



(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2017 200 440.1

(51) Int Cl.: H10D 80/20 (2025.01)

(22) Anmelddatag: 12.01.2017

H02M 1/00 (2007.01)

(43) Offenlegungstag: 17.08.2017

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 09.01.2025

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
2016-024419

12.02.2016 JP

(72) Erfinder:
Tsunoda, Tetsujiro, Tokyo, JP

(73) Patentinhaber:
Mitsubishi Electric Corporation, Tokyo, JP

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2011 076 324	A1
DE	11 2011 103 941	T5
US	2002 / 0 196 609	A1

(74) Vertreter:
**Hoefer & Partner Patentanwälte mbB, 81543
München, DE**

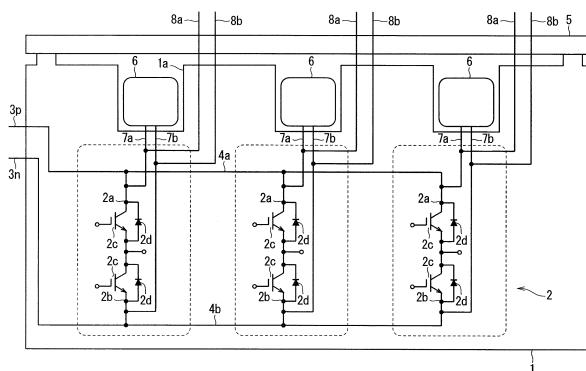
(54) Bezeichnung: Leistungsmodul

(57) Hauptanspruch: Leistungsmodul, aufweisend:

- ein Gehäuse (1);
- ein innerhalb des Gehäuses (1) angeordnetes Leistungsbauteil (2), das eine Vielzahl von Halbleiterschaltelementen (2c) aufweist, die einen oberen Zweig und einen unteren Zweig zwischen einem ersten Anschlusspunkt (2a) und einem zweiten Anschlusspunkt (2b) bilden, wobei der obere Zweig und der untere Zweig, welche die Vielzahl von Halbleiterschaltelementen (2c) aufweisen, für einzelne Phasen enthalten sind;
- einen positiven Anschluss (3p), der eingerichtet ist, die ersten Anschlusspunkte (2a) des Leistungsbauteils (2) über eine erste Leitung (4a) aus dem Gehäuse (1) herauszuführen;
- einen negativen Anschluss (3n), der eingerichtet ist, die zweiten Anschlusspunkte (2b) des Leistungsbauteils (2) über eine zweite Leitung (4b) aus dem Gehäuse (1) herauszuführen; und, für jede einzelne Phase:
- eine zusätzliche dritte Leitung (7a), die ein erstes Ende, das elektrisch mit dem ersten Anschlusspunkt (2a) verbunden ist, und ein zweites Ende, das außerhalb des Gehäuses (1) liegt, aufweist, wobei die dritte Leitung (7a) kürzer als die erste Leitung (4a) ist; und
- eine zusätzliche vierte Leitung (7b), die ein erstes Ende, das elektrisch mit dem zweiten Anschlusspunkt (2b) verbunden ist, und ein zweites Ende, das außerhalb des Gehäuses (1) liegt, aufweist, wobei die vierte Leitung (7b) kürzer als die zweite Leitung (4b) ist;
- eine zusätzliche fünfte Leitung (8a) mit einem ersten Ende, das mit der dritten Leitung (7a) verbunden ist, und einem zweiten Ende außerhalb des Gehäuses (1);
- eine zusätzliche sechste Leitung (8b) mit einem ersten Ende,

Ende, das mit der vierten Leitung (7b) verbunden ist, und einem zweiten Ende außerhalb des Gehäuses (1); und

- einen Dämpfungskondensator (6), welcher befestigbar an und lösbar von den zweiten Enden der dritten Leitung (7a) und der vierten Leitung (7b) ist, wobei
 - die fünfte Leitung (8a) und die sechste Leitung (8b) eingerichtet sind, um ein Überwachen eines Spannungsstoßes in den einzelnen Zweigen in den einzelnen Phasen zu ermöglichen.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Leistungsmodul mit Gehäusen.

Beschreibung des technologischen Hintergrunds

[0002] Herkömmliche Leistungsmodul sind in US 2002 / 0 196 609 A1, DE 11 2011 103 941 T5 und DE 10 2011 076 324 A1 beschrieben.

[0003] Es sind verschiedene Techniken bezüglich Leistungsmodulen vorgeschlagen worden, die eingerichtet sind, einen starken Strom schnell zu schalten. Ein Beispiel solcher Techniken umfasst ein Leistungsmodul, das einen eingebetteten Kondensator aufweist, wie mit der JP 2009 - 225 612 A vorgeschlagen. In einer solchen Konfiguration ist ein Dämpfungskondensator zum Reduzieren oder Eliminieren eines Spannungsstoßes angeschlossen, um benachbart zu Halbleiterschallementen (obere Zweige und untere Zweige) von einzelnen Sätzen zu sein. Dies ermöglicht eine geeignete Reduzierung des Spannungsstoßes.

[0004] Da der Spannungsstoß in Abhängigkeit von Gegebenheiten einer nutzerseitigen Verwendung des Moduls variiert, muss jedoch die Kapazität des Dämpfungskondensators für jede der Gegebenheiten der nutzerseitigen Verwendung optimiert werden, um den Spannungsstoß ausreichend zu reduzieren. Da Kondensatoren dazu neigen, variierende Kapazitäten in Abhängigkeit einer Temperaturänderung haben, neigt zudem der Kondensator innerhalb des Moduls zu variierenden Kapazitäten unter dem Einfluss einer Wärmeerzeugung von Chips. Dies wird insbesondere bei einem Kondensator beobachtet, der einen Werkstoff verwendet, der eine hohe dielektrische Konstante (hohe Dielektrizität) hat, da die Kapazität eines solchen Kondensators einer Änderung in Abhängigkeit der Temperaturänderung stark unterworfen ist. Daher kann der Kondensator keine angemessene Kapazität dauerhaft aufweisen, die hoch genug ist, um den Spannungsstoß zu reduzieren. Nachteiliger Weise kann dies verursachen, dass sich der Spannungsstoß um ein solches Ausmaß erhöht, dass der Spannungsstoß eine Bauteildurchschlagsspannung überschreitet.

[0005] Um dieses Problem zu lösen, kann ein Kondensator, der eine hohe Kapazität aufweist, hinsichtlich der Variationen der Kapazität des Kondensators im Voraus in das Modul eingebaut werden. Jedoch muss in einem solchen Fall ein größerer Raum als nötig innerhalb des Moduls zur Verfügung gestellt

werden. Dies resultiert zusätzlich in höheren Kosten als nötig und einer größeren Vorrichtung als nötig.

[0006] Des Weiteren ist das für den Kondensator verwendete hohe Dielektrikum ein gesinterter Körper; und es ist schwierig, das Dielektrikum des Kondensators zusammen mit einem Blei bei hohen Temperaturen zu sintern. Daher ist es nicht möglich, einen Dämpfungskondensator zu verwenden, der eine zum Reduzieren des Spannungsstoßes ausreichende Kapazität aufweist. Nachteiliger Weise verursacht dies möglicherweise, dass der Spannungsstoß die Bauteildurchschlagsspannung überschreitet.

Zusammenfassung der Erfindung

[0007] Die vorliegende Erfindung wurde angesichts dieser Probleme gemacht. Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Technik bereitzustellen, bei der ein Dämpfungskondensator mit einer geeigneten Kapazität verwendbar ist.

[0008] Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs. Die Untersprüche haben vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung zum Inhalt.

[0009] Ein Leistungsmodul gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst ein Gehäuse, ein Leistungsbauteil, einen positiven Anschluss, einen negativen Anschluss, eine dritte Leitung, die kürzer als eine erste Leitung ist, und eine vierte Leitung, die kürzer als eine zweite Leitung ist. Das Leistungsbauteil ist innerhalb des Gehäuses angeordnet. Das Leistungsbauteil umfasst eine Vielzahl von Halbleiterschallementen, die einen oberen Zweig und einen unteren Zweig zwischen einem ersten Anschlusspunkt und einem zweiten Anschlusspunkt bilden. Der positive Anschluss ist ausgebildet, um den ersten Anschlusspunkt des Leistungsbauenteils über die erste Leitung aus dem Gehäuse zu führen. Der negative Anschluss ist ausgebildet, um den zweiten Anschlusspunkt des Leistungsbauenteils über die zweite Leitung aus dem Gehäuse zu führen. Die dritte Leitung hat ein erstes Ende, das elektrisch mit dem ersten Anschlusspunkt verbunden ist, und ein zweites Ende, das außerhalb des Gehäuses liegt. Die vierte Leitung hat ein erstes Ende, das elektrisch mit dem zweiten Anschlusspunkt verbunden ist, und ein zweites Ende, das außerhalb des Gehäuses liegt. Ein Dämpfungskondensator ist befestigbar an und lösbar von den zweiten Enden der dritten Leitung und vierten Leitung.

[0010] Der Dämpfungskondensator mit der geeigneten Kapazität ist verwendbar.

[0011] Diese und andere Aufgaben, Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden deutlicher aus der folgenden detaillierten

Beschreibung der vorliegenden Erfindung im Zusammenhang mit den anliegenden Zeichnungen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 ist eine Schnittzeichnung, die einen Aufbau eines gattungsgemäßen Leistungsmoduls zeigt;

Fig. 2 ist eine Schnittzeichnung, die einen Aufbau eines Leistungsmoduls gemäß einem ersten Beispiel zeigt;

Fig. 3 ist eine Schnittzeichnung, die einen Aufbau eines Leistungsmoduls gemäß einem zweiten Beispiel zeigt;

Fig. 4 ist eine Schnittzeichnung, die einen Aufbau eines Leistungsmoduls gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel zeigt;

Fig. 5 ist eine Schnittzeichnung, die einen Aufbau eines Leistungsmoduls gemäß einem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel zeigt;

Fig. 6 ist eine Schnittzeichnung, die einen Aufbau eines Leistungsmoduls gemäß einem dritten Beispiel zeigt;

Fig. 7 ist eine Schnittzeichnung, die einen Aufbau eines Leistungsmoduls gemäß einem dritten bevorzugten Ausführungsbeispiel zeigt;

Fig. 8 ist eine Schnittzeichnung, die einen Aufbau eines Leistungsmoduls gemäß einem vierten Beispiel zeigt;

Fig. 9 ist eine Schnittzeichnung, die einen Aufbau eines Leistungsmoduls gemäß einem vierten bevorzugten Ausführungsbeispiel zeigt; und

Fig. 10 ist eine Schnittzeichnung, die einen Aufbau eines Leistungsmoduls gemäß einem fünften Beispiel zeigt.

Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele

[0012] Das Folgende beschreibt bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung und weitere Beispiele mit Bezug auf die anliegenden Zeichnungen. Die Zeichnungen sind schematisch. Daher sind die Verhältnisse zwischen den Größen und Positionen von Komponenten, die einzeln in den verschiedenen Zeichnungen gezeigt sind, nicht notwendigerweise mit Genauigkeit gezeigt und können angemessen geändert werden.

<Gattungsgemäßes Leistungsmodul>

[0013] Zunächst wird unten ein Leistungsmodul beschrieben, das mit Leistungsmodulen gemäß den bevorzugten Ausführungsbeispielen verwandt ist (nachfolgend als gattungsgemäßes Leistungsmodul bezeichnet), bevor eine Beschreibung zu den Leis-

tungsmodulen gemäß den bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung gegeben wird.

[0014] **Fig. 1** ist eine Schnittzeichnung, die einen Aufbau des gattungsgemäßen Leistungsmoduls zeigt. In **Fig. 1** umfasst das gattungsgemäße Leistungsmodul ein Gehäuse 1, ein Leistungsbauteil 2, einen positiven Anschluss 3p, einen negativen Anschluss 3n, eine erste Leitung 4a, eine zweite Leitung 4b, eine Leiterplatte 5 und einen Dämpfungs-kondensator 6.

[0015] Das Leistungsbauteil 2 ist innerhalb des Gehäuses 1 angeordnet. Obwohl nicht dargestellt, kann das Gehäuse 1 auch andere Komponenten und Schaltungen enthalten.

[0016] In **Fig. 1** umfasst das Leistungsbauteil 2: eine Vielzahl von Halbleiterschaltelelementen 2c, die einen oberen Zweig und einen unteren Zweig zwischen einem ersten Anschlusspunkt 2a und einem zweiten Anschlusspunkt 2b bilden; und eine Vielzahl von Dioden 2d, die parallel zu dem jeweiligen Halbleiterschaltelelement 2c geschaltet sind. In dem Beispiel aus **Fig. 1** ist ein Emitter des Halbleiterschaltelelements 2c in dem oberen Zweig mit einem Kollektor des Halbleiterschaltelelements 2c in dem unteren Zweig verbunden. Zudem ist ein Kollektor des Halbleiterschaltelelements 2c in dem oberen Arm mit dem ersten Anschlusspunkt 2a verbunden. Des Weiteren ist ein Emitter des Halbleiterschaltelelements 2c in dem unteren Arm mit dem zweiten Anschlusspunkt 2b verbunden.

[0017] Das gattungsgemäße Leistungsmodul ist derart ausgebildet, dass der obere Zweig und der untere Zweig, welche die Vielzahl von Halbleiterschaltelelementen 2c umfassen, für einzelnen Phasen vorhanden sind. In dem Beispiel aus **Fig. 1** ist das Leistungsbauteil 2 ein Leistungsbauteil zum Antrieben eines Dreiphasenmotors, das Halbleiterschaltelelemente 2c von sechs Schaltungen (drei obere Zweige und drei untere Zweige) aufweist. Das Leistungsbauteil 2 hat ein positives Potential und ein negatives Potential, die gemeinsam für die drei oberen Zweige und die drei unteren Zweige sind.

[0018] Es sei angemerkt, dass die Halbleiterschaltelelemente 2c jeweils einen Bipolartransistor mit isoliertem Gate (IGBT) oder ein Metalloxid-Halbleiter-Feldeffektransistor (MOSFET) umfassen kann. Die Dioden 2d können jeweils eine Schottky-Barrieref-Diode (SBD) oder eine PN-Diode aufweisen. Das Leistungsbauteil 2 kann aus Silizium (Si) hergestellt sein oder kann einen Halbleiter mit breiter Bandlücke aufweisen, der aus einem Werkstoff, wie beispielsweise Siliziumcarbid (SiC), Galliumnitrid (GaN) oder Diamant, hergestellt ist. Das gattungsgemäß Leistungsmodul mit einem solchen Aufbau ist geeignet,

unter einer hohen Temperatur stabil zu arbeiten, und hat eine höhere Schaltgeschwindigkeit.

[0019] Der positive Anschluss 3p führt die ersten Anschlusspunkte 2a (positives Potential) des Leistungsbauteils 2 über die erste Leitung 4a aus dem Gehäuse 1 heraus. Der negative Anschluss 3n führt die zweiten Anschlusspunkte 2b (negatives Potential) des Leistungsbauteils 2 über die zweite Leitung 4b aus dem Gehäuse 1 heraus. Es sei angemerkt, dass der positive Anschluss 3p als ein Ende der ersten Leitung 4a verwendet werden kann und der negative Anschluss 3n als ein Ende der zweiten Leitung 4b verwendet werden kann, wie in **Fig. 1** gezeigt.

[0020] Die Leiterplatte 5 umfasst Schaltungen (nicht gezeigt), wie beispielsweise eine Steuer- und/oder Regelschaltung, eine Antreibschaltung und eine Schutzschaltung. Obwohl nicht dargestellt, kann die Schaltung an der Leiterplatte 5 elektrisch mit einer Komponente, wie beispielsweise dem Leistungsbau teil 2, verbunden sein.

[0021] Der Dämpfungskondensator 6 ist geeignet, einen Spannungsstoß des Leistungsbauteils 2 zu reduzieren oder zu eliminieren. Hierbei ist der Dämpfungskondensator 6 bei dem gattungsgemäß Leistungsmodul sicher mit dem positiven Anschluss 3p und dem negativen Anschluss 3n verbunden. Das gattungsgemäß Leistungsmodul ist derart ausgebildet, dass einige der Zweige entfernt von dem positiven Anschluss 3p und dem negativen Anschluss 3n angeordnet sind und somit einen großen Abstand zu dem Dämpfungskondensator 6 haben. Eine solche Konfiguration hält den Dämpfungskondensator 6 davon ab, den Spannungsstoß ausreichend zu reduzieren. Zur Reduzierung des Spannungsstoßes wurde ein Leistungsmodul vorgeschlagen, das einen eingebetteten Dämpfungskondensator aufweist (beispielsweise JP 2009 - 225 612 A).

[0022] Da Kondensatoren dazu neigen, variierende Kapazitäten in Abhängigkeit einer Temperaturänderung zu haben, ist jedoch der Dämpfungskondensator innerhalb des Leistungsmoduls geneigt, variierende Kapazitäten unter dem Einfluss einer Wärmeerzeugung von Chips zu haben. Daher hat der Dämpfungskondensator nicht dauerhaft eine geeignete Kapazität, die ausreicht, um den Spannungsstoß zu reduzieren. Nachteiliger Weise verursacht dies möglicherweise, dass sich der Spannungsstoß um das Ausmaß erhöht, dass der Spannungsstoß eine Bauteildurchschlagsspannung überschreitet. Im Gegensatz hierzu lösen unten beschriebene Leistungsmodule gemäß den Ausführungsbeispielen 1 bis 9 der vorliegenden Erfindung ein solches Problem.

<Erstes Beispiel>

[0023] **Fig. 2** ist eine Schnittzeichnung, die einen Aufbau eines Leistungsmoduls gemäß einem ersten Beispiel zeigt. Unter Komponenten, die in diesem ersten Beispiel beschrieben sind, werden Komponenten, welche dieselben wie diejenigen oder ähnlich zu denjenigen des gattungsgemäß Leistungsmoduls sind, mit denselben Bezugssymbolen gekennzeichnet. Das Folgende beschreibt hauptsächlich Komponenten, die anders als diejenigen des gattungsgemäß Leistungsmoduls sind.

[0024] Wie das gattungsgemäß Leistungsmodul umfasst das Leistungsmodul aus **Fig. 2** ein Gehäuse 1, ein Leistungsbauteil 2, einen positiven Anschluss 3p, einen negativen Anschluss 3n, eine erste Leitung 4a, eine zweite Leitung 4b und eine Leiterplatte 5.

[0025] Wie bei dem gattungsgemäß Leistungsmodul umfasst das Leistungsbauteil 2 aus **Fig. 2** eine Vielzahl von Halbleiterschaltelelementen 2c und eine Vielzahl von Dioden 2d. Die Vielzahl von Halbleiterschaltelelementen 2c bilden einen oberen Zweig und einen unteren Zweig. Der obere Zweig und der untere Zweig sind für einzelnen Phasen vorhanden. Des Weiteren führt der positive Anschluss 3p erste Anschlusspunkte 2a (positives Potential) des Leistungsbauteils 2 über die ersten Leitung 4a aus dem Gehäuse 1 heraus. Der negative Anschluss 3n führt zweite Anschlusspunkte 2b (negatives Potential) des Leistungsbauteils 2 über die zweite Leitung 4b aus dem Gehäuse 1 heraus.

[0026] Hierbei umfasst das Leistungsmodul aus **Fig. 2** dritte Leitungen 7a und vierte Leitungen 7b, die zum Anschließen verwendet werden, zusätzlich zu den vorher beschriebenen Komponenten.

[0027] Jede dritte Leitung 7a hat ein Ende elektrisch mit dem jeweiligen ersten Anschlusspunkt 2a verbunden und das andere Ende außerhalb des Gehäuses 1. Zudem ist jede dritte Leitung 7a kürzer als die erste Leitung 4a. Entsprechend hat jede vierte Leitung 7b ein Ende elektrisch mit dem jeweiligen zweiten Anschlusspunkt 2b verbunden und das andere Ende außerhalb des Gehäuses 1. Des Weiteren ist jede vierte Leitung 7b kürzer als die zweite Leitung 4b. Zudem kann jede dritte Leitung 7a mit dem einen Ende der dritten Leitung 7a direkt mit dem entsprechenden ersten Anschlusspunkt 2a verbunden sein, obwohl **Fig. 2** zeigt, dass die dritte Leitung 7a nicht entsprechend verbunden ist. Entsprechend kann jede vierte Leitung 7b mit dem einen Ende der vierten Leitung 7b direkt mit dem jeweiligen zweiten Anschlusspunkt 2b verbunden sein, obwohl **Fig. 2** zeigt, dass die vierte Leitung 7b nicht entsprechend verbunden ist.

<Zweites Beispiel>

[0028] Bei dem ersten Beispiel ist ein entsprechender Dämpfungskondensator 6 befestigbar an und lösbar von den anderen Enden der dritten Leitung 7a und vierten Leitung 7b, wobei die anderen Enden außerhalb des Gehäuses 1 liegen. Beispiele von verschiedenen Befestigungs- und Lösestrukturen umfassen eine Steckbuchse, die in einem fünften Beispiel beschrieben wird, und einen Schraubbolzen, der nicht gezeigt ist.

[0029] Das Leistungsmodul gemäß diesem Beispiel ist derart ausgebildet, dass die dritten Leitungen 7a und die vierten Leitungen 7b relativ kurz sind. Daher sind die Dämpfungskondensatoren 6 zum Reduzieren oder Eliminieren des Spannungsstoßes angeschlossen, um benachbart zu den Halbleiterschaltelementen 2c zu sein. Dies ermöglicht eine geeignete Reduzierung des Spannungsstoßes. Zudem ist das Leistungsmodul derart ausgebildet, dass die Dämpfungskondensatoren 6 befestigbar an und lösbar von den anderen Enden der dritten Leitungen 7a und vierten Leitungen 7b sind. Eine solche Konfiguration ermöglicht es, dass die Dämpfungskondensatoren 6 durch andere Dämpfungskondensatoren 6 ersetzt werden können, die eine geeignete Kapazität und Größe haben. Dies ermöglicht eine geeignete Reduzierung oder Eliminierung des Spannungsstoßes und erreicht zudem eine Kostenreduzierung und eine kleine Vorrichtung.

[0030] Das Leistungsmodul gemäß diesem Beispiel ist derart ausgebildet, dass der obere Zweig und der untere Zweig, welche die Vielzahl von Halbleiterschaltelementen 2c zwischen dem jeweiligen Anschlusspunkt 2a und dem jeweiligen zweiten Anschlusspunkt 2b aufweisen, für die einzelnen Phasen vorhanden sind. Eine solche Konfiguration ermöglicht es, dass die Halbleiterschaltelemente 2c in jeder Phase mit dem Dämpfungskondensator 6 verbunden sind. Folglich wird der Spannungsstoß in jeder Phase reduziert oder eliminiert.

[0031] Bei dem ersten Beispiel hat das Gehäuse 1 eine Oberfläche mit Vertiefungen 1a, in denen die Dämpfungskondensatoren 6 aufgenommen sind, wenn die Dämpfungskondensatoren 6 an den anderen Enden der dritten Leitungen 7a und vierten Leitungen 7b befestigt sind, wie in **Fig. 2** gezeigt. Eine solche Konfiguration ermöglicht es, dass die Dämpfungskondensatoren 6 angeschlossen sind, um benachbart zu den Halbleiterschaltelementen 2c zu sein. Somit wird der Spannungsstoß weiter reduziert. Zudem ermöglicht eine solche Konfiguration, dass die Leiterplatte 5 an dem Gehäuse 1 angeordnet werden kann, ohne ein störendes Einwirken der Dämpfungskondensatoren 6.

[0032] **Fig. 3** ist eine Schnittzeichnung, die einen Aufbau eines Leistungsmoduls gemäß einem zweiten Beispiel zeigt. Unter den in dem zweiten Beispiel beschriebenen Komponenten werden Komponenten, welche dieselben wie diejenigen oder ähnlich zu denjenigen des Leistungsmoduls des ersten Beispiels sind, mit denselben Bezugszeichen gekennzeichnet. Das Folgende beschreibt hauptsächlich Komponenten, die verschieden zu denjenigen des Leistungsmoduls des ersten Beispiels sind.

[0033] Bei dem zweiten Beispiel hat das Gehäuse 1 eine Oberfläche mit Vorsprüngen 1b statt der Vertiefungen 1a. Hierbei ragen die Vorsprünge 1b parallel zu den Dämpfungskondensatoren 6 hervor, wenn die Dämpfungskondensatoren 6 mit den anderen Enden der dritten Leitungen 7a und vierten Leitungen 7b verbunden sind.

[0034] Das Leistungsmodul gemäß dem zweiten Beispiel erreicht dieselben Vorteile wie diejenigen des ersten Beispiels. Bei dem zweiten Beispiel ermöglichen die Vorsprünge 1b, dass eine Abstandshöhe auf eine gewünschte Höhe gehalten wird. Eine solche Konfiguration ermöglicht es, dass das Leistungsmodul einen Innenraum hat, in dem die Dämpfungskondensatoren 6 aufgenommen sind. Folglich sind die Dämpfungskondensatoren 6 angeschlossen, um näher zu den Halbleiterschaltelementen 2c zu sein. Daher wird der Spannungsstoß weiter reduziert. Zudem ermöglicht eine solche Konfiguration, dass die Leiterplatte 5 an dem Gehäuse 1 angeordnet werden kann, ohne störende Einwirkung durch die Dämpfungskondensatoren 6.

<Erstes bevorzugtes Ausführungsbeispiel>

[0035] **Fig. 4** ist eine Schnittzeichnung, die einen Aufbau eines Leistungsmoduls gemäß einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt. Unter den in dem ersten Ausführungsbeispiel beschriebenen Komponenten werden Komponenten, welche dieselben wie diejenigen oder ähnlich zu denjenigen des Leistungsmoduls des ersten Beispiels sind, mit denselben Bezugszeichen gekennzeichnet. Das Folgende beschreibt hauptsächlich Komponenten, die sich von denen des Leistungsmoduls des ersten Beispiels unterscheiden.

[0036] Das Leistungsmodul gemäß dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel umfasst fünfte Leitungen 8a und sechste Leitungen 8b zum Überwachen des Spannungsstoßes zusätzlich zu den Komponenten des ersten Beispiels (**Fig. 2**).

[0037] Jede fünfte Leitung 8a hat ein Ende mit der jeweiligen dritten Leitung 7a verbunden und das andere Ende außerhalb des Gehäuses 1. Entspre-

chend hat jede sechste Leitung 8b ein Ende mit der jeweiligen vierten Leitung 7b verbunden und das andere Ende außerhalb des Gehäuses 1. Des Weiteren ist eine Überwachungseinrichtung, die geeignet ist, den Spannungsstoß zu überwachen, befestigbar an und lösbar von den anderen Enden der fünften Leitung 8a und sechsten Leitung 8b, wobei die anderen Enden außerhalb des Gehäuses 1 liegen.

[0038] Das Leistungsmodul gemäß dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel erreicht dieselben Vorteile wie diejenigen des ersten Beispiels. Zudem ermöglichen bei dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel die fünften Leitungen 8a und sechsten Leitungen 8b, dass der Spannungsstoß in den einzelnen Zweigen überwacht wird. Dies ermöglicht eine Prüfung, ob der Spannungsstoß in den einzelnen Zweigen um ein bestimmtes Ausmaß reduziert ist.

<Zweites bevorzugtes Ausführungsbeispiel>

[0039] **Fig. 5** ist eine Schnittzeichnung, die einen Aufbau eines Leistungsmoduls gemäß einem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel zeigt. Unter den in dem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel beschriebenen Komponenten werden Komponenten, welche dieselben wie diejenigen oder ähnlich zu denjenigen des vorstehenden Leistungsmoduls sind, mit denselben Bezugszeichen gekennzeichnet. Das Folgende beschreibt hauptsächlich Komponenten, die sich von denjenigen des vorstehenden Leistungsmoduls unterscheiden.

[0040] Das Leistungsmodul gemäß dem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel umfasst die fünften Leitungen 8a und sechsten Leitungen 8b (**Fig. 4**), welche dieselben sind wie diejenigen des ersten bevorzugten Ausführungsbeispiels, zusätzlich zu den Komponenten des zweiten Beispiels (**Fig. 3**).

[0041] Das Leistungsmodul gemäß dem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel erreicht dieselben Vorteile wie diejenigen des zweiten Beispiels. Zudem ermöglichen bei dem vierten bevorzugten Ausführungsbeispiel die fünften Leitungen 8a und sechsten Leitungen 8b, dass der Spannungsstoß in den einzelnen Zweigen überwacht werden kann, wie bei dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel. Dies ermöglicht eine Prüfung, ob der Spannungsstoß in den einzelnen Zweigen um ein bestimmtes Ausmaß reduziert ist.

<Drittes Beispiel>

[0042] **Fig. 6** ist eine Schnittzeichnung, die einen Aufbau eines Leistungsmoduls gemäß einem dritten Beispiel zeigt. Unter den in dem dritten Beispiel beschriebenen Komponenten werden Komponen-

ten, welche dieselben wie diejenigen oder ähnlich zu denjenigen der vorstehenden Leistungsmodulen sind, mit denselben Bezugszeichen gekennzeichnet. Das Folgende beschreibt hauptsächlich Komponenten, die sich von denjenigen des vorstehenden Leistungsmoduls unterscheiden.

[0043] Anders als das Leistungsbauteil 2 gemäß dem ersten Beispiel (**Fig. 2**) umfasst das Leistungsbauteil 2 gemäß dem dritten Beispiel Halbleiterschaltelemente 2c von zwei Schaltungen (ein oberer Zweig und ein unterer Zweig), wobei das Leistungsbauteil 2 an eine hohe elektrische Leistung angepasst ist. Bei dem Beispiel aus **Fig. 6** umfasst das Leistungsbauteil 2 drei (eine erste Gruppe von) Halbleiterschaltelemente(n) 2c, die parallel zueinander geschaltet sind, und weitere drei (eine zweite Gruppe von) Halbleiterschaltelemente(n) 2c, die in einer Einheit eines Blocks 2e (Blockeinheit) parallel zueinander geschaltet sind. Es sei angemerkt, dass bei dem dritten Beispiel die Blockeinheit 2e eine Einheit eines isolierenden Substrats (nicht gezeigt) ist, an dem sechs Halbleiterschaltelemente 2c befestigt sind.

[0044] Bei dem dritten Beispiel bilden die erste Gruppe von Halbleiterschaltelementen 2c und die zweite Gruppe von Halbleiterschaltelementen 2c den oberen Zweig und den unteren Zweig zwischen den ersten Anschlusspunkten 2a und den zweiten Anschlusspunkten 2b.

[0045] Das Leistungsmodul gemäß dem dritten Beispiel erreicht dieselben Vorteile wie diejenigen des ersten Beispiels, obwohl das Leistungsbauteil 2 ein Bauteil für hohe elektrische Leistung ist, das eine Vielzahl von Chips umfasst, die parallel zueinander geschaltet sind. Insbesondere ist das Leistungsbauteil 2 des dritten Beispiels derart ausgebildet, dass beispielsweise ein Chip an dem linken Ende von **Fig. 6** und ein Chip an dem rechten Ende von **Fig. 6** durch einen relativ großen Abstand voneinander getrennt sind. Hierdurch ist es schwierig, den Spannungsstoß ausreichend zu reduzieren. Daher ist der in dem ersten Beispiel beschriebene Vorteil (d.h. die Reduzierung des Spannungsstoßes) wirksam.

[0046] Bei dem dritten Beispiel ist die Blockeinheit die Einheit des isolierenden Substrats, an dem die Chips befestigt sind. Somit werden Unterschiede zwischen den isolierenden Substraten mit Bezug auf den Vorteil, d.h. die Reduzierung des Spannungsstoßes, reduziert.

<Drittes bevorzugtes Ausführungsbeispiel>

[0047] **Fig. 7** ist eine Schnittzeichnung, die einen Aufbau eines Leistungsmoduls gemäß einem dritten bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt. Unter den in dem dritten bevorzugten Ausfüh-

rungsbeispiel beschriebenen Komponenten werden Komponenten, welche dieselben wie diejenigen oder ähnlich zu denjenigen der vorstehenden Leistungsmodulen sind, mit denselben Bezugszeichen gekennzeichnet. Das Folgende beschreibt hauptsächlich Komponenten, die verschieden zu denjenigen der vorstehenden Leistungsmodulen sind.

[0048] Das Leistungsmodul gemäß dem dritten bevorzugten Ausführungsbeispiel umfasst die fünften Leitungen 8a und sechsten Leitungen 8b, welche dieselben wie diejenigen des ersten bevorzugten Ausführungsbeispiels (**Fig. 4**) sind, zusätzlich zu den Komponenten des dritten Beispiels (**Fig. 6**).

[0049] Das Leistungsmodul gemäß dem dritten bevorzugten Ausführungsbeispiel erreicht dieselben Vorteile wie diejenigen des dritten Beispiels. Zudem ermöglichen bei dem dritten bevorzugten Ausführungsbeispiel die fünften Leitungen 8a und sechsten Leitungen 8b, dass der Spannungsstoß in den einzelnen Zweigen wie bei dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel überwacht wird. Dies ermöglicht eine Prüfung, ob der Spannungsstoß in den einzelnen Zweigen um ein bestimmtes Ausmaß reduziert ist.

<Viertes Beispiel>

[0050] **Fig. 8** ist eine Schnittzeichnung, die einen Aufbau eines Leistungsmoduls gemäß einem vierten Beispiel zeigt. Unter den in dem vierten Beispiel beschriebenen Komponenten werden Komponenten, welche dieselben wie diejenigen oder ähnlich zu denjenigen der Leistungsmodule des ersten Beispiels sind, mit denselben Bezugszeichen gekennzeichnet. Das Folgende beschreibt hauptsächlich Komponenten, die verschieden zu denjenigen des Leistungsmoduls des ersten Beispiels sind.

[0051] Das Leistungsmodul gemäß dem vierten Beispiel umfasst dielektrische Schichten 9 zusätzlich zu den Komponenten des ersten Beispiels. Hierbei sind bei dem vierten Beispiel die erste Leitung 4a und die zweite Leitung 4b benachbart zueinander. Zudem sind die dielektrischen Schichten 9 zwischen der ersten Leitung 4a und der zweiten Leitung 4b angeordnet.

[0052] Bei dem Beispiel aus **Fig. 8** hat die erste Leitung 4a erste Abschnitte 4a1 und die zweite Leitung 4b zweite Abschnitte 4b1. Jeder erste Abschnitt 4a1 und jeder zweite Abschnitt 4b1 sind benachbart zueinander. Hierbei ist jeder erste Abschnitt 4a1 zwischen einem jeweiligen dritten Anschlusspunkt 4a2 und dem jeweiligen ersten Anschlusspunkt 2a, wobei die erste Leitung 4a und die jeweilige dritte Leitung 7a an dem dritten Anschlusspunkt 4a2 miteinander verbunden sind. Entsprechend ist jeder zweite Abschnitt 4b1 zwischen einem jeweiligen vier-

ten Anschlusspunkt 4b2 und dem jeweiligen zweiten Anschlusspunkt 2b, wobei die zweite Leitung 4b und die jeweilige vierte Leitung 7b an dem vierten Anschlusspunkt 4b2 miteinander verbunden sind. Zudem sind die dielektrischen Schichten 9 zwischen den ersten Abschnitten 4a1 der ersten Leitung 4a und den zweiten Abschnitten 4b1 der zweiten Leitung 4b angeordnet.

[0053] Das Leistungsmodul gemäß dem vierten Beispiel erreicht dieselben Vorteile wie diejenigen des ersten Beispiels. Zudem sind bei dem vierten Beispiel die erste Leitung 4a und die zweite Leitung 4b benachbart zueinander. In einer solchen Konfiguration ermöglichen die erste Leitung 4a und die zweite Leitung 4b, dass ein Kondensator im Wesentlichen benachbart zu dem Leistungsbauteil 2 angeordnet werden kann. Als ein Ergebnis liefert dies einen Vorteil, wie beispielsweise einen Dämpfungskondensator 6 mit einer geringen Kapazität oder dass der Spannungsstoß weiter reduziert oder eliminiert wird.

[0054] Bei dem vierten Beispiel ermöglichen die dielektrischen Schichten 9, dass der Kondensator, der benachbart zu dem Leistungsbauteil 2 ist, eine hohe Kapazität aufweist. Dies liefert den Vorteil, dass beispielsweise der Dämpfungskondensator 6 eine geringe Kapazität hat oder der Spannungsstoß weiter reduziert oder eliminiert wird.

[0055] Es sei angemerkt, dass jede dritte Leitung 7a und jede vierte Leitung 7b bei dem vierten Beispiel benachbart zueinander sein können. Es sei zudem angemerkt, dass eine dielektrische Schicht zwischen der dritten Leitung 7a und der vierten Leitung 7b angeordnet sein kann. In einer solchen Konfiguration erreicht das Leistungsmodul denselben Vorteil wie die vorhergehend beschriebenen. In der obigen Beschreibung wird das vierte Beispiel auf das erste Beispiel angewandt, ist aber nicht hierauf eingeschränkt. Beispielsweise kann das vierte Beispiel auf das zweite Beispiel und dritte Beispiel angewendet werden.

<Viertes bevorzugtes Ausführungsbeispiel>

[0056] **Fig. 9** ist eine Schnittzeichnung, die einen Aufbau eines Leistungsmoduls gemäß einem vierten bevorzugten Ausführungsbeispiel zeigt. Unter den in dem vierten bevorzugten Ausführungsbeispiel beschriebenen Komponenten werden Komponenten, welche dieselben wie diejenigen oder ähnlich zu denjenigen der Leistungsmodule des ersten bevorzugten Ausführungsbeispiels und des vierten Beispiels sind, mit denselben Bezugszeichen gekennzeichnet. Das Folgende beschreibt hauptsächlich Komponenten, die sich von denjenigen der Leistungsmodule des ersten bevorzugten Ausführungsbeispiels und des vierten Beispiels unterscheiden.

[0057] Das Leistungsmodul gemäß dem vierten bevorzugten Ausführungsbeispiel umfasst die fünften Leitungen 8a und sechsten Leitungen 8b, welche dieselben wie diejenigen des ersten bevorzugten Ausführungsbeispiels (**Fig.** 4) sind, zusätzlich zu den Komponenten des vierten Beispiels (**Fig.** 8).

[0058] Wie bei dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel ist das Leistungsmodul gemäß dem vierten bevorzugten Ausführungsbeispiel derart ausgebildet, dass die fünften Leitungen 8a und die sechsten Leitungen 8b es ermöglichen, den Spannungsstoß von einzelnen Zweigen zu überwachen. Dies ermöglicht eine Prüfung, ob der Spannungsstoß der einzelnen Zweige um ein bestimmtes Ausmaß reduziert ist. Zudem hat wie bei dem vierten Beispiel das Leistungsmodul gemäß dem vierten bevorzugten Ausführungsbeispiel einen Vorteil, wie beispielsweise den Dämpfungskondensator 6 mit geringer Kapazität oder dass der Spannungsstoß weiter reduziert oder eliminiert wird.

<Fünftes Beispiel>

[0059] **Fig.** 10 ist eine Schnittzeichnung, die einen Aufbau eines Leistungsmoduls gemäß einem fünften Beispiel zeigt. Unter den in dem fünften Beispiel beschriebenen Komponenten werden Komponenten, welche dieselben wie diejenigen oder ähnlich zu denjenigen des Leistungsmoduls des ersten Beispiels sind, mit denselben Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0060] Das Folgende beschreibt hauptsächlich Komponenten, die sich von denjenigen des Leistungsmoduls des ersten Beispiels unterscheiden.

[0061] Bei dem fünften Beispiel hat jede dritte Leitung 7a das andere Ende mit einer jeweiligen Steckbuchse 7a1 (weiblich) versehen. Ein Stecker 6a (männlich) des jeweiligen Dämpfungskondensators 6 ist befestigbar an und lösbar von der jeweiligen Steckbuchse 7a1. Zudem hat jede vierte Leitung 7b das andere Ende mit einer jeweiligen Steckbuchse 7b1 (weiblich) versehen. Ein weiterer Stecker 6a (männlich) des Dämpfungskondensators 6 ist befestigbar an und lösbar von der jeweiligen Steckbuchse 7b1.

[0062] Das Leistungsmodul gemäß dem fünften Beispiel ist derart ausgebildet, dass die Stecker 6a des Dämpfungskondensators 6 in die jeweiligen Steckbuchsen 7a1 und Steckbuchsen 7b1 eingefügt sind, so dass die Dämpfungskondensatoren 6 mit den dritten Leitungen 7a und den vierten Leitungen 7b verbunden sind. Folglich ermöglicht dies den Austausch der Dämpfungskondensatoren 6 ohne Lot, wodurch ein einfach verwendbares Leistungsmodul bereitgestellt wird.

[0063] In der obigen Beschreibung wird das fünfte Beispiel auf das erste Beispiel angewendet, ist jedoch nicht hierauf eingeschränkt. Beispielsweise kann das fünfte Beispiel auf das dritte und vierte bevorzugte Ausführungsbeispiel und auf das vierte Beispiel angewendet werden.

[0064] Es wird angemerkt, dass bei der vorliegenden Erfindung die jeweiligen bevorzugten Ausführungsbeispiele und Beispiele im Rahmen der Erfindung kombiniert werden können.

Bezugszeichenliste

1	Gehäuse
1a	Vertiefung
1b	Vorsprung
2	Leistungsbauteil
2a	erster Anschlusspunkt
2b	zweiter Anschlusspunkt
2c	Halbleiterschaltelelement
2d	Diode
2e	Blockeinheit
3n	negativer Anschluss
3p	positiver Anschluss
4a	erste Leitung
4a1	erster Abschnitt
4a2	dritter Anschlusspunkt
4b	zweite Leitung
4b1	zweiter Abschnitt
4b2	vierter Anschlusspunkt
5	Leiterplatte
6	Dämpfungskondensator
6a	Stecker
7a	dritte Leitung
7a1	Steckbuchse
7b	vierte Leitung
7b1	Steckbuchse
8a	fünfte Leitung
8b	sechste Leitung
9	dielektrische Schicht

Patentansprüche

1. Leistungsmodul, aufweisend:
 - ein Gehäuse (1);
 - ein innerhalb des Gehäuses (1) angeordnetes

Leistungsbauteil (2), das eine Vielzahl von Halbleiterschaltelementen (2c) aufweist, die einen oberen Zweig und einen unteren Zweig zwischen einem ersten Anschlusspunkt (2a) und einem zweiten Anschlusspunkt (2b) bilden, wobei der obere Zweig und der untere Zweig, welche die Vielzahl von Halbleiterschaltelementen (2c) aufweisen, für einzelne Phasen enthalten sind;

- einen positiven Anschluss (3p), der eingerichtet ist, die ersten Anschlusspunkte (2a) des Leistungsbauteils (2) über eine erste Leitung (4a) aus dem Gehäuse (1) herauszuführen;
- einen negativen Anschluss (3n), der eingerichtet ist, die zweiten Anschlusspunkte (2b) des Leistungsbauteils (2) über eine zweite Leitung (4b) aus dem Gehäuse (1) herauszuführen; und, für jede einzelne Phase:
 - eine zusätzliche dritte Leitung (7a), die ein erstes Ende, das elektrisch mit dem ersten Anschlusspunkt (2a) verbunden ist, und ein zweites Ende, das außerhalb des Gehäuses (1) liegt, aufweist, wobei die dritte Leitung (7a) kürzer als die erste Leitung (4a) ist; und
 - eine zusätzliche vierte Leitung (7b), die ein erstes Ende, das elektrisch mit dem zweiten Anschlusspunkt (2b) verbunden ist, und ein zweites Ende, das außerhalb des Gehäuses (1) liegt, aufweist, wobei die vierte Leitung (7b) kürzer als die zweite Leitung (4b) ist;
 - eine zusätzliche fünfte Leitung (8a) mit einem ersten Ende, das mit der dritten Leitung (7a) verbunden ist, und einem zweiten Ende außerhalb des Gehäuses (1);
 - eine zusätzliche sechste Leitung (8b) mit einem ersten Ende, das mit der vierten Leitung (7b) verbunden ist, und einem zweiten Ende außerhalb des Gehäuses (1); und
 - einen Dämpfungskondensator (6), welcher befestigbar an und lösbar von den zweiten Enden der dritten Leitung (7a) und der vierten Leitung (7b) ist, wobei
 - die fünfte Leitung (8a) und die sechste Leitung (8b) eingerichtet sind, um ein Überwachen eines Spannungsstoßes in den einzelnen Zweigen in den einzelnen Phasen zu ermöglichen.

2. Leistungsmodul nach Anspruch 1, wobei das Leistungsbauteil (2) in einer Blockeinheit (2e) eine erste Gruppe der Vielzahl von Halbleiterschaltelementen (2c), die parallel zueinander geschaltet sind, und eine zweite Gruppe aus der Vielzahl von Halbleiterschaltelementen (2c), die parallel zueinander geschaltet sind, aufweist, und wobei die erste Gruppe aus der Vielzahl von Halbleiterschaltelementen (2c) und die zweite Gruppe der Vielzahl von Halbleiterschaltelementen (2c) einen oberen Zweig und einen unteren Zweig zwischen dem ersten Anschlusspunkt (2a) und dem zweiten Anschlusspunkt (2b) bilden.

3. Leistungsmodul nach Anspruch 2, wobei die Blockeinheit (2e) eine Einheit aus einem isolierenden Substrat ist, an dem die Vielzahl von Halbleiterschaltelementen (2c) befestigt ist.

4. Leistungsmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die erste Leitung (4a) und die zweite Leitung (4b) benachbart zueinander sind.

5. Leistungsmodul nach Anspruch 4, weiter aufweisend eine dielektrische Schicht (9), die zwischen der ersten Leitung (4a) und der zweiten Leitung (4b) angeordnet ist.

6. Leistungsmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die dritte Leitung (7a) und die vierte Leitung (7b) Steckbuchsen (7a1, 7b1) an den zweiten Enden der dritten Leitung (7a) und der vierten Leitung (7b) aufweisen, und wobei Stecker (6a) des Dämpfungskondensators (6) befestigbar an und lösbar von den Steckbuchsen (7a1, 7b1) sind.

7. Leistungsmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Gehäuse (1) eine Oberfläche mit einer Vertiefung (1a) hat, in welcher der Dämpfungskondensator (6) aufgenommen ist, wenn der Dämpfungskondensator (6) an den zweiten Enden der dritten Leitung (7a) und der vierten Leitung (7b) befestigt ist.

8. Leistungsmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Gehäuse (1) eine Oberfläche mit einem Vorsprung (1b) hat, der parallel zu dem Dämpfungskondensator (6) verläuft, wenn der Dämpfungskondensator (6) an den zweiten Enden der dritten Leitung (7a) und der vierten Leitung (7b) befestigt ist.

9. Leistungsmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das Leistungsbauteil (2) einen Halbleiter mit breiter Bandlücke aufweist.

Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

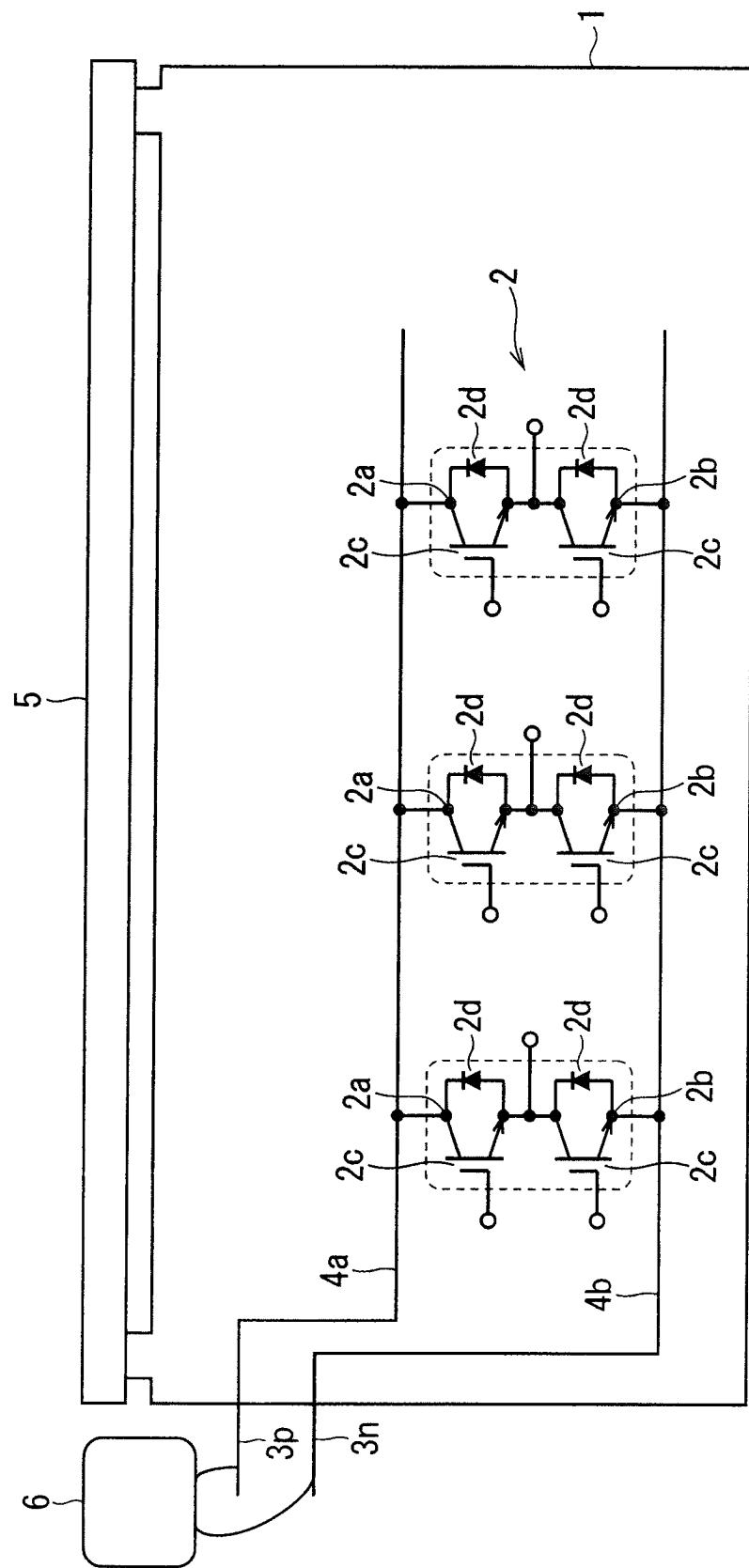


FIG. 2

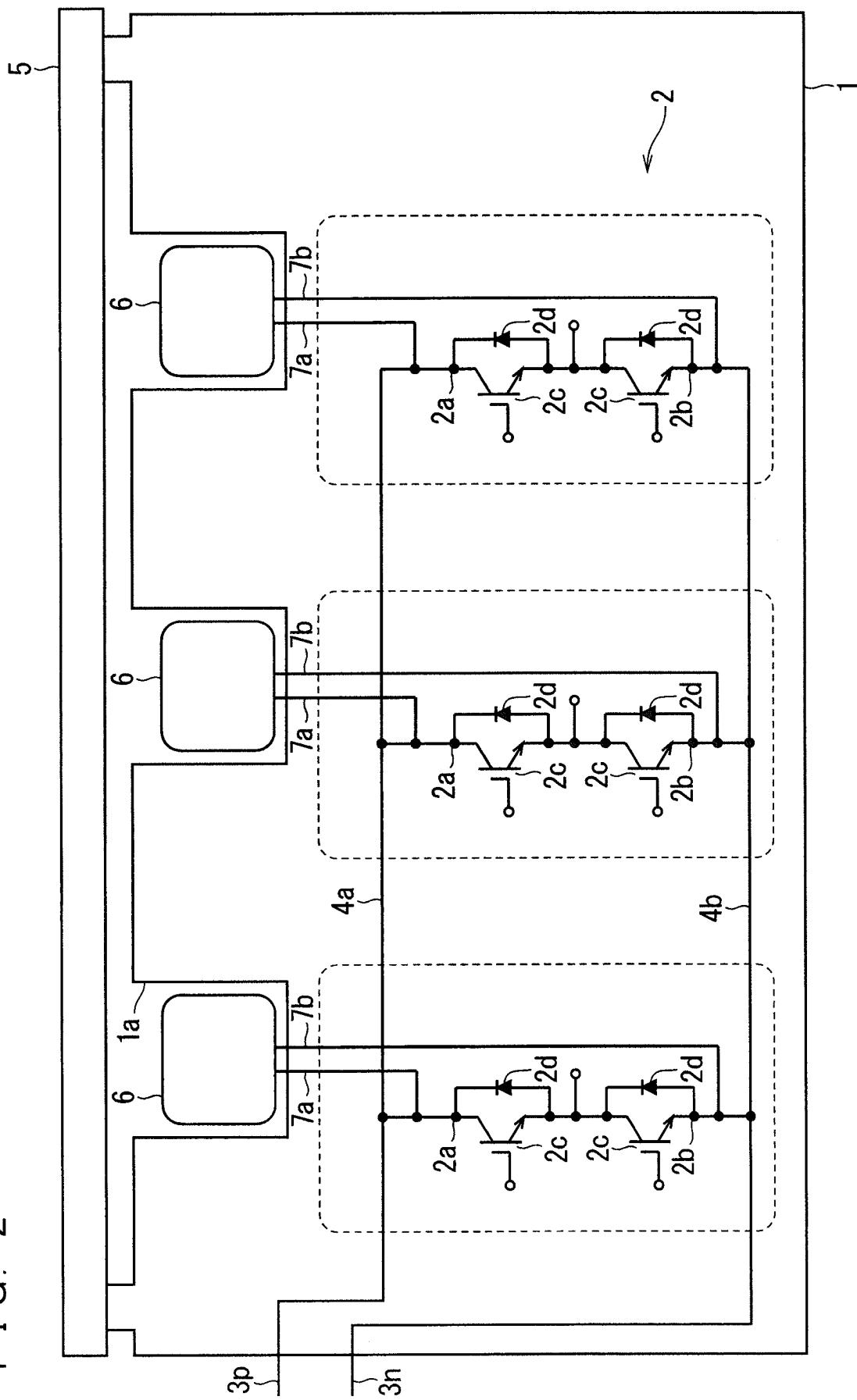


FIG. 3

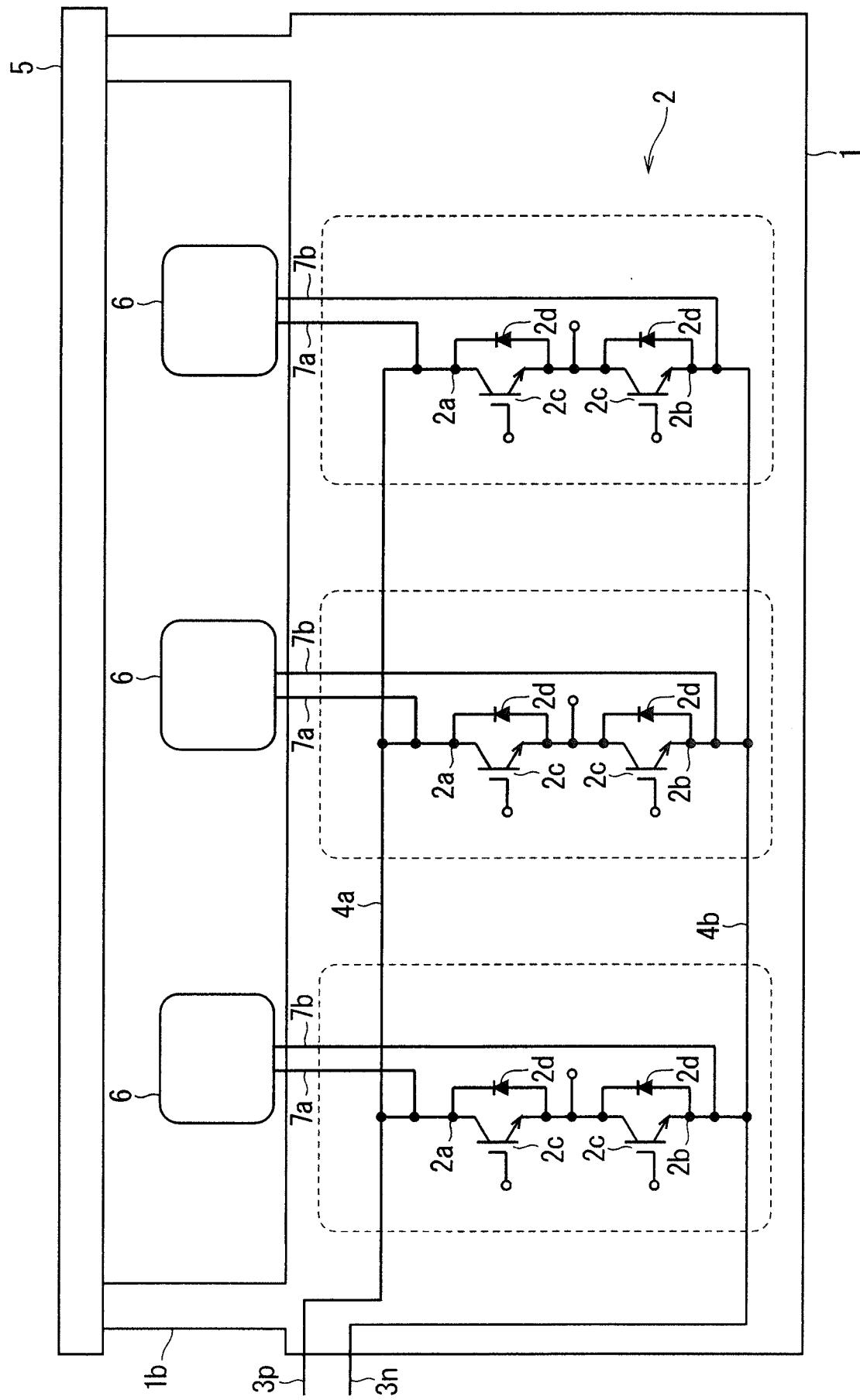


FIG. 4

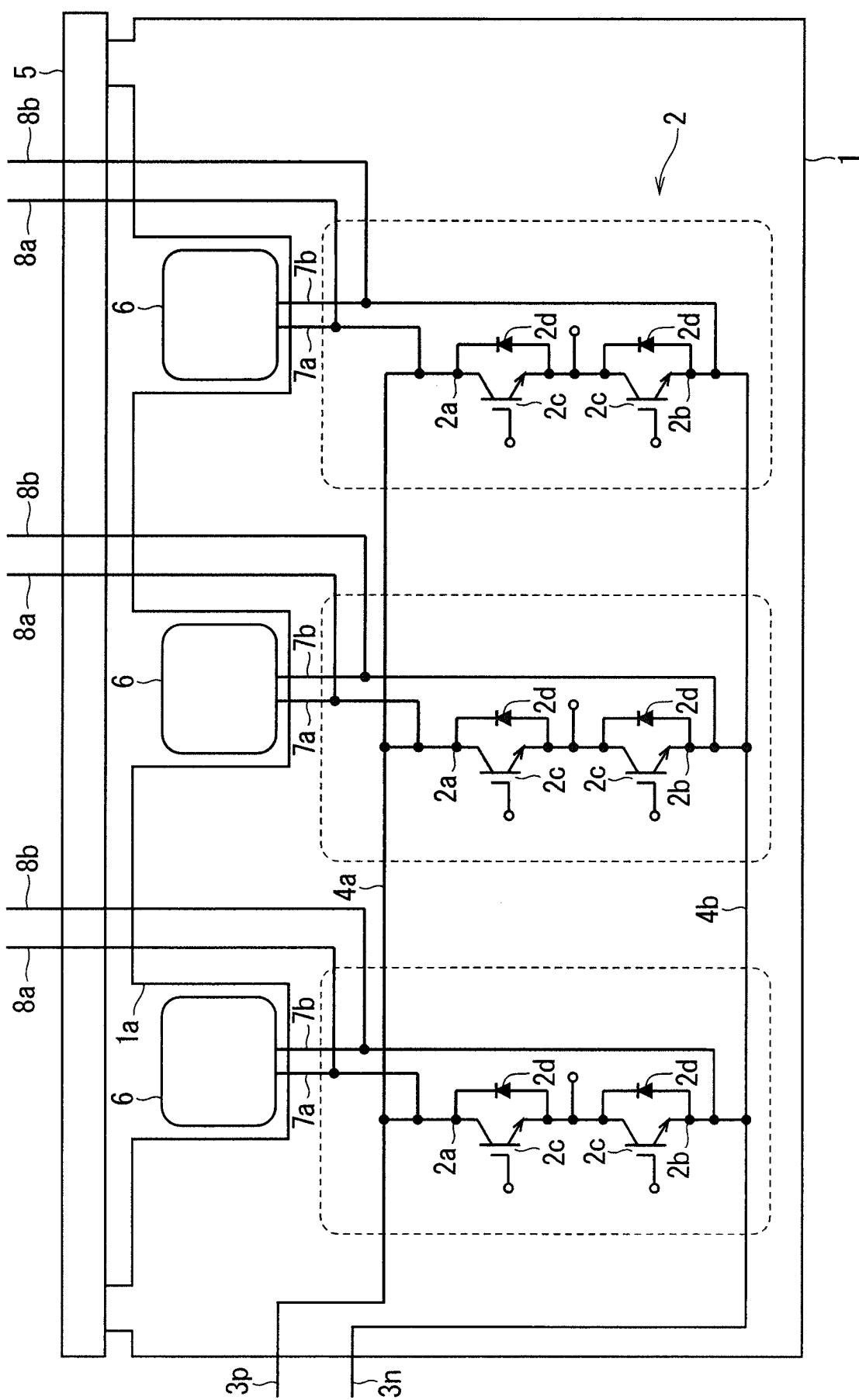
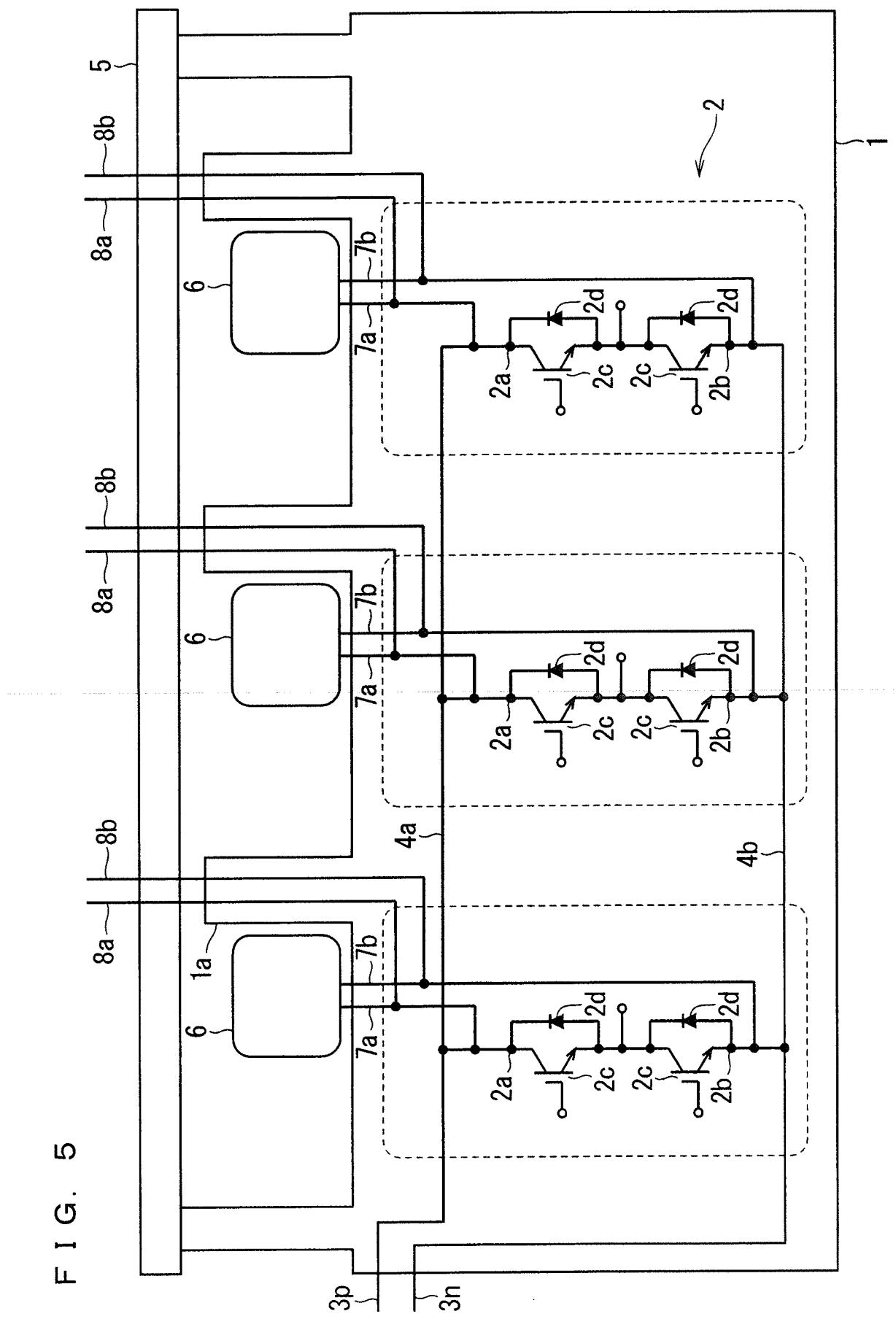


FIG. 5



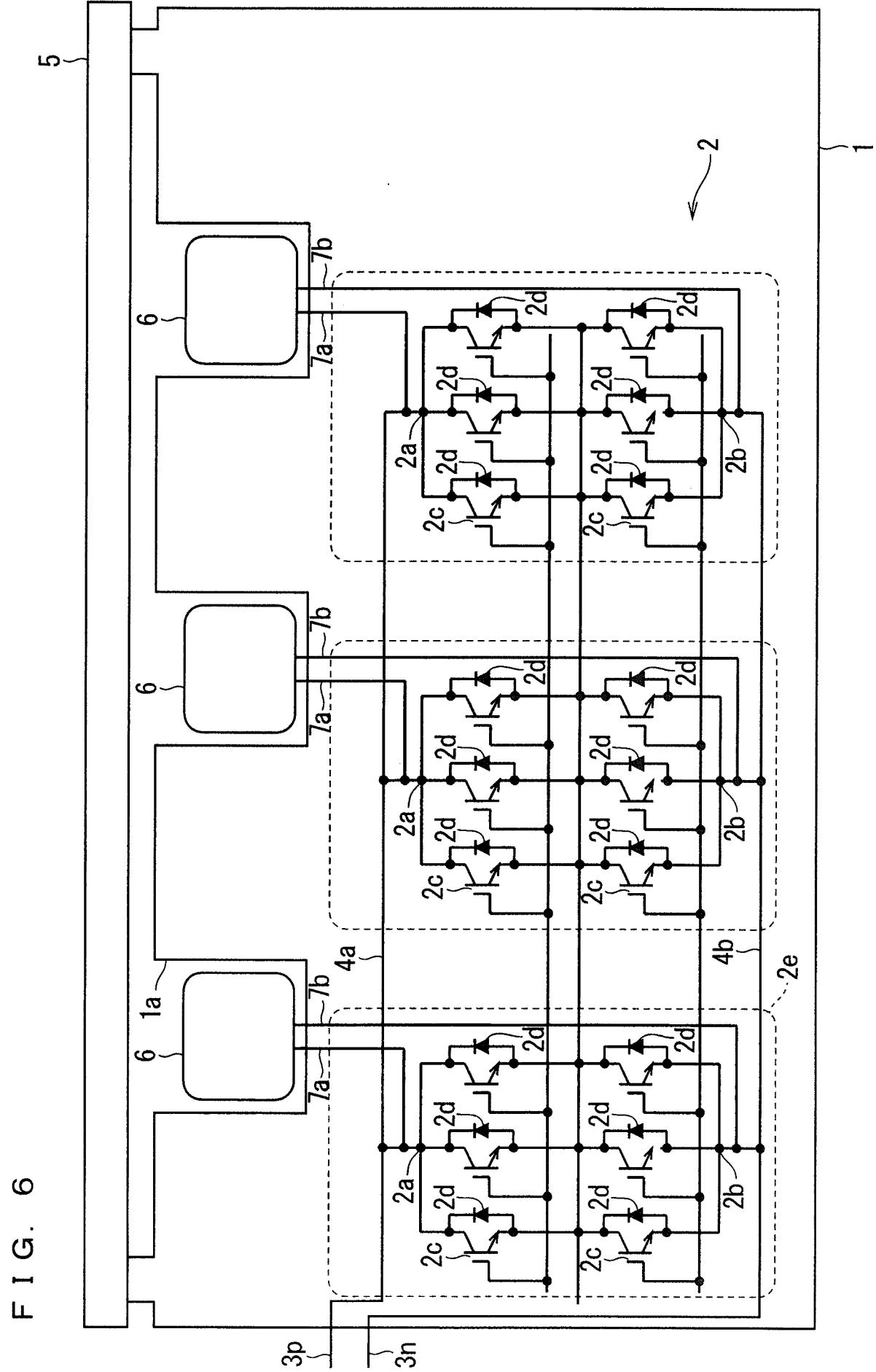


FIG. 7

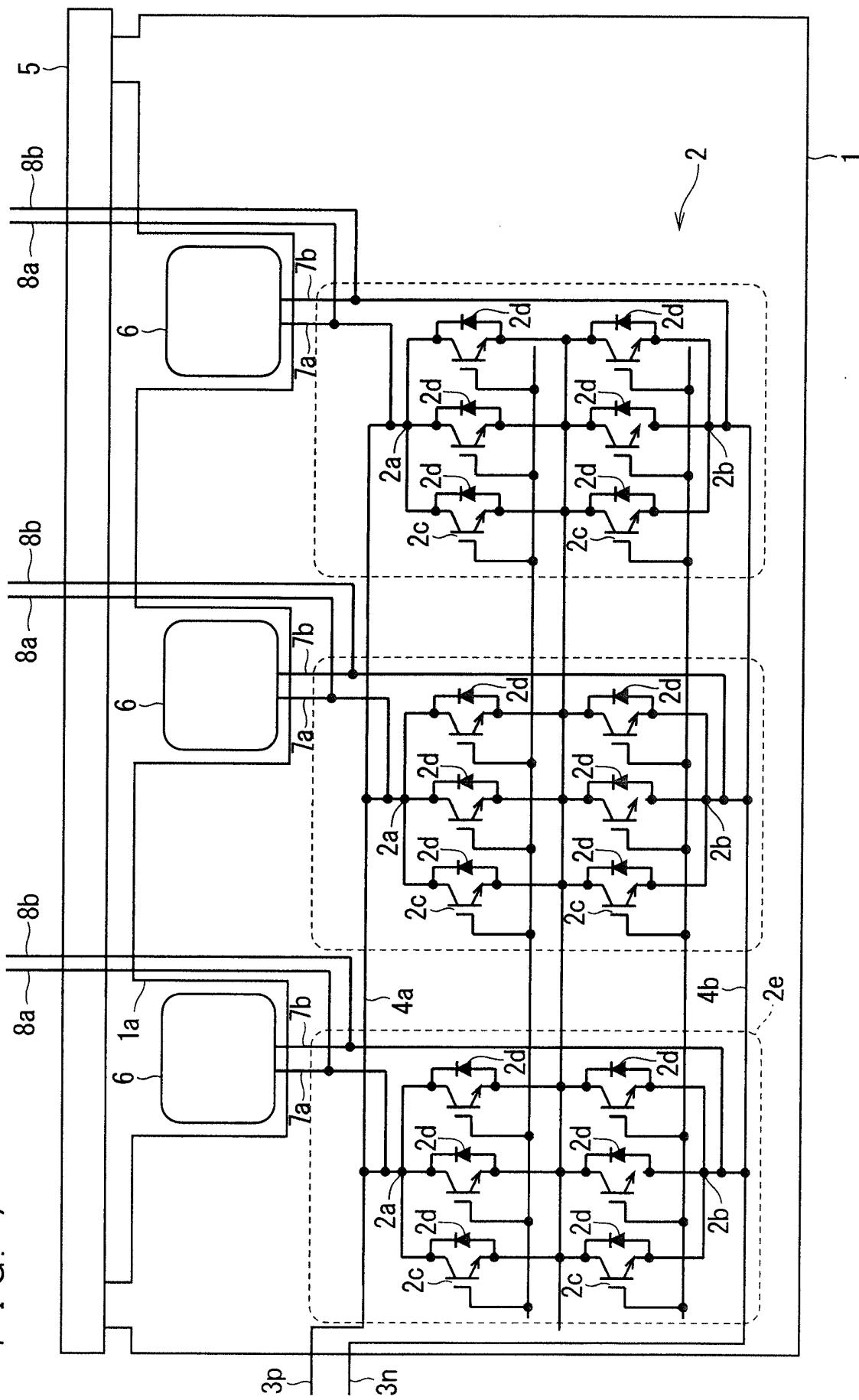


FIG. 8

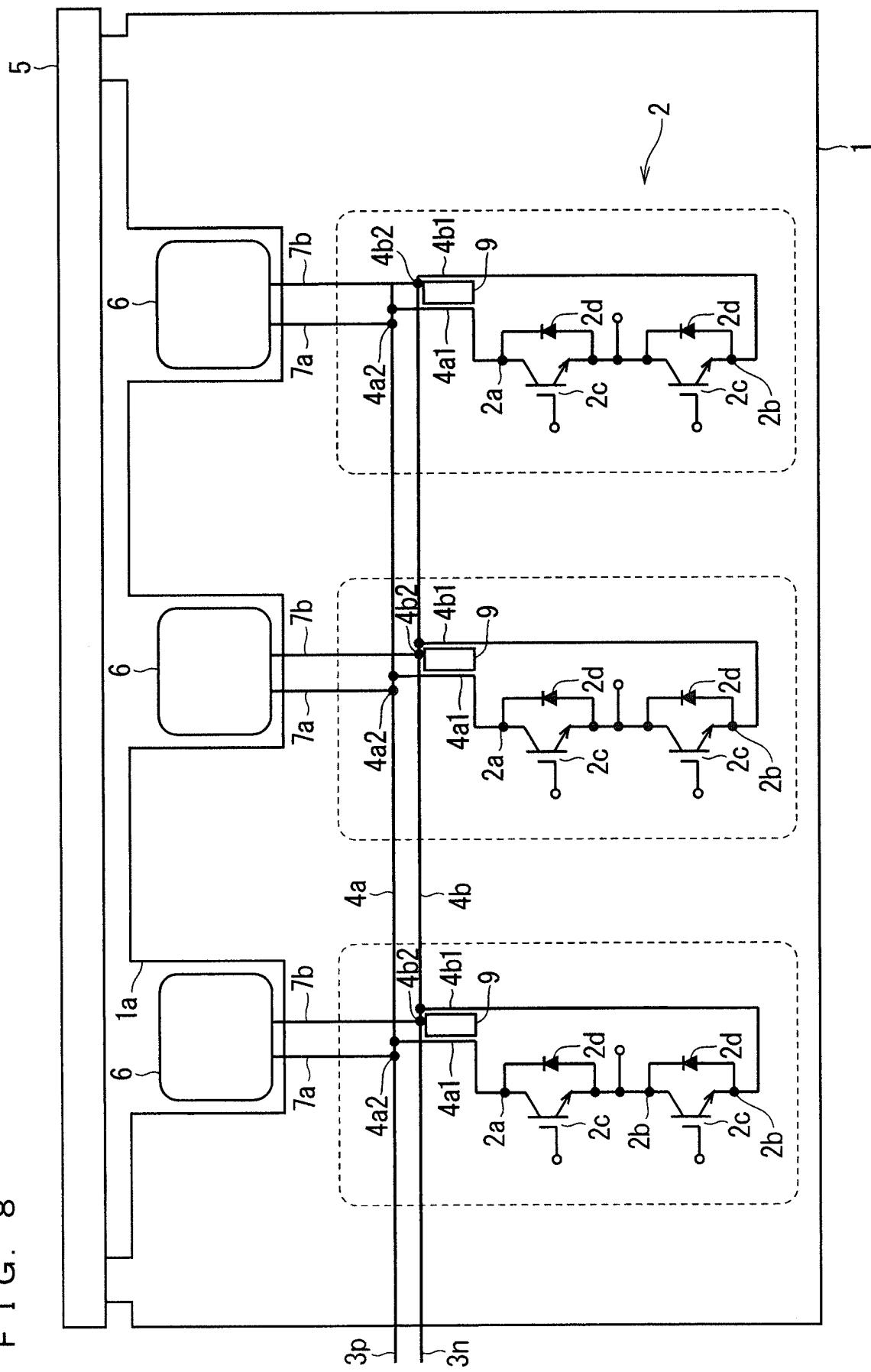


FIG. 9

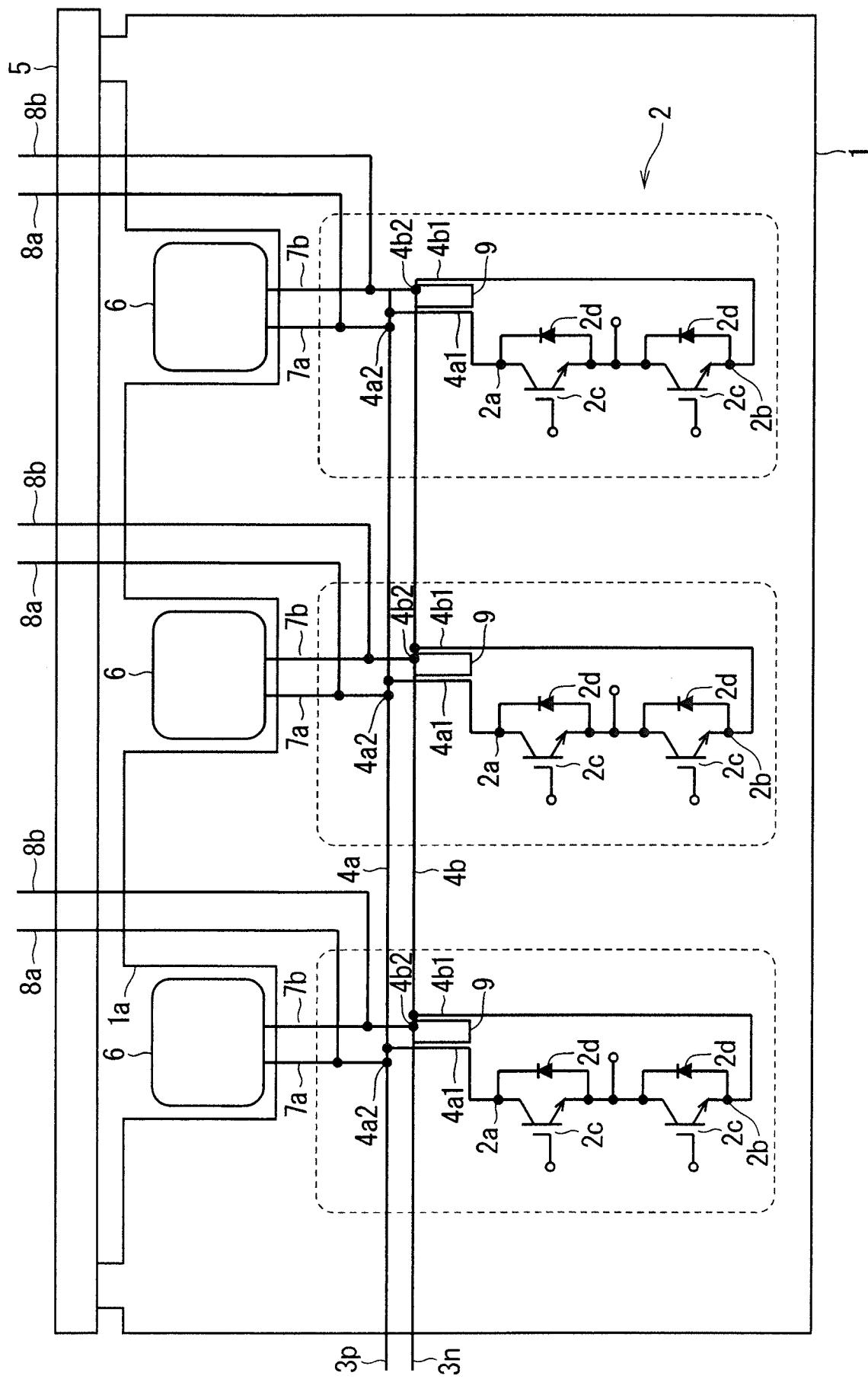


FIG. 10

