voneinander beabstandet. Die Elementvorderfläche 101 weist in die z2-Richtung, und die Elementrückfläche 102 weist in die z1-Richtung.

**[0017]** Bei der vorliegenden Ausführungsform beinhaltet das Halbleiterbauteil A1 vier erste Halbleiterelemente 10A und vier zweite Halbleiterelemente 10B. Die Anzahl der ersten Halbleiterelemente 10A und die Anzahl der zweiten Halbleiterelemente 10B sind jedoch nicht auf diese Konfiguration eingeschränkt und können nach Zweckmäßigkeit gemäß der Leistungsfähigkeit geändert werden, die für das Halbleiterbauteil A1 gefordert ist. Bei dem in **Fig. 9** und **10** gezeigten Beispiel sind jeweils vier erste Halbleiterelemente 10A und zweite Halbleiterelemente 10B vorgesehen. Die Anzahl der ersten Halbleiterelemente 10A und die Anzahl der zweiten Halbleiterelemente 10B können zwei, drei oder fünf oder mehr betragen. Die Anzahl der ersten Halbleiterelemente 10A und die Anzahl der zweiten Halbleiterelemente 10B können gleich sein oder können voneinander unterschiedlich sein. Die Anzahl der ersten Halbleiterelemente 10A und die Anzahl der zweiten Halbleiterelemente 10B sind werden auf der Grundlage der Stromführungskapazität des Halbleiterbauteils A1 bestimmt.

**[0018]** Das Halbleiterbauteil A1 kann als ein Schaltungs-Schaltkreis vom Halbbrückentyp konfiguriert sein. In diesem Fall bilden in dem Halbleiterbauteil A1 die ersten Halbleiterelemente 10A eine obere Zweigschaltung und die zweiten Halbleiterelemente 10B bilden die untere Zweigschaltung. In der oberen Zweigschaltung sind die ersten Halbleiterelemente 10A parallel miteinander verbunden. In der unteren Zweigschaltung sind die zweiten Halbleiterelemente 10B parallel miteinander verbunden. Jedes erste Halbleiterelement 10A und ein relevantes bzw. zugeordnetes der zweiten Halbleiterelemente 10B sind in Reihe miteinander verbunden, um eine Brücken-

schicht bzw. eine Brücke („bridge layer“) auszubilden.

**[0019]** Wie es in den **Fig. 9, 10** und **20** gezeigt ist, ist jedes der ersten Halbleiterelemente **10A** auf dem leitfähigen Substrat **2** montiert. Bei dem in **Fig. 9** und **10** gezeigten Beispiel können die ersten Halbleiterelemente **10A** in der **y**-Richtung ausgerichtet bzw. aufgereiht und voneinander beabstandet sein. Jedes erste Halbleiterelement **10A** ist leitfähig an das leitfähige Substrat **2** (den ersten leitfähigen Abschnitt **2A**, der später beschrieben wird) gebondet, und zwar über ein leitfähiges Bond-Material **19**. Wenn die ersten Halbleiterelemente **10A** an den ersten leitfähigen Abschnitt **2A** gebondet sind, weist die Elementrückfläche **102** hin zu den ersten leitfähigen Abschnitt **2A**.

**[0020]** Wie es in den **Fig. 9, 10** und **19** gezeigt ist, ist jedes der zweiten Halbleiterelemente **10B** auf dem leitfähigen Substrat **2** montiert. In dem in **Fig. 9** und **10** gezeigten Beispiel können die zweiten Halbleiterelemente **10B** in der **y**-Richtung aufgereiht bzw. ausgerichtet sein und sind voneinander beabstandet. Jedes zweite Halbleiterelement **10B** ist leitfähig an das leitfähige Substrat **2** (den zweiten leitfähigen Abschnitt **2B**, der später beschrieben wird) gebondet, und zwar über ein leitfähiges Bond-Material **19**. Wenn die zweiten Halbleiterelemente **10B** an den zweiten leitfähigen Abschnitt **2B** gebondet sind, weisen die Elementrückflächen **102** hin zu dem zweiten leitfähigen Abschnitt **2B**. Wie es sich aus **Fig. 10** verstehen lässt, überlappen die ersten Halbleiterelemente **10A** und die zweiten Halbleiterelemente **10B** einander bei einer Betrachtung in der **x**-Richtung, müssen jedoch einander nicht überlappen.

**[0021]** Jedes der ersten Halbleiterelemente **10A** und der zweiten Halbleiterelemente **10B** hat eine erste Vorderelektrode **11**, eine zweite Vorderelektrode **12**, eine dritte Vorderelektrode **13** und eine Rückelektrode **15**. Die nachstehend beschriebenen Konfigurationen der ersten Vorderelektrode **11**, der zweiten Vorderelektrode **12**, der dritten Vorderelektrode **13** und der Rückelektrode **15** gelten gemeinschaftlich für die ersten Halbleiterelemente **10A** und die zweiten Halbleiterelemente **10B**. Die erste Vorderelektrode **11**, die zweite Vorderelektrode **12** und die dritte Vorderelektrode **13** sind auf der Elementvorderfläche **101** vorgesehen. Die erste Vorderelektrode **11**, die zweite Vorderelektrode **12** und die dritte Vorderelektrode **13** sind durch einen nicht gezeigten Isolierfilm voneinander isoliert. Die Rückelektrode **15** ist auf der Elementrückfläche **102** vorgesehen.

**[0022]** Die erste Vorderelektrode **11** ist bspw. eine Gate-Elektrode, durch die hindurch ein Ansteuersignal (z.B. Gate-Spannung) zum Ansteuern des ersten Halbleiterelements **10A** (des zweiten Halbleiterelements **10B**) eingegeben wird. Bei jedem ersten Halb-

leiterelement **10A** (jedem zweiten Halbleiterelement **10B**) ist die zweite Vorderelektrode **12** bspw. eine Source-Elektrode, durch die hindurch ein Source-Strom fließt. Die dritte Vorderelektrode **13** ist bspw. eine Source-Erfassungselektrode, durch die ein Source-Strom fließt. Die Rückelektrode **15** ist bspw. eine Drain-Elektrode, durch die hindurch ein Drain-Strom fließt. Die Rückelektrode **15** bedeckt den gesamten Flächeninhalt (oder nahe zu dem gesamten Flächeninhalt) der Elementrückfläche **102**. Die Rückelektrode **15** ist bspw. durch Ag-(Silber)-Plattieren gebildet.

**[0023]** Jedes der ersten Halbleiterelemente **10A** (der zweiten Halbleiterelemente **10B**) schaltet zwischen einem leitenden Zustand und einem getrennten Zustand („disconnected state“), und zwar in Antwort auf ein Ansteuersignal (Gate-Spannung), das in die erste Vorderelektrode **11** (die Gate-Elektrode) eingegeben wird. In dem leitenden Zustand fließt ein Strom von der Rückelektrode **15** (der Drain-Elektrode) zu der zweiten Vorderelektrode **12** (der Source-Elektrode). In dem getrennten Zustand fließt dieser Strom nicht. Das heißt, jedes erste Halbleiterelement **10A** (jedes zweite Halbleiterelement **10B**) führt eine Schaltoperation durch. Das Halbleiterbauteil **A1** verwendet die Schaltfunktion der ersten Halbleiterelemente **10A** und der zweiten Halbleiterelemente **10B**, um die Gleichstrom-Spannung („DC voltage“), die zwischen dem einzelnen vierten Terminal **44** und zwei, d.h., dem ersten und dem zweiten Terminal **41** und **42** eingegeben bzw. angelegt wird, bspw. in eine Wechselstrom-Spannung („AC voltage“) zu wandeln, und gibt die Wechselstrom-Spannung an den dritten Terminals **43** aus.

**[0024]** Wie es in den **Fig. 5, 9** und **10** gezeigt ist, beinhaltet das Halbleiterbauteil **A1** Thermistoren **17**. Die Thermistoren **17** werden als ein Temperaturerfassungssensor verwendet.

**[0025]** Das leitfähige Substrat **2** lagert die ersten Halbleiterelemente **10A** und die zweiten Halbleiterelemente **10B**. Das leitfähige Substrat **2** ist an das Trägersubstrat **3** gebondet, und zwar über ein leitfähiges Bond-Material **29**. Das leitfähige Substrat **2** ist in der Draufsicht bspw. rechteckförmig. Das leitfähige Substrat **2** bildet zusammen mit dem ersten leitfähigen Element **5** und dem zweitem leitfähigem Element **6** Pfade für den Hauptschaltungsstrom, der von den ersten Halbleiterelementen **10A** und den zweiten Halbleiterelementen **10B** geschaltet wird.

**[0026]** Das leitfähige Substrat **2** beinhaltet einen ersten leitfähigen Abschnitt **2A** und einen zweiten leitfähigen Abschnitt **2B**. Jeder von dem ersten leitfähigen Abschnitt **2A** und dem zweiten leitfähigen Abschnitt **2B** ist eine Platte, die aus einem Metall hergestellt ist. Das Metall kann Cu (Kupfer) oder eine Kupfer-Legierung sein, um Beispiele zu nennen.

Der erste leitfähige Abschnitt 2A und der zweite leitfähige Abschnitt 2B bilden zusammen mit dem ersten Terminal 41, dem zweiten Terminal 42, den dritten Terminals 43 und dem vierten Terminal 44 Leitungspfade zu den ersten Halbleiterelementen 10A und den zweiten Halbleiterelementen 10B. Wie es in den **Fig. 13 bis 20** gezeigt ist, ist jeder von dem ersten leitfähigen Abschnitt 2A und dem zweiten leitfähigen Abschnitt 2B an das Trägersubstrat 3 über ein leitfähiges Bond-Material 29 gebondet. Jedes der ersten Halbleiterelemente 10A ist an den ersten leitfähigen Abschnitt 2A über ein leitfähiges Bond-Material 19 gebondet. Jedes der zweiten Halbleiterelemente 10B ist an den zweiten leitfähigen Abschnitt 2B über ein leitfähiges Bond-Material 19 gebondet. Das Material zum Aufbauen bzw. Bilden der leitfähigen Bond-Materialien 19 und der leitfähigen Bond-Materialien 29 ist nicht besonders eingeschränkt und kann ein Lot, eine Metallpaste oder ein gesinteres Metall sein, um Beispiele zu nennen. Wie es in den **Fig. 3, 9, 10, 13 und 14** gezeigt ist, sind der erste leitfähige Abschnitt 2A und der zweite leitfähige Abschnitt 2B in der x-Richtung voneinander beabstandet. In dem in diesen Figuren gezeigten Beispiel ist der erste leitfähige Abschnitt 2A gegenüber dem zweiten leitfähigen Abschnitt 2B in der x2 Richtung bzw. auf x2-Seite der x-Richtung angeordnet. Jeder von dem ersten leitfähigen Abschnitt 2A und dem zweiten leitfähigen Abschnitt 2B ist in der Draufsicht bspw. rechteckförmig. Der erste leitfähige Abschnitt 2A und der zweite leitfähige Abschnitt 2B überlappen einander bei einer Betrachtung in der x-Richtung. Jeder von dem ersten leitfähigen Abschnitt 2A und dem zweiten leitfähigen Abschnitt 2B kann eine Abmessung in der x-Richtung von 15 mm bis 25 mm, eine Abmessung in der y-Richtung von 30 mm bis 40 mm und eine Abmessung in der z-Richtung von 1,0 mm bis 5,0 mm (vorzugsweise etwa 2,0 mm) haben, um Beispiele zu nennen.

**[0027]** Das leitfähige Substrat 2 hat eine Vorderfläche 201 und eine Rückfläche 202. Wie es in den **Fig. 13, 14 und 18 bis 20** gezeigt ist, sind die Vorderfläche 201 und die Rückfläche 202 in der z-Richtung voneinander beabstandet. Die Vorderfläche 201 weist in die z2-Richtung, und die Rückfläche 202 weist in die z1-Richtung. Die Vorderfläche 201 ist gebildet aus der oberen Fläche des ersten leitfähigen Abschnittes 2A und der oberen Fläche des zweiten leitfähigen Abschnittes 2B. Die Rückfläche 202 ist gebildet aus der unteren Fläche des ersten leitfähigen Abschnittes 2A und der unteren Fläche des zweiten leitfähigen Abschnittes 2B. Die Rückfläche 202 ist an das Trägersubstrat 3 gebondet, derart, dass sie hin zu dem Trägersubstrat 3 weist.

**[0028]** Das Trägersubstrat 3 lagert bzw. trägt das leitfähige Substrat 2. Das Trägersubstrat 3 ist durch ein AMB-(aktives Metalhartlöten, „Active Metal Brazing“)-Substrat vorgesehen. Das Trägersubstrat 3

beinhaltet eine Isolierschicht 31, eine erste Metallschicht 32 und eine zweite Metallschicht 33.

**[0029]** Die Isolierschicht 31 kann eine Keramik sein, die exzellente Wärmeleitfähigkeit hat, um ein Beispiel zu nennen. Beispiele derartiger Keramik beinhalten SiN (Siliziumnitrid). Die Isolierschicht 31 ist nicht auf eine Keramik eingeschränkt und kann bspw. eine Lage aus einem isolierenden Harz sein. Die Isolierschicht 31 ist in der Draufsicht bspw. rechteckförmig.

**[0030]** Die erste Metallschicht 32 ist auf der oberen Fläche (der Fläche, die in die z2-Richtung weist) der Isolierschicht 31 ausgebildet. Das Material zum Aufbauen der ersten Metallschicht 32 enthält bspw. Cu. Das Material zum Aufbauen kann Al (Aluminium) anstelle von Cu enthalten. Die erste Metallschicht 32 beinhaltet einen ersten Abschnitt 32A und einen zweiten Abschnitt 32B. Der erste Abschnitt 32A und der zweite Abschnitt 32B sind in der x-Richtung voneinander beabstandet. Der erste Abschnitt 32A ist auf der x2-Seite des zweiten Abschnittes 32B angeordnet. Der erste leitfähige Abschnitt 2A ist an den ersten Abschnitt 32A gebondet und von diesem getragen bzw. gelagert. Der zweite leitfähige Abschnitt 2B ist an den zweiten Abschnitt 32B gebondet und von diesem gelagert. Jeder von dem ersten Abschnitt 32A und dem zweiten Abschnitt 32B ist in der Draufsicht bspw. rechteckförmig.

**[0031]** Die zweite Metallschicht 33 ist auf der unteren Fläche (der Fläche, die in die z1-Richtung weist) der Isolierschicht 31 ausgebildet. Das Material zum Aufbauen der zweiten Metallschicht 33 ist das gleiche wie das Material zum Aufbauen der ersten Metallschicht 32. In dem in **Fig. 11** gezeigten Beispiel kann die untere Fläche (die Bodenfläche 302, die später beschrieben wird) der zweiten Metallschicht 33 gegenüber dem Versiegelungsharz 8 freigelegt sein. Die untere Fläche ist ggf. nicht gegenüber dem Versiegelungsharz 8 freigelegt und ist ggf. von dem Versiegelungsharz 8 bedeckt. Die zweite Metallschicht 33 überlappt in der Draufsicht sowohl mit dem ersten Abschnitt 32A als auch dem zweiten Abschnitt 32B.

**[0032]** Wie es in den **Fig. 13 bis 20** gezeigt ist, hat das Trägersubstrat 3 eine Trägerfläche 301 und eine Bodenfläche 302. Die Trägerfläche 301 und die Bodenfläche 302 sind in der z-Richtung voneinander beabstandet. Die Trägerfläche 301 weist in die z2-Richtung, und die Bodenfläche 302 weist in die z1-Richtung. Wie es in **Fig. 12** gezeigt ist, ist die Bodenfläche 302 gegenüber dem Versiegelungsharz 8 freigelegt. Die Trägerfläche 301 ist die obere Fläche der ersten Metallschicht 32 und ist aus der oberen Fläche des ersten Abschnittes 32A und der oberen Fläche des zweiten Abschnittes 32B gebildet. Die Trägerfläche 301 weist hin zu dem leitfähigen Substrat

2, und das leitfähige Substrat 2 ist an die Trägerfläche 301 gebondet. Die Bodenfläche 302 ist die untere Fläche der zweiten Metallschicht 33. Ein Wärmeableitungselement (z.B. eine Wärmesenke), das nicht gezeigt ist, kann an der Bodenfläche 302 angebracht sein. Die Abmessung des Trägersubstrats 3 in der z-Richtung (die Distanz von der Trägerfläche 301 zu der Bodenfläche 302 in der z-Richtung) beträgt bspw. 0,7 mm bis 2,0 mm.

**[0033]** Jedes von dem ersten Terminal 41, dem zweiten Terminal 42, den dritten Terminals 43 und dem vierten Terminal 44 ist durch eine Platte bereitgestellt, die aus einem Metall hergestellt ist. Das Material zum Aufbauen („constituent material“) der Metallplatte ist bspw. Cu oder eine Cu-Legierung. In dem in den **Fig. 1 bis 5, 9, 10 und 12** gezeigten Beispiel hat das Halbleiterbauteil A1 jeweils genau ein erstes Terminal 41, genau ein zweites Terminal 42 und genau ein viertes Terminal 44, und zwei dritte Terminals 43.

**[0034]** An das erste Terminal 41, das zweite Terminal 42 und das vierte Terminal 44 wird eine Gleichstrom-Spannung, die zu wandeln ist, eingegeben bzw. angelegt. Das vierte Terminal 44 ist eine positive Elektrode (P-Terminal), und jedes von dem ersten Terminal 41 und dem zweiten Terminal 42 ist eine negative Elektrode (N-Terminal). Die von den ersten Halbleiterelementen 10A und den zweiten Halbleiterelementen 10B gewandelte Wechselstrom-Spannung wird an den dritten Terminals 43 ausgegeben. Jedes von dem ersten Terminal 41, dem zweiten Terminal 42, den dritten Terminals 43 und dem vierten Terminal 44 beinhaltet einen Abschnitt, der mit dem Versiegelungsharz 8 bedeckt ist, und einen Abschnitt, der gegenüber dem Versiegelungsharz 8 freigelegt ist.

**[0035]** Wie es in **Fig. 14** gezeigt ist, ist das vierte Terminal 44 einstückig mit dem ersten leitfähigen Abschnitt 2A ausgebildet. Anstelle dieser Konfiguration kann das vierte Terminal 44 separat von dem ersten leitfähigen Abschnitt 2A bereitgestellt und leitfähig an den ersten leitfähigen Abschnitt 2A gebondet sein. Wie es in den **Fig. 9 und 10** gezeigt ist, ist das vierte Terminal 44 in Bezug auf die zweiten Halbleiterelemente 10B und den zweiten leitfähigen Abschnitt 2B (das leitfähige Substrat 2) auf der x2-Seite angeordnet. Das vierte Terminal 44 ist elektrisch mit dem ersten leitfähigen Abschnitt 2A verbunden und ist auch elektrisch mit der Rückelektrode 15 (der Drain-Elektrode) von jedem ersten Halbleiterelement 10A verbunden, und zwar über den ersten leitfähigen Abschnitt 2A.

**[0036]** Wie es in **Fig. 9** gezeigt ist, sind das erste Terminal 41 und das zweite Terminal 42 von dem ersten leitfähigen Abschnitt 2A beabstandet. Wie es in den **Fig. 5 und 7** gezeigt ist, ist das zweite leitfähige

Element 6 an das erste Terminal 41 und das zweite Terminal 42 gebondet. Wie es in den **Fig. 5 und 9** gezeigt ist, sind das erste Terminal 41 und das zweite Terminal 42 in Bezug auf die ersten Halbleiterelemente 10A und den ersten leitfähigen Abschnitt 2A (das leitfähige Substrat 2) auf der x2-Seite angeordnet. Das erste Terminal 41 und das zweite Terminal 42 sind elektrisch mit dem zweiten leitfähigen Element 6 verbunden und sind auch mit der zweiten Vorderelektrode 12 (der Source-Elektrode) von jedem zweiten Halbleiterelement 10B verbunden, und zwar über das zweite leitfähige Element 6.

**[0037]** Wie es in den **Fig. 1 bis 5 und 12** gezeigt ist, stehen bei dem Halbleiterbauteil A1 das erste Terminal 41, das zweite Terminal 42 und das vierte Terminal 44 gegenüber dem Versiegelungsharz 8 in der x2-Richtung vor. Das erste Terminal 41, das zweite Terminal 42 und das vierte Terminal 44 sind voneinander beabstandet. Das erste Terminal 41 und das zweite Terminal 42 sind gegenüberliegend angeordnet, wobei das vierte Terminal 44 in der y-Richtung dazwischen angeordnet ist. Das erste Terminal 41 ist auf der y2-Seite des vierten Terminals 44 angeordnet, und das zweite Terminal 42 ist auf der y1-Seite des vierten Terminals 44 angeordnet. Das erste Terminal 41, das zweite Terminal 42 und das vierte Terminal 44 überlappen einander bei einer Betrachtung in der y-Richtung.

**[0038]** Wie es sich aus den **Fig. 9, 10 und 13** verstehen lässt, sind die zwei dritten Terminals 43 einstückig mit dem zweiten leitfähigen Abschnitt 2B ausgebildet. Anstelle dieser Konfiguration können die dritten Terminals 43 separat von dem zweiten leitfähigen Abschnitt 2B vorgesehen und leitfähig an den zweiten leitfähigen Abschnitt 2B gebondet sein. Wie es in **Fig. 9** gezeigt ist, sind die zwei dritten Terminals 43 in Bezug auf die zweiten Halbleiterelemente 10B und den zweiten leitfähigen Abschnitt 2B (das leitfähige Substrat 2) auf der x1-Seite angeordnet. Jedes dritte Terminal 43 ist elektrisch mit dem zweiten leitfähigen Abschnitt 2B verbunden und ist auch elektrisch mit der Rückelektrode 15 (der Drain-Elektrode) von jedem zweiten Halbleiterelement 10B verbunden, und zwar über den zweiten leitfähigen Abschnitt 2B. Es ist anzumerken, dass die Anzahl der dritten Terminals 43 nicht auf zwei eingeschränkt ist, und stattdessen eins, oder drei oder mehr betragen kann. Wenn nur ein einzelnes drittes Terminal 43 vorgesehen ist, ist das dritte Terminal 43 vorzugsweise mit dem mittleren Teil in der y-Richtung des zweiten leitfähigen Abschnittes 2B verbunden.

**[0039]** Jedes der Steuer-Terminals 45 ist ein stiftförmiges Terminal zum Steuern der ersten Halbleiterelemente 10A und der zweiten Halbleiterelemente 10B. Die Steuer-Terminals 45 beinhalten eine Vielzahl von ersten Steuer-Terminals 46A bis 46E und eine Vielzahl von zweiten Steuer-Terminals 47A bis

47D. Die ersten Steuer-Terminals 46A bis 46E werden dazu verwendet, um bspw. die ersten Halbleiterelemente 10A zu steuern. Die zweiten Steuer-Terminals 47A bis 47D werden dazu verwendet, um bspw. die zweiten Halbleiterelemente 10B zu steuern.

**[0040]** Die ersten Steuer-Terminals 46A bis 46E sind mit Abständen in der y-Richtung angeordnet. Wie es in den **Fig. 9** und **14** gezeigt ist, sind die ersten Steuer-Terminals 46A bis 46E an dem ersten leitfähigen Abschnitt 2A über den Steuer-Terminalträger 48 (der erste Trägerabschnitt 48A, der später beschrieben wird) gelagert. Wie es in den **Fig. 5** und **9** gezeigt ist, sind die ersten Steuer-Terminals 46A bis 46E zwischen den ersten Halbleiterelementen 10A und dem ersten, dem zweiten und dem vierten Terminal 41, 42 und 44 angeordnet, und zwar in der x-Richtung gesehen.

**[0041]** Das erste Steuer-Terminal 46A ist ein Terminal (Gate-Terminal) zum Eingeben eines Ansteuersignals für die ersten Halbleiterelemente 10A. Ein Ansteuersignal zum Ansteuern der ersten Halbleiterelemente 10A wird in das erste Steuer-Terminal 46A eingegeben (es wird z.B. eine Gate-Spannung angelegt).

**[0042]** Das erste Steuer-Terminal 46B ist ein Terminal (Source-Erfassungs-Terminal) zum Erfassen eines Source-Signals der ersten Halbleiterelemente 10A. Die an die zweite Vorderelektrode 12 (die Source-Elektrode) von jedem ersten Halbleiterelement 10A angelegte Spannung (die Spannung entsprechend dem Source-Strom) wird von dem ersten Steuer-Terminal 46B erfasst.

**[0043]** Das erste Steuer-Terminal 46C und das erste Steuer-Terminal 46D sind Terminals, die elektrisch mit einem Thermistor 17 verbunden sind.

**[0044]** Das erste Steuer-Terminal 46E ist ein Terminal (Drain-Erfassungs-Terminal) zum Erfassen eines Drain-Signals der ersten Halbleiterelemente 10A. Die an die Rückelektrode 15 (die Drain-Elektrode) von jedem ersten Halbleiterelement 10A angelegte Spannung (die Spannung entsprechend dem Drain-Strom) wird von dem ersten Steuer-Terminal 46E erfasst.

**[0045]** Die zweiten Steuer-Terminals 47A bis 47D sind mit Abständen in der y-Richtung angeordnet. Wie es in den **Fig. 9** und **14** gezeigt ist, sind die zweiten Steuer-Terminals 47A bis 47D an dem zweiten leitfähigen Abschnitt 2B über den Steuer-Terminalträger 48 (den zweiten Trägerabschnitt 48B, der später beschrieben wird) gelagert. Wie es in den **Fig. 5** und **9** gezeigt ist, sind die zweiten Steuer-Terminals 47A bis 47D zwischen den zweiten Halbleiterele-

menten 10B und den zwei dritten Terminals 43 angeordnet, und zwar in der x-Richtung gesehen.

**[0046]** Das zweite Steuer-Terminal 47A ist ein Terminal (Gate-Terminal) zum Eingeben eines Ansteuersignals für die zweiten Halbleiterelemente 10B. Ein Ansteuersignal zum Ansteuern der zweiten Halbleiterelemente 10B wird in das zweite Steuer-Terminal 47A eingegeben (z.B. wird eine Gate-Spannung angelegt). Das zweite Steuer-Terminal 47B ist ein Terminal (ein Source-Erfassungs-Terminal) zum Erfassen eines Source-Signals der zweiten Halbleiterelemente 10B. Die an die zweite Vorderelektrode 12 (die Source-Elektrode) von jedem zweiten Halbleiterelement 10B angelegte Spannung (die Spannung entsprechend dem Source-Strom) wird von dem zweiten Steuer-Terminal 47B erfasst. Das zweite Steuer-Terminal 47C und das zweite Steuer-Terminal 47D sind Terminals, die elektrisch mit einem Thermistor 17 verbunden sind.

**[0047]** Jedes der Steuer-Terminals 45 (die ersten Steuer-Terminals 46A bis 46E und die zweiten Steuer-Terminals 47A bis 47D) beinhaltet einen Halter 451 und einen Metallstift 452.

**[0048]** Die Halter 451 sind aus einem elektrisch leitfähigen Material hergestellt. Wie es in den **Fig. 15** und **16g** gezeigt ist, sind die Halter 451 an den Steuer-Terminalträger 48 (die erste Metallschicht 482, die später beschrieben wird) gebondet, und zwar über ein leitfähiges Bond-Material 459. Jeder Halter 451 beinhaltet einen zylindrischen Abschnitt, einen oberen Flanschabschnitt und einen unteren Flanschabschnitt. Der obere Flanschabschnitt ist mit dem oberen Teil des zylindrischen Abschnittes verbunden, und der untere Flanschabschnitt ist mit dem unteren Teil des zylindrischen Abschnittes verbunden. Ein Metallstift 452 ist zumindest in den oberen Flanschabschnitt und den zylindrischen Abschnitt von jedem Halter 451 eingeführt. Der Halter 451 ist mit dem Versiegelungsharz 8 bedeckt (der zweite Vorsprung 852, der später beschrieben wird).

**[0049]** Die Metallstifte 452 sind stabförmige Elemente, die sich in der z-Richtung erstrecken. Die Metallstifte 452 werden gelagert, indem sie in die Halter 451 eingepresst werden („press-fitted“). Die Metallstifte 452 sind elektrisch mit dem Steuer-Terminalträger 48 (der ersten Metallschicht 482, die später beschrieben wird) verbunden, und zwar zumindest über die Halter 451. Wenn die unteren Enden (die Enden auf der zl-Seite) der Metallstifte 452 in Kontakt mit dem leitfähigen Bond-Material 459 innerhalb der Durchgangslöcher der Halter 451 stehen, wie in dem in **Fig. 15** und **16** gezeigten Beispiel, sind die Metallstifte 452 elektrisch mit dem Steuer-Terminalträger 48 über das leitfähige Bond-Material 459 verbunden.

**[0050]** Der Steuer-Terminalträger 48 lagert die Vielzahl von Steuer-Terminals 45. Der Steuer-Terminalträger 48 ist in der z-Richtung zwischen der Vorderfläche 201 (dem leitfähigen Substrat 2) und den Steuer-Terminals 45 angeordnet.

**[0051]** Der Steuer-Terminalträger 48 beinhaltet einen ersten Trägerabschnitt 48A und einen zweiten Trägerabschnitt 48B. Der erste Trägerabschnitt 48A ist auf dem ersten leitfähigen Abschnitt 2A des leitfähigen Substrats 2 angeordnet und lagert die ersten Steuer-Terminals 46A bis 46E der Steuer-Terminals 45. Wie es in **Fig. 15** gezeigt ist, ist der erste Trägerabschnitt 48A an den ersten leitfähigen Abschnitt 2A über ein Bond-Material 49 gebondet. Das Bond-Material 49 kann elektrisch leitfähig oder isolierend sein, und es kann bspw. ein Lot hierzu verwendet werden. Der zweite Trägerabschnitt 48B ist auf dem zweiten leitfähigen Abschnitt 2B des leitfähigen Substrats 2 angeordnet und lagert die zweiten Steuer-Terminals 47A bis 47D der Steuer-Terminals 45. Wie es in **Fig. 16** gezeigt ist, ist der zweite Trägerabschnitt 48B an den zweiten leitfähigen Abschnitt 2B über ein Bond-Material 49 gebondet.

**[0052]** Der Steuer-Terminalträger 48 (jeder von dem ersten Trägerabschnitt 48A und dem zweiten Trägerabschnitt 48B) ist bspw. durch ein DBC- („Direct-Bonded-Copper“)-Substrat bereitgestellt. Der Steuer-Terminalträger 48 beinhaltet eine Isolierschicht 481, eine erste Metallschicht 482 und eine zweite Metallschicht 483, die übereinander laminiert bzw. geschichtet sind.

**[0053]** Die Isolierschicht 481 ist bspw. aus einer Keramik hergestellt. Die Isolierschicht 481 kann in der Draufsicht rechteckförmig sein.

**[0054]** Wie es in den **Fig. 15** und **16** gezeigt ist, ist die erste Metallschicht 482 auf der oberen Fläche der Isolierschicht 481 ausgebildet. Jedes Steuer-Terminal 45 steht auf der ersten Metallschicht 482. Die erste Metallschicht 482 ist bspw. Cu oder eine Cu-Legierung. Wie es in **Fig. 9** gezeigt ist, beinhaltet die erste Metallschicht 482 einen ersten Abschnitt 482A, einen zweiten Abschnitt 482B, einen dritten Abschnitt 482C, einen vierten Abschnitt 482D, einen fünften Abschnitt 482E und einen sechsten Abschnitt 482F. Der erste Abschnitt 482A, der zweite Abschnitt 482B, der dritte Abschnitt 482C, der vierte Abschnitt 482D, der fünfte Abschnitt 482E und der sechste Abschnitt 482F sind voneinander beabstandet und gegeneinander isoliert.

**[0055]** Der erste Abschnitt 482A, an den eine Vielzahl von Drähten 71 gebondet ist, ist elektrisch verbunden mit den ersten Vorderelektroden 11 (Gate-Elektroden) der ersten Halbleiterelemente 10A (der zweiten Halbleiterelemente 10B), und zwar über die Drähte 71. Der erste Abschnitt 482A und der sechste

Abschnitt 482F sind über eine Vielzahl von Drähten 73 miteinander verbunden. Demzufolge ist der sechste Abschnitt 482F elektrisch mit den ersten Vorderelektroden 11 (Gate-Elektroden) der ersten Halbleiterelemente 10A (der zweiten Halbleiterelemente 10B) verbunden, und zwar über die Drähte 73 und die Drähte 71. Wie es in **Fig. 9** gezeigt ist, ist das erste Steuer-Terminal 46A an den sechsten Abschnitt 482F des ersten Trägerabschnittes 48A gebondet, und das zweite Steuer-Terminal 47A ist an den sechsten Abschnitt 482F des zweiten Trägerabschnittes 48B gebondet.

**[0056]** Der zweite Abschnitt 482B, an den eine Vielzahl von Drähten 72 gebondet ist, ist elektrisch verbunden mit den zweiten Vorderelektroden 12 (Source-Elektroden) der ersten Halbleiterelemente 10A (der zweiten Halbleiterelemente 10B), und zwar über die Drähte 72. Wie es in **Fig. 9** gezeigt ist, ist das erste Steuer-Terminal 46B an den zweiten Abschnitt 482B des ersten Trägerabschnittes 48A gebondet, und das zweite Steuer-Terminal 47B ist an den zweiten Abschnitt 482B des zweiten Trägerabschnittes 48B gebondet.

**[0057]** Ein Thermistor 17 ist an den dritten Abschnitt 482C und den vierten Abschnitt 482D gebondet. Wie es in **Fig. 9** gezeigt ist, sind die ersten Steuer-Terminals 46C und 46D an den dritten Abschnitt 482C bzw. den vierten Abschnitt 482D des ersten Trägerabschnittes 48A gebondet. Die zweiten Steuer-Terminals 47C und 47D sind an den dritten Abschnitt 482C bzw. den vierten Abschnitt 482D des zweiten Trägerabschnittes 48B gebondet.

**[0058]** Der fünfte Abschnitt 482E des ersten Trägerabschnittes 48A, an den ein Draht 74 gebondet ist, ist elektrisch verbunden mit dem ersten leitfähigen Abschnitt 2A, und zwar über den Draht 74. Wie es in **Fig. 9** gezeigt ist, ist das erste Steuer-Terminal 46E an den fünften Abschnitt 482E des ersten Trägerabschnittes 48A gebondet. Der fünfte Abschnitt 482E des zweiten Trägerabschnittes 48B ist elektrisch nicht mit anderen Komponenten verbunden. Jeder der Drähte 71 bis 74 ist bspw. ein Bond-Draht. Das Material zum Aufbauen der Drähte 71 bis 74 beinhaltet bspw. eines von Au (Gold), Al oder Cu.

**[0059]** Wie es in **Fig. 15, 16** gezeigt ist, ist die zweite Metallschicht 483 auf der unteren Fläche der Isolierschicht 481 ausgebildet. Wie es in **Fig. 15** gezeigt ist, ist die zweite Metallschicht 483 des ersten Trägerabschnittes 48A an den ersten leitfähigen Abschnitt 2A über ein Bond-Material 49 gebondet. Wie es in **Fig. 16** gezeigt ist, ist die zweite Metallschicht 483 des zweiten Trägerabschnittes 48B an den zweiten leitfähigen Abschnitt 2B über ein Bond-Material 49 gebondet.

**[0060]** Das erste leitfähige Element 5 und das zweite leitfähige Element 6 bilden zusammen mit dem leitfähigen Substrat 2 Pfade für den Hauptschaltungsstrom, der von den ersten Halbleiterelementen 10A und den zweiten Halbleiterelementen 10B geschaltet wird. Das erste leitfähige Element 5 und das zweite leitfähige Element 6 sind von der Vorderfläche 201 (dem leitfähigen Substrat 2) in der z2-Richtung beabstandet und überlappen mit der Vorderfläche 201 in der Draufsicht. In der vorliegenden Ausführungsform ist jedes von dem ersten leitfähigen Element 5 und dem zweiten leitfähigen Element 6 durch eine Platte bereitgestellt, die aus einem Metall hergestellt ist. Das Metall kann Cu (Kupfer) oder eine Kupfer-Legierung sein, um Beispiele zu nennen. Genauer gesagt ist jedes von dem ersten leitfähigen Element 5 und dem zweiten leitfähigen Element 6 eine Metallplatte, die zweckmäßig gebogen ist.

**[0061]** Das erste leitfähige Element 5 ist mit der zweiten Vorder Elektrode 12 (der Source-Elektrode) von jedem ersten Halbleiterelement 10A und mit dem zweiten leitfähigen Abschnitt 2B verbunden, um die zweite Vorder Elektrode 12 von jedem ersten Halbleiterelement 10A und den zweiten leitfähigen Abschnitt 2B elektrisch miteinander zu verbinden. Das erste leitfähige Element 5 bildet einen Pfad für den Hauptschaltungsstrom, der von den ersten Halbleiterelementen 10A geschaltet wird. Wie es in den **Fig. 7** und **9** gezeigt ist, beinhaltet das erste leitfähige Element 5 einen ersten Teil 51, eine Vielzahl von ersten Bond-Abschnitten 52 und eine Vielzahl von zweiten Bond-Abschnitten 53.

**[0062]** Der erste Teil 51 ist ein streifenförmiger Abschnitt, der in der x-Richtung zwischen den ersten Halbleiterelementen 10A und dem zweiten leitfähigen Abschnitt 2B angeordnet ist und der in der Draufsicht länglich in der y-Richtung ausgebildet ist. Der erste Teil 51 überlappt sowohl mit dem ersten leitfähigen Abschnitt 2A als auch mit dem zweiten leitfähigen Abschnitt 2B in der Draufsicht und ist in der z-Richtung von der Vorderfläche 201 beabstandet, und zwar hin zu der z2-Seite. Wie es in **Fig. 18** gezeigt ist, ist der erste Teil 51 in der z1-Richtung von dem später beschriebenen zweiten Streifen 622 des zweiten leitfähigen Elementes 6 angeordnet bzw. beabstandet und ist näher an der Vorderfläche 201 (dem leitfähigen Substrat 2) angeordnet als der zweite Streifen 622.

**[0063]** Bei der vorliegenden Ausführungsform beinhaltet der erste Teil 51 eine flache Sektion 511, eine Vielzahl von ersten gebogenen Sektionen 512 und eine Vielzahl von zweiten gebogenen Sektionen 513. Die flache Sektion 511 ist parallel zu der Vorderfläche 201 angeordnet bzw. ausgerichtet und überlappt in der Draufsicht sowohl mit dem ersten leitfähigen Abschnitt 2A als auch mit dem zweiten

leitfähigen Abschnitt 2B. So wie der Begriff nachstehend verwendet wird, soll der Begriff „parallel“ hinsichtlich der flachen Sektion 511 in Bezug auf die Vorderfläche 201 Herstellungsfehler ermöglichen bzw. beinhalten, und kann jenen Fall aufweisen, bei dem die Vorderfläche 201 und die flache Sektion 511 generell oder allgemein parallel zueinander sind.

**[0064]** Wie es in **Fig. 9** gezeigt ist, erstreckt sich die flache Sektion 511 kontinuierlich in der y-Richtung, so dass sie jenen Flächenbereichen („areas“) entspricht, in denen die ersten Halbleiterelemente 10A angeordnet sind. In der vorliegenden Ausführungsform ist die flache Sektion 511 mit einer Vielzahl von ersten Öffnungen 514 ausgebildet, wie es in den **Fig. 7, 9** und **14** gezeigt ist. Jede der ersten Öffnungen 514 ist ein Durchgangsloch, das in der z-Richtung durchdringt (in der Plattendickenrichtung des ersten Teils 51). Die ersten Öffnungen 514 sind mit Abständen in der y-Richtung bzw. y2-Richtung angeordnet. Jede der ersten Öffnungen 514 ist so vorgesehen, dass sie einem entsprechenden der ersten Halbleiterelemente 10A entspricht. In der vorliegenden Ausführungsform sind in der flachen Sektion 511 vier erste Öffnungen 514 vorgesehen, und die ersten Öffnungen 514 und die Vielzahl von (vier) ersten Halbleiterelementen 10A sind in der y-Richtung auf den jeweiligen gleichen Positionen angeordnet.

**[0065]** Bei der vorliegenden Ausführungsform überlappt, wie es in den **Fig. 9** und **14** gezeigt ist, jede der ersten Öffnungen 514 mit einem Spalt 205, der in der Draufsicht zwischen dem ersten leitfähigen Abschnitt 2A und dem zweiten leitfähigen Abschnitt 2B ausgebildet ist. Ferner überlappt jede erste Öffnung 514 in der Draufsicht mit dem ersten leitfähigen Abschnitt 2A. Die ersten Öffnungen 514 sind ausgebildet, um den Fluss von Harzmaterial zwischen der oberen Seite (z2-Seite) und der unteren Seite (z1-Seite) an oder nahe dem ersten Teil 51 (dem ersten leitfähigen Element 5) zu erleichtern, wenn das fließfähige Harzmaterial eingespritzt wird, um das Versiegelungsharz 8 auszubilden.

**[0066]** Wie es in **Fig. 9** gezeigt ist, sind die ersten gebogenen Sektionen 512 und die zweiten gebogenen Sektionen 513 mit der flachen Sektion 511 verbunden und sind in Entsprechung zu den ersten Halbleiterelementen 10A angeordnet. Wie es in **Fig. 17** gezeigt ist, ist jede der ersten gebogenen Sektionen 512 mit dem Ende in der x2-Richtung der flachen Sektion 511 verbunden und erstreckt sich mit Fortschreiten in der x2-Richtung immer weiter nach unten in der z1-Richtung. Jede der zweiten gebogenen Sektionen 513 ist mit dem Ende in der x1-Richtung der flachen Sektion 511 verbunden und erstreckt sich mit Fortschreiten in der x1-Richtung immer weiter nach unten in der z1-Richtung.

**[0067]** Wie es in **Fig. 9** gezeigt ist, sind die ersten Bond-Abschnitte 52 und die zweiten Bond-Abschnitte 53 mit dem ersten Teil 51 verbunden und sind so angeordnet, dass sie den ersten Halbleiterelementen 10A entsprechen. Genauer gesagt ist jeder der ersten Bond-Abschnitte 52 gegenüber dem ersten Teil 51 in der x2-Richtung bzw. auf der x2-Seite angeordnet und ist mit einer der ersten gebogenen Sektionen 512 verbunden. Jeder der zweiten Bond-Abschnitte 53 ist gegenüber dem ersten Teil 51 in der x1-Richtung bzw. auf der x1-Seite angeordnet und ist mit einer der zweiten gebogenen Sektionen 513 verbunden. Wie es in den **Fig. 15** und **17** gezeigt ist, sind ein jeweiliger erster Bond-Abschnitt 52 und die zweite Vorderelektrode 12 eines relevanten bzw. entsprechenden ersten Halbleiterelements 10A aneinander über ein leitfähiges Bond-Material 59 gebondet. Wie es in **Fig. 17** gezeigt ist, sind ein jeweiliger zweiter Bond-Abschnitt 53 und der zweite leitfähige Abschnitt 2B über ein leitfähiges Bond-Material 59 aneinander gebondet. Das Material zum Aufbauen des leitfähigen Bond-Materials 59 ist nicht besonders eingeschränkt und kann ein Lot, eine Metallpaste oder gesintertes Metall sein, um Beispiele zu nennen. Bei der vorliegenden Ausführungsform ist jeder der ersten Bond-Abschnitte 52 mit einer Öffnung 521 ausgebildet. Vorzugsweise ist jede Öffnung 521 so ausgebildet, dass sie mit dem mittleren Teil eines ersten Halbleiterelements 10A in der Draufsicht überlappt. Die Öffnungen 521 sind Durchgangslöcher, die in der z-Richtung durchgehend ausgebildet sind, um ein Beispiel zu nennen. Die Öffnungen 521 können dazu verwendet werden, um das erste leitfähige Element 5 relativ zu dem leitfähigen Substrat 2 zu positionieren. Die Form der Öffnungen 521 in der Draufsicht kann ein perfekter Kreis sein, oder kann eine beliebige andere Form wie eine Ellipse oder ein Rechteck sein.

**[0068]** Das zweite leitfähige Element 6 ist mit der zweiten Vorderelektrode 12 (der Source-Elektrode) von jedem der zweiten Halbleiterelemente und mit dem ersten und dem zweiten Terminal 41 und 42 verbunden, um die zweite Vorderelektrode 12 von jedem zweiten Halbleiterelement 10B und das erste und das zweite Terminal 41 und 42 elektrisch miteinander zu verbinden. Das zweite leitfähige Element 6 bildet einen Pfad für den Hauptschaltungsstrom, der von den zweiten Halbleiterelementen 10B geschaltet wird. Das zweite leitfähige Element 6 hat in der x-Richtung eine maximale Abmessung von 25 mm bis 40 mm, um ein Beispiel zu nennen, und hat in der y-Richtung maximale Abmessung von 30 mm bis 45 mm, um ein Beispiel zu nennen. Wie es in den **Fig. 7** und **8** gezeigt ist, beinhaltet das zweite leitfähige Element 6 einen ersten Verdrahtungsabschnitt 61, einen zweiten Verdrahtungsabschnitt 62, einen dritten Verdrahtungsabschnitt 63 und einen vierten Verdrahtungsabschnitt 64.

**[0069]** Der erste Verdrahtungsabschnitt 61 ist ein streifenförmiger Abschnitt, der sich in der Draufsicht in der y-Richtung erstreckt. Wie es sich aus **Fig. 7** verstehen lässt, überlappt der erste Verdrahtungsabschnitt 61 in der Draufsicht mit den zweiten Halbleiterelementen 10B. Wie es in **Fig. 19** gezeigt ist, ist der erste Verdrahtungsabschnitt 61 mit jedem der zweiten Halbleiterelemente 10B verbunden.

**[0070]** Der erste Verdrahtungsabschnitt 61 hat eine Vielzahl von zurückversetzten Regionen 611. Wie es in **Fig. 19** gezeigt ist, steht jede zurückversetzte Region 611 in der z1-Richtung relativ zu dem Rest des ersten Verdrahtungsabschnittes 61 vor. Jede zurückversetzte Region 611 ist an eines der zweiten Halbleiterelemente 10B gebondet. Jede zurückversetzte Region 611 des ersten Verdrahtungsabschnittes 61 und die zweite Vorderelektrode 12 eines zugeordneten bzw. relevanten zweiten Halbleiterelements 10B sind über ein leitfähiges Bond-Material 69 aneinander gebondet. Das Material zum Aufbauen des leitfähigen Bond-Materials 69 ist nicht besonders eingeschränkt, und kann bspw. ein Lot, eine Metallpaste oder ein gesintertes Metall sein. Bei der vorliegenden Ausführungsform ist jede zurückversetzte Region 611 mit einer Öffnung 611a ausgebildet. Vorzugsweise ist jede Öffnung 611a so ausgebildet, dass sie in der Draufsicht mit dem mittleren Teil eines zugeordneten ersten Halbleiterelements 10B überlappt. Die Öffnungen 611a können Durchgangslöcher sein, die in den zurückversetzten Regionen 611 des ersten Verdrahtungsabschnittes 61 ausgebildet sind. Die Öffnungen 611a können dazu verwendet werden, um das zweite leitfähige Element 6 relativ zu dem leitfähigen Substrat 2 zu positionieren. Die Form der Öffnungen 611a in der Draufsicht kann ein perfekter Kreis sein, oder kann eine beliebige andere Form sein, wie eine Ellipse oder ein Rechteck.

**[0071]** Wie es in den **Fig. 5, 7** und **8** gezeigt ist, ist der zweite Verdrahtungsabschnitt 62 gegenüber dem ersten Verdrahtungsabschnitt 61 in der x2-Richtung bzw. auf der x2-Seite angeordnet. Der zweite Verdrahtungsabschnitt 62 überlappt in der Draufsicht mit den ersten Halbleiterelementen 10A und den ersten Bond-Abschnitten 52. Der zweite Verdrahtungsabschnitt 62 beinhaltet einen ersten Streifen 621 und einen zweiten Streifen 622.

**[0072]** Der erste Streifen 621, der von dem ersten Verdrahtungsabschnitt 61 in der x-Richtung beabstandet ist, ist ein streifenförmiger Teil des zweiten Verdrahtungsabschnittes 62, der sich in der Draufsicht in der y-Richtung erstreckt. Der erste Streifen 621 überlappt in der Draufsicht mit den ersten Halbleiterelementen 10A und den ersten Bond-Abschnitten 52. Der erste Streifen 621 hat eine Vielzahl von vorstehenden Regionen 621a. Wie es in **Fig. 20** gezeigt ist, steht jede vorstehende Region 621a in

der z2-Richtung relativ zu dem Rest des ersten Streifens 621 vor. Wie es in den **Fig. 7** und **20** gezeigt ist, überlappen die vorstehenden Regionen 621a und die ersten Halbleiterelemente 10A einander in der Draufsicht. Bei der vorliegenden Ausführungsform sind, wie sich aus den **Fig. 7** und **8** verstehen lässt, die zurückversetzten Regionen 611 des ersten Verdrahtungsabschnittes 61 und die vorstehenden Regionen 621a in der y-Richtung auf den gleichen Positionen.

**[0073]** Der zweite Streifen 622 ist sowohl mit dem ersten Streifen 621 als auch mit dem ersten Verdrahtungsabschnitt 61 verbunden. Der zweite Streifen 622 ist in der Draufsicht ein streifenförmiger Teil, der sich in der x-Richtung erstreckt. Bei der vorliegenden Ausführungsform hat der zweite Verdrahtungsabschnitt 62 eine Vielzahl von (drei) zweiten Streifen 622. Die zweiten Streifen 622 sind in der y-Richtung mit Abständen angeordnet. Die zweiten Streifen 622 sind parallel (oder generell parallel) zueinander angeordnet. Das Ende in der x2-Richtung von jedem zweiten Streifen 622 ist zwischen zwei vorstehenden Regionen 621a, die in der y-Richtung benachbart zueinander sind, des ersten Streifens 621 verbunden. Demzufolge ist das Ende in der x2-Richtung von jedem zweiten Streifen 622 mit dem ersten Streifen 621 an einem Ort zwischen benachbarten ersten Halbleiterelementen 10A verbunden. Das Ende in der x1-Richtung von jedem zweiten Streifen 622 ist zwischen zwei zurückversetzten Regionen 611, die in der y-Richtung benachbart zueinander sind, des ersten Streifens 621 verbunden. Demzufolge ist das Ende in der x1-Richtung von jedem zweiten Streifen 622 mit dem ersten Verdrahtungsabschnitt 61 an einem Ort zwischen benachbarten zweiten Halbleiterelementen 10B verbunden. Wie es in **Fig. 18** gezeigt ist, überlappt bei der vorliegenden Ausführungsform jeder zweite Streifen 622 in der Draufsicht mit dem ersten Teil 51 (der flachen Sektion 511) des ersten leitfähigen Elementes 5. Die zweiten Streifen 622 (das zweite leitfähige Element 6) überlappt jedoch mit keiner der ersten Öffnungen 514 des ersten Teils 51. Es ist anzumerken, dass die Grenze zwischen jedem zweiten Streifen 622 und dem ersten Streifen 621 und die Grenze zwischen jedem zweiten Streifen 622 und dem ersten Verdrahtungsabschnitt 61 in **Fig. 8** durch imaginäre Linien gezeigt sind.

**[0074]** Der dritte Verdrahtungsabschnitt 63 hat ein erstes Ende 631, ein zweites Ende 632 und eine Vielzahl von Öffnungen 633. Das erste Ende 631 ist mit dem ersten Terminal 41 verbunden. Das erste Ende 631 und das erste Terminal 41 sind mittels eines leitfähigen Bond-Materials 69 aneinander gebondet. Der dritte Verdrahtungsabschnitt 63 ist ein streifenförmiger Abschnitt, der sich insgesamt in der x-Richtung erstreckt, und zwar in der Draufsicht gesehen. Der dritte Verdrahtungsabschnitt 63 überlappt in der

Draufsicht sowohl mit dem ersten leitfähigen Abschnitt 2A als auch mit dem zweiten leitfähigen Abschnitt 2B. Das zweite Ende 632 ist in der x-Richtung von dem ersten Ende 631 beabstandet. Wie es in den **Fig. 7** und **8** gezeigt ist, ist das zweite Ende 632 gegenüber dem ersten Ende 631 in der x1-Richtung bzw. auf der x1-Seite angeordnet.

**[0075]** Der dritte Verdrahtungsabschnitt 63 ist sowohl mit dem Ende in der y2-Richtung des ersten Verdrahtungsabschnittes 61 als auch mit dem Ende in der y2-Richtung des ersten Streifens 621 verbunden. Genauer gesagt ist das zweite Ende 632 mit dem Ende in der y2-Richtung des ersten Verdrahtungsabschnittes 61 verbunden. Der Abschnitt zwischen dem ersten Ende 631 und dem zweiten Ende 632 ist mit dem Ende in der y2-Richtung des ersten Streifens 621 verbunden.

**[0076]** Jede der Öffnungen 633 ist ein Abschnitt, der in der Draufsicht teilweise ausgeschnitten bzw. weggeschnitten ist. Die Öffnungen 633 sind in der x-Richtung voneinander beabstandet. In dem dargestellten Beispiel hat der dritte Verdrahtungsabschnitt 63 drei Öffnungen 633. Die Öffnung 633 auf der x2-Seite und die Öffnung 633 in der Mitte in der x-Richtung, sind an Positionen angeordnet, die mit der Vorderfläche 201 des ersten leitfähigen Abschnittes 2A (dem leitfähigen Substrat 2) in der Draufsicht überlappen und die in der Draufsicht nicht mit den ersten Halbleiterelementen 10A überlappen. Die Öffnung 633 auf der x1-Seite ist an einer Position angeordnet, die mit der Vorderfläche 201 des zweiten leitfähigen Abschnittes 2B (leitfähiges Substrat 2) in der Draufsicht überlappt und die nicht mit den zweiten Halbleiterelementen 10B in der Draufsicht überlappt. In der Draufsicht ist jede Öffnung 633 an einem Ort an dem ersten leitfähigen Abschnitt 2A (dem zweiten leitfähigen Abschnitt 2B), der in der y2-Richtung versetzt („offset“) ist. In der vorliegenden Ausführungsform ist jede Öffnung 633 eine bogenförmige Kerbe, die gegenüber dem Rand auf der y1-Seite des dritten Verdrahtungsabschnittes 63 in der y2-Richtung zurückversetzt ist. Die Form der Öffnungen 633 in der Draufsicht ist nicht eingeschränkt und kann eine Kerbe über der vorliegenden Ausführungsform sein, oder im Gegensatz zu der vorliegenden Ausführungsform ein Loch.

**[0077]** Der vierte Verdrahtungsabschnitt 64 hat ein drittes Ende 641, ein viertes Ende 642 und eine Vielzahl von Öffnungen 643. Das dritte Ende 641 ist mit dem zweiten Terminal 42 verbunden. Das dritte Ende 641 und das zweite Terminal 42 sind aneinander mittels eines leitfähigen Bond-Materials 69 gebondet. Der vierte Verdrahtungsabschnitt 64 ist ein streifenförmiger Abschnitt, der sich in der Draufsicht insgesamt in der x-Richtung erstreckt. Der vierte Verdrahtungsabschnitt 64 ist in der y-Richtung von dem dritten Verdrahtungsabschnitt 63 beabstandet. Der

vierte Verdrahtungsabschnitt 64 ist gegenüber dem dritten Verdrahtungsabschnitt 63 in der y1-Richtung bzw. auf der y1-Seite angeordnet. Der vierte Verdrahtungsabschnitt 64 überlappt in der Draufsicht sowohl mit dem ersten leitfähigen Abschnitt 2A als auch dem zweiten leitfähigen Abschnitt 2B. Das vierte Ende 642 ist in der x-Richtung von dem dritten Ende 641 beabstandet. Wie es in den **Fig. 7** und **8** gezeigt ist, ist das vierte Ende 642 gegenüber dem dritten Ende 641 in der xl-Richtung bzw. auf der x1-Seite angeordnet.

**[0078]** Der vierte Verdrahtungsabschnitt 64 ist sowohl mit dem Ende in der y1-Richtung des ersten Verdrahtungsabschnittes 61 als auch mit dem Ende in der y1-Richtung des ersten Streifens 621 verbunden. Genauer gesagt ist das vierte Ende 642 mit dem Ende in der y1-Richtung des ersten Verdrahtungsabschnittes 61 verbunden. Der Abschnitt zwischen dem dritten Ende 641 und dem vierten Ende 642 ist mit dem Ende in der y1-Richtung des ersten Streifens 621 verbunden.

**[0079]** Jede der Öffnungen 643 ist ein Abschnitt, der in der Draufsicht teilweise aus- bzw. weggeschnitten ist. Die Öffnungen 643 sind in der x-Richtung voneinander beabstandet. In dem dargestellten Beispiel hat der vierte Verdrahtungsabschnitt 64 drei Öffnungen 643. Die Öffnung 643 auf der x2-Seite und die Öffnung 643 in der Mitte in der x-Richtung sind an Positionen angeordnet, die mit der Vorderfläche 201 des ersten leitfähigen Abschnittes 2A (dem leitfähigen Substrat 2) in der Draufsicht überlappen und die in der Draufsicht nicht mit den ersten Halbleiterelementen 10A überlappen. Die Öffnung 643 auf der x1-Seite ist an einer Position angeordnet, die in der Draufsicht mit der Vorderfläche 201 des zweiten leitfähigen Abschnittes 2B (dem leitfähigen Substrat 2) überlappt und in der Draufsicht nicht mit den zweiten Halbleiterelementen 10B überlappt. In der Draufsicht befindet sich jede Öffnung 643 an einem Ort an dem ersten leitfähigen Abschnitt 2A (der zweite leitfähige Abschnitt 2B), der in der y1-Richtung versetzt ist. In der vorliegenden Ausführungsform ist jede Öffnung 643 eine bogenförmige Kerbe, die gegenüber dem Rand auf der y2-Seite des vierten Verdrahtungsabschnittes 64 in der y1-Richtung zurückversetzt ist. Die Form der Öffnungen 643 in der Draufsicht ist nicht eingeschränkt, und kann eine Kerbe sein wie bei der vorliegenden Ausführungsform oder, anders als bei der vorliegenden Ausführungsform, ein Loch.

**[0080]** Das Versiegelungsharz 8 bedeckt die ersten Halbleiterelemente 10A, die zweiten Halbleiterelemente 10B, das leitfähige Substrat 2, das Trägersubstrat 3 (ausschließlich der Bodenfläche 302), einen Teil von jedem von dem ersten Terminal 41, dem zweiten Terminal 42, den dritten Terminals 43 und dem vierten Terminal 44, einen Teil von jedem der Steuer-Terminals 45, das erste leitfähige Ele-

ment 5, das zweite leitfähige Element 6 und die Drähte 71 bis 74. Das Versiegelungsharz 8 ist bspw. aus einem schwarzen Epoxidharz hergestellt. Das Versiegelungsharz 8 ist bspw. durch Gießen bzw. Spritzgießen hergestellt. Das Versiegelungsharz 8 hat in der x-Richtung eine Abmessung von etwa 35 mm bis 60 mm, in der y-Richtung eine Abmessung von etwa 35 mm bis 50 mm, und in der z-Richtung eine Abmessung von etwa 4 mm bis 15 mm, um Beispiele zu nennen. Diese Abmessungen werden an den größten Abschnitten in den jeweiligen Richtungen gemessen. Das Versiegelungsharz 8 hat eine Harzvorderfläche 81, eine Harzrückfläche 82 und eine Vielzahl von Harzseitenflächen 831 bis 834.

**[0081]** Wie es in den **Fig. 11**, **13** und **19** gezeigt ist, sind die Harzvorderfläche 81 und die Harzrückfläche 82 in der z-Richtung voneinander beabstandet. Die Harzvorderfläche 81 weist in die z2-Richtung, und die Harzrückfläche 82 weist in die z1-Richtung. Die Steuer-Terminals 45 (die ersten Steuer-Terminals 46A bis 46E und die zweiten Steuer-Terminals 47A bis 47D) stehen gegenüber der Harzvorderfläche 81 vor. Wie es in **Fig. 12** gezeigt ist, hat die Harzrückfläche 82 eine Rahmenform, die die Bodenfläche 302 des Trägersubstrats 3 (die untere Fläche der zweiten Metallschicht 33) in der Draufsicht umgibt. Die Bodenfläche 302 des Trägersubstrats 3 ist an der Harzrückfläche 82 freigelegt und kann bündig mit der Harzrückfläche 82 ausgebildet sein. Jede der Harzseitenflächen 831 bis 834 ist sowohl mit der Harzvorderfläche 81 als auch der Harzrückfläche 82 verbunden und ist zwischen diesen Flächen in der z-Richtung sandwichartig angeordnet. Wie es in **Fig. 4** gezeigt ist, sind die Harzseitenfläche 831 und die Harzseitenfläche 832 in der x-Richtung voneinander beabstandet. Die Harzseitenfläche 831 weist in die xl-Richtung, und die Harzseitenfläche 832 weist in die x2-Richtung. Die zwei dritten Terminals 43 stehen gegenüber der Harzseitenfläche 831 vor, und das erste Terminal 41, das zweite Terminal 42 und das vierte Terminal 44 stehen gegenüber der Harzseitenfläche 832 vor. Wie es in **Fig. 4** gezeigt ist, sind die Harzseitenfläche 833 und die Harzseitenfläche 834 in der y-Richtung voneinander beabstandet. Die Harzseitenfläche 833 weist in die y1-Richtung, und die Harzseitenfläche 834 weist in die y2-Richtung.

**[0082]** Wie es in **Fig. 4** gezeigt ist, ist die Harzseitenfläche 832 mit einer Vielzahl von Ausnehmungen 832a ausgebildet. Jede Ausnehmung 832a ist ein Abschnitt, der in der Draufsicht in der x-Richtung zurückversetzt ist. Die Ausnehmungen 832a beinhalten eine, die zwischen dem ersten Terminal 41 und dem vierten Terminal 44 in der Draufsicht ausgebildet ist, und eine, die zwischen dem zweiten Terminal 42 und dem vierten Terminal 44 in der Draufsicht ausgebildet ist. Die Ausnehmungen 832a sind vorgesehen, um die Kriechdistanz entlang der Harzseitenfläche 832 zwischen dem ersten Terminal 41 und dem vier-

ten Terminal 44 und die Kriechdistanz entlang der Harzseitenfläche 832 zwischen dem zweiten Terminal 42 und dem vierten Terminal 44 zu erhöhen.

**[0083]** Wie es in den **Fig. 13** und **14** gezeigt ist, hat das Versiegelungsharz 8 eine Vielzahl von ersten Vorsprüngen 851, eine Vielzahl von zweiten Vorsprüngen 852 und Harzhohlräume 86.

**[0084]** Die ersten Vorsprünge 851 stehen in der z-Richtung gegenüber der Harzvorderfläche 81 vor. Die ersten Vorsprünge 851 sind in der Draufsicht an oder nahe den vier Ecken des Versiegelungsharzes 8 angeordnet. Jeder der ersten Vorsprünge 851 hat eine Endfläche des ersten Vorsprunges bzw. Erstvorsprungsendfläche 851a an seinem äußersten Ende (das Ende auf der z2-Seite). Die Erstvorsprungsendflächen 851a der ersten Vorsprünge 851 sind parallel (oder generell parallel) zueinander und sind in der gleichen Ebene (x-y-Ebene) angeordnet wie die Harzvorderfläche 81. Jeder erste Vorsprung 851 kann die Form eines hohlen konischen Kegelstumpfes mit einem Boden haben, um ein Beispiel zu nennen. Die ersten Vorsprünge 851 werden als Abstandselemente verwendet, wenn das Halbleiterbauteil A1 an einer Steuer-Leiterplatte oder dergleichen eines Bauteils montiert wird, das konfiguriert ist, um die Leistung zu verwenden, die von dem Halbleiterbauteil A1 erzeugt bzw. bereitgestellt wird. Jeder erste Vorsprung 851 hat eine Ausnehmung 851b und eine Innenwandfläche 851c, die um die Ausnehmung 851b herum ausgebildet ist. Die Form von jedem ersten Vorsprung 851 kann säulenförmig und vorzugsweise zylindrisch sein. Vorzugsweise hat die Ausnehmung 851b eine zylindrische Form, und die Innenwandfläche 851c ist in der Draufsicht ein einzelner perfekter Kreis.

**[0085]** Das Halbleiterbauteil A1 kann mechanisch durch eine Schraubenverbindung mit einer Steuer-Leiterplatte oder dergleichen fixiert werden, um ein Beispiel zu nennen. In einem solchen Fall können an den Innenwandflächen 851c der Ausnehmungen 851b der ersten Vorsprünge 851 weibliche Gewindgänge ausgebildet sein. In den Ausnehmungen 851b der ersten Vorsprünge 851 können Einpressmuttern („insert nuts“) eingebettet sein.

**[0086]** Wie es in **Fig. 14** gezeigt ist, stehen die zweiten Vorsprünge 852 in der z-Richtung gegenüber der Harzvorderfläche 81 vor. Die zweiten Vorsprünge 852 überlappen in der Draufsicht mit den Steuer-Terminals 45. Die Metallstifte 452 der Steuer-Terminals 45 stehen gegenüber den jeweiligen zweiten Vorsprüngen 852 vor. Jeder der zweiten Vorsprünge 852 kann die Form eines konischen Kegelstumpfes haben, um ein Beispiel zu nennen. Jeder zweite Vorsprung 852 bedeckt den Halter 451 und einen Teil des Metallstifts 452 eines Steuer-Terminals 45.

**[0087]** Wie es in **Fig. 13** gezeigt ist, erstrecken sich die Harzhohlräume 86 ausgehend von der Harzvorderfläche 81 hin zu der Vorderfläche 201 des leitfähigen Substrats 2. Jeder Harzhohlraum 86 ist kegelförmig zulaufend ausgebildet („tapered“), wobei sich der Flächeninhalt im Schnitt mit Fortschreiten in der z-Richtung ausgehend von der Harzvorderfläche 81 hin zu der Vorderfläche 201 verringert. Die Harzhohlräume 86 werden während des Spritzgießens des Versiegelungsharzes 8 ausgebildet, und zwar an der Fläche, wo das Versiegelungsharz 8 während des Gießprozesses nicht ausgebildet wird.

**[0088]** Obgleich eine Darstellung weggelassen ist, werden die Harzhohlräume 86 bspw. ausgebildet, da das fließfähige Harzmaterial nicht in diese Bereiche fließen könnte, und zwar als ein Ergebnis davon, dass diese Bereiche während des Gießprozesses des Versiegelungsharzes 8 durch Andruckelemente besetzt sind. Derartige Andruckelemente werden verwendet, um auf die Vorderfläche 201 des leitfähigen Substrats 2 während des Gießprozesses eine Andruckkraft auszuüben, und werden in die Öffnungen 633 und in die Öffnungen 643 des zweiten leitfähigen Elements 6 eingeführt. Auf diese Weise halten die Andruckelemente das leitfähige Substrat 2, und zwar ohne das zweite leitfähige Element 6 zu stören, und ein Verwerfen bzw. ein Krümmen des Trägersubstrats 3, an das das leitfähige Substrat 2 gebondet wird, wird unterdrückt.

**[0089]** Bei der vorliegenden Ausführungsform beinhaltet das Halbleiterbauteil A1 Harzfüllabschnitte 88, wie es in **Fig. 13** gezeigt ist. Diese Harzfüllabschnitte 88 sind in die Harzhohlräume 86 geladen, um die Harzhohlräume 86 zu füllen. Die Harzfüllabschnitte 88 können aus einem Epoxidharz hergestellt werden, und zwar wie das Versiegelungsharz 8, können jedoch auch aus einem anderen Material als das Versiegelungsharz 8 hergestellt sein.

**[0090]** Die Wirkungen und Vorteile der vorliegenden Ausführungsform werden nachstehend beschrieben.

**[0091]** Das Halbleiterbauteil A1 beinhaltet die Vielzahl von ersten Halbleiterelementen 10A, das leitfähige Substrat 2, das erste leitfähige Element 5 und das Versiegelungsharz 8. Jedes der ersten Halbleiterelemente 10A hat eine Schaltfunktion und ist an den ersten leitfähigen Abschnitt 2A (das leitfähige Substrat 2) gebondet. Das erste leitfähige Element 5 bildet einen Pfad für den Hauptschaltungsstrom, der von den ersten Halbleiterelementen 10A geschaltet wird. Das erste leitfähige Element 5 beinhaltet den ersten Teil 51. Der erste Teil 51 überlappt in der Draufsicht sowohl mit dem ersten leitfähigen Abschnitt 2A als auch mit dem zweiten leitfähigen Abschnitt 2B und ist von der Vorderfläche 201 hin zu der z2-Seite in der z-Richtung beabstandet. Der

erste Teil 51 (die flache Sektion 511) hat erste Öffnungen 514.

**[0092]** Bei einer derartigen Konfiguration kann das erste leitfähige Element 5 (der erste Teil 51) in der Draufsicht einen relativ großen Flächenbereich bzw. -inhalt („area“) haben. Bei dem Halbleiterbauteil A1 fließt der Hauptschaltungsstrom, der von den ersten Halbleiterelementen 10A in das erste leitfähige Element 5 fließt, durch einen Strompfad hindurch, der einen großen Flächenbereich hat. Demzufolge hat das Halbleiterbauteil A1 eine Konfiguration, die günstig ist, um einen großen Strom zu führen bzw. zu tragen.

**[0093]** Der erste Teil 51 hat die ersten Öffnungen 514. Bei einer derartigen Konfiguration kann dann, wenn das fließfähige Harzmaterial eingespritzt wird, um das Versiegelungsharz 8 zu bilden, das Harzmaterial leicht zwischen der unteren Seite (der z1-Seite) und der oberen Seite (der z2-Seite) des ersten Teils 51 (dem ersten leitfähigen Element 5) fließen bzw. strömen, und zwar durch die ersten Öffnungen 514 hindurch. Wenn auf der unteren Seite (der z1-Seite) des ersten Teils 51 beim Einspritzen des fließfähigen Harzmaterials Blasen existieren bzw. entstehen, werden sich derartige Blasen hin zu der oberen Seite (der z2-Seite) des ersten Teils 51 durch die ersten Öffnungen 514 hindurchbewegen. Demzufolge ist es möglich, eine unvollständige Befüllung des Versiegelungsharzes 8 auf der unteren Seite (der z1-Seite) des ersten Teils 51 zu unterdrücken und die Erzeugung von Hohlräumen („voids“) zu verhindern. Das Halbleiterbauteil A1 mit einer derartigen Konfiguration hat zum Führen eines großen Stromes eine verbesserte Verlässlichkeit.

**[0094]** Die ersten Öffnungen 514, die in dem ersten Teil 51 vorgesehen sind, überlappen in der Draufsicht mit dem Spalt 205 zwischen dem ersten leitfähigen Abschnitt 2A und dem zweiten leitfähigen Abschnitt 2B. Eine derartige Konfiguration unterdrückt eine unvollständige Befüllung des Versiegelungsharzes 8 in dem Spalt 205 zwischen dem ersten leitfähigen Abschnitt 2A und dem zweiten leitfähigen Abschnitt 2B. Bei dem leitfähigen Substrat 2 kann eine große Potentialdifferenz zwischen dem ersten leitfähigen Abschnitt 2A und dem zweiten leitfähigen Abschnitt 2B erzeugt werden, die getrennt voneinander vorgesehen sind. Gemäß dem Halbleiterbauteil A1 der vorliegenden Ausführungsform ist die Verlässlichkeit beim Führen eines großen Stromes weiter verbessert.

**[0095]** Die ersten Öffnungen 514 überlappen in der Draufsicht mit dem ersten leitfähigen Abschnitt 2A (das leitfähige Substrat 2). Bei einer derartigen Konfiguration kann eine unvollständige Befüllung des Versiegelungsharzes 8 in einem relativ schmalen Spalt zwischen dem ersten Teil 51 und dem ersten

leitfähigen Abschnitt 2A (dem leitfähigen Substrat 2) in der z-Richtung unterdrückt werden.

**[0096]** Der erste Teil 51 beinhaltet die flache Sektion 511, die ersten gebogenen Sektionen 512 und die zweiten gebogenen Sektionen 513. Bei der vorliegenden Ausführungsform sind die ersten Halbleiterelemente 10A mit Abständen in der y-Richtung angeordnet. Die flache Sektion 511 erstreckt sich kontinuierlich in der y-Richtung, so dass sie den Flächenbereichen entspricht, in denen die ersten Halbleiterelemente 10A angeordnet sind. Die flache Sektion 511 ist mit der Vielzahl von ersten Öffnungen 514 ausgebildet. Jede der ersten Öffnungen 514 ist vorgesehen, so dass sie einem jeweiligen der ersten Halbleiterelemente 10A entspricht. Das Halbleiterbauteil A1, das eine derartige flache Sektion 511 beinhaltet, ist günstig zum Führen eines großen Stromes. Da die flache Sektion 511 ferner die Vielzahl von ersten Öffnungen 514 hat, kann eine unvollständige Befüllung des Versiegelungsharzes 8 auf der unteren Seite (der z1-Seite) des ersten Teils verlässlicher unterdrückt werden.

**[0097]** Das Halbleiterbauteil A1 beinhaltet die Vielzahl von zweiten Halbleiterelementen 10B und das zweite leitfähige Element 6. Jedes der zweiten Halbleiterelemente 10B hat eine Schaltfunktion und ist an den zweiten leitfähigen Abschnitt 2B (das leitfähige Substrat 2) gebondet. Das zweite leitfähige Element 6 bildet einen Pfad für den Hauptschaltungsstrom, der von den zweiten Halbleiterelementen 10B geschaltet wird. Das Halbleiterbauteil A1, das eine derartige Konfiguration hat, ist noch günstiger zum Führen eines großen Stromes.

**[0098]** Das zweite leitfähige Element 6 beinhaltet den ersten Verdrahtungsabschnitt 61, den zweiten Verdrahtungsabschnitt 62 (der erste Streifen 621 und der zweite Streifen 622), den dritten Verdrahtungsabschnitt 63 und den vierten Verdrahtungsabschnitt 64 und stellt einen gitterartigen Strompfad bereit, der sich in der Draufsicht vertikal und horizontal erstreckt. Demzufolge kann das zweite leitfähige Element 6 in der Draufsicht einen relativ großen Flächenbereich bzw. -inhalt haben, während es von anderen Komponenten des Halbleiterbauteils A1 eingegrenzt wird. Bei dem Halbleiterbauteil A1 fließt der Hauptschaltungsstrom, der in dem zweiten leitfähigen Element 6 durch den ersten Verdrahtungsabschnitt 61 hindurchfließt, durch einen verteilten Strompfad mit einem großen Flächenbereich („large area“). Demzufolge hat das Halbleiterbauteil A1 eine Konfiguration, die günstig ist zum Führen eines großen Stromes.

**[0099]** Bei der vorliegenden Ausführungsform überlappen die zweiten Streifen 622 des zweiten leitfähigen Elements 6 mit dem ersten Teil 51 (der flachen Sektion 511) des ersten leitfähigen Elements 5 in der

Draufsicht. Das Halbleiterbauteil A1 mit einer derartigen Konfiguration ist geeignet zum Reduzieren der Induktanz- bzw. Induktivitätskomponente („inductance component“) und ist günstiger zum Führen eines großen Stromes. Der zweite Streifen 622 (das zweite leitfähige Element 6) überlappt mit keiner der ersten Öffnungen 514 des ersten Teils 51. Daher reduziert das zweite leitfähige Element 6 nicht die Wirkung der ersten Öffnungen 514 (Unterdrückung einer unvollständigen Befüllung des Versiegelungsharzes 8 und Verhinderung der Erzeugung von Hohlräumen).

**[0100]** Die Fig. 21 bis 24 zeigen ein Halbleiterbauteil gemäß einer Variation der ersten Ausführungsform. Fig. 21 ist eine Draufsicht entsprechend Fig. 7 der oben beschriebenen Ausführungsform. Fig. 22 ist eine Draufsicht, bei der das Versiegelungsharz und das zweite leitfähige Element weggelassen sind. Fig. 23 ist eine Schnittansicht entlang einer Linie XXIII-XXIII in Fig. 21. Fig. 24 ist eine teilweise vergrößerte Ansicht, bei der ein Abschnitt von Fig. 23 vergrößert ist. In Fig. 21 und den folgenden Zeichnungen sind jene Elemente, die identisch sind oder ähnlich zu jenen des Halbleiterbauteils A1 der oben beschriebenen Ausführungsform, mit den gleichen Bezugszeichen wie jene der oben beschriebenen Ausführungsform bezeichnet, und die Beschreibung hiervon wird nach Zweckmäßigkeit weggelassen.

**[0101]** Das Halbleiterbauteil A2 der vorliegenden Variation unterscheidet sich von der oben beschriebenen Ausführungsform hinsichtlich der Konfiguration des ersten leitfähigen Elements 5, und insbesondere hinsichtlich der Konfiguration der ersten Öffnungen 514, die in dem ersten Teil 51 ausgebildet sind. Bei der vorliegenden Variation ist jede der ersten Öffnungen 514 in der Draufsicht rechteckförmig. Jede erste Öffnung 514 ist so ausgebildet, dass sie die flache Sektion 511, eine erste gebogene Sektion 512 und eine zweite gebogene Sektion 513 überbrückt. Jede erste Öffnung 514 ist ein Durchgangslot, das den ersten Teil 51 in der Plattendickenrichtung durchdringt. Bei der vorliegenden Ausführungsform überlappt jede erste Öffnung 514 mit einem Spalt 205 zwischen dem ersten leitfähigen Abschnitt 2A und dem zweiten leitfähigen Abschnitt 2B in der Draufsicht. Auch bei der vorliegenden Variation überlappt jede erste Öffnung 514 sowohl mit dem ersten leitfähigen Abschnitt 2A als auch mit dem zweiten leitfähigen Abschnitt 2B.

**[0102]** Bei dem Halbleiterbauteil A2 kann das erste leitfähige Element 5 (der erste Teil 51) in der Draufsicht einen relativ großen Flächenbereich haben. Bei dem Halbleiterbauteil A2 fließt daher der Hauptschaltungsstrom, der von den ersten Halbleiterelementen 10A in das erste leitfähige Element 5 fließt, durch einen Strompfad mit einem großen Flächenbereich. Demzufolge hat das Halbleiterbauteil A2 eine Konfi-

guration, die günstig ist zum Führen eines großen Stromes.

**[0103]** Der erste Teil 51 hat die ersten Öffnungen 514. Bei einer derartigen Konfiguration kann dann, wenn das fließfähige Harzmaterial eingespritzt wird, um das Versiegelungsharz 8 zu bilden, das Harzmaterial leicht zwischen die untere Seite (die z1-Seite) und die obere Seite (die z2-Seite) in dem ersten Teil 51 (dem ersten leitfähigen Element 5) fließen, und zwar durch die ersten Öffnungen 514 hindurch. Ferner, wenn Blasen auf der unteren Seite (der z1-Seite) des ersten Teils 51 beim Einspritzen des fließfähigen Harzmaterials existieren bzw. entstehen, werden sich derartige Blasen hin zu der oberen Seite (der z2-Seite) des ersten Teils 51 bewegen, und zwar durch die ersten Öffnungen 514 hindurch. Demzufolge ist es möglich, eine unvollständige Befüllung des Versiegelungsharzes 8 auf der unteren Seite (der z1-Seite) des ersten Teils 51 zu unterdrücken und die Erzeugung von Hohlräumen („voids“) zu verhindern. Das Halbleiterbauteil A2 mit einer derartigen Konfiguration hat eine verbesserte Verlässlichkeit beim Führen eines großen Stroms.

**[0104]** Bei dem Halbleiterbauteil A2 ist jede der ersten Öffnungen 514 so ausgebildet, dass sie die flache Sektion 511, eine erste gebogene Sektion 512 und eine zweite gebogene Sektion 513 überbrückt. Bei der vorliegenden Ausführungsform überlappt jede erste Öffnung 514 mit einem Spalt 205 zwischen dem ersten leitfähigen Abschnitt 2A und dem zweiten leitfähigen Abschnitt 2B und überlappt auch in der Draufsicht mit dem ersten leitfähigen Abschnitt 2A und dem zweiten leitfähigen Abschnitt 2B. Eine derartige Konfiguration erleichtert noch weiter das Fließen des Harzmaterials und die Bewegung von Blasen durch die ersten Öffnungen 514 hindurch, und zwar während des Einspritzens eines fließfähigen Harzmaterials, um das Versiegelungsharz 8 zu bilden. Es ist daher möglich, eine unvollständige Befüllung mit dem Versiegelungsharz 8 auf der unteren Seite (der z1-Seite) des ersten Teils 51 verlässlicher zu unterdrücken und die Erzeugung von Hohlräumen zu vermeiden.

**[0105]** Bei der vorliegenden Variation sind die zweiten gebogenen Sektionen 513 nahe an den ersten Halbleiterelementen 10A angeordnet, und die ersten Öffnungen 514 sind in den zweiten gebogenen Sektionen 513 ausgebildet. Demzufolge kann eine unvollständige Befüllung des Versiegelungsharzes 8 und eine Hohlraumzeugung effektiv nahe den ersten Halbleiterelementen 10A verhindert werden. Demzufolge kann eine durch Hohlräume erzeugte Raumentladung („space discharge“) an den oder um die ersten Halbleiterelemente 10A herum verhindert werden. Gemäß dem Halbleiterbauteil A2 ist daher die Verlässlichkeit zum Führen eines großen Stroms weiter verbessert. Die gleiche Wirkung wie

das Halbleiterbauteil A1 der oben beschriebenen Ausführungsform wird ebenfalls bereitgestellt, und zwar aufgrund der Konfiguration, die mit der oben beschriebenen Ausführungsform gemeinsam ist.

**[0106]** Das Halbleiterbauteil gemäß der vorliegenden Offenbarung ist nicht auf die oben beschriebenen Ausführungsformen eingeschränkt. Hinsichtlich der Konstruktion können verschiedene Modifikationen frei an der spezifischen Struktur von jedem Teil des Halbleiterbauteils gemäß der vorliegenden Offenbarung vorgenommen werden.

**[0107]** Obgleich bei der oben beschriebenen Ausführungsform ein einzelnes gemeinsames erstes leitfähiges Element 5 für eine Vielzahl von ersten Halbleiterelementen 10A verwendet wird, ist die vorliegende Offenbarung nicht hierauf eingeschränkt. Beispielsweise können eine Vielzahl von ersten leitfähigen Elementen 5 vorgesehen sein, um der Vielzahl von ersten Halbleiterelementen 10A zu entsprechen.

**[0108]** Die vorliegende Offenbarung beinhaltet Ausführungsformen, die in den nachstehenden Klauseln beschrieben sind.

Klausel 1.

**[0109]** Halbleiterbauteil mit:

einem leitfähigen Substrat (2), das eine Vorderfläche (201), die in einer Dickenrichtung (z) hin zu einer ersten Seite (z2) weist, und eine Rückfläche aufweist, die von der Vorderfläche weg weist;

wenigstens ein erstes Halbleiterelement (10A), das an die Vorderfläche gebondet ist und das eine Schalfunktion hat;

einem ersten leitfähigen Element (5), das einen Pfad für einen Hauptschaltungsstrom bildet, der durch das erste Halbleiterelement geschaltet wird; und

einem Versiegelungsharz (8), das das erste Halbleiterelement, das erste leitfähige Element und wenigstens einen Teil des leitfähigen Substrats bedeckt, wobei

das leitfähige Substrat (2) einen ersten leitfähigen Abschnitt (2A) und einen zweiten leitfähigen Abschnitt (2B) aufweist, die auf eine voneinander beabstandete Art und Weise auf einer ersten Seite (x2) bzw. auf einer zweiten Seite (x1) in einer ersten Richtung (x) angeordnet sind, die orthogonal ist zu der Dickenrichtung,

das erste Halbleiterelement (10A) elektrisch an den ersten leitfähigen Abschnitt (2A) gebondet ist,

das erste leitfähige Element (5) einen ersten Teil (51), der bei einer Betrachtung in der Dickenrichtung sowohl mit dem ersten leitfähigen Abschnitt (2A) als auch dem zweiten leitfähigen Abschnitt (2B) überlappt und der von der Vorderfläche (201) hin zu der ersten Seite (z2) in der Dickenrichtung beabstandet ist,

und

der erste Teil (51) eine erste Öffnung (514) aufweist. Klausel 2.

**[0110]** Halbleiterbauteil nach Klausel 1, wobei das erste leitfähige Element (2A) eine Platte aufweist, die aus einem Metall hergestellt ist.

Klausel 3.

**[0111]** Halbleiterbauteil nach Klausel 2, wobei die erste Öffnung mit einem Spalt (205) bzw. Zwischenraum zwischen dem ersten leitfähigen Abschnitt und dem zweiten leitfähigen Abschnitt überlappt, und zwar bei einer Betrachtung in der Dickenrichtung

Klausel 4.

**[0112]** Halbleiterbauteil nach Klausel 3, wobei die erste Öffnung (514) mit wenigstens einem von dem ersten leitfähigen Abschnitt und dem zweiten leitfähigen Abschnitt überlappt, und zwar bei einer Betrachtung in der Dickenrichtung.

Klausel 5.

**[0113]** Halbleiterbauteil nach einer beliebigen der Klauseln 2 bis 4, wobei das erste leitfähige Element (5) aufweist: einen ersten Bond-Abschnitt (52), der in Bezug auf den ersten Teil (51) auf der ersten Seite (x2) in der ersten Richtung angeordnet ist und der an das erste Halbleiterelement (10A) gebondet ist; und einen zweiten Bond-Abschnitt (53), der in Bezug auf den ersten Teil (51) auf der zweiten Seite (x1) in der ersten Richtung angeordnet ist und der an den zweiten leitfähigen Abschnitt (2B) gebondet ist.

Klausel 6.

**[0114]** Halbleiterbauteil nach Klausel 5, wobei der erste Teil (51) eine flache Sektion (511), eine erste gebogene Sektion (512) und eine zweite gebogene Sektion (513) beinhaltet, wobei die flache Sektion (511) parallel zu der Vorderfläche angeordnet ist und mit dem ersten leitfähigen Abschnitt und dem zweiten leitfähigen Abschnitt überlappt, und zwar bei einer Betrachtung in der Dickenrichtung, wobei die erste gebogene Sektion (512) sowohl mit einem Ende auf der ersten Seite in der ersten Richtung der flachen Sektion (511) als auch mit dem ersten Bond-Abschnitt (52) verbunden ist und sich, mit Fortschreiten hin zu der ersten Seite in der ersten Richtung, hin

zu der zweiten Seite (z1) in der Dickenrichtung erstreckt, wobei die zweite gebogene Sektion (513) sowohl mit einem Ende auf der zweiten Seite in der ersten Richtung der flachen Sektion (511) als auch mit dem zweiten Bond-Abschnitt (53) verbunden ist und sich, mit Fortschreiten hin zu der zweiten Seite in der ersten Richtung, hin zu der zweiten Seite (z1) in der Dickenrichtung erstreckt, und wobei die erste Öffnung (514) zumindest in der flachen Sektion (511) ausgebildet ist.

Klausel 7.

**[0115]** Halbleiterbauteil nach Klausel 6, wobei die erste Öffnung (514) in wenigstens einer von der ersten gebogenen Sektion und der zweiten gebogenen Sektion ausgebildet ist.

Klausel 8.

**[0116]** Halbleiterbauteil nach Klausel 6 oder 7, wobei das wenigstens eine erste Halbleiterelement (10A) eine Vielzahl von ersten Halbleiterelementen beinhaltet, wobei die Vielzahl von ersten Halbleiterelementen mit Abständen in einer zweiten Richtung angeordnet bzw. aufgereiht sind, die orthogonal ist sowohl zu der Dickenrichtung als auch zu der ersten Richtung.

Klausel 9.

**[0117]** Halbleiterbauteil nach Klausel 8, wobei die erste Öffnung (514) eine Vielzahl von Öffnungen beinhaltet, die in der zweiten Richtung angeordnet bzw. aufgereiht sind, so dass sie jeweils der Vielzahl von ersten Halbleiterelementen entsprechen.

Klausel 10.

**[0118]** Halbleiterbauteil nach Klausel 9, wobei die flache Sektion (511) sich kontinuierlich erstreckt, um einer Fläche bzw. einem Flächenbereich („area“) zu entsprechen, innerhalb der die ersten Halbleiterelemente in der zweiten Richtung angeordnet sind.

Klausel 11.

**[0119]** Halbleiterbauteil nach Klausel 9 oder 10, wobei der erste Bond-Abschnitt, der zweite Bond-Abschnitt, die erste gebogene Sektion und die zweite gebogene Sektion so angeordnet sind, dass sie einem jeweiligen der Vielzahl von ersten Halbleiterelementen (10A) in der zweiten Richtung entsprechen.

Klausel 12.

**[0120]** Halbleiterbauteil nach einer beliebigen der Klauseln 9 bis 11, ferner mit:

einer Vielzahl von zweiten Halbleiterelementen (10B), die elektrisch an den zweiten leitfähigen Abschnitt (2B) gebondet sind und die eine Schaltfunktion haben; und

einem zweiten leitfähigen Element (6), das eine Platte aufweist, die aus einem Metall hergestellt ist, wobei

das zweite leitfähige Element einen ersten Verdrahtungsabschnitt (61) und einen zweiten Verdrahtungsabschnitt (62) beinhaltet,

der erste Verdrahtungsabschnitt (61) mit der Vielzahl von zweiten Halbleiterelementen verbunden ist, und

der zweite Verdrahtungsabschnitt (62) in Bezug auf den ersten Verdrahtungsabschnitt auf der ersten Seite (x2) in der ersten Richtung angeordnet ist und sowohl mit der Vielzahl von ersten Halbleiterelementen (10A) als auch dem ersten Bond-Abschnitt (52) überlappt.

Klausel 13.

**[0121]** Halbleiterbauteil nach Klausel 12, wobei die Vielzahl von zweiten Halbleiterelementen (10B) mit Abständen in der zweiten Richtung angeordnet bzw. aufgereiht sind, und

wobei die Vielzahl von ersten Halbleiterelementen (10A) und die Vielzahl von zweiten Halbleiterelementen (10B) einander bei einer Betrachtung in der ersten Richtung (x) überlappen.

Klausel 14.

**[0122]** Halbleiterbauteil nach Klausel 13, wobei der zweite Verdrahtungsabschnitt (62) einen ersten Streifen (621) und einen zweiten Streifen (622) beinhaltet,

wobei der erste Streifen (621) von dem ersten Verdrahtungsabschnitt (61) in der ersten Richtung beabstandet ist und sowohl mit der Vielzahl von ersten Halbleiterelementen (10A) als auch dem ersten Bond-Abschnitt (52) überlappt, und zwar bei einer Betrachtung in der Dickenrichtung, und wobei der zweite Streifen (622) an einem Ende hiervon auf der ersten Seite (x2) in der ersten Richtung mit dem ersten Streifen (621) an einem Ort verbunden ist, der zwischen benachbarten der ersten Halbleiterelemente (10A) liegt, und an einem Ende hiervon auf der zweiten Seite (x1) in der ersten Richtung mit dem ersten Verdrahtungsabschnitt (61) an einem Ort verbunden ist, der zwischen benachbarten der zweiten Halbleiterelemente (10B) liegt.

Klausel 15.

**[0123]** Halbleiterbauteil nach Klausel 14, wobei der zweite Streifen (622) mit der flachen Sektion (511)

des ersten leitfähigen Elements (5) überlappt, und zwar bei einer Betrachtung in der Dickenrichtung.

#### Klausel 16.

**[0124]** Halbleiterbauteil nach Klausel 14 oder 15, wobei das zweite leitfähige Element (6) einen dritten Verdrahtungsabschnitt (63) und einen vierten Verdrahtungsabschnitt (64) beinhaltet, wobei der dritte Verdrahtungsabschnitt (63) sowohl mit einem Ende des ersten Verdrahtungsabschnitts (61) auf einer ersten Seite (y2) in der zweiten Richtung als auch mit einem Ende des ersten Streifens (621) auf der ersten Seite (y2) in der zweiten Richtung verbunden ist und sich in der ersten Richtung (x) erstreckt, und wobei der vierte Verdrahtungsabschnitt sowohl mit einem Ende des ersten Verdrahtungsabschnitts (61) auf einer zweiten (y1) Seite in der zweiten Richtung als auch mit einem Ende des ersten Streifens (621) auf der zweiten Seite (y1) in der zweiten Richtung verbunden ist und sich in der ersten Richtung (x) erstreckt.

#### Klausel 17.

**[0125]** Halbleiterbauteil nach einer beliebigen der Klauseln 12 bis 15, wobei das zweite leitfähige Element (6) mit keiner der Vielzahl von Öffnungen der ersten Öffnung (514) überlappt, und zwar bei einer Betrachtung in der Dickenrichtung.

#### Klausel 18.

**[0126]** Halbleiterbauteil nach einer beliebigen der Klauseln 12 bis 17, wobei das erste leitfähige Element (5) und das zweite leitfähige Element (6) Kupfer enthalten.

#### Klausel 19.

**[0127]** Halbleiterbauteil nach einer beliebigen der Klauseln 2 bis 18, wobei die erste Öffnung (514) ein Durchgangsloch ist, das den ersten Teil (51) in einer Plattendickenrichtung durchdringt.

### BEZUGSZEICHENLISTE

#### **[0128]**

A1, A2: Halbleiterbauteil 10A: Erstes Halbleiterelement 10B: Zweites Halbleiterelement 101: Elementvorderfläche 102: Elementrückfläche 11: Erste Vorderelektrode  
12: Zweite Vorderelektrode  
13: Dritte Vorderelektrode 15: Rückelektrode  
17: Thermistor  
19: Leitfähiges Bond-Material 2: Leitfähiges Substrat  
2A: Erster leitfähiger Abschnitt  
2B: Zweiter leitfähiger Abschnitt 201: Vorderfläche  
202: Rückfläche

205: Spalt 29: Leitfähiges Bond-Material 3: Träger-substrat  
301: Trägerfläche 302: Bodenfläche 31: Isolierschicht  
32: Erste Metallschicht 32A: Erster Abschnitt 32B: Zweiter Abschnitt  
321: Erste Bond-Schicht 33: Zweite Metallschicht 41: Erstes Terminal  
42: Zweites Terminal 43: Drittes Terminal 44: Viertes Terminal  
45: Steuer-Terminal 451: Halter 452: Metallstift  
459: Leitfähiges Bond-Material  
46A, 46B, 46C, 46D, 46E: Erstes Steuer-Terminal  
47A, 47B, 47C, 47D: Zweites Steuer-Terminal  
48: Steuer-Terminalträger 481: Isolierschicht  
482: Erste Metallschicht  
482A: Erster Abschnitt 482B: Zweiter Abschnitt  
482C: Dritter Abschnitt 482D: Vierter Abschnitt  
482E: Fünfter Abschnitt 482F: Sechster Abschnitt

483: Zweite Metallschicht 49: Bond-Material  
5: Erstes leitfähiges Element  
51: Erster Teil 511: Flache Sektion 512: Erste gebogene Sektion  
513: Zweite gebogene Sektion 514: Erste Öffnung  
52: Erster Bond-Abschnitt  
521: Öffnung 53: Zweiter Bond-Abschnitt  
59: Leitfähiges Bond-Material  
6: Zweites leitfähiges Element 61: Erster Verdrahtungsabschnitt  
611: Zurückversetzte Region  
611a: Öffnung 62: Zweiter Verdrahtungsabschnitt  
621: Erster Streifen  
621a: Vorstehende Region 622: Zweiter Streifen  
63: Dritter Verdrahtungsabschnitt  
631: Erstes Ende 632: Zweites Ende 633: Öffnung  
64: Vierter Verdrahtungsabschnitt 641: Drittes Ende  
642: Viertes Ende  
643: Öffnung 69: Leitfähiges Bond-Material  
71, 72, 73, 74: Draht 8: Versiegelungsharz  
81: Harzvorderfläche 82: Harzrückfläche  
831, 832: Harzseitenfläche  
832a: Ausnehmung 833, 834: Harzseitenfläche  
851: Erster Vorsprung 851a: Endfläche des ersten Vorsprungs  
851b: Ausnehmung 851c: Innenwandfläche 852: Zweiter Vorsprung 86: Harzhohlraum 88: Harzfüllabschnitt

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

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

**Zitierte Patentliteratur**

- JP 2015220382 A [0003]

## Patentansprüche

1. Halbleiterbauteil mit:  
 einem leitfähigen Substrat, das eine Vorderfläche, die in einer Dickenrichtung hin zu einer ersten Seite weist, und eine Rückfläche aufweist, die weg von der Vorderfläche weist;  
 wenigstens ein erstes Halbleiterelement, das an die Vorderfläche gebondet ist und das eine Schaltfunktion hat;  
 einem ersten leitfähigen Element, das einen Pfad für einen Hauptschaltungsstrom bildet, der durch das erste Halbleiterelement geschaltet wird; und  
 einem Versiegelungsharz, das das erste Halbleiterelement, das erste leitfähige Element und wenigstens einen Teil des leitfähigen Substrats bedeckt, wobei  
 das leitfähige Substrat einen ersten leitfähigen Abschnitt und einen zweiten leitfähigen Abschnitt aufweist, die auf eine voneinander beabstandete Art und Weise auf einer ersten Seite bzw. auf einer zweiten Seite in einer ersten Richtung angeordnet sind, die orthogonal ist zu der Dickenrichtung,  
 das erste Halbleiterelement elektrisch an den ersten leitfähigen Abschnitt gebondet ist,  
 das erste leitfähige Element einen ersten Teil, der bei einer Betrachtung in der Dickenrichtung sowohl mit dem ersten leitfähigen Abschnitt als auch dem zweiten leitfähigen Abschnitt überlappt und der von der Vorderfläche hin zu der ersten Seite in der Dickenrichtung beabstandet ist, und  
 der erste Teil eine erste Öffnung aufweist.

2. Halbleiterbauteil nach Anspruch 1, wobei das erste leitfähige Element eine Platte aufweist, die aus einem Metall hergestellt ist.

3. Halbleiterbauteil nach Anspruch 2, wobei die erste Öffnung mit einem Spalt zwischen dem ersten leitfähigen Abschnitt und dem zweiten leitfähigen Abschnitt überlappt, und zwar bei einer Betrachtung in der Dickenrichtung.

4. Halbleiterbauteil nach Anspruch 3, wobei die erste Öffnung mit wenigstens einem von dem ersten leitfähigen Abschnitt und dem zweiten leitfähigen Abschnitt überlappt, und zwar bei einer Betrachtung in der Dickenrichtung.

5. Halbleiterbauteil nach einem beliebigen der Ansprüche 2 bis 4, wobei das erste leitfähige Element aufweist: einen ersten Bond-Abschnitt, der in Bezug auf den ersten Teil auf der ersten Seite in der ersten Richtung angeordnet ist und der an das erste Halbleiterelement gebondet ist; und einen zweiten Bond-Abschnitt, der in Bezug auf den ersten Teil auf der zweiten Seite in der ersten Richtung angeordnet ist und der an den zweiten leitfähigen Abschnitt gebondet ist.

6. Halbleiterbauteil nach Anspruch 5, wobei der erste Teil eine flache Sektion, eine erste gebogene Sektion und eine zweite gebogene Sektion beinhaltet, wobei die flache Sektion parallel zu der Vorderfläche angeordnet ist und mit dem ersten leitfähigen Abschnitt und dem zweiten leitfähigen Abschnitt überlappt, und zwar bei einer Betrachtung in der Dickenrichtung, wobei die erste gebogene Sektion sowohl mit einem Ende auf der ersten Seite in der ersten Richtung der flachen Sektion als auch mit dem ersten Bond-Abschnitt verbunden ist und sich hin zu der zweiten Seite in der Dickenrichtung erstreckt, und zwar mit Fortschreiten hin zu der ersten Seite in der ersten Richtung, wobei die zweite gebogene Sektion sowohl mit einem Ende auf der zweiten Seite in der ersten Richtung der flachen Sektion als auch mit dem zweiten Bond-Abschnitt verbunden ist und sich hin zu der zweiten Seite in der Dickenrichtung erstreckt, und zwar mit Fortschreiten hin zu der zweiten Seite in der ersten Richtung, und wobei die erste Öffnung zumindest in der flachen Sektion ausgebildet ist.

7. Halbleiterbauteil nach Anspruch 6, wobei die erste Öffnung in wenigstens einer von der ersten gebogenen Sektion und der zweiten gebogenen Sektion ausgebildet ist.

8. Halbleiterbauteil nach Anspruch 6 oder 7, wobei das wenigstens eine erste Halbleiterelement eine Vielzahl von ersten Halbleiterelementen beinhaltet, wobei die Vielzahl von ersten Halbleiterelementen mit Abständen in einer zweiten Richtung (y) angeordnet sind, die orthogonal ist sowohl zu der Dickenrichtung als auch zu der ersten Richtung.

9. Halbleiterbauteil nach Anspruch 8, wobei die erste Öffnung eine Vielzahl von Öffnungen beinhaltet, die in der zweiten Richtung angeordnet sind, so dass sie jeweils der Vielzahl von ersten Halbleiterelementen entsprechen.

10. Halbleiterbauteil nach Anspruch 9, wobei die flache Sektion sich kontinuierlich erstreckt, um einem Flächenbereich zu entsprechen, innerhalb der die ersten Halbleiterelemente in der zweiten Richtung angeordnet sind.

11. Halbleiterbauteil nach Anspruch 9 oder 10, wobei der erste Bond-Abschnitt, der zweite Bond-Abschnitt, die erste gebogene Sektion und die zweite gebogene Sektion so angeordnet sind, dass sie einem jeweiligen der Vielzahl von ersten Halbleiterelementen in der zweiten Richtung entsprechen.

12. Halbleiterbauteil nach einem beliebigen der Ansprüche 9 bis 11, ferner mit:  
 einer Vielzahl von zweiten Halbleiterelementen, die elektrisch an den zweiten leitfähigen Abschnitt gebondet sind und die eine Schaltfunktion haben;

und einem zweiten leitfähigen Element, das eine Platte aufweist, die aus einem Metall hergestellt ist, wobei das zweite leitfähige Element einen ersten Verdrahtungsabschnitt und einen zweiten Verdrahtungsabschnitt beinhaltet, der erste Verdrahtungsabschnitt mit der Vielzahl von zweiten Halbleiterelementen verbunden ist, und der zweite Verdrahtungsabschnitt in Bezug auf den ersten Verdrahtungsabschnitt auf der ersten Seite in der ersten Richtung angeordnet ist und sowohl mit der Vielzahl von ersten Halbleiterelementen als auch dem ersten Bond-Abschnitt überlappt.

13. Halbleiterbauteil nach Anspruch 12, wobei die Vielzahl von zweiten Halbleiterelementen mit Abständen in der zweiten Richtung angeordnet sind, und wobei die Vielzahl von ersten Halbleiterelementen und die Vielzahl von zweiten Halbleiterelementen einander bei einer Betrachtung in der ersten Richtung überlappen.

14. Halbleiterbauteil nach Anspruch 13, wobei der zweite Verdrahtungsabschnitt einen ersten Streifen und einen zweiten Streifen beinhaltet, wobei der erste Streifen von dem ersten Verdrahtungsabschnitt in der ersten Richtung beabstandet ist und sowohl mit der Vielzahl von ersten Halbleiterelementen als auch dem ersten Bond-Abschnitt überlappt, und zwar bei einer Betrachtung in der Dickenrichtung, und wobei der zweite Streifen an einem Ende hiervon auf der ersten Seite in der ersten Richtung mit dem ersten Streifen an einem Ort verbunden ist, der zwischen benachbarten der ersten Halbleiterelemente liegt, und an einem Ende hiervon auf der zweiten Seite in der ersten Richtung mit dem ersten Verdrahtungsabschnitt an einem Ort verbunden ist, der zwischen benachbarten der zweiten Halbleiterelemente liegt.

15. Halbleiterbauteil nach Anspruch 14, wobei der zweite Streifen mit der flachen Sektion des ersten leitfähigen Elements überlappt, und zwar bei einer Betrachtung in der Dickenrichtung.

16. Halbleiterbauteil nach Anspruch 14 oder 15, wobei das zweite leitfähige Element einen dritten Verdrahtungsabschnitt und einen vierten Verdrahtungsabschnitt beinhaltet, wobei der dritte Verdrahtungsabschnitt sowohl mit einem Ende auf einer ersten Seite in der zweiten Richtung des ersten Verdrahtungsabschnitts als auch mit einem Ende auf der ersten Seite in der zweiten Richtung des ersten Streifens verbunden ist und sich in der ersten Richtung erstreckt, und wobei der vierte Verdrahtungsabschnitt sowohl mit einem Ende auf einer zweiten Seite in der zweiten Richtung des ersten Verdrahtungsabschnittes als auch mit einem Ende auf der zweiten Seite in der

zweiten Richtung des ersten Streifens verbunden ist und sich in der ersten Richtung erstreckt.

17. Halbleiterbauteil nach einem beliebigen der Ansprüche 12 bis 15, wobei das zweite leitfähige Element mit keiner der Vielzahl von Öffnungen der ersten Öffnung überlappt, und zwar bei einer Betrachtung in der Dickenrichtung.

18. Halbleiterbauteil nach einem beliebigen der Ansprüche 12 bis 17, wobei das erste leitfähige Element und das zweite leitfähige Element Kupfer enthalten.

19. Halbleiterbauteil nach einem beliebigen der Ansprüche 2 bis 18, wobei die erste Öffnung ein Durchgangsloch ist, das den ersten Teil in einer Dickenrichtung der Platte durchdringt.

Es folgen 23 Seiten Zeichnungen



FIG.2

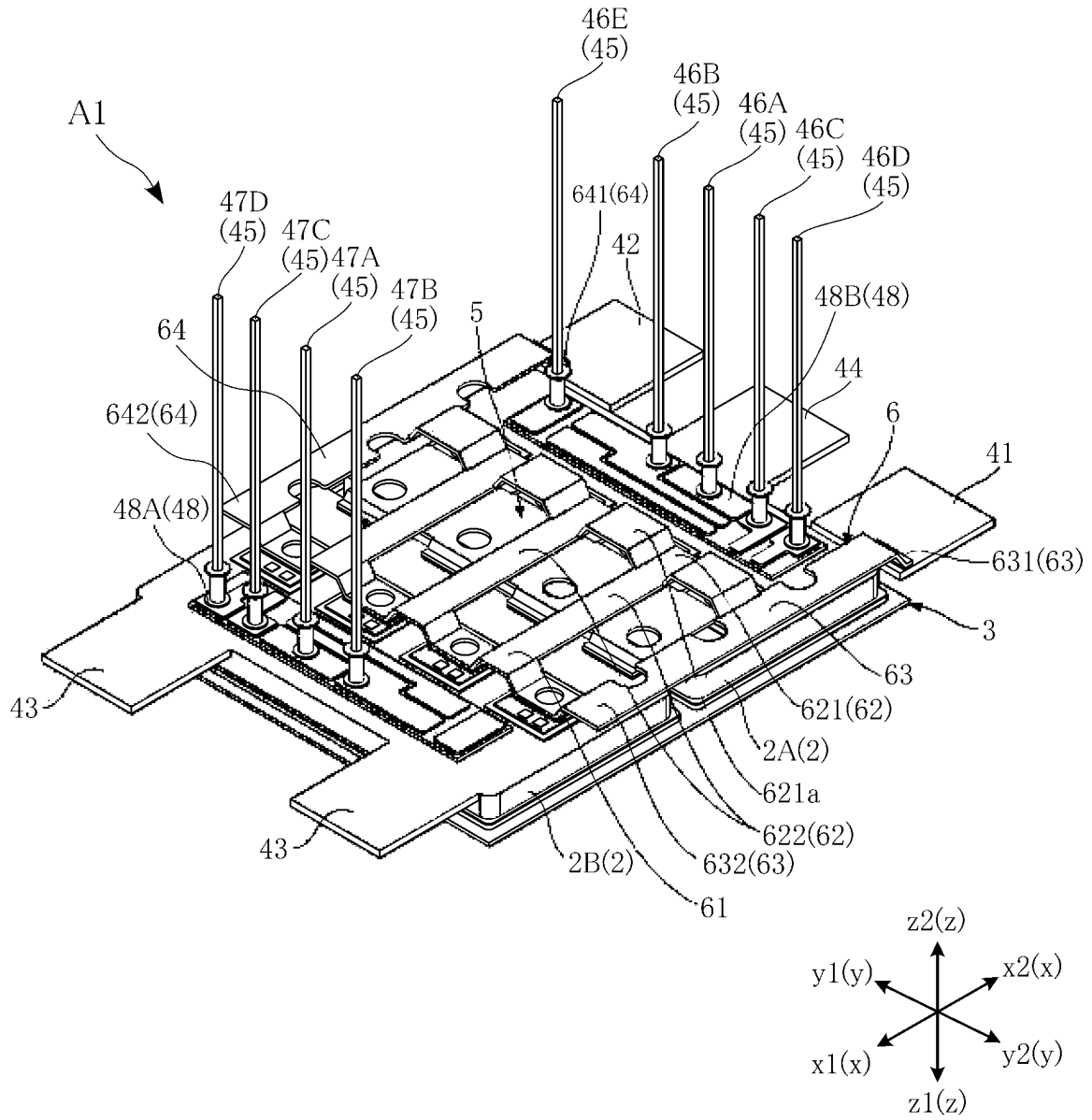


FIG.3

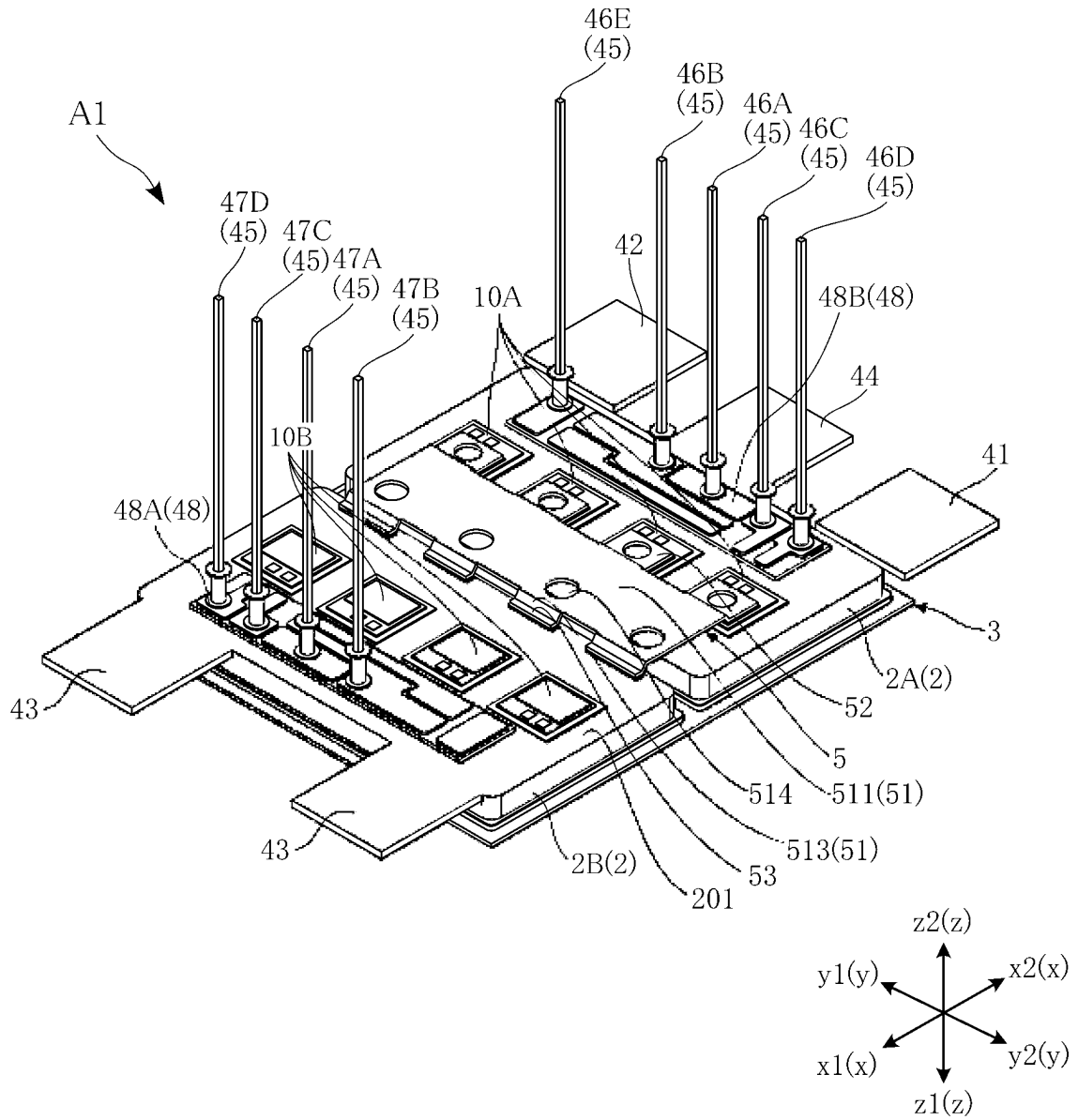


FIG.4

A1

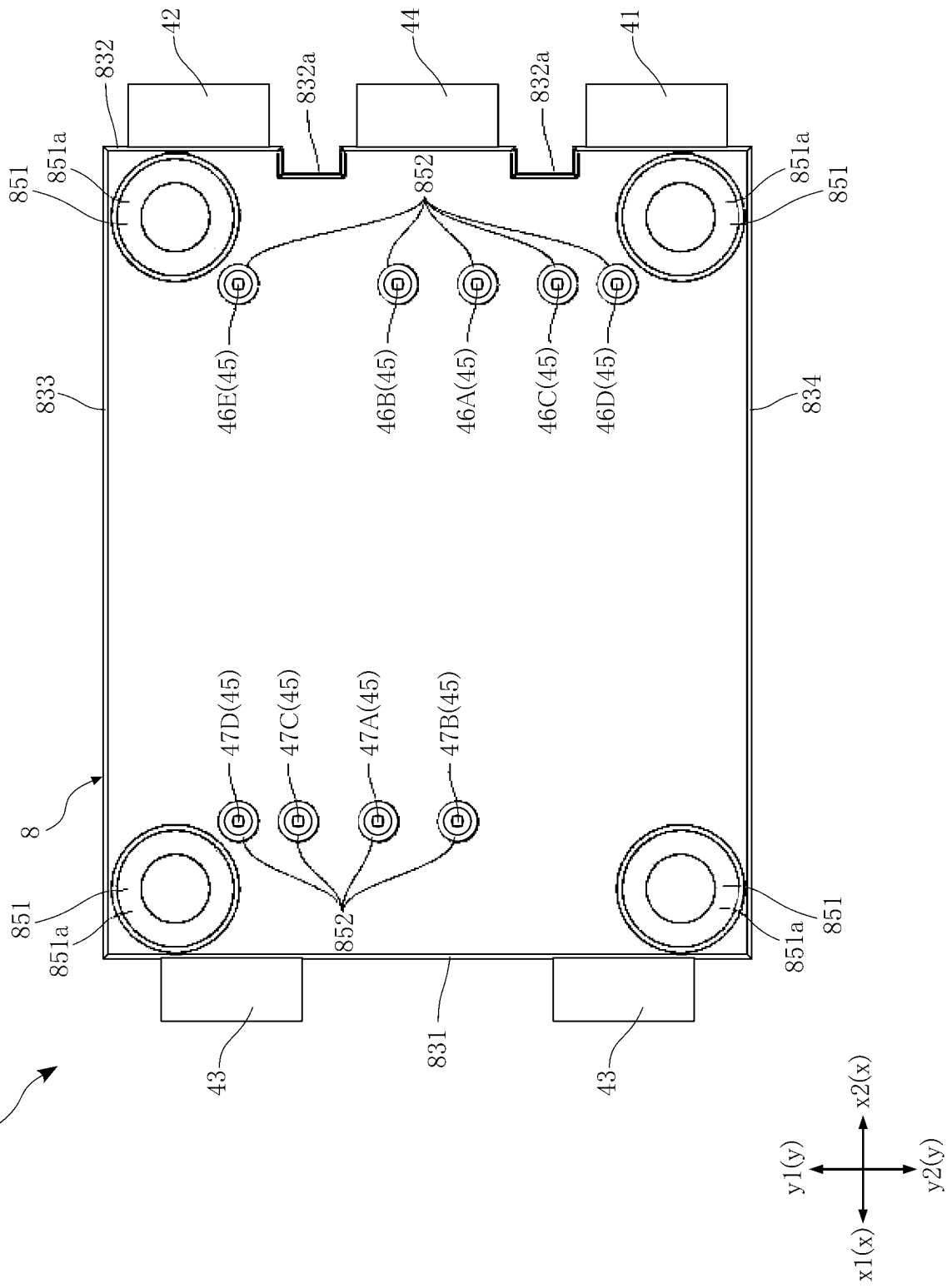


FIG.5 AI

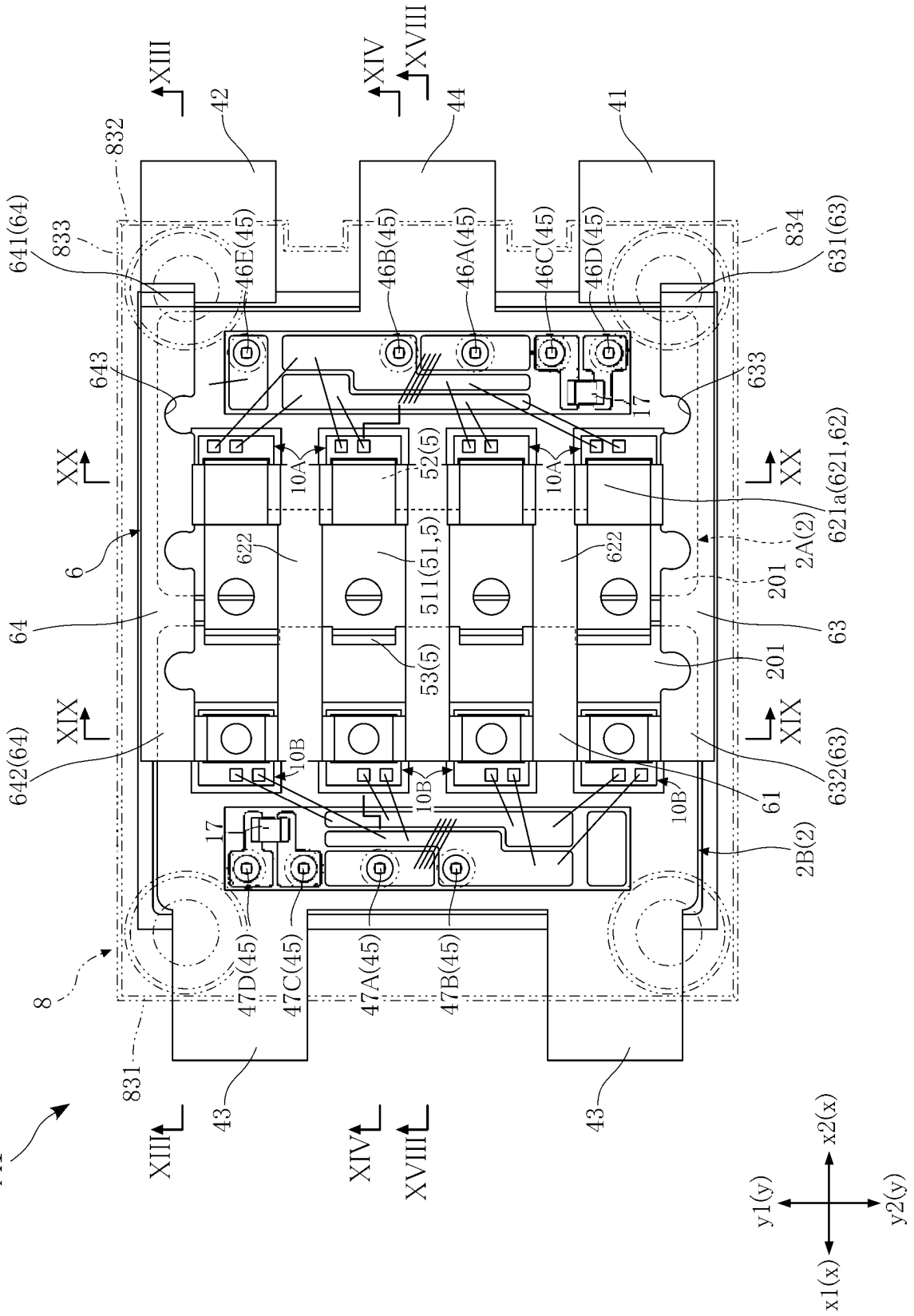


FIG.6

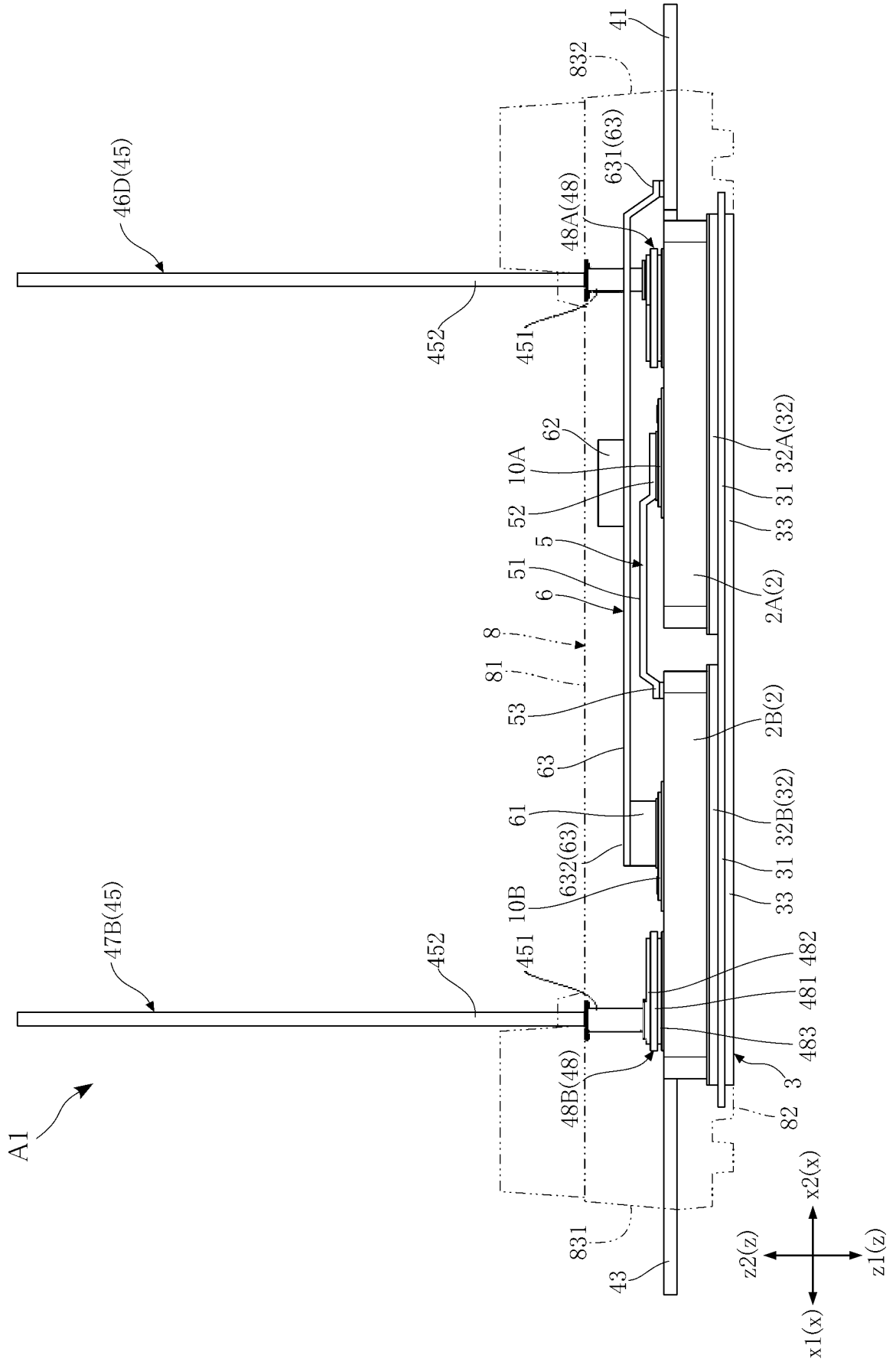


FIG.7

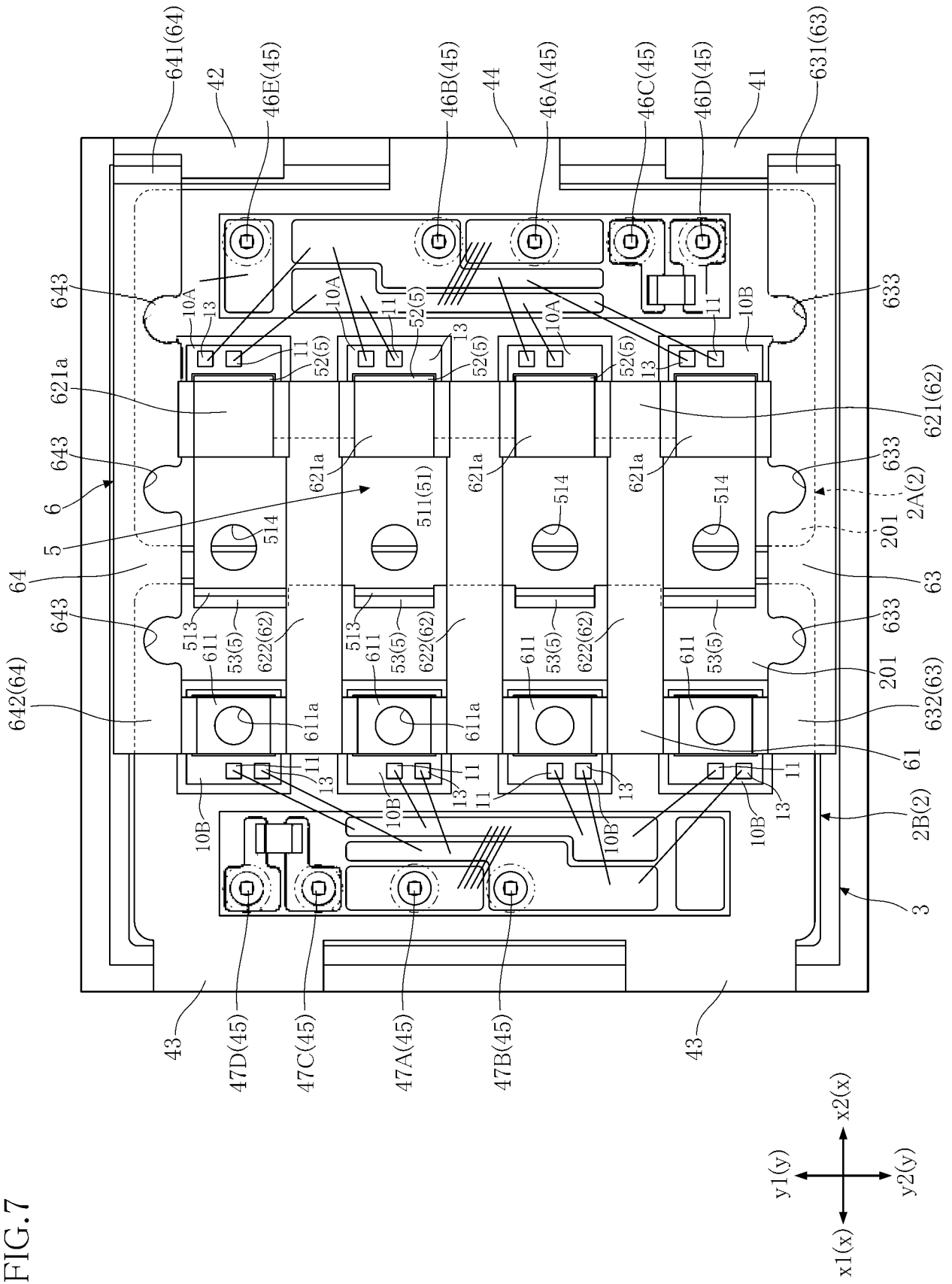


FIG.8

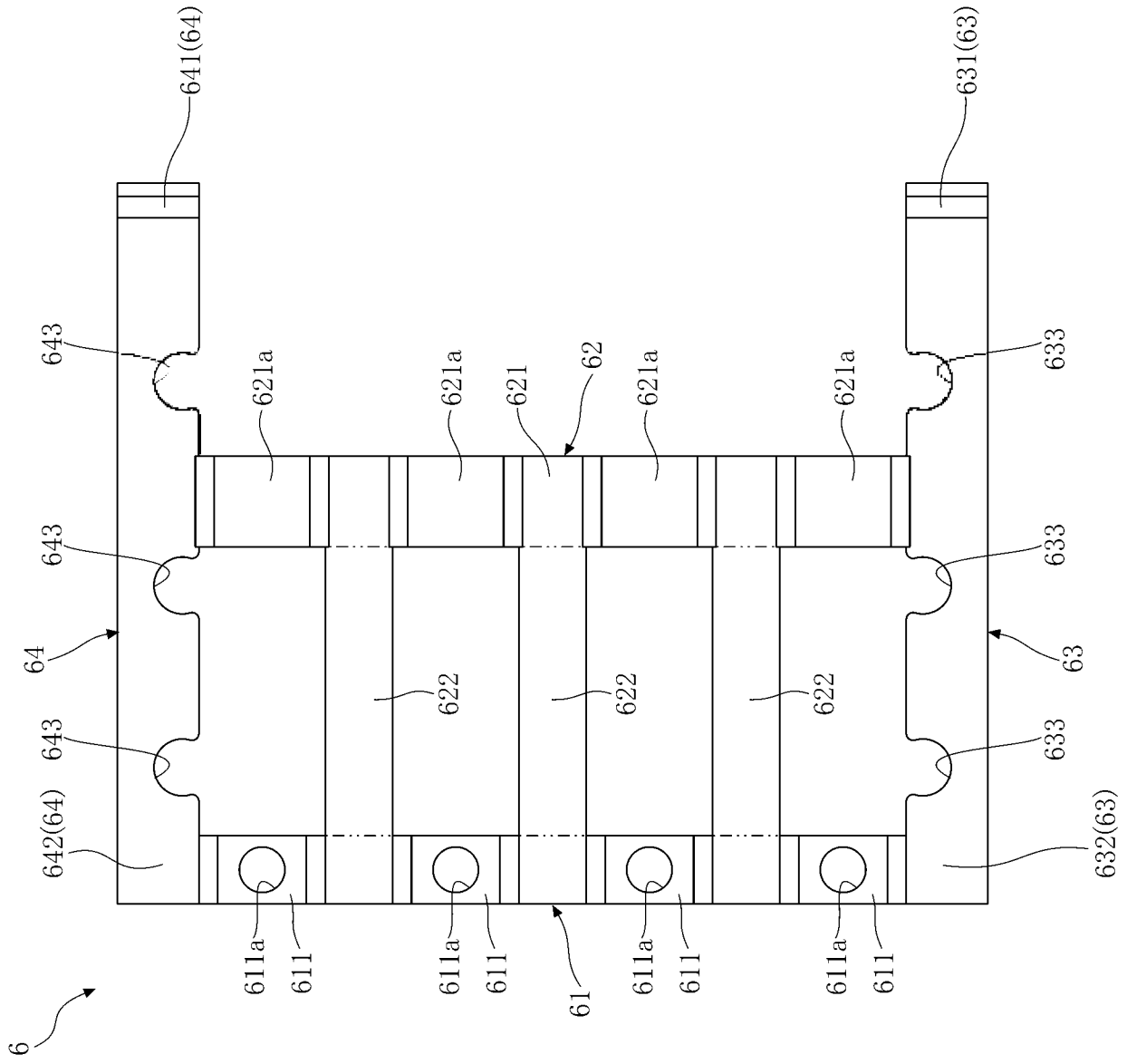


FIG.9

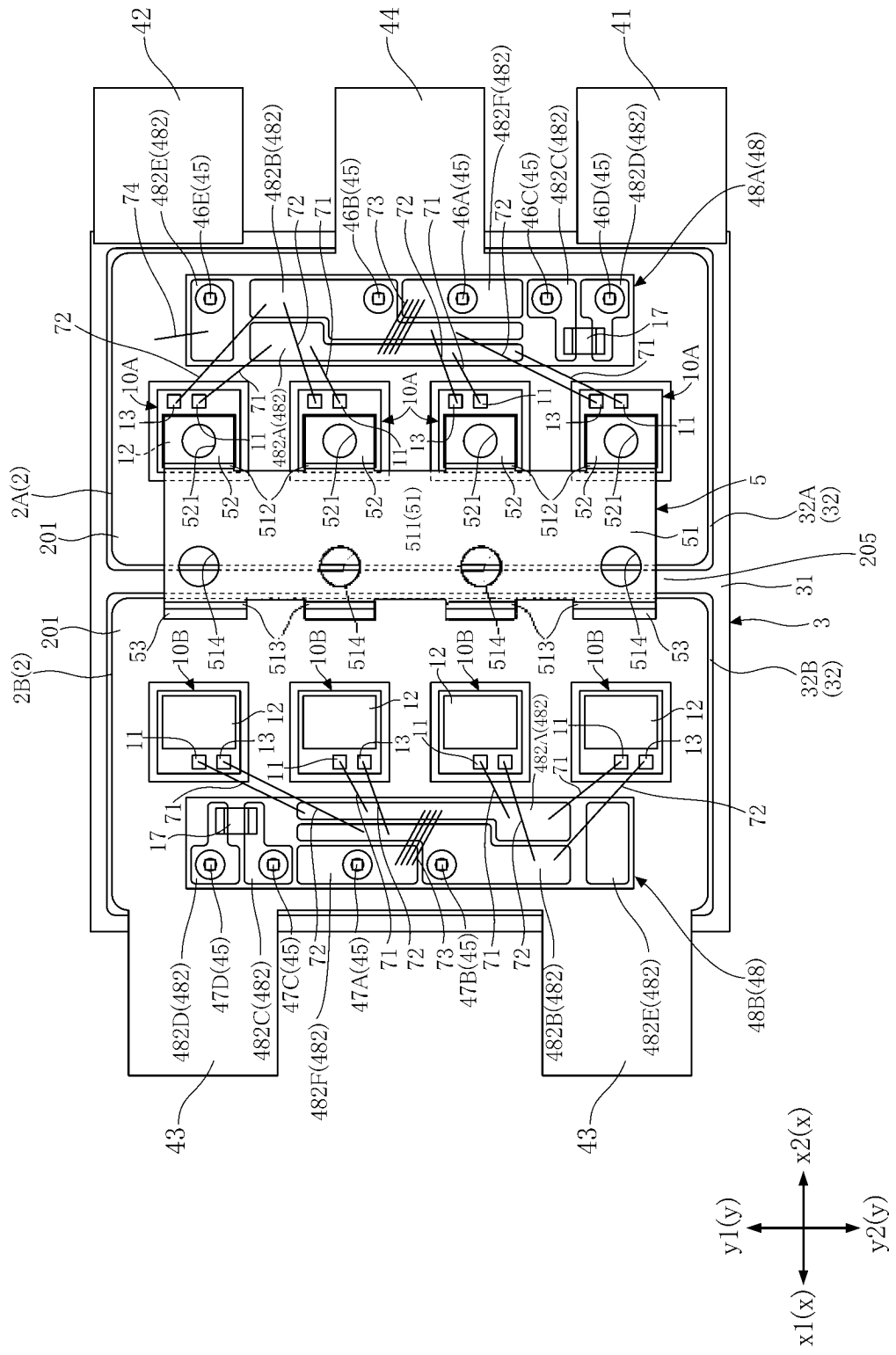


FIG.10

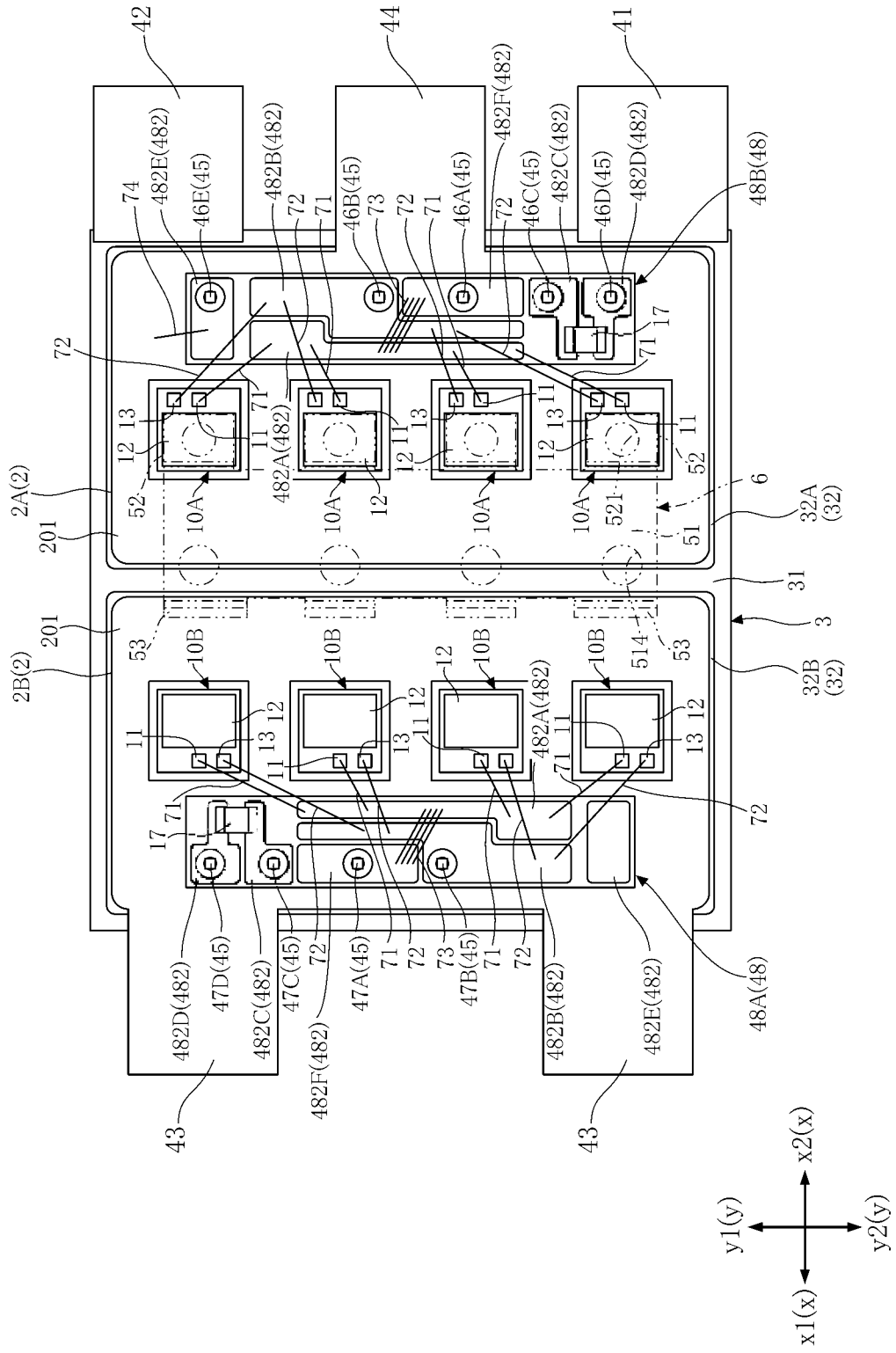


FIG. 11

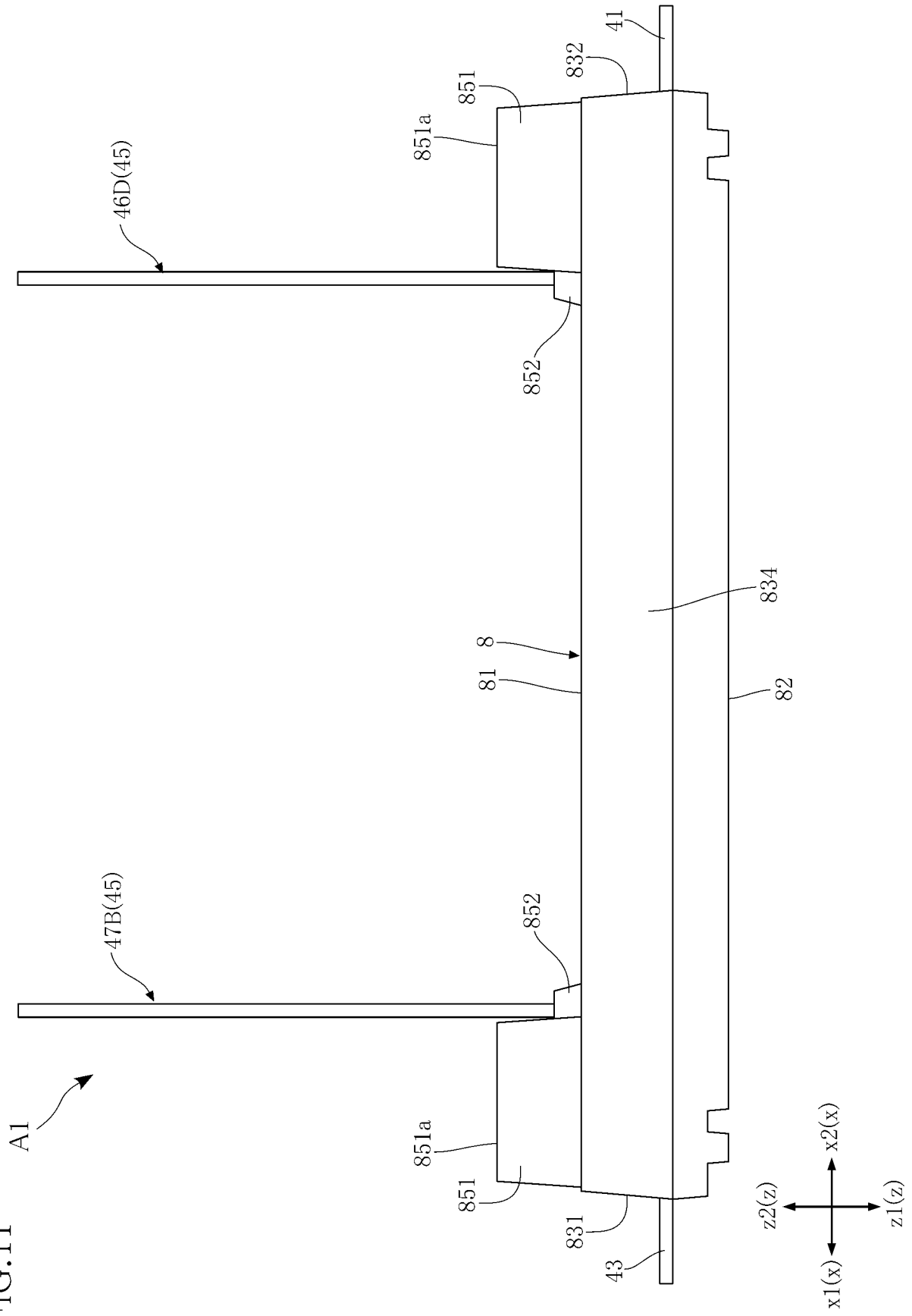


FIG.12

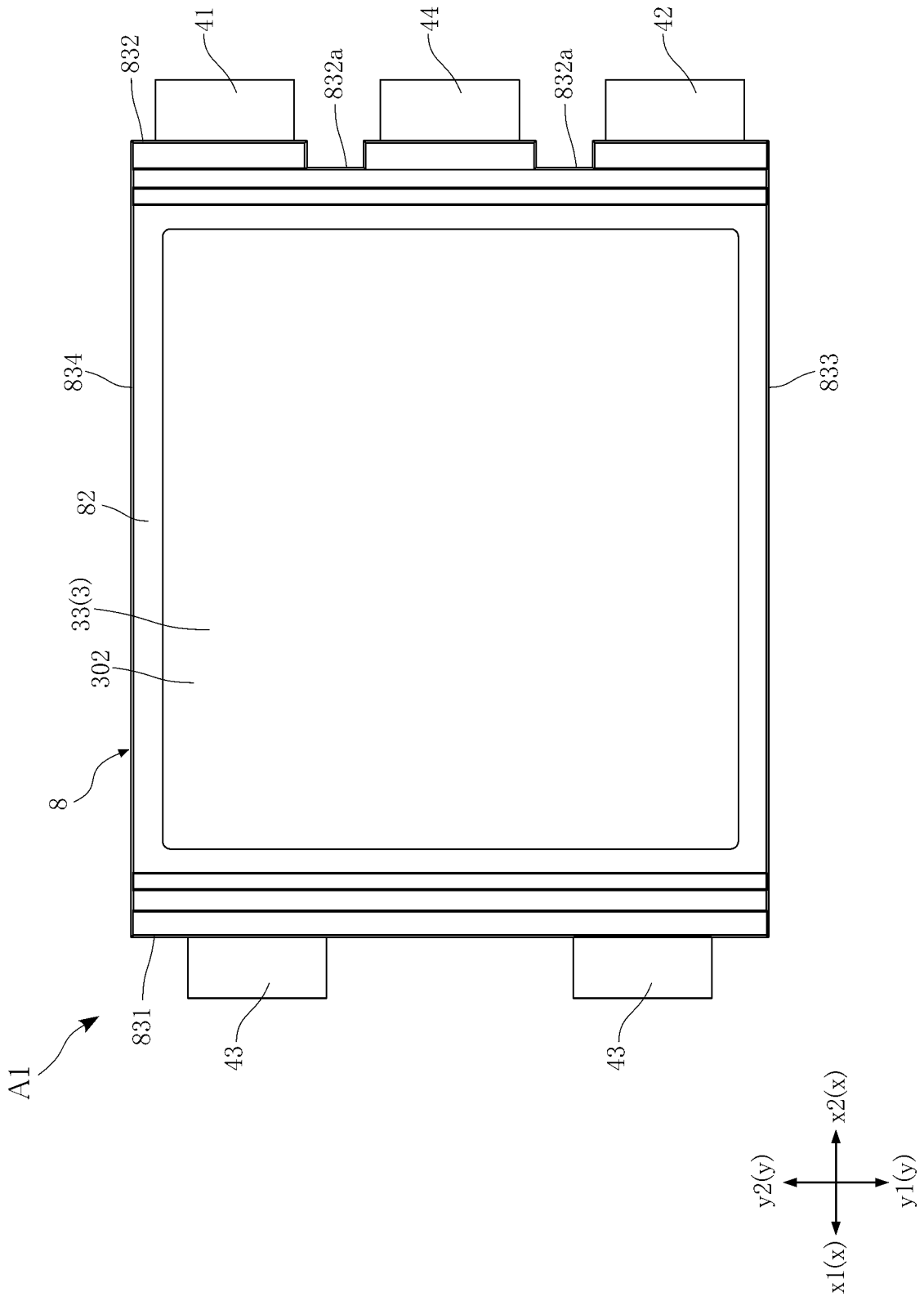


FIG.13

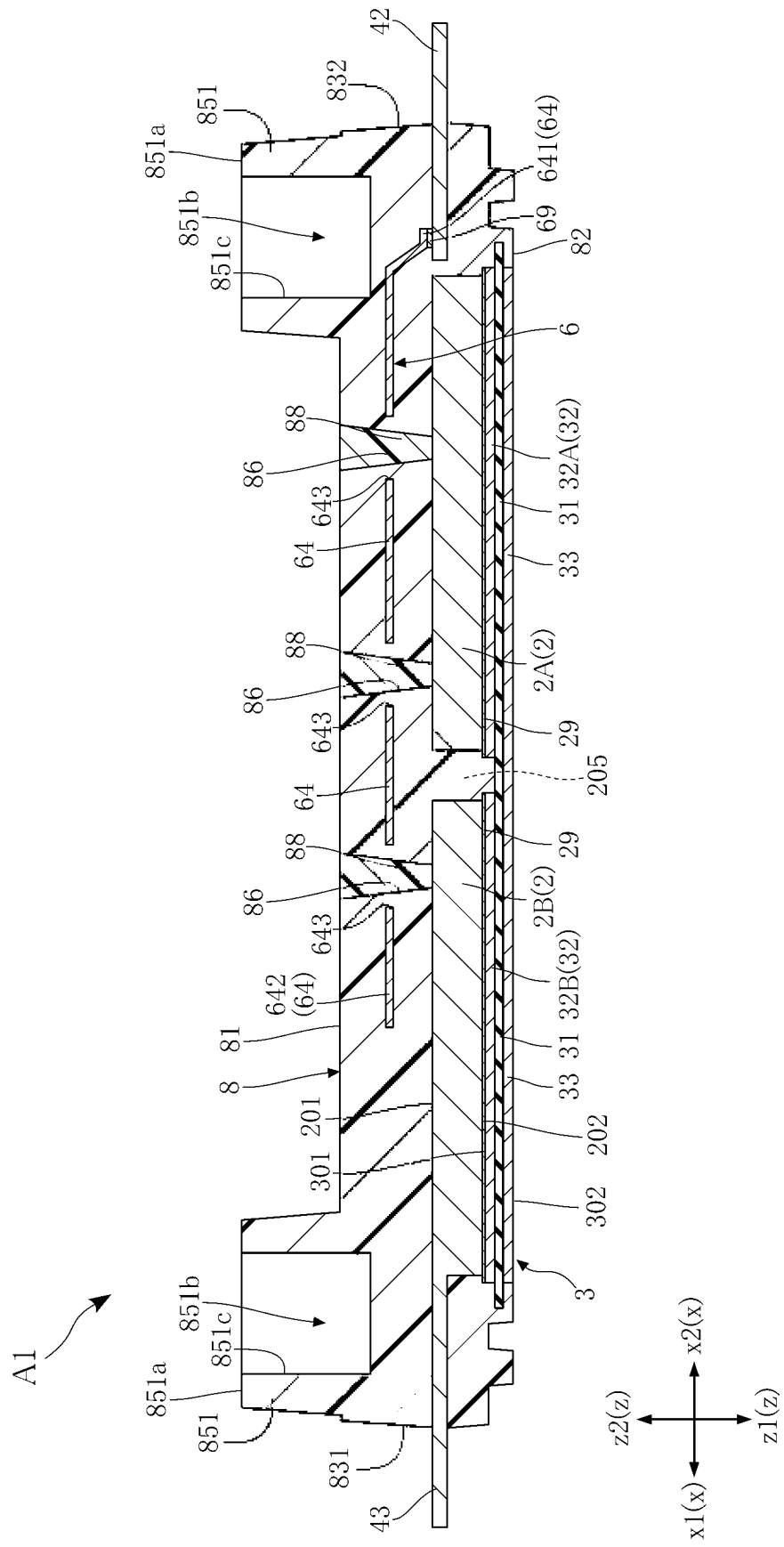


FIG.14

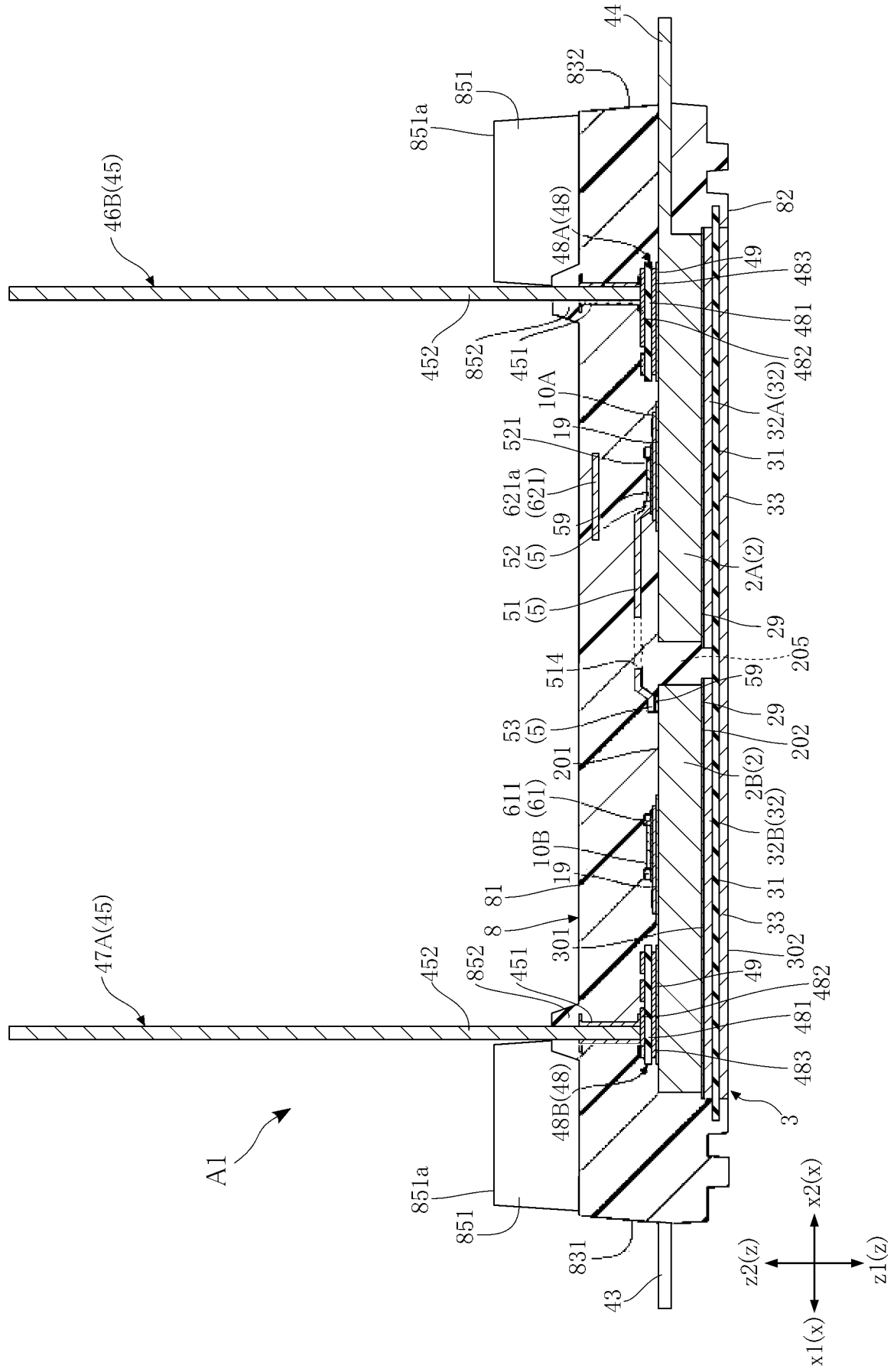


FIG.15

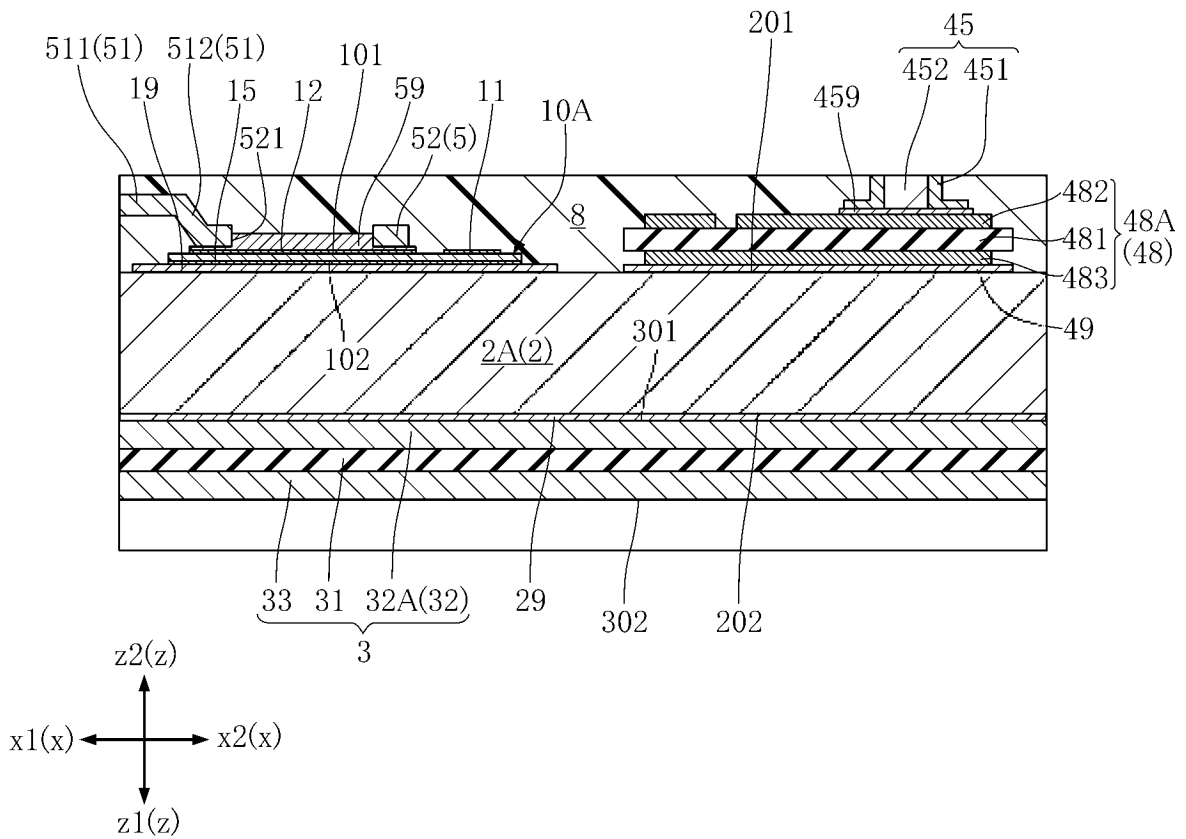


FIG.16

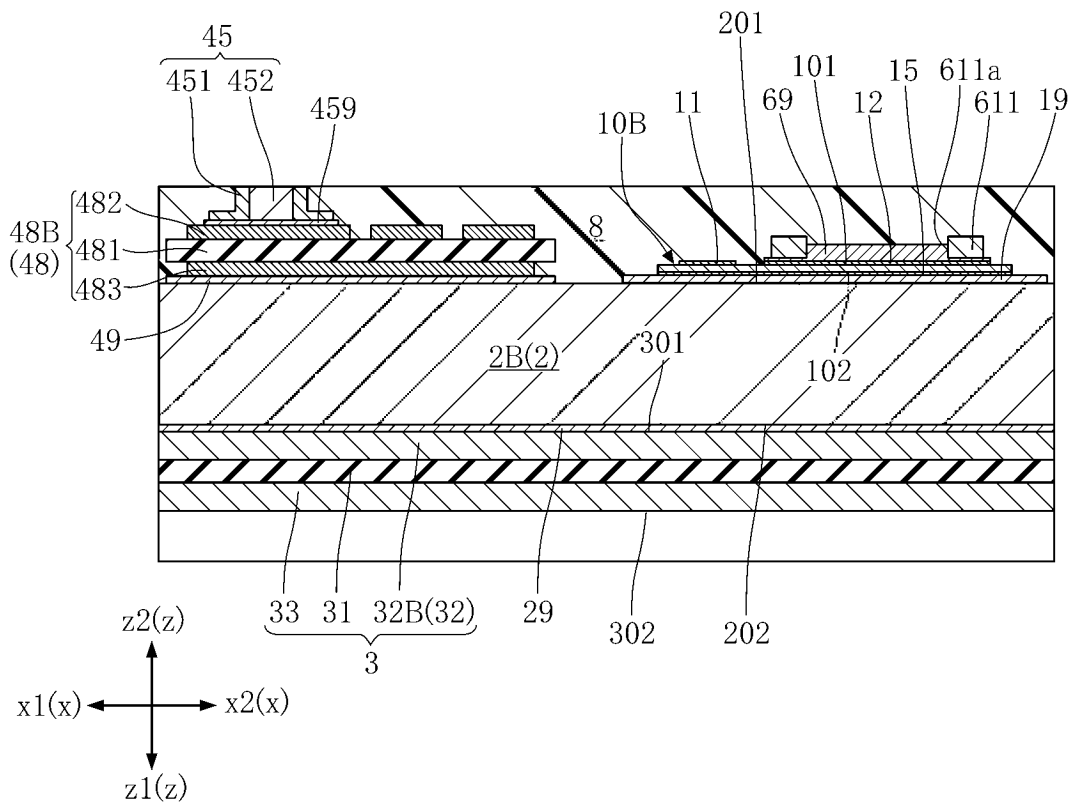


FIG.17

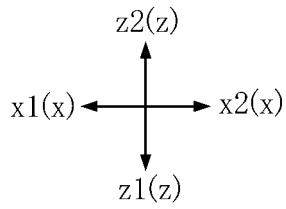
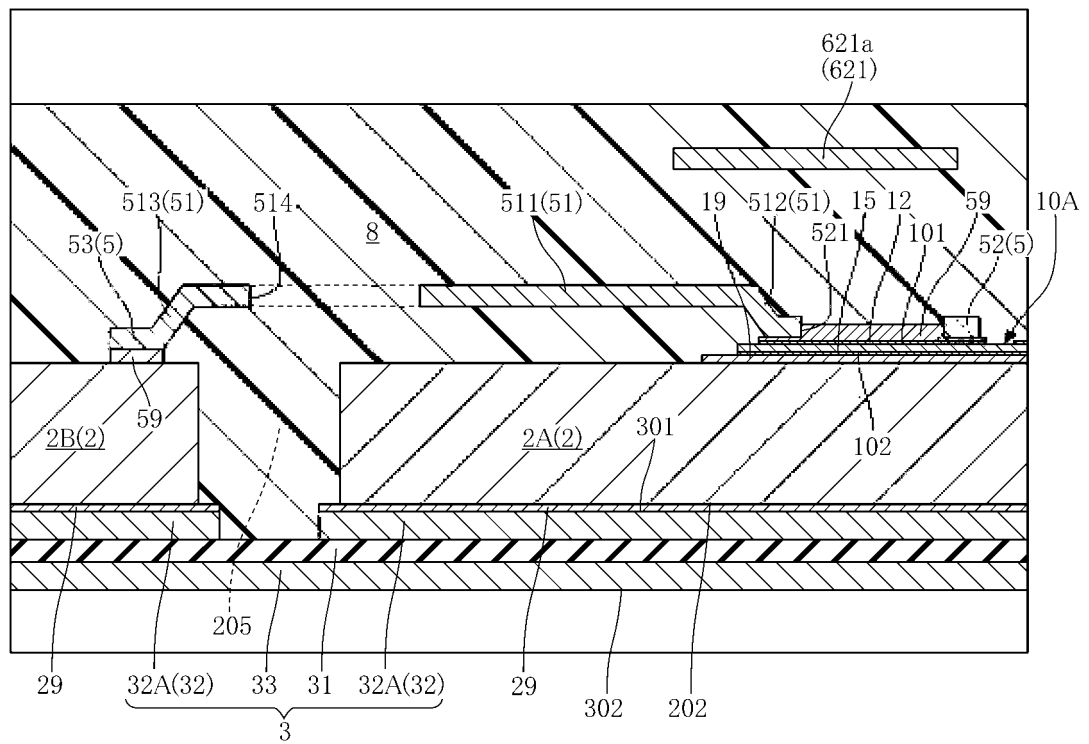


FIG.18

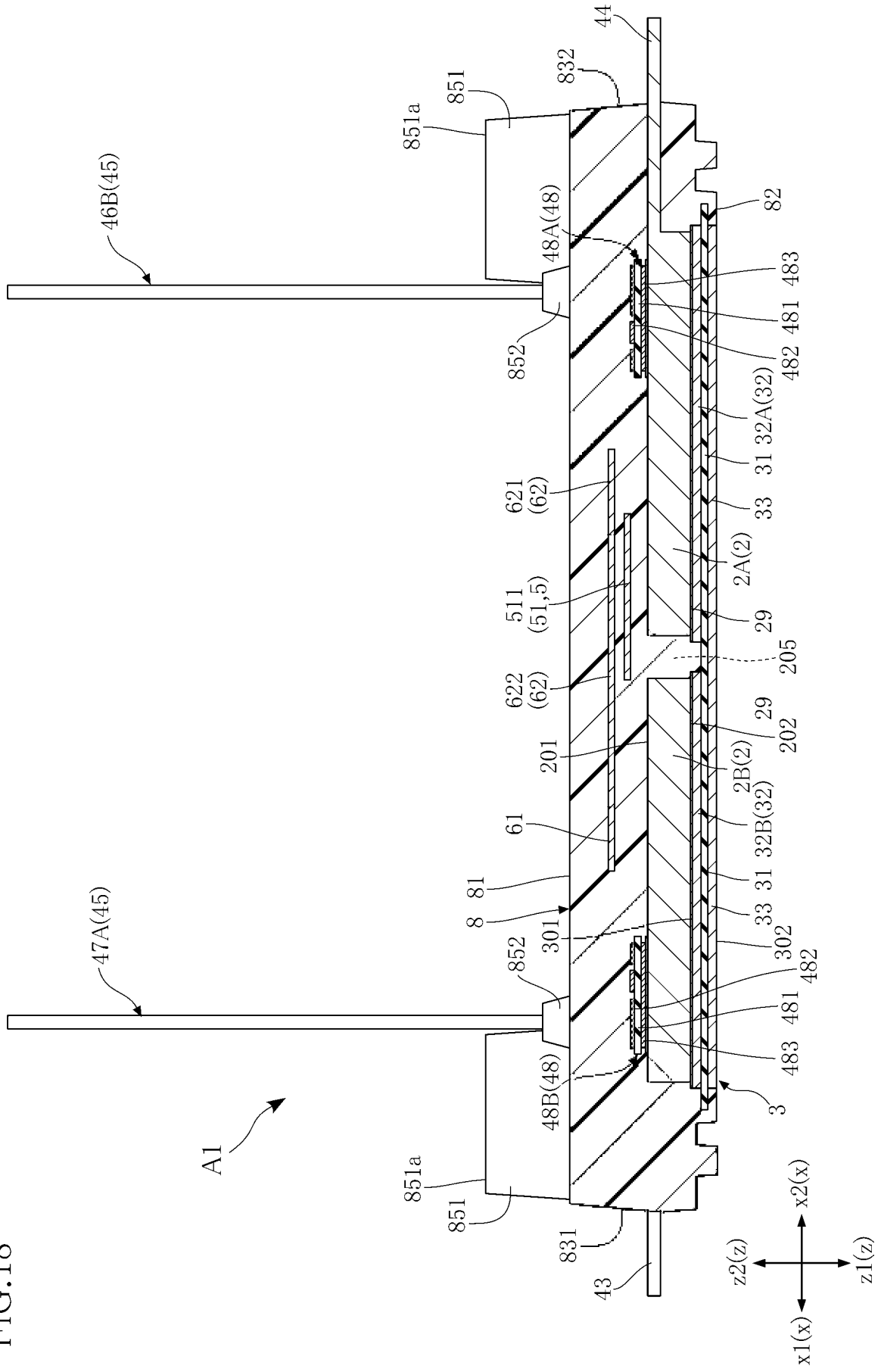








FIG.22

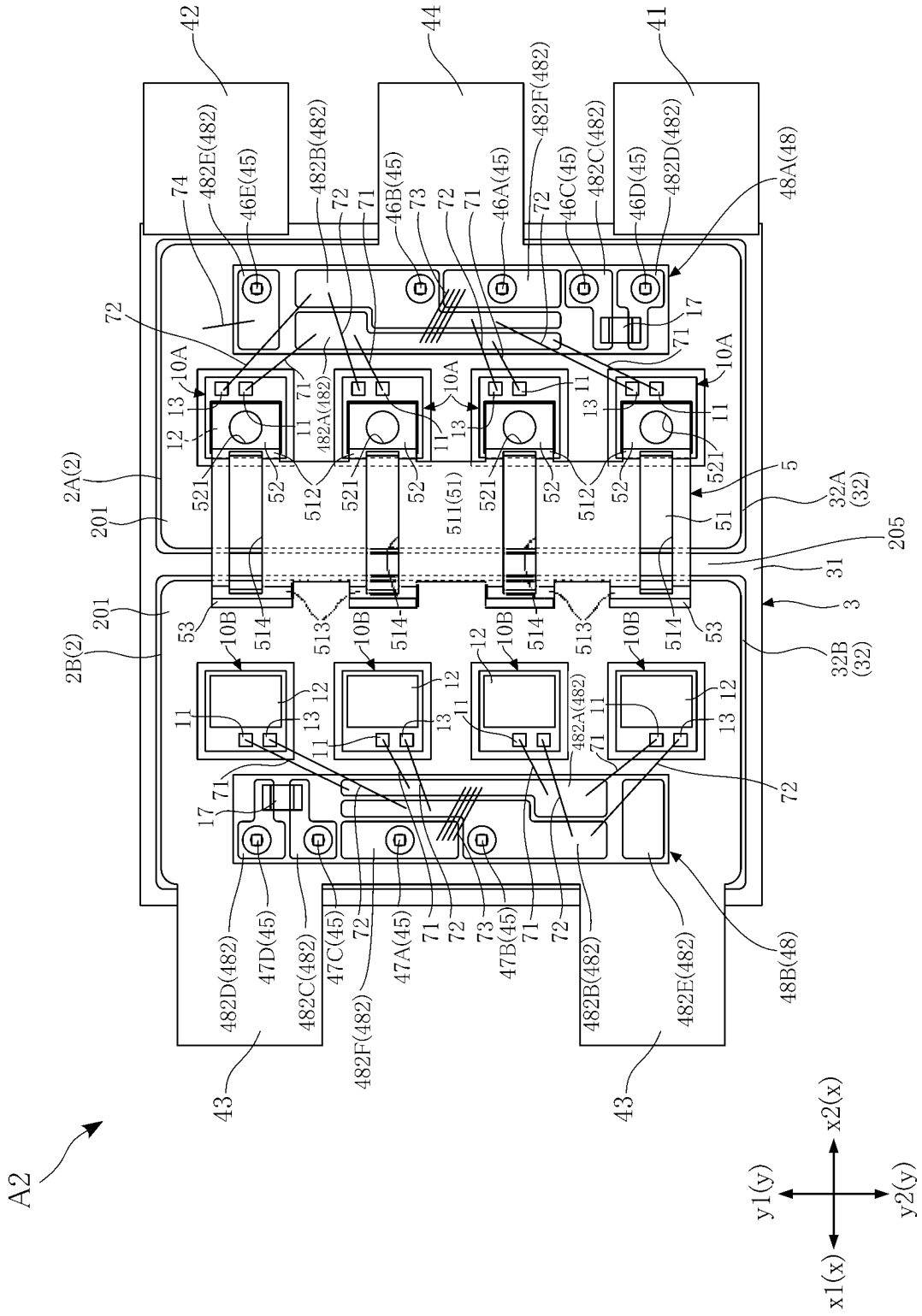


FIG.23

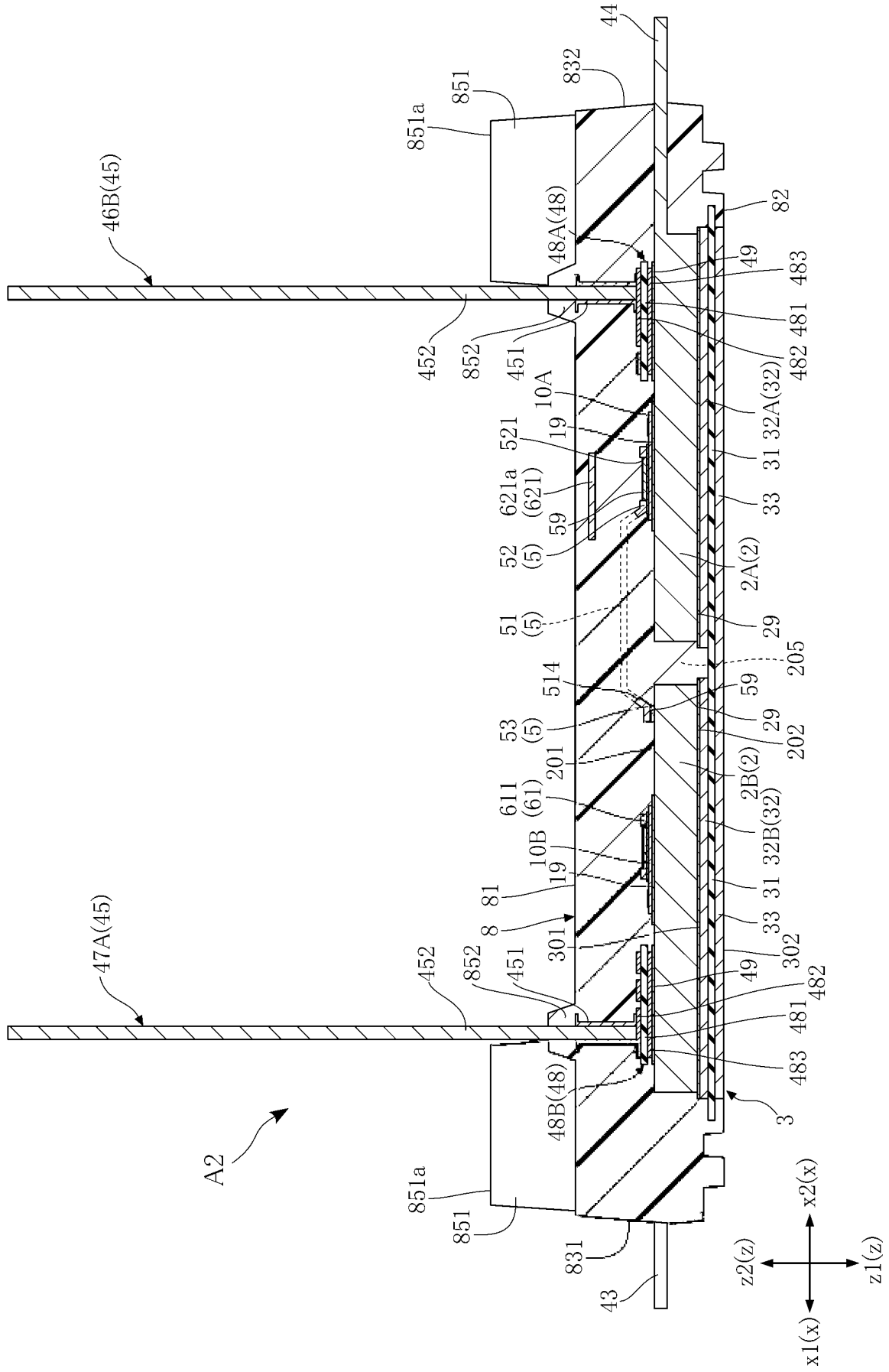


FIG.24

