(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2022 003 051 T5** 2024.04.04

(12) # Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2022/264982**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2022 003 051.8**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2022/023702**
(86) PCT-Anmeldetag: **14.06.2022**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **22.12.2022**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung in deutscher Übersetzung: **04.04.2024**

(51) Int Cl.: ***H01L 31/12*** (2006.01)
H01L 23/28 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2021-098854 14.06.2021 JP

(71) Anmelder:
ROHM CO., LTD., Kyoto, JP

(74) Vertreter:
WITTE, WELLER & PARTNER Patentanwälte mbB, 70173 Stuttgart, DE

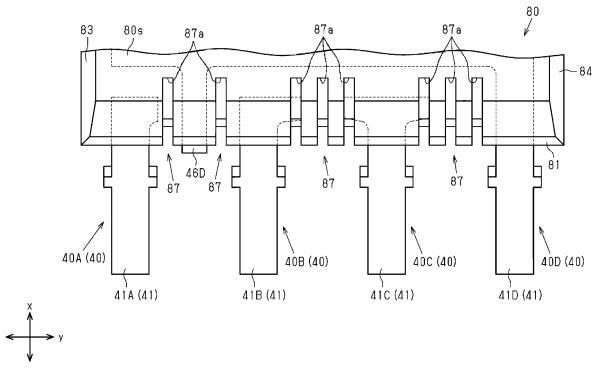
(72) Erfinder:
Arimura, Masahiko, Kyoto, JP; Toyama, Tomoichiro, Kyoto, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **ISOLATIONSMODUL**

(57) Zusammenfassung: Dieses Isolationsmodul umfasst: ein erstes lichtemittierendes Element und ein erstes lichtempfangendes Element, die einen Fotokoppler bilden; ein erstes plattenförmiges Bauteil, das lichtübertragende Eigenschaften aufweist und zwischen dem ersten lichtempfangenden Element und dem ersten lichtemittierenden Element bereitgestellt ist; ein Kapselungsharz (80), das mindestens das lichtemittierende Element und das lichtempfangende Element einkapselt; und eine Vielzahl von Anschlüssen (41), die an einer ersten Kunststoffseitenoberfläche (81) des Kapselungsharzes (80) bereitgestellt sind. Das erste plattenförmige Bauteil ist auf die lichtempfangende Oberfläche des ersten lichtempfangenden Elements geschichtet, und das erste lichtemittierende Element ist auf das erste plattenförmige Bauteil geschichtet. Vertiefte/Vorsprungsabschnitte (87) sind an Abschnitten zwischen benachbarten Anschlüssen unter der Vielzahl von Anschlüssen (41) auf der ersten Kunststoffseitenoberfläche (81) bereitgestellt.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf ein Isolationsmodul.

STAND DER TECHNIK

[0002] Als Isolationsmodul ist ein Isolationsmodul eines optischen Systems wie eines Fotokopplers bekannt. Zum Beispiel offenbart Patentliteratur 1 eine Konfiguration, bei der eine lichtemittierende Oberfläche eines lichtemittierenden Elements und eine lichtempfangende Oberfläche eines lichtempfangenden Elements einander zugewandt sind.

LISTE DER ENTGEGENHALTUNGEN

Patentliteratur

[0003] Patentliteratur 1: US-Patent Nr. 9000675

KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Technisches Problem

[0004] Bei einem solchen Isolationsmodul besteht noch Verbesserungspotenzial.

Lösung des Problems

[0005] Ein Isolationsmodul gemäß einem Gesichtspunkt der vorliegenden Offenbarung schließt ein lichtemittierendes Element und ein lichtempfangendes Element, die einen Fotokoppler bilden, ein Isolierbauteil, das zwischen dem lichtempfangenden Element und dem lichtemittierenden Element bereitgestellt ist und Transluzenz aufweist, einen Dichtungs- bzw. Versiegelungskunststoff, der mindestens das lichtemittierende Element und das lichtempfangende Element abdichtet bzw. versiegelt, und eine Vielzahl von Anschlüssen ein, die nebeneinander auf einer Kunststoffseitenoberfläche des Dichtungskunststoffs bereitgestellt sind. Das Isolierbauteil ist auf eine lichtempfangende Oberfläche des lichtempfangenden Elements gestapelt bzw. geschichtet. Das lichtemittierende Element ist auf das Isolierbauteil gestapelt. Ein erster unebener Abschnitt ist in einem Abschnitt zwischen einem ersten Anschluss und einem zweiten Anschluss unter der Vielzahl von Anschlüssen auf der Kunststoffseitenoberfläche bereitgestellt.

Vorteilhafte Auswirkungen der Erfindung

[0006] Das vorstehend beschriebene Isolationsmodul verbessert die Isolierung zwischen benachbarten Anschlüssen unter den Anschlüssen.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 ist eine perspektivische Ansicht eines Isolationsmoduls gemäß einer Ausführungsform.

Fig. 2 ist eine Draufsicht, die schematisch eine Innenstruktur des Isolationsmoduls von **Fig.** 1 veranschaulicht.

Fig. 3 ist eine Querschnittsansicht des Isolationsmoduls von **Fig.** 2 entlang der Linie 3-3.

Fig. 4 ist eine vergrößerte Ansicht eines lichtemittierenden Elements und seines Umfangs in dem Isolationsmodul von **Fig.** 3.

Fig. 5 ist eine vergrößerte Ansicht eines lichtemittierenden Elements, eines lichtempfangendes Elements und eines Umfangs davon in dem Isolationsmodul von **Fig.** 3.

Fig. 6 ist eine Querschnittsansicht des Isolationsmoduls von **Fig.** 2 entlang der Linie 6-6.

Fig. 7 ist eine Querschnittsansicht, die schematisch eine Innenstruktur eines Teils eines lichtemittierenden Elements veranschaulicht.

Fig. 8 ist eine Querschnittsansicht, die schematisch eine Innenstruktur eines Teils des lichtempfangenden Elements veranschaulicht.

Fig. 9 ist eine vergrößerte Draufsicht eines Teils eines Dichtungskunststoffs des Isolationsmoduls von **Fig.** 1.

Fig. 10 ist eine vergrößerte Draufsicht eines Teils des Dichtungskunststoffs des Isolationsmoduls von **Fig.** 1, der sich von dem von **Fig.** 9 unterscheidet.

Fig. 11 ist ein Schaltbild, das schematisch eine elektrische Konfiguration des Isolationsmoduls von **Fig.** 1 veranschaulicht.

Fig. 12 ist eine vergrößerte Draufsicht, die einen Teil einer Innenstruktur eines Isolationsmoduls gemäß einer Modifikation veranschaulicht.

Fig. 13 ist eine Querschnittsansicht eines plattenförmigen Bauteils und seines Umfangs in einem Isolationsmodul einer Modifikation.

Fig. 14 ist eine Querschnittsansicht eines plattenförmigen Bauteils und seines Umfangs in einem Isolationsmodul einer Modifikation.

Fig. 15 ist eine Querschnittsansicht eines plattenförmigen Bauteils und seines Umfangs in einem Isolationsmodul einer Modifikation.

Fig. 16 ist eine Querschnittsansicht eines lichtempfangendes Elements und seines Umfangs in einem Isolationsmodul gemäß einer Modifikation.

Fig. 17 ist eine Querschnittsansicht, die schematisch eine Innenstruktur eines Teils des licht-

empfangenden Elements eines Isolationsmoduls gemäß einer Modifikation veranschaulicht.

Fig. 18 ist eine Querschnittsansicht, die schematisch eine Innenstruktur eines Teils des lichtempfangenden Elements eines Isolationsmoduls einer Modifikation veranschaulicht.

Fig. 19 ist ein Schaltbild, das schematisch eine elektrische Konfiguration eines Isolationsmoduls gemäß einer Modifikation veranschaulicht.

Fig. 20 ist ein Schaltbild, das schematisch eine elektrische Konfiguration eines Isolationsmoduls gemäß einer Modifikation veranschaulicht.

BESCHREIBUNG VON AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0007] Unter Bezugnahme auf die Zeichnungen werden nun Ausführungsformen eines Isolationsmoduls beschrieben. Die nachstehend beschriebenen Ausführungsformen veranschaulichen Konfigurationen und Verfahren zum Realisieren von technischen Ideen. Die Materialien, Formen, Strukturen, Anordnungen, Abmessungen und dergleichen der Komponenten sind nicht auf die nachstehend beschriebenen begrenzt. Der Einfachheit und Klarheit der Veranschaulichung halber sind die in den Zeichnungen gezeigten Komponenten nicht unbedingt maßstabsgetreu gezeichnet. Ebenfalls können zur Erleichterung des Verständnisses Schraffuren in Querschnittsansichten weggelassen worden sein. Die beigefügten Zeichnungen veranschaulichen lediglich Ausführungsformen der Offenbarung und sollten nicht als die Offenbarung einschränkend betrachtet werden.

Ausführungsformen

[0008] Ein Isolationsmodul 10 gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird unter Bezugnahme auf **Fig.** 1 bis 11 beschrieben.

[0009] **Fig.** 1 und 2 veranschaulichen eine Gesamtstruktur des Isolationsmoduls 10. **Fig.** 3 veranschaulicht eine vollständige Querschnittsstruktur innerhalb des Isolationsmoduls 10, und **Fig.** 4 bis 6 veranschaulichen einen Teil der Querschnittsstruktur innerhalb des Isolationsmoduls 10 auf vergrößerte Weise. **Fig.** 7 veranschaulicht eine Innenstruktur eines Teils eines ersten lichtemittierenden Elements 20P, und **Fig.** 8 veranschaulicht eine Innenstruktur eines Teils eines ersten lichtempfangenden Elements 30P. **Fig.** 9 und 10 veranschaulichen ein Erscheinungsbild eines Teils des Isolationsmoduls 10. **Fig.** 11 veranschaulicht ein Beispiel für eine Schaltungskonfiguration des Isolationsmoduls 10.

[0010] Das Isolationsmodul 10 wird als Gate-Treiber verwendet, der ein Ansteuerspannungssignal an ein Gate eines Schaltelements anlegt. Wie in **Fig.** 1 und 2 veranschaulicht, ist eine Gehäusestruktur des Isolationsmoduls 10 ein Dual-In-Line-Package (DIP). Das Isolationsmodul 10 schließt einen rechteckigen Dichtungskunststoff 80 und Anschlüsse 41 und 51 ein, die von dem Dichtungskunststoff 80 hervorstehen. Die Stehspannung des Isolationsmoduls 10 liegt zum Beispiel in einem Bereich von 3500 Vrms bis 7500 Vrms. Der spezifische numerische Wert der Stehspannung des Isolationsmoduls 10 ist jedoch nicht darauf begrenzt, und der Wert ist willkürlich eingestellt.

[0011] Der Dichtungskunststoff 80 ist aus einem Isoliermaterial, das eine lichtabschirmende Eigenschaft aufweist, gebildet. Ein Beispiel für das Isoliermaterial ist Epoxidharz. In der vorliegenden Ausführungsform ist der Dichtungskunststoff 80 aus einem schwarzen Epoxidharz gebildet. Wie in **Fig.** 1 und 2 veranschaulicht, weist der Dichtungskunststoff 80 eine Kunststoffhauptoberfläche 80s, eine rückseitige Kunststoffoberfläche 80r und erste bis vierte Kunststoffseitenoberflächen 81 bis 84 auf. In der folgenden Beschreibung ist eine Dickenrichtung des Dichtungskunststoffs 80 als eine z-Richtung definiert, und zwei Richtungen orthogonal zueinander unter den Richtungen senkrecht zu der z-Richtung sind als eine x-Richtung beziehungsweise eine y-Richtung definiert. Es kann auch gesagt werden, dass die z-Richtung die „Höhenrichtung des Isolationsmoduls“ ist.

[0012] Die Kunststoffhauptoberfläche 80s und die rückseitige Kunststoffoberfläche 80r bilden gegenüberliegende Endflächen in Dickenrichtung (z-Richtung) des Dichtungskunststoffs 80. Aus der z-Richtung betrachtet, sind sowohl die Kunststoffhauptoberfläche 80s als auch die rückseitige Kunststoffoberfläche 80r derart gebildet, dass sie eine rechteckige Form aufweisen. In der vorliegenden Ausführungsform ist die Form sowohl der Kunststoffhauptoberfläche 80s als auch der rückseitigen Kunststoffoberfläche 80r, aus der z-Richtung betrachtet, eine rechteckige Form, bei der die x-Richtung eine kurze Seite ist und die y-Richtung eine lange Seite ist.

[0013] Die erste Kunststoffseitenoberfläche 81 und die zweite Kunststoffseitenoberfläche 82 bilden gegenüberliegende Endflächen in x-Richtung. Sowohl die erste Kunststoffseitenoberfläche 81 als auch die zweite Kunststoffseitenoberfläche 82 erstrecken sich, aus der z-Richtung betrachtet, entlang der y-Richtung. Mehrere (in der vorliegenden Ausführungsform vier) Anschlüsse 41A bis 41D sind auf der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 bereitgestellt, und mehrere (in der vorliegenden Ausführungsform vier) Anschlüsse S 1A bis 51D sind auf der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 bereitgestellt. In der vorliegenden Ausführungsform entsprechen sowohl die erste Kunststoffseitenoberfläche 81, die mit den Anschlüssen 41A bis 41D versehen ist,

als auch die zweite Kunststoffseitenoberfläche 82, die mit den Anschlüssen 51A bis 51D versehen ist, „Anschlussoberflächen“.

[0014] Die Anschlüsse 41A bis 41D stehen von der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 hervor. Die Anschlüsse S 1A bis 51D stehen von der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 hervor. Daher sind die Anschlüsse 41A bis 41D und die Anschlüsse 51A bis 51D, aus der z-Richtung betrachtet, in Intervallen in x-Richtung nebeneinander angeordnet. Das heißt, die x-Richtung ist eine Anordnungsrichtung der Anschlüsse 41A bis 41D und der Anschlüsse 51A bis 51D. Wie in **Fig.** 1 und 2 veranschaulicht, weisen die Anschlüsse 51A bis 51D die gleiche Form auf wie die Anschlüsse 41A bis 41D. Auf diese Weise sind die Anschlüsse 41A bis 41D auf der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 nebeneinander bereitgestellt, und die Anschlüsse 51Abis 51D sind auf der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 nebeneinander bereitgestellt.

[0015] Die dritte Kunststoffseitenoberfläche 83 und die vierte Kunststoffseitenoberfläche 84 bilden gegenüberliegende Endflächen in y-Richtung. Sowohl die dritte Kunststoffseitenoberfläche 83 als auch die vierte Kunststoffseitenoberfläche 84 sind Seitenoberflächen, auf denen die Anschlüsse 41Abis 41D und 51Abis 51D nicht bereitgestellt sind. Sowohl die dritte Kunststoffseitenoberfläche 83 als auch die vierte Kunststoffseitenoberfläche 84 erstrecken sich, aus der z-Richtung betrachtet, entlang der x-Richtung.

[0016] In der vorliegenden Ausführungsform weisen die Anschlüsse 41A bis 41D und 51A bis 51D die gleiche Form auf. Genauer gesagt weist, wie in **Fig.** 1 gezeigt, jeder der Anschlüsse 41A bis 41D einen ersten Abschnitt, der sich in x-Richtung von der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 erstreckt, einen ersten gebogenen Abschnitt, der von dem ersten Abschnitt nach unten gebogen ist, einen zweiten Abschnitt, der sich so erstreckt, dass er nach unten geneigt ist, während er sich in x-Richtung von dem Dichtungskunststoff 80 trennt, einen zweiten gebogenen Abschnitt, der von dem zweiten Abschnitt nach außen gebogen ist, und einen dritten Abschnitt auf, der sich so erstreckt, dass er nach unten geneigt ist, während er sich in x-Richtung von dem Dichtungskunststoff 80 trennt. Ein Neigungswinkel des dritten Abschnitts in Bezug auf die z-Richtung ist kleiner als ein Neigungswinkel des zweiten Abschnitts in Bezug auf die z-Richtung. In der vorliegenden Ausführungsform weist jeder von den Anschlüssen 41A bis 41D und S 1A bis 51D einen so genannten Gull-Wing-Anschluss auf.

[0017] Wenn das Isolationsmodul 10 zum Beispiel auf einer Verdrahtungsplatte (nicht veranschaulicht) montiert ist, bilden die Anschlüsse 41A bis 41D und 51A bis 51D externe Anschlüsse, die auf auf der Verdrahtungsplatte bereitgestellten Stegen montiert sind. Jeder der Anschlüsse 41A bis 41D und S 1A bis 51D ist mit einem leitfähigen Bondingmaterial, das beispielsweise aus Löt-, Silber-(Ag)-Paste oder dergleichen gebildet ist, an einen Steg der Verdrahtungsplatte gebondet. Somit ist das Isolationsmodul 10 elektrisch mit der Verdrahtungsplatte verbunden.

[0018] Jede Kunststoffseitenoberfläche 81 bis 84 weist eine erste Seitenoberfläche 85 und eine zweite Seitenoberfläche 86 auf. Die erste Seitenoberfläche 85 ist mit der Substratseitenoberfläche 86 durchgehend. Die erste Seitenoberfläche 85 ist in z-Richtung näher an der Kunststoffhauptoberfläche 80s als an der rückseitigen Kunststoffoberfläche 80r eingerichtet. Die zweite Seitenoberfläche 86 ist in z-Richtung näher an der rückseitigen Kunststoffoberfläche 80r als an der Kunststoffhauptoberfläche 80s eingerichtet. Die erste Seitenoberfläche 85 der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 und die erste Seitenoberfläche 85 der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 sind so geneigt, dass sie sich in x-Richtung zu der Kunststoffhauptoberfläche 80s hin aufeinander zu bewegen, und die zweite Seitenoberfläche 86 der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 und die zweite Seitenoberfläche 86 der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 sind so geneigt, dass sie sich in x-Richtung zu der rückseitigen Kunststoffoberfläche 80r hin aufeinander zu bewegen. Die erste Seitenoberfläche 85 (nicht gezeigt) der dritten Kunststoffseitenoberfläche 83 und die erste Seitenoberfläche 85 der vierten Kunststoffseitenoberfläche 84 sind so geneigt, dass sie sich in y-Richtung zu der Kunststoffhauptoberfläche 80s hin aufeinander zu bewegen, und die zweite Seitenoberfläche 86 (nicht gezeigt) der dritten Kunststoffseitenoberfläche 83 und die zweite Seitenoberfläche 86 der vierten Kunststoffseitenoberfläche 84 sind so geneigt, dass sie sich in y-Richtung zu der rückseitigen Kunststoffoberfläche 80r hin aufeinander zu bewegen.

[0019] Jeder von den vier Anschlüssen 41A bis 41D steht aus einem Abschnitt zwischen der ersten Seitenoberfläche 85 und der zweiten Seitenoberfläche 86 der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 hervor. Die vier Anschlüsse 41Abis 41D sind in y-Richtung voneinander beabstandet angeordnet.

[0020] Jeder von den vier Anschlüssen 51A bis 51D steht aus einem Abschnitt zwischen der ersten Seitenoberfläche 85 und der zweiten Seitenoberfläche 86 der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 hervor. Die vier Anschlüsse 51A bis 51D sind in y-Richtung voneinander beabstandet angeordnet.

[0021] Als Nächstes wird eine Struktur in dem Dichtungskunststoff 80 beschrieben.

[0022] **Fig.** 2 ist eine Draufsicht des Isolationsmoduls 10, die eine Innenstruktur des Isolationsmoduls 10 veranschaulicht. In **Fig.** 2 ist der Dichtungskunststoff 80 zur Veranschaulichung durch eine Linie mit abwechselnd langem Strich und doppeltem kurzen Strich angegeben.

[0023] Wie in **Fig.** 2 veranschaulicht, schließt das Isolationsmodul 10 ein erstes lichtemittierendes Element 20P und ein zweites lichtemittierendes Element 20Q, ein erstes lichtempfangendes Element 30P und ein zweites lichtempfangendes Element 30Q, einen ersten Leitungsrahmen 40 und einen zweiten Leitungsrahmen 50 ein. Das erste lichtemittierende Element 20P und das erste lichtempfangende Element 30P bilden einen ersten Fotokoppler, und das zweite lichtemittierende Element 20Q und das zweite lichtempfangende Element 30Q bilden einen zweiten Fotokoppler. Der Dichtungskunststoff 80 dichtet mindestens jedes von den lichtemittierenden Elementen 20P und 20Q und jedes von den lichtempfangenden Elementen 30P und 30Q ab.

[0024] In der vorliegenden Ausführungsform ist der erste Leitungsrahmen 40 ein Leitungsrahmen, der elektrisch mit dem ersten lichtempfangenden Element 30P verbunden ist, und der zweite Leitungsrahmen 50 ist ein Leitungsrahmen, der elektrisch mit dem zweiten lichtempfangenden Element 30Q verbunden ist.

[0025] Der erste Leitungsrahmen 40 schließt erste Leitungsrahmen 40A bis 40D als vier erste Leitungsrahmen ein. Die ersten Leitungsrahmen 40A bis 40D sind, aus der z-Richtung betrachtet, in y-Richtung voneinander beabstandet angeordnet.

[0026] Der erste Leitungsrahmen 40A ist näher an der dritten Kunststoffseitenoberfläche 83 eingerichtet als die ersten Leitungsrahmen 40B bis 40D. Der erste Leitungsrahmen 40A schließt einen Anschluss 41A ein. Das heißt, der Anschluss 41A ist ein Abschnitt des ersten Leitungsrahmens 40A, der von der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 zur Außenseite des Dichtungskunststoffs 80 hervorsteht.

[0027] Eine Innenleitung 42A, die ein Abschnitt des ersten Leitungsrahmens 40A ist, der in dem Dichtungskunststoff 80 bereitgestellt ist, weist einen Leitungsabschnitt 42AA und einen Drahtverbindungsabschnitt 42AB auf.

[0028] Der Leitungsabschnitt 42AA ist ein Abschnitt, der mit dem Anschluss 41A durchgehend ist und sich in x-Richtung erstreckt. Der Drahtverbindungsabschnitt 42AB ist an einem distalen Endabschnitt des Leitungsabschnitts 42AA bereitgestellt. Der Drahtverbindungsabschnitt 42AB weist einen Abschnitt auf, der sich in y-Richtung in Bezug auf den Leitungsabschnitt 42AA zu der vierten Kunststoffseitenoberfläche 84 hin erstreckt. Das heißt, der Drahtverbindungsabschnitt 42AB weist einen Abschnitt auf, der in Bezug auf den Leitungsabschnitt 42AA zu der vierten Kunststoffseitenoberfläche 84 hin hervorsteht. Der Dichtungskunststoff 80 ist an den gegenüberliegenden Seiten des Drahtverbindungsabschnitts 42AB in x-Richtung vorhanden. Daher verhindert der Drahtverbindungsabschnitt 42AB, dass sich der erste Leitungsrahmen 40A in x-Richtung in Bezug auf den Dichtungskunststoff 80 bewegt.

[0029] Der erste Leitungsrahmen 40B ist nahe an der vierten Kunststoffseitenoberfläche 84 in Bezug auf den ersten Leitungsrahmen 40A eingerichtet. Der erste Leitungsrahmen 40B schließt einen Anschluss 41B ein. Das heißt, der Anschluss 41B ist ein Abschnitt des ersten Leitungsrahmens 40B, der von der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 zur Außenseite des Dichtungskunststoffs 80 hervorsteht.

[0030] Eine Innenleitung 42B, die ein Abschnitt des ersten Leitungsrahmens 40B ist, der in dem Dichtungskunststoff 80 bereitgestellt ist, weist einen Leitungsabschnitt 42BA und einen Drahtverbindungsabschnitt 42BB auf.

[0031] Der Leitungsabschnitt 42BA ist ein Abschnitt, der mit dem Anschluss 41B durchgehend ist und sich in x-Richtung erstreckt. Der Drahtverbindungsabschnitt 42BB ist an einem distalen Endabschnitt des Leitungsabschnitts 42BA bereitgestellt. Der Drahtverbindungsabschnitt 42BB weist einen Abschnitt auf, der sich in y-Richtung in Bezug auf den Leitungsabschnitt 42BA zu der vierten Kunststoffseitenoberfläche 84 hin erstreckt. Das heißt, der Drahtverbindungsabschnitt 42BB weist einen Abschnitt auf, der in Bezug auf den Leitungsabschnitt 42BA zu der vierten Kunststoffseitenoberfläche 84 hin hervorsteht. In der vorliegenden Ausführungsform ist die Länge des Drahtverbindungsabschnitts 42BB in y-Richtung länger als die Länge des Drahtverbindungsabschnitts 42AB in y-Richtung. Der Dichtungskunststoff 80 ist an den gegenüberliegenden Seiten des Drahtverbindungsabschnitts 42BB in x-Richtung vorhanden. Daher verhindert der Drahtverbindungsabschnitt 42BB, dass sich der erste Leitungsrahmen 40B in x-Richtung in Bezug auf den Dichtungskunststoff 80 bewegt.

[0032] Der erste Leitungsrahmen 40C ist näher an der vierten Kunststoffseitenoberfläche 84 eingerichtet als der erste Leitungsrahmen 40B. Der erste Leitungsrahmen 40C schließt einen Anschluss 41C ein. Das heißt, der Anschluss 41C ist ein Abschnitt des ersten Leitungsrahmens 40C, der von der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 zur Außenseite des Dichtungskunststoffs 80 hervorsteht.

[0033] Eine Innenleitung 42C, die ein Abschnitt des ersten Leitungsrahmens 40C ist, der in dem Dichtungskunststoff 80 bereitgestellt ist, weist einen Leitungsabschnitt 42CA und einen Drahtverbindungsabschnitt 42CB auf.

[0034] Der Leitungsabschnitt 42CA ist ein Abschnitt, der mit dem Anschluss 41C durchgehend ist und sich in x-Richtung erstreckt. Der Drahtverbindungsabschnitt 42CB ist an einem distalen Endabschnitt des Leitungsabschnitts 42CA bereitgestellt. Der Drahtverbindungsabschnitt 42CB weist Abschnitte auf, die sich in y-Richtung in Bezug auf den Leitungsabschnitt 42CA zu den gegenüberliegenden Seiten hin erstrecken. Das heißt, der Drahtverbindungsabschnitt 42CB weist Abschnitte auf, die in y-Richtung in Bezug auf den Leitungsabschnitt 42CA zu den gegenüberliegenden Seiten hin hervorstehen. In der vorliegenden Ausführungsform ist die Länge des Drahtverbindungsabschnitts 42CB in y-Richtung länger als die Länge des Drahtverbindungsabschnitts 42BB in y-Richtung. Der Dichtungskunststoff 80 ist an den gegenüberliegenden Seiten des Drahtverbindungsabschnitts 42CB in x-Richtung vorhanden. Daher verhindert der Drahtverbindungsabschnitt 42CB, dass sich der erste Leitungsrahmen 40C in x-Richtung in Bezug auf den Dichtungskunststoff 80 bewegt.

[0035] Der erste Leitungsrahmen 40D ist näher an der vierten Kunststoffseitenoberfläche 84 eingerichtet als der erste Leitungsrahmen 40C. Der erste Leitungsrahmen 40D schließt einen Anschluss 41D ein. Das heißt, der Anschluss 41D ist ein Abschnitt des ersten Leitungsrahmens 40D, der von der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 zur Außenseite des Dichtungskunststoffs 80 hervorsteht.

[0036] Eine Innenleitung 42D, die ein Abschnitt des ersten Leitungsrahmens 40D ist, der in dem Dichtungskunststoff 80 bereitgestellt ist, weist einen Leitungsabschnitt 42DAund einen Die-Pad-Abschnitt 42DB auf. In der vorliegenden Ausführungsform entspricht der Die-Pad-Abschnitt 42DB einem „Die-Pad“.

[0037] Der Leitungsabschnitt 42DA ist ein Abschnitt, der mit dem Anschluss 41D durchgehend ist, und weist einen ersten Abschnitt 43D, der sich in x-Richtung erstreckt, und einen zweiten Abschnitt 44D auf, der sich in y-Richtung erstreckt. Der erste Abschnitt 43D ist mit dem Anschluss 41D durchgehend. Der zweite Abschnitt 44D ist ein Abschnitt, der den ersten Abschnitt 43D und den Die-Pad-Abschnitt 42DB verbindet. Der zweite Abschnitt 44D ist näher an der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 eingerichtet als die ersten Leitungsabschnitte 40A bis 40C. Aus der x-Richtung betrachtet, erstreckt sich der zweite Abschnitt 44D zu einer Position, die den ersten Leitungsrahmen 40C überlappt. Die Breite des zweiten Abschnitts 44D (die Länge des zweiten Abschnitts 44D in y-Richtung) ist schmaler als die Breite des ersten Abschnitts 43D (die Länge des ersten Abschnitts 43D in x-Richtung).

[0038] Der Die-Pad-Abschnitt 42DB ist näher an der dritten Kunststoffseitenoberfläche 83 eingerichtet als die Mitte des Dichtungskunststoffs 80 in y-Richtung. Der Die-Pad-Abschnitt 42DB ist näher an der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 eingerichtet als die ersten Leitungsrahmen 40A bis 40C in x-Richtung. Die Form des Die-Pad-Abschnitts 42DB ist aus der z-Richtung betrachtet eine rechteckige Form, bei der die x-Richtung eine lange Seite ist und die y-Richtung eine kurze Seite ist. Aus der x-Richtung betrachtet, ist der Die-Pad-Abschnitt 42DB derart bereitgestellt, dass er die ersten Leitungsrahmen 40A und 40B überlappt. Der Die-Pad-Abschnitt 42DB ist mit einem Vorsprung 45D und einer Aufhängungsleitung 46D versehen.

[0039] Der Vorsprung 45D erstreckt sich in x-Richtung von einer Ecke unter den vier Ecken des Die-Pad-Abschnitts 42DB, die näher an der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 und näher an der dritten Kunststoffseitenoberfläche 83 liegt, zu der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 hin. Die Breite des Vorsprungs 45D (die Länge des Vorsprungs 45D in y-Richtung) ist gleich der Breite des Leitungsabschnitts 42AA (der Länge des Leitungsabschnitts 42AA in y-Richtung). Das heißt, die Breite des Vorsprungs 45D ist größer als die Breite des zweiten Abschnitts 44D.

[0040] Die Aufhängungsleitung 46D erstreckt sich in x-Richtung von dem Ende, das näher an der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 der gegenüberliegenden Enden in x-Richtung des Die-Pad-Abschnitts 42DB liegt, zu der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 hin. Das distale Ende der Aufhängungsleitung 46D ist von der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 freiliegend. Die Aufhängungsleitung 46D ist in y-Richtung zwischen dem ersten Leitungsrahmen 40A und dem zweiten Leitungsrahmen 40B eingerichtet. Das heißt, ein Abschnitt der Aufhängungsleitung 46D, der von der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 freiliegend ist, befindet sich in y-Richtung zwischen dem Anschluss 41A und dem Anschluss 41B.

[0041] Der zweite Leitungsrahmen 50 schließt zweite Leitungsrahmen 50Abis 50D als vier zweite Leitungsrahmen ein. Die zweiten Leitungsrahmen 50Abis 50D sind, aus der z-Richtung betrachtet, in y-Richtung voneinander beabstandet angeordnet.

[0042] Der zweite Leitungsrahmen 50Aist näher an der dritten Kunststoffseitenoberfläche 83 eingerichtet als die zweiten Leitungsrahmen 50B bis 50D. Der zweite Leitungsrahmen 50A schließt einen Anschluss 51A ein. Das heißt, der Anschluss 51A ist ein Abschnitt des zweiten Leitungsrahmens 50A,

der von der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 zur Außenseite des Dichtungskunststoffs 80 hervorsteht. In der vorliegenden Ausführungsform ist der Anschluss 51A an einer Position eingerichtet, die, aus der x-Richtung betrachtet, den Anschluss 41A überlappt.

[0043] Eine Innenleitung 52A, die ein Abschnitt des zweiten Leitungsrahmens 50Aist, der in dem Dichtungskunststoff 80 bereitgestellt ist, weist einen Leitungsabschnitt 52AA und einen Drahtverbindungsabschnitt 52AB auf.

[0044] Der Leitungsabschnitt 52AA ist ein Abschnitt, der mit dem Anschluss 51A durchgehend ist und sich in x-Richtung erstreckt. Der Drahtverbindungsabschnitt 52AB ist an einem distalen Endabschnitt des Leitungsabschnitts 52AA bereitgestellt. Der Drahtverbindungsabschnitt 52AB weist einen Abschnitt auf, der sich in y-Richtung in Bezug auf den Leitungsabschnitt 52AA zu der vierten Kunststoffseitenoberfläche 84 hin erstreckt. Das heißt, der Drahtverbindungsabschnitt 52AB weist einen Abschnitt auf, der in Bezug auf den Leitungsabschnitt 52AA zu der vierten Kunststoffseitenoberfläche 84 hin hervorsteht. Die Länge des Drahtverbindungsabschnitts 52AB in y-Richtung ist länger als die Länge des Drahtverbindungsabschnitts 42AB des ersten Leitungsrahmens 40A in y-Richtung. Die Länge des Drahtverbindungsabschnitts 52AB in y-Richtung ist länger als die Länge des Drahtverbindungsabschnitts 42CB des ersten Leitungsrahmens 40C in y-Richtung. Der Leitungsabschnitt 52AA und der Drahtverbindungsabschnitt 52AB sind an Positionen eingerichtet, die dem Vorsprung 45D des ersten Leitungsrahmens 40D in x-Richtung zugewandt sind. Der Drahtverbindungsabschnitt 52AB ist näher an der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 eingerichtet als der Vorsprung 45D. Der Dichtungskunststoff 80 ist an den gegenüberliegenden Seiten des Drahtverbindungsabschnitts 52AB in x-Richtung vorhanden. Daher verhindert der Drahtverbindungsabschnitt 52AB, dass sich der zweite Leitungsrahmen 50A in x-Richtung in Bezug auf den Dichtungskunststoff 80 bewegt.

[0045] Der zweite Leitungsrahmen 50B ist näher an der vierten Kunststoffseitenoberfläche 84 eingerichtet als der zweite Leitungsrahmen 50A. Der zweite Leitungsrahmen 50B schließt einen Anschluss 51B ein. Das heißt, der Anschluss 51B ist ein Abschnitt des zweiten Leitungsrahmens 50B, der von der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 zur Außenseite des Dichtungskunststoffs 80 hervorsteht. In der vorliegenden Ausführungsform ist der Anschluss 51B an einer Position eingerichtet, die, aus der x-Richtung betrachtet, den Anschluss 41B überlappt.

[0046] Eine Innenleitung 52B, die ein Abschnitt des zweiten Leitungsrahmens 50B ist, der in dem Dichtungskunststoff 80 bereitgestellt ist, weist einen Leitungsabschnitt 52BA und einen Drahtverbindungsabschnitt 52BB auf.

[0047] Der Leitungsabschnitt 52BA ist ein Abschnitt, der mit dem Anschluss 51B durchgehend ist und sich in x-Richtung erstreckt. Der Drahtverbindungsabschnitt 52BB ist an einem distalen Endabschnitt des Leitungsabschnitts 52BA bereitgestellt. Der Drahtverbindungsabschnitt 52BB weist einen Abschnitt auf, der sich in y-Richtung in Bezug auf den Leitungsabschnitt 52BA zu der vierten Kunststoffseitenoberfläche 84 hin erstreckt. Das heißt, der Drahtverbindungsabschnitt 52BB weist einen Abschnitt auf, der in Bezug auf den Leitungsabschnitt 52BA zu der vierten Kunststoffseitenoberfläche 84 hin hervorsteht.

[0048] Die Länge des Drahtverbindungsabschnitts 52BB in y-Richtung ist kürzer als die Länge des Drahtverbindungsabschnitts 52AB des zweiten Leitungsrahmens 50Ain y-Richtung. Der Leitungsabschnitt 52BA und der Drahtverbindungsabschnitt 52BB sind an Positionen eingerichtet, die dem Die-Pad-Abschnitt 42DB des ersten Leitungsrahmens 40D in x-Richtung zugewandt sind. Der Drahtverbindungsabschnitt 52BB ist näher an der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 eingerichtet als der Vorsprung 45D. Der Dichtungskunststoff 80 ist an den gegenüberliegenden Seiten des Drahtverbindungsabschnitts 52BB in x-Richtung vorhanden. Daher verhindert der Drahtverbindungsabschnitt 52BB, dass sich der zweite Leitungsrahmen 50B in x-Richtung in Bezug auf den Dichtungskunststoff 80 bewegt.

[0049] Der zweite Leitungsrahmen 50C ist näher an der vierten Kunststoffseitenoberfläche 84 eingerichtet als der zweite Leitungsrahmen 50B. Der zweite Leitungsrahmen 50C schließt einen Anschluss 51C ein. Das heißt, der Anschluss 51C ist ein Abschnitt des zweiten Leitungsrahmens 50C, der von der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 zur Außenseite des Dichtungskunststoffs 80 hervorsteht. In der vorliegenden Ausführungsform ist der Anschluss 51C an einer Position eingerichtet, die, aus der x-Richtung betrachtet, den Anschluss 41C überlappt.

[0050] Eine Innenleitung 52C, die ein Abschnitt des zweiten Leitungsrahmens 50C ist, der in dem Dichtungskunststoff 80 bereitgestellt ist, weist einen Leitungsabschnitt 52CA und einen Drahtverbindungsabschnitt 52CB auf.

[0051] Der Leitungsabschnitt 52CA ist ein Abschnitt, der mit dem Anschluss 51C durchgehend ist und sich in x-Richtung erstreckt. Der Drahtverbindungsabschnitt 52CB ist an einem distalen Endabschnitt des Leitungsabschnitts 52CA bereitgestellt. Der Drahtverbindungsabschnitt 52CB weist einen Abschnitt auf, der sich in y-Richtung in Bezug auf den Leitungs-

abschnitt 52CA zu der vierten Kunststoffseitenoberfläche 84 hin erstreckt. Das heißt, der Drahtverbindungsabschnitt 52CB weist einen Abschnitt auf, der in Bezug auf den Leitungsabschnitt 52CA zu der vierten Kunststoffseitenoberfläche 84 hin hervorsteht. Die Länge des Drahtverbindungsabschnitts 52CB in y-Richtung ist kürzer als die Länge des Drahtverbindungsabschnitts 52BB des zweiten Leitungsrahmens 50B in y-Richtung. Der Leitungsabschnitt 52CA und der Drahtverbindungsabschnitt 52CB sind näher an der vierten Kunststoffseitenoberfläche eingerichtet als der Die-Pad-Abschnitt 42DB des ersten Leitungsrahmens 40D in x-Richtung. Der Drahtverbindungsabschnitt 52CB ist näher an der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 eingerichtet als der Die-Pad-Abschnitt 42DB. Der Dichtungskunststoff 80 ist an den gegenüberliegenden Seiten des Drahtverbindungsabschnitts 52CB in x-Richtung vorhanden. Daher verhindert der Drahtverbindungsabschnitt 52CB, dass sich der zweite Leitungsrahmen 50C in x-Richtung in Bezug auf den Dichtungskunststoff 80 bewegt.

[0052] Der zweite Leitungsrahmen 50D ist näher an der vierten Kunststoffseitenoberfläche 84 eingerichtet als der zweite Leitungsrahmen 50C. Der zweite Leitungsrahmen 50D schließt einen Anschluss 51D ein. Das heißt, der Anschluss 51D ist ein Abschnitt des zweiten Leitungsrahmens 50D, der von der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 zur Außenseite des Dichtungskunststoffs 80 hervorsteht. In der vorliegenden Ausführungsform ist der Anschluss 51D an einer Position eingerichtet, die, aus der x-Richtung betrachtet, den Anschluss 41D überlappt.

[0053] Eine Innenleitung 52D, die ein Abschnitt des zweiten Leitungsrahmens 50D ist, der in dem Dichtungskunststoff 80 bereitgestellt ist, schließt einen Leitungsabschnitt 52DA, einen Die-Pad-Abschnitt 52DB und einen Drahtverbindungsabschnitt 52DC ein.

[0054] Der Leitungsabschnitt 52DA ist ein Abschnitt, der mit dem Anschluss 51D durchgehend ist und sich in x-Richtung erstreckt. Die Länge des Leitungsabschnitts 52DA in x-Richtung ist länger als die Längen der Leitungsabschnitte 52AA bis 52CA in x-Richtung. Der Leitungsabschnitt 52DA ist mit dem Die-Pad-Abschnitt 52DB verbunden.

[0055] Der Die-Pad-Abschnitt 52DB ist näher an der vierten Kunststoffseitenoberfläche 84 eingerichtet als die Mitte des Dichtungskunststoffs 80 in y-Richtung. Der Die-Pad-Abschnitt 52DB ist näher an der vierten Kunststoffseitenoberfläche 84 eingerichtet als der Die-Pad-Abschnitt 42DB des ersten Leitungsrahmens 40D. Der Die-Pad-Abschnitt 52DB ist in y-Richtung nebeneinander mit dem Die-Pad-Abschnitt 42DB angeordnet. Der Die-Pad-Abschnitt 52DB ist näher an der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 eingerichtet als die zweiten Leitungsrahmen 50Abis 50C in x-Richtung. Die Form des Die-Pad-Abschnitts 52DB ist aus der z-Richtung betrachtet eine rechteckige Form, bei der die x-Richtung eine kurze Seite ist und die y-Richtung eine lange Seite ist. Aus der x-Richtung betrachtet, ist der Die-Pad-Abschnitt 52DB derart bereitgestellt, dass er den zweiten Leitungsrahmen 50C überlappt. Der Drahtverbindungsabschnitt 52DC ist an einer Ecke unter den vier Ecken des Die-Pad-Abschnitts 52DB bereitgestellt, die nahe an der dritten Kunststoffseitenoberfläche 83 und nahe an der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 liegt.

[0056] Der Drahtverbindungsabschnitt 52DC erstreckt sich in y-Richtung von dem Die-Pad-Abschnitt 52DB zu der dritten Kunststoffseitenoberfläche 83 hin. Der Drahtverbindungsabschnitt 52DC ist näher an der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 eingerichtet als der Die-Pad-Abschnitt 42DB des ersten Leitungsrahmens 40D und ist an einer Position eingerichtet, die, aus der x-Richtung betrachtet, den Die-Pad-Abschnitt 42DB überlappt. Der Drahtverbindungsabschnitt 52DC ist näher an der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 eingerichtet als die zweiten Leitungsrahmen 50A und 50B und ist an einer Position eingerichtet, die, aus der x-Richtung betrachtet, die zweiten Leitungsrahmen 50A und 50B überlappt. Das heißt, der Drahtverbindungsabschnitt 52DC ist in x-Richtung zwischen dem Die-Pad-Abschnitt 42DB und den zweiten Leitungsrahmen 50A und 50B eingerichtet.

[0057] Ein Drahtverbindungsabschnitt 53D ist in einem Abschnitt des Leitungsabschnitts 52DA nahe an dem Die-Pad-Abschnitt 52DB bereitgestellt. Der Drahtverbindungsabschnitt 53D ist ein Abschnitt, der sich in y-Richtung von dem Leitungsabschnitt 52DA zu der dritten Kunststoffseitenoberfläche 83 hin erstreckt. Der Drahtverbindungsabschnitt 53D ist an einer Position eingerichtet, die in x-Richtung mit dem Drahtverbindungsabschnitt 52CB des zweiten Leitungsrahmens 50C ausgerichtet ist.

[0058] Ein Durchgangsloch 54D ist in einem Abschnitt des Die-Pad-Abschnitts 52DB nahe an der vierten Kunststoffseitenoberfläche 84 bereitgestellt. Das Durchgangsloch 54D ist an einer Position bereitgestellt, die sich, aus der x-Richtung betrachtet, mit dem Leitungsabschnitt 52DA überlappt. Das Durchgangsloch 54D ist mit einem Dichtungskunststoff 80 gefüllt. Der Dichtungskunststoff 80 in dem Durchgangsloch 54D verhindert, dass sich der zweite Leitungsrahmen 50D in der Richtung orthogonal zu der z-Richtung in Bezug auf den Dichtungskunststoff 80 bewegt.

[0059] Wie in **Fig.** 2 veranschaulicht, ist das erste lichtempfangende Element 30P auf dem Die-Pad-Abschnitt 42DB des ersten Leitungsrahmens 40D

montiert, und das zweite lichtempfangende Element 30Q ist auf dem Die-Pad-Abschnitt 52DB des zweiten Leitungsrahmens 50D montiert. Das erste lichtemittierende Element 20P ist auf dem ersten lichtempfangenden Element 30P montiert, und das zweite lichtemittierende Element 20Q ist auf dem zweiten lichtempfangenden Element 30Q montiert. In der vorliegenden Ausführungsform sind das erste lichtempfangende Element 30P und das zweite lichtempfangende Element 30Q lichtempfangende Elemente, die die gleiche Form und Größe aufweisen. Das erste lichtemittierende Element 20P und das zweite lichtemittierende Element 20Q sind lichtemittierende Elemente, die die gleiche Form und Größe aufweisen. In der vorliegenden Ausführungsform entspricht der Die-Pad-Abschnitt 42DB einem „ersten Die-Pad“, und der Die-Pad-Abschnitt 52DB entspricht einem „zweiten Die-Pad“.

[0060] Das erste lichtempfangende Element 30P ist näher an der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 eingerichtet als der Die-Pad-Abschnitt 42DB. Das heißt, die Mitte des ersten lichtempfangenden Elements 30P in x-Richtung befindet sich näher an der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 als die Mitte des Die-Pad-Abschnitts 42DB in x-Richtung. In der vorliegenden Ausführungsform ist das erste lichtempfangende Element 30P näher an der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 eingerichtet als der Leitungsabschnitt 42DA in x-Richtung. Das erste lichtempfangende Element 30P ist durch ein leitfähiges Bondingmaterial 100P (siehe **Fig.** 6), wie Löt- oder Silber-(Ag)-Paste an den Die-Pad-Abschnitt 42DB gebondet. Das erste lichtempfangende Element 30P ist an den Die-Pad-Abschnitt 42DB gebondet, indem es an den Die-Pad-Abschnitt 42DB die-gebondet ist. Die Form des ersten lichtempfangenden Elements 30P ist aus der z-Richtung betrachtet eine rechteckige Form, bei der die x-Richtung eine kurze Seite ist und die y-Richtung eine lange Seite ist. In der vorliegenden Ausführungsform entspricht das leitfähige Bondingmaterial 100P einem „Bondingmaterial für Lichtempfang“.

[0061] Das zweite lichtempfangende Element 30Q ist näher an der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 eingerichtet als der Die-Pad-Abschnitt 52DB. Das heißt, die Mitte des zweiten lichtemittierenden Elements 30Q in x-Richtung befindet sich näher an der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 als die Mitte des Die-Pad-Abschnitts 52DB in x-Richtung. In der vorliegenden Ausführungsform ist das zweite lichtempfangende Element 30Q näher an der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 eingerichtet als der Drahtverbindungsabschnitt 52DC in x-Richtung. Das zweite lichtempfangende Element 30Q ist durch ein leitfähiges Bondingmaterial 100Q (siehe **Fig.** 6), wie Löt- oder Ag-Paste, an den Die-Pad-Abschnitt 52DB gebondet. Das zweite lichtempfangende Element 30Q ist an den Die-Pad-Abschnitt 52DB gebondet, indem es an den Die-Pad-Abschnitt 52DB die-gebondet ist. In der vorliegenden Ausführungsform entspricht das leitfähige Bondingmaterial 100Q einem „Bondingmaterial für Lichtempfang“.

[0062] Das erste lichtempfangende Element 30P und das zweite lichtempfangende Element 30Q sind in y-Richtung nebeneinander angeordnet. Genauer gesagt, sind das erste lichtempfangende Element 30P und das zweite lichtempfangende Element 30Q an Positionen eingerichtet, die, aus der y-Richtung betrachtet, einander überlappen. Andererseits sind das erste lichtempfangende Element 30P und das zweite lichtempfangende Element 30Q so angeordnet, dass sie in x-Richtung voneinander verschoben sind. Das erste lichtempfangende Element 30P ist so angeordnet, dass es in Bezug auf das zweite lichtempfangende Element 30Q in x-Richtung zu der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 hin verschoben ist. Das heißt, das Ende, das näher an der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 der gegenüberliegenden Enden in x-Richtung des ersten lichtempfangenden Elements 30P liegt, ist näher an der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 eingerichtet als das zweite lichtempfangende Element 30Q, in y-Richtung betrachtet. Das zweite lichtempfangende Element 30Q ist so angeordnet, dass es in Bezug auf das erste lichtempfangende Element 30P in x-Richtung zu der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 hin verschoben ist. Das heißt, das Ende, das näher an der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 der gegenüberliegenden Enden in x-Richtung des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q liegt, ist näher an der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 eingerichtet als das erste lichtempfangende Element 30P, in y-Richtung betrachtet.

[0063] Das erste lichtemittierende Element 20P ist an einer Position eingerichtet, die, aus der z-Richtung betrachtet, das erste lichtempfangende Element 30P überlappt. Genauer gesagt, ist das erste lichtemittierende Element 20P, aus der z-Richtung betrachtet, näher an der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 eingerichtet als die Mitte des ersten lichtempfangenden Elements 30P in x-Richtung. Die Endkante, die näher an der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 der gegenüberliegenden Endkanten in x-Richtung des ersten lichtemittierenden Elements 20P liegt, ist näher an der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 eingerichtet als die Endkante, die näher an der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 der gegenüberliegenden Endkanten in x-Richtung des ersten lichtempfangenden Elements 30P liegt. Die Endkante, die näher an der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 der gegenüberliegenden Endkanten des ersten lichtemittierenden Elements 20P in x-Richtung liegt, ist näher an der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 eingerichtet als die Mitte des ersten lichtempfangenden Elements 30P in x-Richtung. Das erste lichtemittierende Ele-

ment 20P ist, aus der z-Richtung betrachtet, näher an der dritten Kunststoffseitenoberfläche 83 eingerichtet als die Mitte des ersten lichtempfangenden Elements 30P in y-Richtung. Genauer gesagt, ist das erste lichtemittierende Element 20P an einer Position eingerichtet, die, aus der z-Richtung betrachtet, eine erste virtuelle Linie VL1 überlappt, die sich entlang der x-Richtung in der Mitte des ersten lichtempfangenden Elements 30P in y-Richtung erstreckt. Die Mitte des ersten lichtemittierenden Elements 20P in y-Richtung ist näher an der dritten Kunststoffseitenoberfläche 83 eingerichtet als die erste virtuelle Linie VL1.

[0064] Die Form des ersten lichtemittierenden Elements 20P ist aus der z-Richtung betrachtet eine rechteckige Form, bei der die x-Richtung eine kurze Seite ist und die y-Richtung eine lange Seite ist. Aus der z-Richtung betrachtet, ist die Region des ersten lichtemittierenden Elements 20P kleiner als 1/2 der Region des ersten lichtempfangenden Elements 30P. Aus der z-Richtung betrachtet, ist die Region des ersten lichtemittierenden Elements 20P größer als 1/10 der Region des ersten lichtempfangenden Elements 30P und kleiner als 1/2 der Region des ersten lichtempfangenden Elements 30P. In einem Beispiel ist die Region des ersten lichtemittierenden Elements 20P aus der z-Richtung betrachtet, etwa 1/9 der Region des ersten lichtempfangenden Elements 30P.

[0065] Wie in **Fig.** 6 veranschaulicht, weist das erste lichtemittierende Element 20P eine Elementhauptoberfläche 20Ps und eine rückseitige Elementoberfläche 20Pr auf, die in der Dickenrichtung des ersten lichtemittierenden Elements 20P einander gegenüberliegenden Seiten zugewandt sind. Die Elementhauptoberfläche 20Ps ist der gleichen Seite zugewandt wie eine Padhauptoberfläche 42Ds des Die-Pad-Abschnitts 42DB, und die rückseitige Elementoberfläche 20Pr ist der gleichen Seite zugewandt wie eine rückseitige Padoberfläche 42Dr. In der vorliegenden Ausführungsform bildet die rückseitige Elementoberfläche 20Pr eine lichtemittierende Oberfläche des ersten lichtemittierenden Elements 20P. Daher entspricht die Elementhauptoberfläche 20Ps der „rückseitigen Oberfläche, die der Seite zugewandt ist, die der lichtemittierenden Oberfläche gegenüberliegend ist“.

[0066] Wie in **Fig.** 2 veranschaulicht, ist das zweite lichtemittierende Element 20Q an einer Position eingerichtet, die, aus der z-Richtung betrachtet, das zweite lichtempfangende Element 30Q überlappt. Genauer gesagt, ist das zweite lichtemittierende Element 20Q, aus der z-Richtung betrachtet, näher an der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 eingerichtet als die Mitte des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q in x-Richtung. Die Endkante, die näher an der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 der gegenüberliegenden Endkanten in x-Richtung des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q liegt, ist näher an der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 eingerichtet als die Endkante, die näher an der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 der gegenüberliegenden Endkanten in x-Richtung des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q liegt. Die Endkante, die näher an der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 der gegenüberliegenden Endkanten des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q in x-Richtung liegt, ist näher an der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 eingerichtet als die Mitte des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q in x-Richtung. Das zweite lichtemittierende Element 20Q ist, aus der z-Richtung betrachtet, näher an der vierten Kunststoffseitenoberfläche 84 eingerichtet als die Mitte des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q in y-Richtung. Genauer gesagt, ist das zweite lichtemittierende Element 20Q an einer Position eingerichtet, die, aus der z-Richtung betrachtet, eine zweite virtuelle Linie VL2 überlappt, die sich entlang der x-Richtung in der Mitte des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q in y-Richtung erstreckt. Die Mitte des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q in y-Richtung ist näher an der vierten Kunststoffseitenoberfläche 84 eingerichtet als die zweite virtuelle Leitung VL2. Da die Beziehung zwischen der Region des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q und der Region des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q, aus der z-Richtung betrachtet, die gleiche ist wie die des ersten lichtemittierenden Elements 20P und des ersten lichtempfangenden Elements 30P, wird eine ausführliche Beschreibung davon weggelassen.

[0067] Wie in **Fig.** 6 veranschaulicht, weist das erste lichtemittierende Element 20P eine Elementhauptoberfläche 20Qs und eine rückseitige Elementoberfläche 20Qr auf, die in der Dickenrichtung des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q einander gegenüberliegenden Seiten zugewandt sind. Die Elementhauptoberfläche 20Qs ist der gleichen Seite zugewandt wie eine Padhauptoberfläche 52Ds des Die-Pad-Abschnitts 52DB, und die rückseitige Elementoberfläche 20Qr ist der gleichen Seite zugewandt wie eine rückseitige Padoberfläche 52Dr. In der vorliegenden Ausführungsform bildet die rückseitige Elementoberfläche 20Qr eine lichtemittierende Oberfläche des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q. Daher entspricht die Elementhauptoberfläche 20Qs der „rückseitigen Oberfläche, die der Seite zugewandt ist, die der lichtemittierenden Oberfläche gegenüberliegend ist“.

[0068] Wie in **Fig.** 2 veranschaulicht, sind das erste lichtemittierende Element 20P und das zweite lichtemittierende Element 20Q in y-Richtung voneinander beabstandet eingerichtet. Das erste lichtemittierende Element 20P ist näher an der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 eingerichtet als das zweite lichtemittierende Element 20Q. Mit anderen

Worten ist das zweite lichtemittierende Element 20Q näher an der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 eingerichtet als das erste lichtemittierende Element 20P. Aus der y-Richtung betrachtet, sind das erste lichtemittierende Element 20P und das zweite lichtemittierende Element 20Q an Positionen eingerichtet, die einander nicht überlappen.

[0069] Das erste lichtemittierende Element 20P emittiert Licht, das eine erste Wellenlänge aufweist. Ein Beispiel für das Licht, das die erste Wellenlänge aufweist, ist Licht, das eine Wellenlänge aufweist, die Infrarotstrahlen einschließt. Das zweite lichtemittierende Element 20Q emittiert Licht, das eine zweite Wellenlänge aufweist, die sich von der ersten Wellenlänge unterscheidet. Ein Beispiel für das Licht, das die zweite Wellenlänge auwfeist, ist Licht, das eine Wellenlänge aufweist, die Rot einschließt. Sowohl das erste lichtemittierende Element 20P als auch das zweite lichtemittierende Element 20Q emittieren Licht nach unten.

[0070] Das erste lichtempfangende Element 30P ist gebildet, um Licht (Licht, das die erste Wellenlänge aufweist) von dem ersten lichtemittierenden Element 20P zu empfangen. Das erste lichtempfangende Element 30P schließt einen ersten Halbleiterbereich, der Licht von dem ersten lichtemittierenden Element 20P empfängt, und einen zweiten Halbleiterbereich ein, der ein Signal basierend auf dem empfangenen Licht erzeugt. Der erste Halbleiterbereich schließt ein fotoelektrisches Umwandlungselement ein. Zum Beispiel wird eine Fotodiode als das fotoelektrische Umwandlungselement verwendet. Der zweite Halbleiterbereich ist beispielsweise durch eine Großintegration (LSI) gebildet. Das heißt, das erste lichtempfangende Element 30P der vorliegenden Ausführungsform ist ein Element, in dem eine Funktion des Empfangens von Licht von dem ersten lichtemittierenden Element 20P und eine Funktion des Erzeugens eines Signals aus dem empfangenen Licht integriert sind. Aus der z-Richtung betrachtet, sind der erste Halbleiterbereich und der zweite Halbleiterbereich in x-Richtung nebeneinander gebildet. Aus der z-Richtung betrachtet, ist der erste Halbleiterbereich in einem Abschnitt des ersten lichtempfangenden Elements 30P gebildet, der, aus der z-Richtung betrachtet, das erste lichtemittierende Element 20P überlappt. Mit anderen Worten ist das erste lichtemittierende Element 20P in Bezug auf das erste lichtempfangende Element 30P näher an dem fotoelektrischen Umwandlungselement angeordnet. Der zweite Halbleiterbereich ist in einem Abschnitt des ersten lichtempfangenden Elements 30P gebildet, der, aus der z-Richtung betrachtet, näher an der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 liegt. Die Region des ersten Halbleiterbereichs, aus der z-Richtung betrachtet, ist kleiner als die Region des zweiten Halbleiterbereichs, aus der z-Richtung betrachtet. Aus der z-Richtung betrachtet, ist die Abmessung des ersten Halbleiterbereichs in x-Richtung kleiner als die Abmessung des zweiten Halbleiterbereichs in x-Richtung. Aus der z-Richtung betrachtet, bildet der erste Halbleiterbereich des ersten lichtempfangenden Elements 30P eine lichtempfangende Oberfläche 33P. Das heißt, das erste lichtemittierende Element 20P ist an einer Position eingerichtet, die, aus der z-Richtung betrachtet, eine lichtempfangende Oberfläche 33P des ersten lichtempfangenden Elements 30P überlappt. Daher ist die lichtempfangende Oberfläche 33P des ersten lichtempfangenden Elements 30P der rückseitigen Elementoberfläche 20Pr (lichtemittierenden Oberfläche) des ersten lichtemittierenden Elements 20P zugewandt.

[0071] Das zweite lichtempfangende Element 30Q ist gebildet, um Licht (Licht, das die zweite Wellenlänge aufweist) von dem zweiten lichtemittierenden Element 20Q zu empfangen. Das zweite lichtempfangende Element 30Q weist die gleiche Konfiguration wie das erste lichtempfangende Element 30P auf, die ausführliche Beschreibung davon wird weggelassen. In ähnlicher Weise weist das zweite lichtempfangende Element 30Q ebenfalls eine lichtempfangende Oberfläche 33Q als den ersten Halbleiterbereich auf. Aus der z-Richtung betrachtet, ist das zweite lichtemittierende Element 20Q an einer Position eingerichtet, die die lichtempfangende Oberfläche 33Q des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q überlappt. Daher ist die lichtempfangende Oberfläche 33Q des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q der rückseitigen Elementoberfläche 20Qr (lichtemittierenden Oberfläche) des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q zugewandt. Das zweite lichtemittierende Element 20Q ist näher an dem fotoelektrischen Umwandlungselement eingerichtet als das zweite lichtempfangende Element 30Q.

[0072] Wie in **Fig.** 6 veranschaulicht, weist das erste lichtempfangende Element 30P eine Elementhauptoberfläche 30Ps und eine rückseitige Elementoberfläche 20Pr auf, die in der Dickenrichtung des ersten lichtemittierenden Elements 20P einander gegenüberliegenden Seiten zugewandt sind. Die Elementhauptoberfläche 30Ps ist der gleichen Seite zugewandt wie eine Padhauptoberfläche 42Ds des Die-Pad-Abschnitts 42DB, und die rückseitige Elementoberfläche 30Pr ist der gleichen Seite zugewandt wie eine rückseitige Padoberfläche 42Dr. Die Elementhauptoberfläche 30Ps schließt die lichtempfangende Oberfläche 33P ein. Daher bildet in der vorliegenden Ausführungsform die rückseitige Elementoberfläche 30Pr eine „rückseitige Oberfläche, die der der lichtempfangenden Oberfläche gegenüberliegenden Seite zugewandt ist“. Ferner ist die Elementhauptoberfläche 30Ps der gleichen Seite zugewandt wie die Kunststoffhauptoberfläche 80s (siehe **Fig.** 3) des Dichtungskunststoffs 80, und

die rückseitige Elementoberfläche 30Pr ist der gleichen Seite zugewandt wie die rückseitige Kunststoffoberfläche 80r (siehe **Fig.** 3) des Dichtungskunststoffs 80. Das heißt, die lichtempfangende Oberfläche 33P ist der gleichen Seite zugewandt wie die Kunststoffhauptoberfläche 80s, und die rückseitige Elementoberfläche 20Pr des ersten lichtemittierenden Elements 20P, die eine lichtemittierende Oberfläche ist, die der lichtempfangenden Oberfläche 33P zugewandt ist, ist der gleichen Seite zugewandt wie die rückseitige Kunststoffoberfläche 80r.

[0073] Das zweite lichtempfangende Element 30Q weist eine Elementhauptoberfläche 30Qs und eine rückseitige Elementoberfläche 30Qr auf, die in Dickenrichtung des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q einander gegenüberliegenden Seiten zugewandt sind. Die Elementhauptoberfläche 30Qs ist der gleichen Seite zugewandt wie eine Padhauptoberfläche 52Ds des Die-Pad-Abschnitts 52DB, und die rückseitige Elementoberfläche 30Qr ist der gleichen Seite zugewandt wie eine rückseitige Padoberfläche 52Dr. Die Elementhauptoberfläche 30Ps schließt die lichtempfangende Oberfläche 33Q ein. Daher bildet in der vorliegenden Ausführungsform die rückseitige Elementoberfläche 30Qr eine „rückseitige Oberfläche, die der der lichtempfangenden Oberfläche gegenüberliegenden Seite zugewandt ist“. Ferner ist die Elementhauptoberfläche 30Qs der gleichen Seite zugewandt wie die Kunststoffhauptoberfläche 80s des Dichtungskunststoffs 80, und die rückseitige Elementoberfläche 30Qr ist der gleichen Seite zugewandt wie die rückseitige Kunststoffoberfläche 80r des Dichtungskunststoffs 80. Das heißt, die lichtempfangende Oberfläche 33Q ist der gleichen Seite zugewandt wie die Kunststoffhauptoberfläche 80s, und die rückseitige Elementoberfläche 20Qr des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q, die eine lichtemittierende Oberfläche ist, die der lichtempfangenden Oberfläche 33Q zugewandt ist, ist derselben Seite zugewandt wie die rückseitige Kunststoffoberfläche 80r.

[0074] Das Licht der ersten Wellenlänge des ersten lichtemittierenden Elements 20P und das Licht der zweiten Wellenlänge des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q können geändert werden. In einem Beispiel kann jedes von dem ersten lichtemittierenden Element 20P und dem zweiten lichtemittierenden Element 20Q gebildet sein, um sichtbares Licht zu emittieren. Zum Beispiel kann das erste lichtemittierende Element 20P gebildet sein, um Licht, das eine Wellenlänge aufweist, die Blau einschließt, zu emittieren, und das zweite lichtemittierende Element 20Q kann gebildet sein, um Licht, das eine Wellenlänge aufweist, die Rot einschließt, zu emittieren. In der vorliegenden Ausführungsform sind das Licht, das die erste Wellenlänge aufweist, des ersten lichtemittierenden Elements 20P und das Licht, das die zweite Wellenlänge aufweist, des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q Licht, das unterschiedliche Wellenlängen aufweist, aber die vorliegende Erfindung ist nicht darauf begrenzt. Das erste lichtemittierende Element 20P und das zweite lichtemittierende Element 20Q können gebildet sein, um Licht mit der gleichen Wellenlänge zu emittieren. In einem Beispiel sind sowohl das erste lichtemittierende Element 20P als auch das zweite lichtemittierende Element 20Q gebildet, um Licht zu emittieren, das eine Rot-Wellenlänge einschließt. In einem anderen Beispiel sind sowohl das erste lichtemittierende Element 20P als auch das zweite lichtemittierende Element 20Q gebildet, um Licht, das eine Wellenlänge aufweist, die Infrarotstrahlen einschließt, zu emittieren.

[0075] Als Nächstes werden die Querschnittsstrukturen des Die-Pad-Abschnitts 52DB, des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q und des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q und die Anordnungen des Die-Pad-Abschnitts 52DB, des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q und des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q unter Verwendung der Querschnittsstruktur des Isolationsmoduls 10 in **Fig.** 3 bis 8 beschrieben. Die Konfigurationen des Die-Pad-Abschnitts 42DB, des ersten lichtemittierenden Elements 20P und des ersten lichtempfangenden Elements 30P und die Anordnungen des Die-Pad-Abschnitts 42DB, des ersten lichtempfangenden Elements 30P und des ersten lichtemittierenden Elements 20P sind denen des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q, des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q und des Die-Pad-Abschnitts 52DB ähnlich, und somit wird eine ausführliche Beschreibung davon weggelassen. Der Einfachheit halber werden die Innenstrukturen des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q und des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q weggelassen.

[0076] Wie in **Fig.** 3 veranschaulicht, ist der Die-Pad-Abschnitt 52DB näher an der rückseitigen Kunststoffoberfläche 80r eingerichtet als die Position, an der der Anschluss 51D von der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 in z-Richtung hervorsteht. Daher weist der Leitungsabschnitt 52DA einen Abschnitt auf, der zu der rückseitigen Kunststoffoberfläche 80r hin zu dem Die-Pad-Abschnitt 52DB hin gebogen ist. Der Die-Pad-Abschnitt 52DB weist eine Padhauptoberfläche 52Ds und eine rückseitige Padoberfläche 52Dr auf, die in Dickenrichtung einander gegenüberliegenden Seiten zugewandt sind. Die Padhauptoberfläche 52Ds ist eine Oberfläche, die eine Montageoberfläche bildet, auf der das zweite lichtempfangende Element 30Q montiert ist, und ist der gleichen Seite zugewandt wie die Kunststoffhauptoberfläche 80s. Die rückseitige Padoberfläche 52Dr ist der gleichen Seite zugewandt wie die rückseitige Kunststoffoberfläche 80r. Die rückseitige Padoberfläche 52Dr ist in z-Richtung von der rückseitigen Kunststoffoberfläche 80r weg eingerichtet. Das heißt, die rückseitige Padoberfläche 52Dr ist

nicht von der rückseitigen Kunststoffoberfläche 80r freiliegend.

[0077] Wie in **Fig.** 5 veranschaulicht, schließt der Die-Pad-Abschnitt 52DB eine Hauptmetallschicht 55D und eine aufplattierte Schicht 56D ein, die auf einer Außenoberfläche der Hauptmetallschicht 55D ausgebildet ist. Die Hauptmetallschicht 55D ist zum Beispiel aus einem Metallmaterial, das Cu enthält, gebildet. Die aufplattierte Schicht 56D ist aus einem Material gebildet, das Nickel (Ni), Chrom (Cr) oder dergleichen enthält. Wie in **Fig.** 5 gezeigt, ist die aufplattierte Schicht 56D ausreichend dünner als die Hauptmetallschicht 55D.

[0078] Ein leitfähiges Bondingmaterial 100Q, welches das zweite lichtempfangende Element 30Q und den Die-Pad-Abschnitt 52DB aneinander bondet, schließt einen ersten Bondingbereich 101Q, der zwischen der rückseitigen Elementoberfläche 30Qr des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q und der Padhauptoberfläche 52Ds des Die-Pad-Abschnitts 52DB eingefügt ist, und einen zweiten Bondingbereich 102Q ein, der, aus der z-Richtung betrachtet, von dem zweiten lichtempfangenden Element 30Q hervorsteht und an eine Außenoberfläche des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q gebondet ist.

[0079] Der zweite Bondingbereich 102Q ist so bereitgestellt, dass die Dicke des zweiten Bondingbereichs 102Q mit zunehmendem Abstand von der Außenoberfläche des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q abnimmt. Der zweite Bondingbereich 102Q ist, aus der z-Richtung betrachtet, über den gesamten Umfang des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q gebildet.

[0080] Eine Höhe HT eines Abschnitts des zweiten Bondingbereichs 102Q, der mit der Außenoberfläche des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q in Kontakt steht, ist größer als 1/2 oder weniger einer Höhe HRQ des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q. In der vorliegenden Ausführungsform ist die Höhe HT etwa 2/3 der Höhe HRQ. Die Höhe HT ist definiert durch die Höhe eines Abschnitts des zweiten Bondingbereichs 102Q, der mit der Außenoberfläche des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q in Kontakt steht, von der Padhauptoberfläche 52Ds des Die-Pad-Abschnitts 52DB. Das heißt, die Höhe HT kann auch als eine Dicke eines Abschnitts des zweiten Bondingbereichs 102Q, der mit der Außenoberfläche des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q in Kontakt steht, bezeichnet werden. Ferner ist die Höhe HRQ definiert durch einen Abstand zwischen der Padhauptoberfläche 52Ds des Die-Pad-Abschnitts 52DB und der Elementhauptoberfläche 30Qs des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q in z-Richtung. Wie vorstehend beschrieben, ist der Abschnitt des zweiten Bondingbereichs 102Q, der mit der Außenoberfläche des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q in Kontakt steht, so gebildet, dass er in Dickenrichtung näher an der lichtempfangenden Oberfläche 33Q liegt als die Mitte des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q.

[0081] Ähnlich wie das leitfähige Bondingmaterial 100Q weist das leitfähige Bondingmaterial 100P, das das erste lichtempfangende Element 30P und den Die-Pad-Abschnitt 42DB bondet, einen ersten Bondingbereich 101P und einen zweiten Bondingbereich 102P auf (siehe **Fig.** 6). Der erste Bondingbereich 101P ist zwischen der rückseitigen Elementoberfläche 30Pr des ersten lichtempfangenden Elements 30P und der Padhauptoberfläche 42Ds des Die-Pad-Abschnitts 42DB eingefügt. Der zweite Bondingbereich 102P ist ein Bereich, der, aus der z-Richtung betrachtet, von dem ersten lichtempfangenden Element 30P hervorsteht und an die Außenoberfläche des ersten lichtempfangenden Elements 30P gebondet ist. Da der erste Bondingbereich 101P und der zweite Bondingbereich 102P dem leitfähigen Bondingmaterial 100Q ähnlich sind, wird die ausführliche Beschreibung davon weggelassen.

[0082] Wie in **Fig.** 6 veranschaulicht, schließt das Isolationsmodul 10 ein erstes plattenförmiges Bauteil 70P, das auf das erste lichtempfangende Element 30P gestapelt ist, ein zweites plattenförmiges Bauteil 70Q, das auf das zweite lichtempfangende Element 30Q gestapelt ist, einen ersten transparenten Kunststoff 60P, der zwischen dem ersten plattenförmigen Bauteil 70P und dem ersten lichtempfangenden Element 30P eingefügt ist, und einen zweiten transparenten Kunststoff 60Q ein, der zwischen dem zweiten plattenförmigen Bauteil 70Q und dem zweiten lichtempfangenden Element 30Q eingefügt ist. In der vorliegenden Ausführungsform entsprechen sowohl das erste plattenförmige Bauteil 70P als auch das zweite plattenförmige Bauteil 70Q einem „Isolierbauteil“. Sowohl das erste plattenförmige Bauteil 70P als auch das zweite plattenförmige Bauteil 70Q weisen Transluzenz auf.

[0083] Das erste lichtemittierende Element 20P ist auf dem ersten plattenförmigen Bauteil 70P eingerichtet, und das zweite lichtemittierende Element 20Q ist auf dem zweiten plattenförmigen Bauteil 70Q eingerichtet. Das heißt, das erste plattenförmige Bauteil 70P und der erste transparente Kunststoff 60P sind in z-Richtung zwischen dem ersten lichtemittierenden Element 20P und dem ersten lichtempfangenden Element 30P eingefügt, und das zweite plattenförmige Bauteil 70Q und der zweite transparente Kunststoff 60Q sind in z-Richtung zwischen dem zweiten lichtemittierenden Element 20Q und dem zweiten lichtempfangenden Element 30Q eingefügt.

[0084] Der erste transparente Kunststoff 60P ist auf der Elementhauptoberfläche 30Ps des ersten lichtempfangenden Elements 30P gebildet. Mindestens ein Teil des ersten transparenten Kunststoffs 60P ist auf der lichtempfangenden Oberfläche 33P bereitgestellt. In der vorliegenden Ausführungsform ist der erste transparente Kunststoff 60P beispielsweise über der gesamten Elementhauptoberfläche 30Ps gebildet. Der erste transparente Kunststoff 60P ist ein Bondingmaterial, das das erste plattenförmige Bauteil 70P an die Elementhauptoberfläche 30Ps des ersten lichtempfangenden Elements 30P bondet.

[0085] Der zweite transparente Kunststoff 60Q ist auf der Elementhauptoberfläche 30Qs des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q gebildet. Mindestens ein Teil des zweiten transparenten Kunststoffs 60Q ist auf der lichtempfangenden Oberfläche 33Q bereitgestellt. In der vorliegenden Ausführungsform ist der zweite transparente Kunststoff 60Q beispielsweise über der gesamten Elementhauptoberfläche 30Qs gebildet. Der zweite transparente Kunststoff 60Q ist ein Bondingmaterial, das das zweite plattenförmige Bauteil 70Q an die Elementhauptoberfläche 30Qs des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q bondet.

[0086] Jeder von den transparenten Kunststoffen 60P und 60Q ist aus einem Isoliermaterial, wie einem transparenten Epoxidharz, einem Acrylharz, einem Silikonharz oder dergleichen, hergestellt. In der vorliegenden Ausführungsform ist der erste transparente Kunststoff 60P aus einem Isolierkunststoff gebildet, der in der Lage ist, Licht (Licht, das die erste Wellenlänge aufweist) von dem ersten lichtemittierenden Element 20P zu übertragen. Vorzugsweise ist der erste transparente Kunststoff 60P aus einem Isolierkunststoff gebildet, der Licht von dem zweiten lichtemittierenden Element 20Q abschirmt (nicht überträgt). Der zweite transparente Kunststoff 60Q ist aus einem Isolierkunststoff gebildet, der in der Lage ist, Licht (Licht, das die zweite Wellenlänge aufweist) von dem zweiten lichtemittierenden Element 20Q zu übertragen. Vorzugsweise ist der zweite transparente Kunststoff 60Q aus einem Isolierkunststoff gebildet, der Licht von dem ersten lichtemittierenden Element 20P abschirmt (nicht überträgt). Jeder von den transparenten Kunststoffen 60P und 60Q ist beispielsweise durch Vergießen gebildet.

[0087] Das erste plattenförmige Bauteil 70P weist eine Hauptoberfläche 70Ps und eine rückseitige Oberfläche 70Pr auf, die in Dickenrichtung einander gegenüberliegenden Seiten zugewandt sind. Die Hauptoberfläche 70Ps ist der gleichen Seite zugewandt wie die Elementhauptoberfläche 30Ps des ersten lichtempfangenden Elements 30P, und die rückseitige Oberfläche 70Pr ist der gleichen Seite zugewandt wie die rückseitige Elementoberfläche 30Pr des ersten lichtempfangenden Elements 30P. Das erste plattenförmige Bauteil 70P steht mit dem ersten transparenten Kunststoff 60P auf der rückseitigen Oberfläche 70Pr in Kontakt. In der vorliegenden Ausführungsform entspricht die Hauptoberfläche 70Ps des ersten plattenförmigen Bauteils 70P der „ersten Oberfläche“, und die rückseitige Oberfläche 70Pr entspricht der „zweiten Oberfläche“.

[0088] Wie in **Fig.** 2 veranschaulicht, ist das erste plattenförmige Bauteil 70P so eingerichtet, dass es den ersten Halbleiterbereich des ersten lichtempfangenden Elements 30P überlappt. Das erste plattenförmige Bauteil 70P bedeckt die lichtempfangende Oberfläche 33P des ersten lichtempfangenden Elements 30P. Das erste plattenförmige Bauteil 70P ist mindestens auf die lichtempfangende Oberfläche 33P (siehe **Fig.** 2) des ersten lichtempfangenden Elements 30P gestapelt. Daher ist die rückseitige Oberfläche 70Pr des ersten plattenförmigen Bauteils 70P der lichtempfangenden Oberfläche 33P zugewandt.

[0089] In der vorliegenden Ausführungsform ist das erste plattenförmige Bauteil 70P in x-Richtung in Bezug auf das erste lichtempfangende Element 30P verschoben. Genauer gesagt, ist das erste plattenförmige Bauteil 70P näher an der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 eingerichtet als das erste lichtempfangende Element 30P. Das erste plattenförmige Bauteil 70P ist näher an der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 eingerichtet als die Drähte WB1 bis WB4. In einem Beispiel ist die Länge des ersten plattenförmigen Bauteils 70P in y-Richtung länger als die Länge des ersten lichtempfangenden Elements 30P in y-Richtung.

[0090] Wie in **Fig.** 4 veranschaulicht, ist eine Dicke T1 des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q größer als eine Dicke T2 des zweiten transparenten Kunststoffs 60Q. Mit anderen Worten ist die Dicke T2 des zweiten transparenten Kunststoffs 60Q kleiner als die Dicke T1 des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q. Die Dicke T1 des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q beträgt beispielsweise das Doppelte oder mehr und das Fünffache oder weniger die Dicke T2 des zweiten transparenten Kunststoffs 60Q. In der vorliegenden Ausführungsform beträgt die Dicke T1 des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q etwa das Vierfache der Dicke T2 des zweiten transparenten Kunststoffs 60Q. Die Beziehung zwischen der Dicke des ersten plattenförmigen Bauteils 70P und der Dicke des ersten transparenten Kunststoffs 60P ist die gleiche wie die Beziehung zwischen der Dicke T1 des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q und der Dicke T2 des zweiten transparenten Kunststoffs 60Q.

[0091] Wie in **Fig.** 2 veranschaulicht, kann das erste plattenförmige Bauteil 70P in x-Richtung in einen ersten Erstreckungsabschnitt 71P, einen zweiten Erstreckungsabschnitt 72P und einen Zwischenabschnitt 73P unterteilt sein. Der Zwischenabschnitt 73P ist zwischen dem ersten Erstreckungsabschnitt 71P und dem zweiten Erstreckungsabschnitt 72P in x-Richtung bereitgestellt und verbindet den ersten Erstreckungsabschnitt 71P und den zweiten Erstreckungsabschnitt 72P. Der erste Erstreckungsabschnitt 71P ist ein Abschnitt, der, aus der z-Richtung betrachtet, näher an der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 in Bezug auf das erste lichtemittierende Element 20P hervorsteht. Der zweite Erstreckungsabschnitt 72P ist ein Abschnitt, der, aus der z-Richtung betrachtet, näher an der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 hervorsteht als das erste lichtemittierende Element 20P. Der zweite Erstreckungsabschnitt 72P ist ein Abschnitt, der, aus der z-Richtung betrachtet, in Bezug auf das erste lichtemittierende Element 20P zu dem zweiten Halbleiterbereich des ersten lichtempfangenden Elements 30P hin hervorsteht. Der zweite Erstreckungsabschnitt 72P bedeckt einen Teil des zweiten Halbleiterbereichs des ersten lichtempfangenden Elements 30P. Der Zwischenabschnitt 73P ist ein Abschnitt, der, aus der z-Richtung betrachtet, das erste lichtemittierende Element 20P überlappt. Das heißt, der Zwischenabschnitt 73P ist ein Abschnitt, der dem ersten lichtemittierenden Element 20P in x-Richtung entspricht.

[0092] Sowohl der erste Erstreckungsabschnitt 71P als auch der Zwischenabschnitt 73P bedecken den ersten Halbleiterbereich (lichtempfangende Oberfläche 33P) des ersten lichtempfangenden Elements 30P. Der erste Erstreckungsabschnitt 71P weist einen Abschnitt auf, der näher an der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 hervorsteht als das erste lichtempfangende Element 30P. In der vorliegenden Ausführungsform steht der erste Erstreckungsabschnitt 71P in x-Richtung nicht in Bezug auf den Die-Pad-Abschnitt 42DB hervor. Das heißt, die Seitenoberfläche, die näher an der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 der gegenüberliegenden Seitenoberflächen in x-Richtung des ersten Erstreckungsabschnitts 71P liegt, befindet sich, aus der z-Richtung betrachtet, näher an der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 als die Seitenoberfläche, die näher an der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 der gegenüberliegenden Seitenoberflächen in x-Richtung des Die-Pad-Abschnitts 42DB liegt. In der vorliegenden Ausführungsform ist die Länge des ersten Erstreckungsabschnitts 71P in x-Richtung länger als die Länge des zweiten Erstreckungsabschnitts 72P in x-Richtung.

[0093] Die Länge des ersten Erstreckungsabschnitts 71P in x-Richtung kann geändert werden. In einem Beispiel kann der erste Erstreckungsabschnitt 71P so bereitgestellt sein, dass er, aus der z-Richtung betrachtet, näher an der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 hervorsteht als der Die-Pad-Abschnitt 42DB. Ferner kann die Länge des ersten Erstreckungsabschnitts 71P in x-Richtung gleich der Länge des zweiten Erstreckungsabschnitts 72P in x-Richtung sein. Die Länge des ersten Erstreckungsabschnitts 71P in x-Richtung kann kürzer als die Länge des zweiten Erstreckungsabschnitts 72P in x-Richtung sein.

[0094] Wie in **Fig.** 4 und 5 veranschaulicht, weist das zweite plattenförmige Bauteil 70Q eine Hauptoberfläche 70Qs und eine rückseitige Oberfläche 70Qr auf, die in Dickenrichtung einander gegenüberliegenden Seiten zugewandt sind. Die Hauptoberfläche 70Qs ist der gleichen Seite zugewandt wie die Elementhauptoberfläche 30Qs des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q, und die rückseitige Oberfläche 70Qr ist der gleichen Seite zugewandt wie die rückseitige Elementoberfläche 30Qr des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q. Das zweite plattenförmige Bauteil 70Q steht mit dem zweiten transparenten Kunststoff 60Q auf der rückseitigen Oberfläche 70Qr in Kontakt. In der vorliegenden Ausführungsform entspricht die Hauptoberfläche 70Qs des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q der „ersten Oberfläche“, und die rückseitige Oberfläche 70Qr entspricht der „zweiten Oberfläche“.

[0095] Wie in **Fig.** 2 veranschaulicht, ist das zweite plattenförmige Bauteil 70Q so eingerichtet, dass es den ersten Halbleiterbereich des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q überlappt. Das zweite plattenförmige Bauteil 70Q bedeckt die lichtempfangende Oberfläche 33Q des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q. Das zweite plattenförmige Bauteil 70Q ist auf die lichtempfangende Oberfläche 33Q (siehe **Fig.** 2) des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q mindestens gestapelt. Daher ist die rückseitige Oberfläche 70Qr des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q der lichtempfangenden Oberfläche 33Q zugewandt.

[0096] In der vorliegenden Ausführungsform ist das zweite plattenförmige Bauteil 70Q in x-Richtung in Bezug auf das zweite lichtempfangende Element 30Q verschoben. Genauer gesagt, ist das zweite plattenförmige Bauteil 70Q näher an der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 eingerichtet als das zweite lichtempfangende Element 30Q. Das zweite plattenförmige Bauteil 70Q ist näher an der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 eingerichtet als die Drähte WC1 bis WC3.

[0097] Das zweite plattenförmige Bauteil 70Q kann in x-Richtung in einen ersten Erstreckungsabschnitt 71Q, einen zweiten Erstreckungsabschnitt 72Q und einen Zwischenabschnitt 73Q unterteilt sein. Der Zwischenabschnitt 73Q ist zwischen dem ersten

Erstreckungsabschnitt 71Q und dem zweiten Erstreckungsabschnitt 72Q in x-Richtung bereitgestellt und verbindet den ersten Erstreckungsabschnitt 71Q und den zweiten Erstreckungsabschnitt 72Q. Der erste Erstreckungsabschnitt 71Q ist ein Abschnitt, der, aus der z-Richtung betrachtet, näher an der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 hervorsteht als das zweite lichtemittierende Element 20Q. Der zweite Erstreckungsabschnitt 72Q ist ein Abschnitt, der, aus der z-Richtung betrachtet, näher an der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 hervorsteht als das zweite lichtemittierende Element 20Q. Der zweite Erstreckungsabschnitt 72Q ist ein Abschnitt, der, aus der z-Richtung betrachtet, in Bezug auf das zweite lichtemittierende Element 20Q zu dem zweiten Halbleiterbereich des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q hin hervorsteht. Der zweite Erstreckungsabschnitt 72Q bedeckt einen Teil des zweiten Halbleiterbereichs des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q. Der Zwischenabschnitt 73Q ist ein Abschnitt, der, aus der z-Richtung betrachtet, das zweite lichtemittierende Element 20Q überlappt. Das heißt, der Zwischenabschnitt 73Q ist ein Abschnitt, der dem zweiten lichtemittierenden Element 20Q in x-Richtung entspricht.

[0098] Sowohl der erste Erstreckungsabschnitt 71Q als auch der Zwischenabschnitt 73Q bedecken den ersten Halbleiterbereich (lichtempfangende Oberfläche 33Q) des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q. Der erste Erstreckungsabschnitt 71Q weist einen Abschnitt auf, der näher an der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 hervorsteht als das zweite lichtempfangende Element 30Q. In der vorliegenden Ausführungsform steht der erste Erstreckungsabschnitt 71Q in x-Richtung nicht in Bezug auf den Die-Pad-Abschnitt 52DB hervor. Das heißt, die Seitenoberfläche, die näher an der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 der gegenüberliegenden Seitenoberflächen des ersten Erstreckungsabschnitts 71Q in x-Richtung liegt, befindet sich, aus der z-Richtung betrachtet, näher an der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 als die Seitenoberfläche, die näher an der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 der gegenüberliegenden Seitenoberflächen des Die-Pad-Abschnitts 52DB in x-Richtung liegt. In der vorliegenden Ausführungsform ist die Länge des ersten Erstreckungsabschnitts 71Q in x-Richtung länger als die Länge des zweiten Erstreckungsabschnitts 72Q in x-Richtung.

[0099] Die Länge des ersten Erstreckungsabschnitts 71Q in x-Richtung kann geändert werden. In einem Beispiel kann der erste Erstreckungsabschnitt 71Q so bereitgestellt sein, dass er, aus der z-Richtung betrachtet, näher an der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 hervorsteht als der Die-Pad-Abschnitt 52DB. Ferner kann die Länge des ersten Erstreckungsabschnitts 71Q in x-Richtung gleich der Länge des zweiten Erstreckungsabschnitts 72Q in x-Richtung sein. Die Länge des ersten Erstreckungsabschnitts 71Q in x-Richtung kann kürzer als die Länge des zweiten Erstreckungsabschnitts 72Q in x-Richtung sein.

[0100] In der vorliegenden Ausführungsform ist die Lichtdurchlässigkeit des ersten plattenförmigen Bauteils 70P geringer als die Lichtdurchlässigkeit des ersten transparenten Kunststoffs 60P. Das erste plattenförmige Bauteil 70P ist so gebildet, dass die Lichtdurchlässigkeit davon geringer ist als die Lichtdurchlässigkeit des ersten transparenten Kunststoffs 60P. In einem Beispiel wird als Material des ersten plattenförmigen Bauteils 70P ein Material verwendet, dessen Lichtdurchlässigkeit geringer ist als die Lichtdurchlässigkeit des ersten transparenten Kunststoffs 60P. Gleiches gilt für die Beziehung zwischen dem zweiten plattenförmigen Bauteil 70Q und dem zweiten transparenten Kunststoff 60Q.

[0101] Die Lichtdurchlässigkeit des ersten plattenförmigen Bauteils 70P kann geändert werden. In einem Beispiel kann die Lichtdurchlässigkeit des ersten plattenförmigen Bauteils 70P gleich der Lichtdurchlässigkeit des ersten transparenten Kunststoffs 60P sein oder kann größer als die Lichtdurchlässigkeit des ersten transparenten Kunststoffs 60P sein. Das heißt, die Lichtdurchlässigkeit des ersten plattenförmigen Bauteils 70P kann größer als oder gleich der Lichtdurchlässigkeit des ersten transparenten Kunststoffs 60P sein. Mit anderen Worten kann die Lichtdurchlässigkeit des ersten transparenten Kunststoffs 60P gleich der oder kleiner als die Lichtdurchlässigkeit des ersten plattenförmigen Bauteils 70P sein. Die Beziehung zwischen dem zweiten plattenförmigen Bauteil 70Q und dem zweiten transparenten Kunststoff 60Q kann auf ähnliche Weise geändert werden.

[0102] Die Dicke des ersten plattenförmigen Bauteils 70P, die Dicke T1 des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q, die Dicke des ersten transparenten Kunststoffs 60P und die Dicke T2 des zweiten transparenten Kunststoffs 60Q können geändert werden. In einem Beispiel kann die Dicke des ersten plattenförmigen Bauteils 70P gleich der Dicke des ersten transparenten Kunststoffs 60P sein. In einem Beispiel kann die Dicke des ersten plattenförmigen Bauteils 70P kleiner als die Dicke des ersten transparenten Kunststoffs 60P sein. Mit anderen Worten kann die Dicke des ersten transparenten Kunststoffs 60P größer als die Dicke des ersten plattenförmigen Bauteils 70P sein. Das heißt, die Dicke des ersten transparenten Kunststoffs 60P kann größer als oder gleich der Dicke des ersten plattenförmigen Bauteils 70P sein. In einem Beispiel kann die Dicke T1 des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q gleich der Dicke T2 des zweiten transparenten Kunststoffs 60Q sein. In einem anderen Beispiel kann die Dicke T1 des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q kleiner als die

Dicke T2 des zweiten transparenten Kunststoffs 60Q sein. Mit anderen Worten kann die Dicke T2 des zweiten transparenten Kunststoffs 60Q größer als die Dicke T1 des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q sein. Das heißt, die Dicke T2 des zweiten transparenten Kunststoffs 60Q kann größer als oder gleich der Dicke T1 des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q sein.

[0103] Außerdem ist das erste plattenförmige Bauteil 70P aus einem Isolierkunststoff gebildet, der in der Lage ist, Licht (Licht, das die erste Wellenlänge aufweist) von dem ersten lichtemittierenden Element 20P zu übertragen. Das erste plattenförmige Bauteil 70P kann aus einem Isolierkunststoff gebildet sein, der Licht von dem zweiten lichtemittierenden Element 20Q abschirmt (nicht überträgt). Das zweite plattenförmige Bauteil 70Q ist aus einem Isolierkunststoff gebildet, der in der Lage ist, Licht (Licht, das die zweite Wellenlänge aufweist) von dem zweiten lichtemittierenden Element 20Q zu übertragen. Das zweite plattenförmige Bauteil 70Q kann aus einem Isolierkunststoff gebildet sein, der Licht von dem ersten lichtemittierenden Element 20P abschirmt (nicht überträgt). In diesem Fall kann jeder von den transparenten Kunststoffen 60P und 60Q aus einem Kunststoffmaterial gebildet sein, das in der Lage ist, sowohl Licht, das die erste Wellenlänge aufweist, als auch Licht, das die zweite Wellenlänge aufweist, zu übertragen.

[0104] Wie in **Fig.** 6 veranschaulicht, ist das erste lichtemittierende Element 20P auf der Hauptoberfläche 70Ps des ersten plattenförmigen Bauteils 70P eingerichtet. Genauer gesagt, steht die rückseitige Elementoberfläche 20Pr des ersten lichtemittierenden Elements 20P in Kontakt mit der Hauptoberfläche 70Ps des ersten plattenförmigen Bauteils 70P. Der erste transparente Kunststoff 60P ist auf dem ersten lichtempfangenden Element 30P gebildet, und das erste plattenförmige Bauteil 70P ist auf dem ersten transparenten Kunststoff 60P eingerichtet. Wie vorstehend beschrieben, ist, da das erste plattenförmige Bauteil 70P auf das erste lichtempfangende Element 30P, das den ersten transparenten Kunststoff 60P dazwischen aufweist, gestapelt ist, und das erste lichtemittierende Element 20P auf das erste plattenförmige Bauteil 70P gestapelt ist, das erste lichtemittierende Element 20P auf das erste lichtempfangende Element 30P gestapelt.

[0105] Das erste lichtemittierende Element 20P ist an das erste plattenförmige Bauteil 70P gebondet, zum Beispiel ein isolierendes Bondingmaterial 90P. In einem Zustand, in dem das erste lichtemittierende Element 20P auf der Hauptoberfläche 70Ps des ersten plattenförmigen Bauteils 70P eingerichtet ist, ist das isolierende Bondingmaterial 90P so aufgebracht, dass es mit dem ersten lichtemittierenden Element 20P und der Hauptoberfläche 70Ps des ersten plattenförmigen Bauteils 70P in Kontakt steht, wodurch das erste lichtemittierende Element 20P an das erste plattenförmige Bauteil 70P gebondet ist. Daher ist das isolierende Bondingmaterial 90P nicht zwischen der rückseitigen Elementoberfläche 20Pr des ersten lichtemittierenden Elements 20P und der Hauptoberfläche 70Ps des ersten plattenförmigen Bauteils 70P eingefügt. In der vorliegenden Ausführungsform entspricht das isolierende Bondingmaterial 90P einem „Bondingmaterial für Lichtemission“.

[0106] Das zweite lichtemittierende Element 20Q ist auf der Hauptoberfläche 70Qs des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q eingerichtet. Genauer gesagt, steht die rückseitige Elementoberfläche 20Qr des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q in Kontakt mit der Hauptoberfläche 70Qs des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q. Wie vorstehend beschrieben, ist, da das zweite plattenförmige Bauteil 70Q auf das zweite lichtempfangende Element 30Q gestapelt ist und das zweite lichtemittierende Element 20Q auf das zweite plattenförmige Bauteil 70Q gestapelt ist, das zweite lichtemittierende Element 20Q auf das zweite lichtempfangende Element 30Q gestapelt.

[0107] Das zweite lichtemittierende Element 20Q ist beispielsweise durch ein isolierendes Bondingmaterial 90Q an das zweite plattenförmige Bauteil 70Q gebondet. In einem Zustand, in dem das zweite lichtemittierende Element 20Q auf der Hauptoberfläche 70Qs des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q eingerichtet ist, ist das isolierende Bondingmaterial 90Q so aufgebracht, dass es mit dem zweiten lichtemittierenden Element 20Q und der Hauptoberfläche 70Qs des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q in Kontakt steht, wodurch das zweite lichtemittierende Element 20Q an das zweite plattenförmige Bauteil 70Q gebondet ist. Daher ist das isolierende Bondingmaterial 90Q nicht zwischen der rückseitigen Elementoberfläche 20Qr des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q und der Hauptoberfläche 70Qs des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q eingefügt. In der vorliegenden Ausführungsform entspricht das isolierende Bondingmaterial 90Q einem „Bondingmaterial für Lichtemission“.

[0108] Zum Beispiel wird ein lichtabschirmendes Material, das ein Kunststoffmaterial als Hauptkomponente enthält, als die isolierenden Bondingmaterialien 90P und 90Q verwendet. Ein Beispiel für ein solches Material ist Epoxidharz. Das heißt, als Beispiel können die isolierenden Bondingmaterialien 90P und 90Q aus einem Kunststoffmaterial gebildet sein, das Licht absorbiert.

[0109] Wie in **Fig.** 6 veranschaulicht, steht das isolierende Bondingmaterial 90Q mit der Außenoberfläche des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q und der Hauptoberfläche 70Qs des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q in Kontakt und ist so bereitge-

stellt, dass die Dicke des isolierenden Bondingmaterials 90Q mit zunehmendem Abstand von der Außenoberfläche des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q abnimmt. Das isolierende Bondingmaterial 90Q ist, aus der z-Richtung betrachtet, über den gesamten Umfang des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q gebildet.

[0110] Wie in **Fig.** 4 veranschaulicht, ist eine Höhe HS des Abschnitts des isolierenden Bondingmaterials 90Q, der in Kontakt mit der Außenoberfläche des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q steht, 1/2 oder weniger einer Höhe HDQ des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q. In der vorliegenden Ausführungsform ist die Höhe HS des isolierenden Bondingmaterials 90Q kleiner als 1/2 der Höhe HDQ. Die Höhe HS ist definiert durch die Höhe eines Abschnitts des isolierenden Bondingmaterials 90Q, der mit der Außenoberfläche des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q in Kontakt steht, von der Padhauptoberfläche 52Ds des Die-Pad-Abschnitts 52DB. Das heißt, die Höhe HS ist die Dicke des Abschnitts des isolierenden Bondingmaterials 90Q, der mit der Außenoberfläche des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q in Kontakt steht. Die Höhe HDQ des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q ist definiert durch den Abstand zwischen der Padhauptoberfläche 52Ds des Die-Pad-Abschnitts 52DB und der Elementhauptoberfläche 20Qs des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q in z-Richtung.

[0111] Wie in **Fig.** 5 veranschaulicht, ist die Höhe HS des isolierenden Bondingmaterials 90Q kleiner als die Höhe HT des leitfähigen Bondingmaterials 100Q. Die Höhe HT (Dicke) des leitfähigen Bondingmaterials 100Q ist größer als die Dicke T1 des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q. Die Höhe HS (Dicke) des isolierenden Bondingmaterials 90Q ist größer als die Dicke T2 des zweiten transparenten Kunststoffs 60Q.

[0112] Wie in **Fig.** 3 veranschaulicht, ist die Dicke des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q (Abmessung des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q in z-Richtung) kleiner als die Dicke des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q (Abmessung des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q in z-Richtung). In der vorliegenden Ausführungsform beträgt die Dicke des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q 80 % oder mehr und 90 % oder weniger der Dicke des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q. Die Dicke des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q ist definiert durch den Abstand zwischen der Elementhauptoberfläche 20Qs und der rückseitigen Elementoberfläche 20Qr in der Dickenrichtung des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q. Die Dicke des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q ist definiert durch den Abstand zwischen der Elementhauptoberfläche 30Qs und der rückseitigen Elementoberfläche 30Qr in der Dickenrichtung des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q.

[0113] Die Beziehung zwischen der Dicke des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q und der Dicke des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q kann geändert werden. In einem Beispiel ist die Dicke des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q größer als 90 % und kleiner als 100 % der Dicke des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q. Die Dicke des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q kann 70 % oder mehr und weniger als 80 % der Dicke des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q betragen. In einem anderen Beispiel kann die Dicke des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q 60 % oder mehr und weniger als 70 % der Dicke des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q betragen. In einem anderen Beispiel kann die Dicke des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q 50 % oder mehr und weniger als 60 % der Dicke des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q betragen. Die Dicke des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q ist größer als die Dicke des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q. Mit anderen Worten ist die Dicke des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q kleiner als die Dicke des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q.

[0114] Eine erste Elektrode 21Q und eine zweite Elektrode 22Q sind auf der rückseitigen Elementoberfläche 20Qr des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q bereitgestellt. Eine erste Elektrode 21P und eine zweite Elektrode 22P sind auf einer rückseitigen Elementoberfläche 20Pr (siehe **Fig.** 6) des ersten lichtemittierenden Elements 20P bereitgestellt. In der vorliegenden Ausführungsform entsprechen die erste Elektrode 21Q und die zweite Elektrode 22Q jeweils einem „Pad“. Die erste Elektrode 21P und die zweite Elektrode 22P entsprechen jeweils einem „Pad“.

[0115] Wie in **Fig.** 6 veranschaulicht, bedeckt der Dichtungskunststoff 80 jedes von den lichtemittierenden Elementen 20P und 20Q, den lichtempfangenden Elementen 30P und 30Q, den plattenförmigen Bauteilen 70P und 70Q, den transparenten Kunststoffen 60P und 60Q und den Die-Pad-Abschnitten 42DB und 52DB. Der Dichtungskunststoff 80 weist einen Trennwandabschnitt 89 auf, der in y-Richtung zwischen dem ersten lichtemittierenden Element 20P, dem ersten plattenförmigen Bauteil 70P, dem ersten transparenten Kunststoff 60P, dem ersten lichtempfangenden Element 30P und dem Die-Pad-Abschnitt 42DB und dem zweiten lichtemittierenden Element 20Q, dem zweiten plattenförmigen Bauteil 70Q, dem zweiten transparenten Kunststoff 60Q, dem zweiten lichtempfangenden Element 30Q und dem Die-Pad-Abschnitt 52DB eingefügt ist. Der Trennwandabschnitt 89 schirmt Licht zwischen dem ersten lichtemittierenden Element 20P, dem ersten plattenförmigen Bauteil 70P, dem ersten transparen-

ten Kunststoff 60P, dem ersten lichtempfangenden Element 30P und dem Die-Pad-Abschnitt 42DB und dem zweiten lichtemittierenden Element 20Q, dem zweiten plattenförmigen Bauteil 70Q, dem zweiten transparenten Kunststoff 60Q, dem zweiten lichtempfangenden Element 30Q und dem Die-Pad-Abschnitt 52DB ab.

[0116] Als Nächstes werden eine Beziehung einer elektrischen Verbindung zwischen jedem von den lichtemittierenden Elementen 20P und 20Q, den lichtempfangenden Elementen 30P und 30Q, dem ersten Leitungsrahmen 40 und dem zweiten Leitungsrahmen 50 unter Bezugnahme auf **Fig.** 2 beschrieben.

[0117] Wie in **Fig.** 2 veranschaulicht, ist das erste lichtemittierende Element 20P elektrisch mit dem zweiten Leitungsrahmen 50D und dem zweiten lichtempfangenden Element 30Q verbunden, und das zweite lichtemittierende Element 20Q ist elektrisch mit dem ersten Leitungsrahmen 40D und dem ersten lichtempfangenden Element 30P verbunden.

[0118] Die erste Elektrode 21P des ersten lichtemittierenden Elements 20P ist durch einen Draht WA1 mit dem zweiten lichtempfangenden Element 30Q verbunden. Infolgedessen sind die erste Elektrode 21P und das zweite lichtempfangende Element 30Q elektrisch verbunden.

[0119] Die zweite Elektrode 22P des ersten lichtemittierenden Elements 20P ist durch einen Draht WA2 mit dem zweiten Leitungsrahmen 50D verbunden. Infolgedessen sind die zweite Elektrode 22P und der zweite Leitungsrahmen 50D elektrisch verbunden. Der Draht WA2 verbindet die zweite Elektrode 22P und den Drahtverbindungsabschnitt 52DC des zweiten Leitungsrahmens 50D.

[0120] Die erste Elektrode 21P des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q ist durch einen Draht WA3 mit dem ersten lichtempfangenden Element 30P verbunden. Infolgedessen sind die erste Elektrode 21Q und das erste lichtempfangende Element 30P elektrisch verbunden.

[0121] Die zweite Elektrode 22Q des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q ist durch einen Draht WA4 mit einem zweiten Abschnitt 44D des Leitungsabschnitts 42DA in dem ersten Leitungsrahmen 40D verbunden. Infolgedessen sind die zweite Elektrode 22Q und der erste Leitungsrahmen 40D elektrisch verbunden. Der Draht WA4 ist mit einem Abschnitt des zweiten Abschnitts 44D des Leitungsabschnitts 42DA, der, aus der x-Richtung betrachtet, das zweite lichtempfangende Element 30Q überlappt, verbunden.

[0122] Das erste lichtempfangende Element 30P ist durch Drähte WB1 bis WB4 elektrisch mit den ersten Leitungsrahmen 40A bis 40D verbunden. Das zweite lichtempfangende Element 30Q ist durch WC1 bis WC3 elektrisch mit den zweiten Leitungsrahmen 50Abis 50C verbunden.

[0123] Der Draht WC1 verbindet den zweiten Halbleiterbereich des ersten lichtempfangenden Elements 30P und den Drahtverbindungsabschnitt 42AB des ersten Leitungsrahmens 40A. Der Draht WC2 verbindet den zweiten Halbleiterbereich des ersten lichtempfangenden Elements 30P und den Drahtverbindungsabschnitt 42BB des ersten Leitungsrahmens 40B. Der Draht WC3 verbindet den zweiten Halbleiterbereich des ersten lichtempfangenden Elements 30P und den Drahtverbindungsabschnitt 42CB des ersten Leitungsrahmens 40C. Der Draht WC4 verbindet den zweiten Halbleiterbereich des ersten lichtempfangenden Elements 30P und den zweiten Abschnitt 44D des Leitungsrahmens 42DA. Die Drähte WB1 bis WB4 sind, aus der z-Richtung betrachtet, mit dem äußeren Umfangsabschnitt des zweiten Halbleiterbereichs des ersten lichtempfangenden Elements 30P verbunden.

[0124] Der Draht WC1 verbindet den zweiten Halbleiterbereich des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q und den Drahtverbindungsabschnitt 52AB des zweiten Leitungsrahmens 50A. Der Draht WC2 verbindet den zweiten Halbleiterbereich des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q und den Drahtverbindungsabschnitt 52BB des zweiten Leitungsrahmens 50B. Der Draht WC3 verbindet den zweiten Halbleiterbereich des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q und den Drahtverbindungsabschnitt 52CB des zweiten Leitungsrahmens 50C. Der Draht WC4 verbindet den zweiten Halbleiterbereich des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q und den Drahtverbindungsabschnitt 53D des Leitungsabschnitts 52DA. Die Drähte WC1 bis WC4 sind, aus der z-Richtung betrachtet, mit dem äußeren Umfangsabschnitt des zweiten Halbleiterbereichs des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q verbunden.

[0125] Die Drähte WA1 bis WA4, WB1 bis WB4 und WC1 bis WC4 sind beispielsweise aus einem leitfähigen Material wie Cu, Aluminium (Al), Gold (Au), Ag oder dergleichen gebildet. In der vorliegenden Ausführungsform sind die Drähte WA1 bis WA4, WB1 bis WB4 und WC1 bis WC4 aus einem Material gebildet, das Au enthält.

Innenstruktur des lichtemittierenden Elements

[0126] Als Nächstes wird ein Umriss einer Innenstruktur des ersten lichtemittierenden Elements 20P unter Bezugnahme auf **Fig.** 7 beschrieben. Da die Innenstruktur des zweiten lichtemittierenden Ele-

ments 20Q der Innenstruktur des ersten lichtemittierenden Elements 20P ähnlich ist, wird die ausführliche Beschreibung davon weggelassen.

[0127] **Fig.** 7 ist eine Querschnittsansicht, die schematisch eine Innenstruktur des ersten lichtemittierenden Elements 20P veranschaulicht.

[0128] Das erste lichtemittierende Element 20P schließt ein Substrat 23P, eine erste Kontaktschicht 24P, die auf dem Substrat 23P gebildet ist, eine aktive Schicht 25P, die eine Quantentopfstruktur aufweist, die auf der ersten Kontaktschicht 24P gebildet ist, eine zweite Kontaktschicht 26P, die auf der aktiven Schicht 25P gebildet ist, und eine Reflexionsschicht 27P, die auf der zweiten Kontaktschicht 26P gebildet ist, ein. Das erste lichtemittierende Element 20P schließt die erste Elektrode 21P, die auf der Reflexionsschicht 27P gebildet ist, und die zweite Elektrode 22P, die auf der ersten Kontaktschicht 24P gebildet ist, ein. Daher bildet in der vorliegenden Ausführungsform die erste Elektrode 21P eine Anodenelektrode, und die zweite Elektrode 22P bildet eine Kathodenelektrode. In der vorliegenden Ausführungsform entspricht die aktive Schicht 25P einer „lichtemittierenden Schicht“.

[0129] In der vorliegenden Ausführungsform wird ein Saphirsubstrat, das Transluzenz aufweist, als das Substrat 23P verwendet. Das Substrat 23P ist jedoch nicht auf das Saphirsubstrat begrenzt, und ein Substrat aus einem anderen Material kann verwendet werden, vorausgesetzt, es weist Transluzenz auf. Das Substrat 23P bildet die rückseitige Elementoberfläche 20Qr (siehe **Fig.** 6) des ersten lichtemittierenden Elements 20P. Das heißt, eine rückseitige Substratoberfläche, die die rückseitige Elementoberfläche 20Pr des Substrats 23P bildet, bildet die lichtemittierende Oberfläche des ersten lichtemittierenden Elements 20P und steht mit der Hauptoberfläche 70Ps des ersten plattenförmigen Bauteils 70P in Kontakt. Außerdem steht das isolierende Bondingmaterial 90P (siehe **Fig.** 6) mit einer Seitenoberfläche des Substrats 23P in Kontakt, die die Außenoberfläche des ersten lichtemittierenden Elements 20P bildet. Daher sind das Substrat 23P und das erste plattenförmige Bauteil 70P durch das isolierende Bondingmaterial 90P gebondet.

[0130] Sowohl die erste Kontaktschicht 24P als auch die zweite Kontaktschicht 26P sind aus einem Nitrid-Halbleiter hergestellt und sind in einem Beispiel n-Typ-GaN-Schichten. Die erste Kontaktschicht 24P und die zweite Kontaktschicht 26P weisen unterschiedliche Dicken auf. Die zweite Kontaktschicht 26P ist dünner als die erste Kontaktschicht 24P. In einem Beispiel liegt die Dicke der ersten Kontaktschicht 24P in einem Bereich von 1 μm bis 5 μm, und die Dicke der zweiten Kontaktschicht 26P liegt in einem Bereich von 0,2 μm bis 1 μm.

[0131] Die aktive Schicht 25P weist eine Quantentopfstruktur auf, die eine Topfschicht und eine Sperrschicht einschließt, die eine Bandlücke aufweist, die größer ist als die der Topfschicht, und die die Topfschicht schichtweise anordnet. Die aktive Schicht 25P kann eine Mehrfachquantentopfstruktur (MQW-Struktur) aufweisen, und in diesem Fall schließt die aktive Schicht 25P mehrere Quantentopfstrukturen ein. In einem Beispiel schließt die aktive Schicht 25P mehrere AlBInGaN-Schichten, die unterschiedliche Zusammensetzungen aufweisen, ein, und das In-Zusammensetzungsverhältnis der Sperrschicht ist kleiner als das der Topfschicht, sodass die Sperrschicht eine größere Bandlücke aufweist als die der Topfschicht.

[0132] Die Reflexionsschicht 27P ist eine Schicht, die Licht reflektiert, das von der aktiven Schicht 25P durch die zweite Kontaktschicht 26P geht. Die Reflexionsschicht 27P ist aus einem Metallmaterial wie Ag, Al, Au oder dergleichen gebildet. In der vorliegenden Ausführungsform ist die Reflexionsschicht 27P aus Au gebildet. Das durch die Reflexionsschicht 27P reflektierte Licht geht durch die zweite Kontaktschicht 26P, die aktive Schicht 25P, die erste Kontaktschicht 24P und das Substrat 23P und wird an die Außenseite des ersten lichtemittierenden Elements 20P emittiert.

[0133] Die Reflexionsschicht 27P ist in Bezug auf die aktive Schicht 25P auf der dem Substrat 23P gegenüberliegenden Seite bereitgestellt. Daher ist die Reflexionsschicht 27P näher an der Elementhauptoberfläche 20Ps (rückseitigen Oberfläche des ersten lichtemittierenden Elements 20P) des ersten lichtemittierenden Elements 20P bereitgestellt als die aktive Schicht 25P.

Innenstruktur des lichtempfangenden Elements

[0134] Als Nächstes wird eine Innenstruktur des ersten lichtempfangenden Elements 30P unter Bezugnahme auf **Fig.** 8 beschrieben. Da die Querschnittsstruktur des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q der Innenstruktur des ersten lichtempfangenden Elements 30P ähnlich ist, wird die ausführliche Beschreibung davon weggelassen.

[0135] **Fig.** 8 ist eine Querschnittsansicht, die schematisch eine Querschnittsstruktur der Elementhauptoberfläche 30Ps des ersten lichtempfangenden Elements 30P und seines Umfangs veranschaulicht.

[0136] Wie in **Fig.** 8 veranschaulicht, schließt das erste lichtempfangende Element 30P ein Halbleitersubstrat 34P, eine Isolierverdrahtungsschicht 35PC, die auf einer vorderen Oberfläche 34Ps des Halbleitersubstrats 34P gebildet ist, und eine Isolierschicht 36P, die auf die Isolierverdrahtungsschicht 35PC gestapelt ist, ein.

[0137] Das Halbleitersubstrat 34P bildet eine rückseitige Elementoberfläche 30Pr (siehe **Fig.** 6) des ersten lichtempfangenden Elements 30P. Das heißt, eine rückseitige Oberfläche (nicht veranschaulicht) des Halbleitersubstrats 34P, welche der der vorderen Oberfläche 34Ps gegenüberliegenden Seite zugewandt ist, bildet die rückseitige Elementoberfläche 30Pr. Als das Halbleitersubstrat 34P wird beispielsweise ein Substrat verwendet, das aus einem Material gebildet ist, das Silizium (Si) enthält. Ein fotoelektrisches Umwandlungselement 35PA ist in einem ersten Halbleiterbereich 34PA des Halbleitersubstrats 34P bereitgestellt. Eine Steuerschaltung 35PB ist in einem zweiten Halbleiterbereich 34PB des Halbleitersubstrats 34P bereitgestellt. Die Steuerschaltung 35PB ist zum Beispiel eine Schaltung, die ein Signal von dem fotoelektrischen Umwandlungselement 35PA empfängt. Wie vorstehend beschrieben, sind das fotoelektrische Umwandlungselement 35PA und die Steuerschaltung 35PB in einer Richtung orthogonal zu der Dickenrichtung des ersten lichtempfangenden Elements 30P nebeneinander bereitgestellt.

[0138] Die Isolierverdrahtungsschicht 35PC schließt eine Verdrahtung ein, die das fotoelektrische Umwandlungselement 35PA und die Steuerschaltung 35PB elektrisch verbindet. Die Isolierverdrahtungsschicht 35PC ist so gebildet, dass sie, aus der z-Richtung betrachtet, sowohl das fotoelektrische Umwandlungselement 35PA als auch die Steuerschaltung 35PB überlappt.

[0139] Die Isolierschicht 36P ist auf das fotoelektrische Umwandlungselement 35PA und die Steuerschaltung 35PB gestapelt. Das heißt, die Isolierschicht 36P ist sowohl über dem ersten Halbleiterbereich 34PA als auch dem zweiten Halbleiterbereich 34PB des Halbleitersubstrats 34P bereitgestellt. In der vorliegenden Ausführungsform ist die Isolierschicht 36P über der gesamten Isolierverdrahtungsschicht 35PC gebildet.

[0140] Die Isolierschicht 36P schließt einen ersten Isolierabschnitt 36PA, der auf dem fotoelektrischen Umwandlungselement 35PA gebildet ist, und einen zweiten Isolierabschnitt 36PB, der auf der Steuerschaltung 35PB gebildet ist, ein. Der erste Isolierabschnitt 36PA ist ein Abschnitt, der dem ersten Halbleiterbereich 34PA entspricht, und der zweite Isolierabschnitt 36PB ist ein Abschnitt, der dem zweiten Halbleiterbereich 34PB entspricht. Eine vordere Oberfläche 36Ps der Isolierschicht 36P bildet die Elementhauptoberfläche 30Ps. Ein Abschnitt der vorderen Oberfläche 36Ps der Isolierschicht 36P, der dem ersten Isolierabschnitt 36PA entspricht, bildet die lichtempfangende Oberfläche 33P.

[0141] Die Isolierschicht 36P schließt mehrere Isolierfolien 37PA bis 37PE, die in z-Richtung aufeinander gestapelt sind, mehrere Verdrahtungsschichten 38PA bis 38PE, die in den Isolierfolien 37PA bis 37PE bereitgestellt sind, und Durchkontaktierungen 39PA bis 39PD, die die Verdrahtungsschichten 38PA bis 38PE verbinden, ein. In der vorliegenden Ausführungsform sind die mehreren Verdrahtungsschichten 38PA bis 38PE und die Durchkontaktierungen 39PA bis 39PD in dem zweiten Isolierabschnitt 36PB bereitgestellt. Mit anderen Worten sind in der vorliegenden Ausführungsform die Verdrahtungsschichten 38PA bis 38PE und die Durchkontaktierungen 39PA bis 39PD nicht in dem ersten Isolierabschnitt 36PA bereitgestellt. In der vorliegenden Ausführungsform entsprechen die in dem zweiten Isolierabschnitt 36PB bereitgestellten Verdrahtungsschichten 38PA bis 38PE der „ersten Verdrahtungsschicht“.

[0142] Wie in **Fig.** 8 veranschaulicht, sind die Isolierfolien 37PA bis 37PE in der angegebenen Reihenfolge auf die Isolierverdrahtungsschicht 35PC gestapelt. Jede der Isolierfolien 37PA bis 37PE ist eine Zwischenschichtisolierfolie und ist beispielsweise aus Siliziumoxid (SiO_2) gebildet.

[0143] In der vorliegenden Ausführungsform sind die Verdrahtungsschichten 38PA bis 38PE Schichten, in denen hauptsächlich eine Verdrahtung, die mit der Steuerschaltung 35PB verbunden ist, gebildet ist, und sind in dem zweiten Isolierabschnitt 36PB der Isolierschicht 36P bereitgestellt. Mit anderen Worten sind die Verdrahtungsschichten 38PA bis 38PE nicht in dem ersten Isolierabschnitt 36PA der Isolierschicht 36P bereitgestellt. In dem veranschaulichten Beispiel sind die Verdrahtungsschichten 38PA bis 38PE so eingerichtet, dass sie, aus der z-Richtung betrachtet, einander überlappen. Jede von den Verdrahtungsschichten 38PA bis 38PE ist aus einem Metallmaterial wie Al, Ti (Titan) oder dergleichen gebildet.

[0144] Die Verdrahtungsschicht 38PA ist in die Isolierfolie 37PA eingebettet. Die Verdrahtungsschicht 38PA ist beispielsweise mit dem Halbleitersubstrat 34P elektrisch verbunden.

[0145] Die Verdrahtungsschicht 38PB ist in die Isolierfolie 37PB eingebettet. Die Verdrahtungsschicht 38PA und die Verdrahtungsschicht 38PB sind durch mehrere Durchkontaktierungen 39PA verbunden. Jede Durchkontaktierung 39PA ist in die Isolierfolie 37PA eingebettet und erstreckt sich in z-Richtung.

[0146] Die Verdrahtungsschicht 38PC ist in die Isolierfolie 37PC eingebettet. Die Verdrahtungsschicht 38PB und die Verdrahtungsschicht 38PC sind durch mehrere Durchkontaktierungen 39PB verbunden. Jede Durchkontaktierung 39PB ist in die Isolierfolie 37PB eingebettet und erstreckt sich in z-Richtung.

[0147] Die Verdrahtungsschicht 38PD ist in die Isolierfolie 37PD eingebettet. Die Verdrahtungsschicht 38PC und die Verdrahtungsschicht 38PD sind durch mehrere Durchkontaktierungen 39PC verbunden. Jede Durchkontaktierung 39PC ist in die Isolierfolie 37PC eingebettet und erstreckt sich in z-Richtung.

[0148] Die Verdrahtungsschicht 38PE ist in die Isolierfolie 37PE eingebettet. Die Verdrahtungsschicht 38PD und die Verdrahtungsschicht 38PE sind durch mehrere Durchkontaktierungen 39PD verbunden. Jede Durchkontaktierung 39PD ist in die Isolierfolie 37PD eingebettet und erstreckt sich in z-Richtung.

[0149] In der vorliegenden Ausführungsform sind die Verdrahtungsschichten 38PA bis 38PE entsprechend den Isolierfolien 37PA bis 37PE bereitgestellt, aber die vorliegende Erfindung ist nicht darauf begrenzt. Der zweite Isolierabschnitt 36PB kann eine Isolierfolie aufweisen, auf der keine Verdrahtungsschicht bereitgestellt ist.

Konfiguration des äußeren Umfangsabschnitts des Dichtungskunststoffs

[0150] Als Nächstes werden eine Struktur zwischen den Anschlüssen 41A bis 41D und eine Struktur zwischen den Anschlüssen 51A bis S 1D in dem Dichtungskunststoff 80 unter Bezugnahme auf **Fig.** 9 und 10 beschrieben. **Fig.** 9 ist eine Draufsicht des Isolationsmoduls 10, die jeden von den Anschlüssen 41Abis 41D und einen Teil des Dichtungskunststoffs 80 veranschaulicht, und **Fig.** 10 ist eine Draufsicht des Isolationsmoduls 10, die jeden von den Anschlüssen 51A bis 51D und einen Teil des Dichtungskunststoffs 80 veranschaulicht.

[0151] Wie in **Fig.** 2 und 9 veranschaulicht, ist ein unebener Abschnitt 87 in einem Abschnitt zwischen den in y-Richtung benachbarten Anschlüssen unter den Anschlüssen 41Abis 41D auf der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 des Dichtungskunststoffs 80 bereitgestellt. Insbesondere ist der unebene Abschnitt 87 in jedem von einem Abschnitt der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 zwischen dem Anschluss 41Aund dem Anschluss 41B in y-Richtung, einem Abschnitt der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 zwischen dem Anschluss 41B und dem Anschluss 41C in y-Richtung und einem Abschnitt der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 zwischen dem Anschluss 41C und dem Anschluss 41D in y-Richtung bereitgestellt. In der vorliegenden Ausführungsform entspricht beispielsweise der Anschluss 41B dem „ersten Anschluss“ und der Anschluss 41C entspricht dem „zweiten Anschluss“ unter den Anschlüssen 41A bis 41D. Der unebene Abschnitt 87 entspricht einem „ersten unebenen Abschnitt“.

[0152] Der unebene Abschnitt 87 ist über der gesamten ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 in z-Richtung gebildet. Jeder unebene Abschnitt 87 schließt die erste Kunststoffseitenoberfläche 81 und einen vertieften bzw. zurückversetzten Anteil 87a, der von der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 vertieft ist, ein. Jeder unebene Abschnitt 87 weist zum Beispiel mehrere vertiefte Anteile 87a auf. In der vorliegenden Ausführungsform weist der unebene Abschnitt 87, der zwischen dem Anschluss 41A und dem Anschluss 41B in y-Richtung bereitgestellt ist, zwei vertiefte Anteile 87a auf. Der unebene Abschnitt 87, der zwischen dem Anschluss 41B und dem Anschluss 41C in y-Richtung bereitgestellt ist, weist drei vertiefte Anteile 87a auf. Der unebene Abschnitt 87, der zwischen dem Anschluss 41C und dem Anschluss 41D in y-Richtung bereitgestellt wird, weist drei vertiefte Anteile 87a auf.

[0153] Jeder vertiefte Anteil 87a ist so bereitgestellt, dass er sich durch den Dichtungskunststoff 80 in z-Richtung erstreckt. In der vorliegenden Ausführungsform ist die untere Oberfläche jedes vertieften Anteils 87a so gebildet, dass sie parallel zu der ersten Seitenoberfläche 85 und der zweiten Seitenoberfläche 86 der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 ist. Das heißt, ein Abschnitt der unteren Oberfläche jedes vertieften Anteils 87a, der der ersten Seitenoberfläche 85 entspricht, erstreckt sich derart, dass er in x-Richtung von der Kunststoffhauptoberfläche 80s zu der rückseitigen Kunststoffoberfläche 80r hin zur Außenseite des Dichtungskunststoffs 80 hin geneigt ist. Ein Abschnitt der unteren Oberfläche jedes vertieften Anteils 87a, der der zweiten Seitenoberfläche 86 entspricht, erstreckt sich derart, dass er in x-Richtung von der rückseitigen Kunststoffoberfläche 80r zu der Kunststoffhauptoberfläche 80s hin zur Außenseite des Dichtungskunststoffs 80 hin geneigt ist.

[0154] Die zwei vertieften Anteile 87a des unebenen Abschnitts 87, der zwischen dem Anschluss 41A und dem Anschluss 41B in y-Richtung bereitgestellt ist, sind in einem Abschnitt zwischen dem Anschluss 41A und der Aufhängungsleitung 46D in y-Richtung und einem Abschnitt zwischen der Aufhängungsleitung 46D und dem Anschluss 41B in y-Richtung verteilt bereitgestellt. In diesem Fall entspricht die Aufhängungsleitung 46D dem „ersten Anschluss“, und der Anschluss 41A und der Anschluss 41B entsprechen dem „zweiten Anschluss“.

[0155] Wie in **Fig.** 2 und 10 veranschaulicht, ist ein unebener Abschnitt 88 in einem Abschnitt zwischen den in y-Richtung benachbarten Anschlüssen unter den Anschlüssen 51A bis S 1D auf der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 des Dichtungskunststoffs 80 bereitgestellt. Insbesondere ist der unebene Abschnitt 88 in jedem von einem Abschnitt der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 zwischen dem Anschluss 51Aund dem Anschluss 51B in y-Rich-

tung, einem Abschnitt der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 zwischen dem Anschluss 51B und dem Anschluss 51C in y-Richtung und einem Abschnitt der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 zwischen dem Anschluss 51C und dem Anschluss 51D in y-Richtung bereitgestellt. In der vorliegenden Ausführungsform entsprechen beliebige zwei der Anschlüsse 51A bis 51D dem „ersten Anschluss“ und dem „zweiten Anschluss“. Der unebene Abschnitt 88 entspricht einem „ersten unebenen Abschnitt“.

[0156] Der unebene Abschnitt 88 ist über der gesamten zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 in z-Richtung gebildet. Jeder unebene Abschnitt 88 schließt die zweite Kunststoffseitenoberfläche 82 und einen vertieften Anteil 88a, der von der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 vertieft ist, ein. Jeder unebene Abschnitt 88 weist zum Beispiel mehrere (in der vorliegenden Ausführungsform drei) vertiefte Anteile 88a auf. Jeder vertiefte Anteil 88a ist so bereitgestellt, dass er sich in z-Richtung durch den Dichtungskunststoff 80 erstreckt. In der vorliegenden Ausführungsform ist die untere Oberfläche jedes vertieften Anteils 88a so gebildet, dass sie parallel zu der ersten Seitenoberfläche 85 und der zweiten Seitenoberfläche 86 (siehe **Fig.** 3) der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 ist. Das heißt, ein Abschnitt der unteren Oberfläche jedes vertieften Anteils 88a, der der ersten Seitenoberfläche 85 entspricht, erstreckt sich derart, dass er in x-Richtung von der Kunststoffhauptoberfläche 80s zu der rückseitigen Kunststoffoberfläche 80r hin zur Außenseite des Dichtungskunststoffs 80 hin geneigt ist (siehe **Fig.** 3 für beides). Ein Abschnitt der unteren Oberfläche jedes vertieften Anteils 88a, der der zweiten Seitenoberfläche 86 entspricht, erstreckt sich derart, dass er in x-Richtung von der rückseitigen Kunststoffoberfläche 80r zu der Kunststoffhauptoberfläche 80s hin zur Außenseite des Dichtungskunststoffs 80 hin geneigt ist.

[0157] Die unteren Oberflächen der vertieften Anteile 87a und 88a können so gebildet sein, dass sie sich entlang der z-Richtung erstrecken. Außerdem kann die Anzahl der vertieften Anteile 87a und 88a jedes von den unebenen Abschnitten 87 und 88 geändert werden. Jeder von den unebenen Abschnitten 87 und 88 kann mindestens einen der vertieften Anteile 87a und 88a aufweisen. Ferner kann der unebene Abschnitt 87 einen Vorsprung aufweisen, der von der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 anstelle des vertieften Anteils 87a hervorsteht. Der unebene Abschnitt 88 kann einen Vorsprung aufweisen, der von der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 anstelle des vertieften Anteils 88a hervorsteht.

[0158] Die Anzahl der unebenen Abschnitte 87 kann geändert werden. Der unebene Abschnitt 87 kann auf mindestens einem von einem Abschnitt der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 zwischen den Anschlüssen 41Aund 41B in y-Richtung, einem Abschnitt der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 zwischen den Anschlüssen 41B und 41C in y-Richtung und einem Abschnitt der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 zwischen den Anschlüssen 41C und 41D in y-Richtung bereitgestellt sein. Außerdem kann er auf mindestens einem von einem Abschnitt zwischen dem Anschluss 41A und der Aufhängungsleitung 46D in y-Richtung und einem Abschnitt zwischen der Aufhängungsleitung 46D und dem Anschluss 41B in y-Richtung des Abschnitts zwischen dem Anschluss 41A und dem Anschluss 41B in y-Richtung auf der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 bereitgestellt sein.

[0159] In ähnlicher Weise kann die Anzahl der unebenen Abschnitte 88 geändert werden. Der unebene Abschnitt 88 kann auf mindestens einem von einem Abschnitt der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 zwischen dem Anschluss 51Aund dem Anschluss 51B in y-Richtung, einem Abschnitt der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 zwischen dem Anschluss 51B und dem Anschluss 51C in y-Richtung und einem Abschnitt der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 zwischen dem Anschluss 51C und dem Anschluss 51D in y-Richtung bereitgestellt sein.

Elektrische Konfiguration

[0160] **Fig.** 11 ist ein Schaltbild, das schematisch eine Schaltungskonfiguration des Isolationsmoduls 10 und eine Verbindungskonfiguration zwischen dem Isolationsmodul 10 und einer Wechselrichterschaltung 500 veranschaulicht.

[0161] Die Wechselrichterschaltung 500 der vorliegenden Ausführungsform ist eine Wechselrichterschaltung vom Halbbrückentyp und schließt ein erstes Schaltelement 501 und ein zweites Schaltelement 502 ein, die in Reihe miteinander geschaltet sind.

[0162] Eine positive Elektrode einer Steuerleistungsversorgung bzw. -lieferung 503 ist elektrisch mit dem Anschluss 51A des Isolationsmoduls 10 verbunden. Der Anschluss 51D des Isolationsmoduls 10 ist elektrisch zwischen einer Source des ersten Schaltelements 501 und einem Drain des zweiten Schaltelements 502 verbunden.

[0163] Wie in **Fig.** 11 veranschaulicht, schließt das Isolationsmodul 10 eine erste Leuchtdiode 20AP, eine zweite Leuchtdiode 20AQ, eine erste lichtempfangende Diode 30AP, eine zweite lichtempfangende Diode 30AQ, eine erste Steuerschaltung 230Aund eine zweite Steuerschaltung 230B ein. Das erste lichtemittierende Element 20P schließt die erste

Leuchtdiode 20AP ein, und das zweite lichtemittierende Element 20Q schließt die zweite Leuchtdiode 20AQ ein. Das erste lichtempfangende Element 30P schließt die erste lichtempfangende Diode 30AP ein, und das zweite lichtempfangende Element 30Q schließt die zweite lichtempfangende Diode 30AQ ein.

[0164] Die erste Leuchtdiode 20AP schließt die erste Elektrode 21P und die zweite Elektrode 22P des ersten lichtemittierenden Elements 20P ein, und die zweite Leuchtdiode 20AQ schließt die erste Elektrode 21Q und die zweite Elektrode 22Q des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q ein. Die erste lichtempfangende Diode 30AP schließt eine erste Elektrode 31P und eine zweite Elektrode 32P des ersten lichtempfangenden Elements 30P ein, und die zweite lichtempfangende Diode 30AQ schließt eine erste Elektrode 31Q und eine zweite Elektrode 32Q des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q ein.

[0165] Die erste Leuchtdiode 20AP ist elektrisch mit den Anschlüssen 51A und 51D verbunden. Insbesondere ist die erste Elektrode 21P (Anodenelektrode) der ersten Leuchtdiode 20AP über eine zweite Stromquelle 233B der zweiten Steuerschaltung 230B elektrisch mit dem Anschluss 51A verbunden, und die zweite Elektrode 22P (Kathodenelektrode) ist elektrisch mit dem Anschluss 51D verbunden. Die Steuerleistungsversorgung 503 ist elektrisch mit dem Anschluss 51A verbunden. Die Steuerleistungsversorgung 503 liefert eine Ansteuerspannung an die erste Leuchtdiode 20AP und die zweite Steuerschaltung 230B.

[0166] Die erste lichtempfangende Diode 30AP ist elektrisch mit der ersten Steuerschaltung 230A verbunden und ist von der ersten Leuchtdiode 20AP isoliert. Mit anderen Worten ist die erste Leuchtdiode 20AP von der ersten Steuerschaltung 230A isoliert. Andererseits ist die erste Leuchtdiode 20AP elektrisch mit der zweiten Steuerschaltung 230B verbunden. Sowohl die erste Elektrode 31P (Anodenelektrode) als auch die zweite Elektrode 32P (Kathodenelektrode) der ersten lichtempfangenden Diode 30AP sind elektrisch mit der ersten Steuerschaltung 230A verbunden. Die erste Steuerschaltung 230A ist elektrisch mit den Anschlüssen 41A bis 41D verbunden.

[0167] Die zweite Leuchtdiode 20AQ ist mit den Anschlüssen 41Aund 41D verbunden. Insbesondere ist die erste Elektrode 21Q (Anodenelektrode) der zweiten Leuchtdiode 20AQ über die erste Stromquelle 233A der ersten Steuerschaltung 230A elektrisch mit dem Anschluss 41A verbunden, und die zweite Elektrode 22Q (Kathodenelektrode) ist elektrisch mit dem Anschluss 41D verbunden. Eine Steuerleistungsversorgung 504 ist elektrisch mit dem Anschluss 41A verbunden. Die Steuerleistungsversorgung 504 liefert eine Ansteuerspannung an die zweite Leuchtdiode 20AQ und die erste Steuerschaltung 230A.

[0168] Die zweite lichtempfangende Diode 30AQ ist elektrisch mit der zweiten Steuerschaltung 230B verbunden und ist von der zweiten Leuchtdiode 20AQ isoliert. Mit anderen Worten ist die zweite Leuchtdiode 20AQ von der zweiten Steuerschaltung 230B isoliert. Andererseits ist die zweite Leuchtdiode 20AQ elektrisch mit der ersten Steuerschaltung 230A verbunden. Sowohl die erste Elektrode 31Q (Anodenelektrode) als auch die zweite Elektrode 32Q (Kathodenelektrode) der zweiten lichtempfangenden Diode 30AQ sind elektrisch mit der zweiten Steuerschaltung 230B verbunden. Die zweite Steuerschaltung 230B ist elektrisch mit den Anschlüssen 51A bis S 1D verbunden.

[0169] Wie vorstehend beschrieben, bilden die erste Leuchtdiode 20AP und die erste lichtempfangende Diode 30AP einen Fotokoppler, der ein Signal von den Anschlüssen 51A bis 51D, d. h. der Wechselrichterschaltung 500, an die Anschlüsse 41A bis 41D überträgt. Die zweite Leuchtdiode 20AQ und die zweite lichtempfangende Diode 30AQ bilden einen Fotokoppler, der ein Signal von den Anschlüssen 41A bis 41D an die Anschlüsse 51A bis S 1D überträgt. Das heißt, das Isolationsmodul 10 der vorliegenden Ausführungsform ist zum bidirektionalen Übertragen von Signalen konfiguriert. Die Anschlüsse 41A bis 41D und die Anschlüsse S 1A bis 51D sind durch einen ersten Fotokoppler und einen zweiten Fotokoppler voneinander isoliert.

[0170] Als Nächstes wird die Konfiguration jeder von den Steuerschaltungen 230Aund 230B beschrieben.

[0171] Die erste Steuerschaltung 230A schließt einen ersten Schmitt-Trigger 231A, eine erste Ausgangseinheit 232A, eine erste Stromquelle 233A und einen ersten Treiber 234A ein. Die erste Stromquelle 233A und der erste Treiber 234A bilden eine Antriebseinheit, die die zweite Leuchtdiode 20AQ antreibt. Die erste Steuerschaltung 230A erzeugt ein Ausgangssignal basierend auf einer Änderung der Spannung der ersten lichtempfangenden Diode 30AP, die verursacht wird, wenn die erste lichtempfangende Diode 30AP Licht von der ersten Leuchtdiode 20AP empfängt.

[0172] Der erste Schmitt-Trigger 231A ist elektrisch mit sowohl der ersten Elektrode 31P als auch der zweiten Elektrode 32P der ersten lichtempfangenden Diode 30AP verbunden. Der erste Schmitt-Trigger 231A ist elektrisch mit den Anschlüssen 41A und 41D verbunden. Das heißt, Leistung wird von der Steuerleistungsversorgung 504 an den ersten Schmitt-Trigger 231A geliefert. Der erste Schmitt-

Trigger 231A überträgt die Spannung der ersten lichtempfangenden Diode 30AP zu der ersten Ausgangseinheit 232A. Eine vorbestimmte Hysterese wird einer Schwellenspannung des ersten Schmitt-Triggers 231A gegeben. Diese Konfiguration erhöht die Widerstandsfähigkeit gegen Rauschen.

[0173] Die erste Ausgangseinheit 232A schließt ein erstes Schaltelement 232Aa und ein zweites Schaltelement 232Ab ein, die in Reihe zueinander geschaltet sind. In dem in **Fig.** 11 veranschaulichten Beispiel wird ein p-Typ-MOSFET als das erste Schaltelement 232Aa verwendet und ein n-Typ-MOSFET wird als das zweite Schaltelement 232Ab verwendet.

[0174] Die Source des ersten Schaltelements 232Aa ist elektrisch mit dem Anschluss 41A verbunden. Die Source des zweiten Schaltelements 232Ab ist elektrisch mit dem Anschluss 41D verbunden. Ein Knoten zwischen dem Drain des ersten Schaltelements 232Aa und dem Drain des zweiten Schaltelements 232Ab ist elektrisch mit dem Anschluss 41B verbunden.

[0175] Sowohl das Gate des ersten Schaltelements 232Aa als auch das Gate des zweiten Schaltelements 232Ab sind elektrisch mit dem ersten Schmitt-Trigger 231A verbunden. Das heißt, das Signal von dem ersten Schmitt-Trigger 231A wird sowohl an das Gate des ersten Schaltelements 232Aa als auch an das Gate des zweiten Schaltelements 232Ab angelegt.

[0176] Die erste Ausgangseinheit 232A erzeugt ein Ausgangssignal durch komplementäres Ein- und Ausschalten des ersten Schaltelements 132Aa und des zweiten Schaltelements 132Ab basierend auf dem Signal des ersten Schmitt-Triggers 231A. Die erste Ausgangseinheit 232A gibt ein Ausgangssignal durch den Anschluss 41B aus.

[0177] Die erste Stromquelle 233A ist elektrisch zwischen dem Anschluss 41A und der ersten Elektrode 21Q der zweiten Leuchtdiode 20AQ verbunden. Infolgedessen wird ein konstanter Strom von dem Anschluss 41A zu der zweiten Leuchtdiode 20AQ geliefert.

[0178] Der erste Treiber 234A ist sowohl mit der ersten Stromquelle 233A als auch mit dem Anschluss 41C elektrisch verbunden. Der erste Treiber 234A ist eine Schaltung, die die Versorgung eines Stroms an die zweite Leuchtdiode 20AQ steuert. Das heißt, der erste Treiber 234A steuert die Versorgung des Stroms an die zweite Leuchtdiode 20AQ basierend auf dem Steuersignal, das von der Außenseite des Isolationsmoduls 10 an den Anschluss 41C geliefert wird. In einem Beispiel liefert, wenn das Steuersignal in den ersten Treiber 234A eingegeben wird, der erste Treiber 234A einen Strom an die zweite Leuchtdiode 20AQ. Andererseits liefert, wenn das Steuersignal nicht in den ersten Treiber 234A eingegeben wird, der erste Treiber 234A den Strom nicht an die zweite Leuchtdiode 20AQ.

[0179] Die zweite Steuerschaltung 230B schließt einen zweiten Schmitt-Trigger 231B, eine zweite Ausgangseinheit 232B, eine zweite Stromquelle 233B und einen zweiten Treiber 234B ein. Die zweite Stromquelle 233B und der zweite Treiber 234B bilden eine Antriebseinheit, die die erste Leuchtdiode 20AP antreibt. Die zweite Steuerschaltung 230B erzeugt ein Ansteuerspannungssignal basierend auf einer Änderung der Spannung der zweiten lichtempfangenden Diode 30AQ, die verursacht wird, wenn die zweite lichtempfangende Diode 30AQ Licht von der zweiten Leuchtdiode 20AQ empfängt.

[0180] Der zweite Schmitt-Trigger 231B ist elektrisch mit sowohl der ersten Elektrode 31Q als auch der zweiten Elektrode 32Q der zweiten lichtempfangenden Diode 30AQ verbunden. Der zweite Schmitt-Trigger 231B ist elektrisch mit den Anschlüssen 51A und S 1D verbunden. Das heißt, Leistung wird von der Steuerleistungsversorgung 503 an den zweiten Schmitt-Trigger 231B geliefert. Der zweite Schmitt-Trigger 231B überträgt die Spannung der zweiten lichtempfangenden Diode 30AQ zu der zweiten Ausgangseinheit 232B. Eine vorbestimmte Hysterese wird einer Schwellenspannung des zweiten Schmitt-Triggers 231B gegeben. Diese Konfiguration erhöht die Widerstandsfähigkeit gegen Rauschen.

[0181] Die zweite Ausgangseinheit 232B weist ein erstes Schaltelement 132Ba und ein zweites Schaltelement 232Bb auf, die in Reihe miteinander geschaltet sind. In dem in **Fig.** 11 veranschaulichten Beispiel wird ein p-Typ-MOSFET als das erste Schaltelement 232Ba verwendet und ein n-Typ-MOSFET wird als das zweite Schaltelement 232Bb verwendet. Da die Art der elektrischen Verbindung des ersten Schaltelements 232Ba und des zweiten Schaltelements 232Bb ähnlich der Art der elektrischen Verbindung des ersten Schaltelements 232Aa und des zweiten Schaltelements 232Ab ist, wird die ausführliche Beschreibung davon weggelassen.

[0182] Die zweite Stromquelle 233B ist elektrisch zwischen dem Anschluss 51Aund der ersten Elektrode 21P der ersten Leuchtdiode 20AP verbunden. Infolgedessen wird ein konstanter Strom von dem Anschluss 51Azu der ersten Leuchtdiode 20AP geliefert.

[0183] Der zweite Treiber 234B ist sowohl mit der zweiten Stromquelle 233B als auch mit dem Anschluss 51B elektrisch verbunden. Der zweite Treiber 234B ist eine Schaltung, die die Versorgung des Stroms an die erste Leuchtdiode 20AP steuert.

Das heißt, der zweite Treiber 234B steuert die Versorgung des Stroms zu der ersten Leuchtdiode 20AP basierend auf dem Steuersignal, das dem Anschluss 51B von der Außenseite des Isolationsmoduls 10 geliefert wird. In einem Beispiel liefert, wenn das Steuersignal in den zweiten Treiber 234B eingegeben wird, der zweite Treiber 234B einen Strom an die erste Leuchtdiode 20AP. Andererseits liefert, wenn das Steuersignal nicht in den zweiten Treiber 234B eingegeben wird, der zweite Treiber 234B den Strom nicht an die erste Leuchtdiode 20AP.

[0184] In der vorliegenden Ausführungsform ist eine Detektionsschaltung 505, die eine Spannung zwischen der Source des ersten Schaltelements 501 und dem Drain des zweiten Schaltelements 502 der Wechselrichterschaltung 500 detektiert, elektrisch mit dem Anschluss 51B verbunden. Wenn die detektiert wird, dass die Spannung zwischen der Source des ersten Schaltelements 501 und dem Drain des zweiten Schaltelements 502 übermäßig hoch ist, liefert die Detektionsschaltung 505 ein Anomaliesignal als Steuersignal an den Anschluss 51B. In einem Beispiel ist die Detektionsschaltung 505 konfiguriert, um das Anomaliesignal an den Anschluss 51B zu liefern, wenn die Spannung zwischen der Source des ersten Schaltelements 501 und dem Drain des zweiten Schaltelements 502 größer als eine voreingestellte Schwelle wird.

[0185] In dem Isolationsmodul 10 der vorliegenden Ausführungsform kann die erste Steuerschaltung 230A anstelle der ersten Stromquelle 233A einen Strombegrenzungswiderstand aufweisen. Die zweite Steuerschaltung 230B kann anstelle der zweiten Stromquelle 233B einen Strombegrenzungswiderstand aufweisen.

[0186] Zudem können der erste Treiber 234A und die erste Stromquelle 233A von der ersten Steuerschaltung 230A weggelassen sein. In diesem Fall ist die erste Elektrode 21Q der zweiten Leuchtdiode 20AQ elektrisch mit dem Anschluss 41A verbunden, und die zweite Elektrode 22Q ist elektrisch mit dem Anschluss 41D verbunden. Der zweite Treiber 234B und die zweite Stromquelle 233B können von der zweiten Steuerschaltung 230B weggelassen sein. In diesem Fall ist die erste Elektrode 21P der ersten Leuchtdiode 20AP elektrisch mit dem Anschluss 51A verbunden, und die zweite Elektrode 22P ist elektrisch mit dem Anschluss 51D verbunden.

Betrieb

[0187] Es wird der Betrieb des Isolationsmoduls 10 gemäß der vorliegenden Ausführungsform beschrieben.

[0188] Um die Isoliereigenschaften der Anschlüsse 41A bis 41D und der Anschlüsse 51A bis 51D zu verbessern, ist es notwendig, eine Kriechstrecke zwischen benachbarten Anschlüssen unter den Anschlüssen 41A bis 41D und eine Kriechstrecke zwischen benachbarten Anschlüssen unter den Anschlüssen 51A bis 51D zu erhöhen.

[0189] Als eine Struktur zum Erhöhen der Kriechstrecke ist es denkbar, den Abstand zwischen benachbarten Anschlüssen unter den Anschlüssen 41A bis 41D in y-Richtung und einen Abstand zwischen benachbarten Anschlüssen unter den Anschlüssen 51A bis S 1D in y-Richtung zu erhöhen. Wenn diese Abstände jedoch erhöht werden, wird das Isolationsmodul 10 groß.

[0190] In dieser Hinsicht ist in der vorliegenden Ausführungsform der unebene Abschnitt 87 zwischen den einander benachbarten Anschlüssen unter den Anschlüssen 41A bis 41D bereitgestellt, und der unebene Abschnitt 88 ist zwischen den einander benachbarten Anschlüssen unter den Anschlüssen 51A bis 51D bereitgestellt. In diesem Fall nimmt zum Beispiel die Kriechstrecke zwischen dem Anschluss 41C und dem Anschluss 41D um den Abstand der Innenoberflächen der vertieften Anteile 87a des unebenen Abschnitts 87 zu. Daher ist es möglich, die Kriechstrecke zu erhöhen und gleichzeitig eine Vergrößerung des Isolationsmoduls 10 zu unterdrücken.

Vorteile

[0191] Gemäß dem Isolationsmodul 10 der vorliegenden Ausführungsform werden die folgenden Vorteile erhalten.

(1) Das Isolationsmodul 10 schließt das erste lichtemittierende Element 20P und das erste lichtempfangende Element 30P, die einen Fotokoppler bilden, wobei das erste plattenförmige Bauteil 70P Transluzenz aufweist und zwischen dem ersten lichtempfangenden Element 30P und dem ersten lichtemittierenden Element 20P bereitgestellt ist, und den Dichtungskunststoff 80 ein, der mindestens das erste lichtemittierende Element 20P und das erste lichtempfangende Element 30P abdichtet und die Anschlüsse 41A bis 41D und 51A bis 51D aufweist, die nebeneinander bereitgestellt sind. Das erste plattenförmige Bauteil 70P ist auf die lichtempfangende Oberfläche 33P des ersten lichtempfangenden Elements 30P gestapelt, und das erste lichtemittierende Element 20P ist auf das erste plattenförmige Bauteil 70P gestapelt. Der unebene Abschnitt 87 ist in einem Abschnitt zwischen benachbarten Anschlüssen unter den Anschlüssen 41A bis 41D auf der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 bereitgestellt. Der unebene Abschnitt 88 ist in einem Abschnitt zwischen benachbarten Anschlüssen unter den

Anschlüssen 51A bis 51D auf der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 bereitgestellt.

[0192] Diese Konfiguration erhöht die Kriechstrecke des Abschnitts zwischen den benachbarten Anschlüssen unter den Anschlüssen 41A bis 41D auf der Kunststoffseitenoberfläche 81. Außerdem ist es möglich, die Kriechstrecke eines Abschnitts zwischen benachbarten Anschlüssen unter den Anschlüssen 51A bis 41D auf der Kunststoffseitenoberfläche 82 zu erhöhen. Daher ist es möglich, die Isolierung zwischen benachbarten Anschlüssen unter den Anschlüssen 41A bis 41D zu verbessern, und es ist möglich, die Isolierung zwischen benachbarten Anschlüssen unter den Anschlüssen 51A bis 51D zu verbessern.

[0193] In der vorliegenden Ausführungsform ist die Aufhängungsleitung 46D, die auf dem Die-Pad-Abschnitt 42DB bereitgestellt ist, von dem Abschnitt der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 zwischen dem Anschluss 41A und dem Anschluss 41B freiliegend. Daher sind der Anschluss 41A und die Aufhängungsleitung 46D benachbart zueinander, und die Aufhängungsleitung 46D und der Anschluss 41B sind zwischen dem Anschluss 41A und dem Anschluss 41B benachbart zueinander. Der unebene Abschnitt 87 ist zwischen dem Anschluss 41A und der Aufhängungsleitung 46D auf der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 bereitgestellt, und der unebene Abschnitt 87 ist zwischen der Aufhängungsleitung 46D und dem Anschluss 41B bereitgestellt. Infolgedessen werden sowohl die Kriechstrecke zwischen dem Anschluss 41A und der Aufhängungsleitung 46D als auch die Kriechstrecke zwischen der Aufhängungsleitung 46D und dem Anschluss 41B auf der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 erhöht, sodass die Isoliereigenschaften zwischen dem Anschluss 41A und der Aufhängungsleitung 46D und die Isoliereigenschaften zwischen der Aufhängungsleitung 46D und dem Anschluss 41B beide verbessert werden.

[0194] (2) Das Isolationsmodul 10 schließt das isolierende Bondingmaterial 90P ein, das an das erste lichtemittierende Element 20P und das erste plattenförmige Bauteil 70P gebondet ist. Das isolierende Bondingmaterial 90P bondet die Seitenoberfläche des ersten lichtemittierenden Elements 20P und des ersten plattenförmigen Bauteils 70P. Das heißt, das isolierende Bondingmaterial 90P ist nicht zwischen der rückseitigen Elementoberfläche 20Pr des ersten lichtemittierenden Elements 20P und der Hauptoberfläche 70Ps des ersten plattenförmigen Bauteils 70P eingefügt.

[0195] Gemäß dieser Konfiguration ist das isolierende Bondingmaterial 90P nicht zwischen dem ersten lichtemittierenden Element 20P und dem ersten lichtempfangenden Element 30P in z-Richtung bereitgestellt, das heißt, in der Mitte des Strahlengangs, in dem das Licht von dem ersten lichtemittierenden Element 20P zu der lichtempfangenden Oberfläche 33P des ersten lichtempfangenden Elements 30P emittiert wird. Dadurch wird verhindert, dass das Licht von dem ersten lichtemittierenden Element 20P durch das isolierende Bondingmaterial 90P blockiert wird. Daher ist die Verringerung der Menge an empfangenem Licht des ersten lichtempfangenden Elements 30P begrenzt.

[0196] (3) Das erste lichtemittierende Element 20P weist eine rückseitige Elementoberfläche 20Pr als eine lichtemittierende Oberfläche auf, die der lichtempfangenden Oberfläche 33P des ersten lichtempfangenden Elements 30P zugewandt ist. Die rückseitige Elementoberfläche 20Pr steht in Kontakt mit dem ersten plattenförmigen Bauteil 70P.

[0197] Gemäß dieser Konfiguration wird, da die Bildung einer Lücke zwischen der rückseitigen Elementoberfläche 20Pr des ersten lichtemittierenden Elements 20P und der Hauptoberfläche 70Ps des ersten plattenförmigen Bauteils 70P unwahrscheinlich ist, verhindert, dass Licht von dem ersten lichtemittierenden Element 20P durch die Lücke austritt. Dies begrenzt die Verringerung der Menge an empfangenem Licht des ersten lichtempfangenden Elements 30P.

[0198] (4) Das isolierende Bondingmaterial 90P ist aus einem Kunststoffmaterial gebildet, das Licht absorbiert.

[0199] Gemäß dieser Konfiguration wird verhindert, dass anderes Licht als das Licht von dem ersten lichtemittierenden Element 20P durch das isolierende Bondingmaterial 90P in die lichtempfangende Oberfläche 33P des ersten lichtempfangenden Elements 30P eintritt.

[0200] (5) Der transparente Kunststoff 60P, der das erste lichtempfangende Element 30P und das erste plattenförmige Bauteil 70P aneinander bondet, ist zwischen der lichtempfangenden Oberfläche 33P des ersten lichtempfangenden Elements 30P und dem ersten plattenförmigen Bauteil 70P bereitgestellt.

[0201] Diese Konfiguration erreicht sowohl das Bonden des ersten lichtempfangenden Elements 30P und des ersten plattenförmigen Bauteils 70P als auch einfallendes Licht von dem ersten lichtemittierenden Element 20P auf die lichtempfangende Oberfläche 33P des ersten lichtempfangenden Elements 30P über das erste plattenförmige Bauteil 70P.

[0202] (6) Die Lichtdurchlässigkeit des ersten plattenförmigen Bauteils 70P ist geringer als die Licht-

durchlässigkeit des ersten transparenten Kunststoffs 60P.

[0203] Gemäß dieser Konfiguration wird die Menge an Licht, die auf die lichtempfangende Oberfläche 33P des ersten lichtempfangenden Elements 30P einfällt, dadurch verringert, dass das Licht von dem ersten lichtemittierenden Element 20P durch das erste plattenförmige Bauteil 70P hindurchgeht. Dies verringert die Menge an Licht, die durch das erste lichtempfangende Element 30P empfangen wird. Das heißt, wenn die Menge an empfangenem Licht des ersten lichtempfangenden Elements 30P größer als ein zuvor vorbestimmter Bereich ist, kann die Menge an empfangenem Licht des ersten lichtempfangenden Elements 30P so angepasst werden, dass sie in einen vorbestimmten Bereich fällt, indem die Lichtdurchlässigkeit des ersten plattenförmigen Bauteils 70P auf gering eingestellt wird.

[0204] (7) Das erste plattenförmige Bauteil 70P weist einen Abschnitt auf, der, aus der z-Richtung betrachtet, von dem ersten lichtempfangenden Element 30P hervorsteht.

[0205] Diese Konfiguration erhöht die Kriechstrecke zwischen dem ersten lichtemittierenden Element 20P und dem ersten lichtempfangenden Element 30P. Dies verbessert die Isoliereigenschaften zwischen dem ersten lichtemittierenden Element 20P und dem ersten lichtempfangenden Element 30P.

[0206] (8) Das Isolationsmodul 10 schließt den Die-Pad-Abschnitt 42DB ein, auf dem das erste lichtempfangende Element 30P montiert ist, und das leitfähige Bondingmaterial 100P, das den Die-Pad-Abschnitt 42DB und das erste lichtempfangende Element 30P aneinander bondet. Das leitfähige Bondingmaterial 100P schließt den ersten Bondingbereich 101P, der zwischen der rückseitigen Elementoberfläche 30Pr des ersten lichtempfangenden Elements 30P und dem Die-Pad-Abschnitt 42DB eingefügt ist, und den zweiten Bondingbereich 102P ein, der, aus der z-Richtung betrachtet, von dem ersten lichtempfangenden Element 30P hervorsteht. Der Abschnitt des zweiten Bondingbereichs 102P, der in Kontakt mit der Seitenoberfläche des ersten lichtempfangenden Elements 30P steht, ist so gebildet, dass er in z-Richtung näher an der lichtempfangenden Oberfläche 33P liegt als die Mitte des ersten lichtempfangenden Elements 30P.

[0207] Gemäß dieser Konfiguration ist, da die Bondingregion zwischen der Seitenoberfläche des ersten lichtempfangenden Elements 30P und dem leitfähigen Bondingmaterial 100P erhöht ist, die Bondingkraft zwischen dem ersten lichtempfangenden Element 30P und dem Die-Pad-Abschnitt 42DB erhöht.

[0208] (9) Das Substrat 23P des ersten lichtemittierenden Elements 20P ist ein Saphirsubstrat.

[0209] Diese Konfiguration verbessert die Isolierung des ersten lichtemittierenden Elements 20P im Vergleich zu einem Fall, in dem das Substrat 23P zum Beispiel ein Si-Substrat ist.

[0210] (10) Der Die-Pad-Abschnitt 42DB, auf dem das erste lichtempfangende Element 30P montiert ist, ist näher an der rückseitigen Kunststoffoberfläche 80r eingerichtet als die Position, in der der Anschluss 41D in z-Richtung von der Kunststoffseitenoberfläche 81 freiliegend ist.

[0211] Gemäß dieser Konfiguration wird verhindert, dass der gestapelte Körper des ersten lichtempfangenden Elements 30P, des ersten transparenten Kunststoffs 60P, des ersten plattenförmigen Bauteils 70P und des ersten lichtemittierenden Elements 20P so eingerichtet ist, dass er in Bezug auf die Position, in der der Anschluss 41D in z-Richtung von der Kunststoffseitenoberfläche 81 freiliegend ist, zu der Kunststoffhauptoberfläche 80s hin verschoben ist. Infolgedessen ist der Abstand zwischen der Position, an der der Anschluss 41D von der Kunststoffseitenoberfläche 81 und der Kunststoffhauptoberfläche 80s in z-Richtung freiliegend ist, verringert, sodass die Höhe des Isolationsmoduls 10 verringert ist.

[0212] (11) Die Dicke des ersten lichtemittierenden Elements 20P ist kleiner als die Dicke des ersten lichtempfangenden Elements 30P.

[0213] Gemäß dieser Konfiguration ist im Vergleich zu dem Fall, in dem die Dicke des ersten lichtemittierenden Elements 20P größer als oder gleich der Dicke des ersten lichtempfangenden Elements 30P ist, die Gesamtdicke des ersten lichtemittierenden Elements 20P und des ersten lichtempfangenden Elements 30P in einem Fall, in dem das erste lichtemittierende Element 20P und das erste lichtempfangende Element 30P gestapelt sind, verringert. Dadurch wird die Höhe des Isolationsmoduls 10 verringert.

[0214] (12) Das Isolationsmodul 10 schließt den ersten Fotokoppler, der das erste lichtemittierende Element 20P und das erste lichtempfangende Element 30P einschließt, und den zweiten Fotokoppler, der das zweite lichtemittierende Element 20Q und das zweite lichtempfangende Element 30Q einschließt, ein. Das erste lichtemittierende Element 20P ist elektrisch mit dem ersten Leitungsrahmen 40 verbunden, und das zweite lichtemittierende Element 20Q ist elektrisch mit dem zweiten Leitungsrahmen 50 verbunden. Das erste lichtempfangende Element 30P ist elektrisch mit dem zweiten Leitungsrahmen 50 verbunden, und das zweite lichtempfangende

Element 30Q ist elektrisch mit dem ersten Leitungsrahmen 40 verbunden.

[0215] Gemäß dieser Konfiguration überträgt der erste Fotokoppler ein Signal von dem ersten Leitungsrahmen 40 an den zweiten Leitungsrahmen 50, und der zweite Fotokoppler überträgt ein Signal von dem zweiten Leitungsrahmen 50 an den ersten Leitungsrahmen 40. Auf diese Weise kann das Isolationsmodul 10 Signale bidirektional übertragen.

Modifikation

[0216] Die vorstehende Ausführungsform ist ein Beispiel für eine mögliche Konfiguration des Isolationsmoduls gemäß der vorliegenden Offenbarung und soll die Konfiguration nicht einschränken. Das Isolationsmodul gemäß der vorliegenden Offenbarung kann eine Konfiguration annehmen, die sich von der in der vorstehenden Ausführungsform beispielhaft veranschaulichten Konfiguration unterscheidet. Ein Beispiel dafür ist eine Konfiguration, bei der ein Teil der Konfiguration der vorstehenden Ausführungsform ersetzt, verändert oder weggelassen wird, oder eine Konfiguration, bei der eine neue Konfiguration zu der vorstehenden Ausführungsform hinzugefügt wird. Darüber hinaus können die folgenden Modifikationen miteinander kombiniert werden, solange sie nicht technisch inkonsistent sind. In den folgenden Modifikationsbeispielen werden Abschnitten, die den vorstehenden Ausführungsformen gemeinsam sind, die gleichen Bezugszeichen wie diejenigen der vorstehenden Ausführungsformen gegeben, und die Beschreibung davon wird weggelassen.

[0217] In der vorstehenden Ausführungsform können die unebenen Abschnitte 87 und 88 von dem Dichtungskunststoff 80 weggelassen werden.

[0218] In der vorstehenden Ausführungsform kann die Konfiguration des isolierenden Bondingmaterials 90Q, das das zweite lichtemittierende Element 20Q und das zweite plattenförmige Bauteil 70Q aneinander bondet, geändert werden. In einem Beispiel kann das isolierende Bondingmaterial 90Q aus einem Material gebildet sind, das Transluzenz aufweist. In diesem Fall kann das isolierende Bondingmaterial 90Q zwischen der rückseitigen Elementoberfläche 20Qr des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q und der Hauptoberfläche 70Qs des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q eingefügt sein.

[0219] Infolgedessen fällt das Licht von dem zweiten lichtemittierenden Element 20Q über das isolierende Bondingmaterial 90Q und das zweite plattenförmige Bauteil 70Q auf die lichtempfangende Oberfläche 33Q des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q ein. Das isolierende Bondingmaterial 90P kann in ähnlicher Weise geändert werden.

[0220] In der vorstehenden Ausführungsform ist das Bondingmaterial zum Bonden des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q und des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q aneinander nicht auf das isolierende Bondingmaterial begrenzt und kann ein leitfähiges Bondingmaterial sein. In ähnlicher Weise kann das Bondingmaterial zum Bonden des ersten lichtemittierenden Elements 20P und des ersten plattenförmigen Bauteils 70P aneinander ein leitfähiges Bondingmaterial sein.

[0221] In der vorstehenden Ausführungsform kann die Position der Aufhängungsleitung 46D, die auf dem Die-Pad-Abschnitt 42DB des ersten Leitungsrahmens 40D bereitgestellt ist, geändert werden. In einem Beispiel, wie in **Fig.** 12 veranschaulicht, kann die Aufhängungsleitung 46D an demjenigen Ende der gegenüberliegenden Enden des Die-Pad-Abschnitts 42DB bereitgestellt sein, das in y-Richtung näher an der dritten Kunststoffseitenoberfläche 83 liegt. In diesem Fall erstreckt sich die Aufhängungsleitung 46D in y-Richtung zu der dritten Kunststoffseitenoberfläche 83 hin und ist von der dritten Kunststoffseitenoberfläche 83 freiliegend. Das heißt, die Aufhängungsleitung 46D ist nicht von dem Abschnitt zwischen dem Anschluss 41A und dem Anschluss 41B auf der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 freiliegend. In der in **Fig.** 12 gezeigten Modifikation entsprechen die erste Kunststoffseitenoberfläche 81 und die zweite Kunststoffseitenoberfläche 82 einer „Anschlussoberfläche“, und die dritte Kunststoffseitenoberfläche 83 entspricht einer „Aufhängungsleitungsoberfläche“.

[0222] Gemäß dieser Konfiguration ist, da die Aufhängungsleitung 46D nicht von einem Abschnitt zwischen dem Anschluss 41A und dem Anschluss 41B in y-Richtung auf der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 freiliegend ist, die Kriechstrecke, die die Isoliereigenschaften beeinflusst, ein Abschnitt zwischen dem Anschluss 41A und dem Anschluss 41B auf der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81. Außerdem ist, da die Anzahl der vertieften Anteile und Vorsprünge des unebenen Abschnitts 87 zwischen dem Anschluss 41A und dem Anschluss 41B erhöht ist, die Kriechstrecke zwischen dem Anschluss 41A und dem Anschluss 41B erhöht. Daher werden Isoliereigenschaften zwischen dem Anschluss 41A und dem Anschluss 41B verbessert.

[0223] In der vorstehenden Ausführungsform kann die Konfiguration des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q geändert werden. Zum Beispiel veranschaulicht **Fig.** 13 eine Konfiguration einer ersten Modifikation des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q, und **Fig.** 14 veranschaulicht eine Konfiguration einer zweiten Modifikation des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q. **Fig.** 13 und 14 zeigen Querschnittsansichten des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q und seines Umfangs. Das erste plattenförmige

Bauteil 70P kann in ähnlicher Weise geändert werden.

[0224] Wie in **Fig.** 13 veranschaulicht, kann in dem zweiten plattenförmigen Bauteil 70Q der ersten Modifikation der unebene Abschnitt 74Q auf der rückseitigen Oberfläche 70Qr des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q bereitgestellt sein. Der unebene Abschnitt 74Q kann über der gesamten rückseitigen Oberfläche 70Qr des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q bereitgestellt sein. Vertiefte Abschnitte 74Qa in dem unebenen Abschnitt 74Q, der in Kontakt mit dem zweiten transparenten Kunststoff 60Q steht, sind mit dem zweiten transparenten Kunststoff 60Q gefüllt. Die Hauptoberfläche 70Qs des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q ist eine flache Oberfläche, die so gebildet ist, dass sie eine flache Form aufweist. In der in **Fig.** 13 gezeigten Modifikation entspricht der unebene Abschnitt 74Q dem „zweiten unebenen Abschnitt“.

[0225] Gemäß dieser Konfiguration sind, da die Kriechstrecke zwischen dem zweiten plattenförmigen Bauteil 70Q und dem zweiten transparenten Kunststoff 60Q erhöht ist, die Isoliereigenschaften zwischen dem zweiten lichtemittierenden Element 20Q und dem zweiten lichtempfangenden Element 30Q verbessert. Da die Hauptoberfläche 70Qs des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q eine flache Oberfläche ist, ist es außerdem möglich, die Bildung einer Lücke zwischen dem zweiten lichtemittierenden Element 20Q und der Hauptoberfläche 70Qs des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q zu unterdrücken, und somit ist es möglich, ein Eintreten des isolierenden Bondingmaterials 90Q in die Lücke zu unterdrücken. Das erste plattenförmige Bauteil 70P kann in ähnlicher Weise geändert werden.

[0226] Wie in **Fig.** 14 gezeigt, kann in dem zweiten plattenförmigen Bauteil 70Q der zweiten Modifikation die rückseitige Oberfläche 70Qr des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q eine raue Oberfläche 75Q aufweisen, die Licht von dem zweiten lichtemittierenden Element 20Q streut. Die raue Oberfläche 75Q kann über der gesamten rückseitigen Oberfläche 70Qr des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q gebildet sein. Der zweite transparente Kunststoff 60Q steht mit der rauen Oberfläche 75Q in Kontakt, die mit dem zweiten transparenten Kunststoff 60Q in Kontakt steht. Die Hauptoberfläche 70Qs des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q ist eine flache Oberfläche, die so gebildet ist, dass sie eine flache Form aufweist.

[0227] Gemäß dieser Konfiguration wird das Licht von dem zweiten lichtemittierenden Element 20Q, wenn es durch das zweite plattenförmige Bauteil 70Q hindurchtritt, durch die raue Oberfläche 75Q gestreut. Infolgedessen fällt das Licht in einem geschwächten Zustand auf die lichtempfangende Oberfläche 33Q des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q ein. Dies verringert die Menge an empfangenem Licht des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q. Das heißt, wenn die Lichtempfangsmenge des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q größer als ein vorbestimmter Bereich ist, kann die Lichtempfangsmenge des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q unter Verwendung der Konfiguration des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q der zweiten Modifikation so angepasst werden, dass sie in den vorbestimmten Bereich fällt.

[0228] Die raue Oberfläche 75Q kann anstelle der rückseitigen Oberfläche 70Qr auf der Hauptoberfläche 70Qs bereitgestellt sein. Die raue Oberfläche 75Q kann zusätzlich zu der rückseitigen Oberfläche 70Qr auf der Hauptoberfläche 70Qs bereitgestellt sein. Die raue Oberfläche 75Q kann über der gesamten Außenoberfläche des zweiten plattenförmigen Bauteils 70Q gebildet sein.

[0229] In der vorstehenden Ausführungsform kann mindestens eines von dem zweiten plattenförmigen Bauteil 70Q und dem zweiten transparenten Kunststoff 60Q anorganische Partikel enthalten, die Licht von dem zweiten lichtemittierenden Element 20Q absorbieren oder reflektieren. Das heißt, das zweite plattenförmige Bauteil 70Q kann anorganische Partikel enthalten, während der zweite transparente Kunststoff 60Q keine anorganischen Partikel enthält. Der zweite transparente Kunststoff 60Q kann anorganische Partikel enthalten, während das zweite plattenförmige Bauteil 70Q keine anorganischen Partikel enthält. Zusätzlich können sowohl das zweite plattenförmige Bauteil 70Q als auch der zweite transparente Kunststoff 60Q anorganische Partikel enthalten.

[0230] In einem Beispiel, wie in **Fig.** 15 gezeigt, enthält der zweite transparente Kunststoff 60Q anorganische Partikel 61. Andererseits enthält das zweite plattenförmige Bauteil 70Q keine anorganischen Partikel. Ein Beispiel für die anorganischen Partikel 61 ist ein Füllstoff. Die anorganischen Partikel 61 sind über dem gesamten zweiten transparenten Kunststoff 60Q eingerichtet.

[0231] Der Gehalt an anorganischen Partikeln 61 in dem zweiten transparenten Kunststoff 60Q kann geändert werden. Der Gehalt an anorganischen Partikeln 61 in dem zweiten transparenten Kunststoff 60Q ist beispielsweise so eingestellt, dass das zweite lichtempfangende Element 30Q Licht von dem zweiten lichtemittierenden Element 20Q in einer Lichtmenge empfangen kann, die innerhalb eines vorbestimmten Bereichs liegt.

[0232] Die Querschnittsform der anorganischen Partikel 61 kann elliptisch oder kreisförmig sein. Die anorganischen Partikel 61 können mehrere Arten

von anorganischen Partikeln einschließen, die unterschiedliche Querschnittsformen aufweisen. In einem Beispiel kann das anorganische Partikel 61 ein erstes anorganisches Partikel, das eine erste Querschnittsform aufweist, und ein zweites anorganisches Partikel, das eine zweite Querschnittsform aufweist, die sich von der ersten Querschnittsform unterscheidet, einschließen.

[0233] Die anorganischen Partikel 61 können untereinander die gleiche Größe aufweisen. Zusätzlich können die anorganischen Partikel 61 mehrere Arten von anorganischen Partikeln einschließen, die unterschiedliche Größen aufweisen. In einem Beispiel können die anorganischen Partikel 61 ein erstes anorganisches Partikel, das eine erste Größe aufweist, und ein zweites anorganisches Partikel, das eine zweite Größe aufweist, die sich von der ersten Größe unterscheidet, einschließen.

[0234] Die anorganischen Partikel 61 können mehrere Arten von anorganischen Partikeln einschließen, die aus Materialien hergestellt sind, die sich voneinander unterscheiden, einschließen. In einem Beispiel können die anorganischen Partikel 61 ein erstes anorganisches Partikel, das aus einem ersten Material gebildet ist, und ein zweites anorganisches Partikel, das aus einem zweiten Material gebildet ist, das sich von dem ersten Material unterscheidet, einschließen.

[0235] Die anorganischen Partikel 61 sind aus anorganischen Partikeln zusammengesetzt, die die gleiche Größe, die gleiche Querschnittsform und das gleiche Material aufweisen.

[0236] Die anorganischen Partikel 61 können mehrere Arten von anorganischen Partikeln einschließen, die aus einer Kombination aus mehreren Arten von Querschnittsformen, mehreren Arten von Größen und mehreren Arten von Materialien gebildet sind. Die Farbe der anorganischen Partikel 61 kann Schwarz, wodurch Licht hauptsächlich absorbiert wird, oder Weiß sein, wodurch Licht hauptsächlich reflektiert wird. In ähnlicher Weise kann mindestens eines von dem ersten transparenten Kunststoff 60P und dem ersten plattenförmigen Bauteil 70P anorganische Partikel enthalten, die Licht von dem ersten lichtemittierenden Element 20P absorbieren oder reflektieren.

[0237] Wenn die anorganischen Partikel 61 in mindestens einem von dem zweiten transparenten Kunststoff 60Q und dem zweiten plattenförmigen Bauteil 70Q enthalten sind, kann der Die-Pad-Abschnitt 52DB, auf dem das zweite lichtempfangende Element 30Q montiert ist, so konfiguriert sein, dass er von der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 zu der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 hin zur rückseitigen Kunststoffoberfläche 80r hin geneigt ist.

[0238] Ein Neigungswinkel des Die-Pad-Abschnitts 52DB in Bezug auf eine Richtung senkrecht zu der z-Richtung (horizontalen Richtung) liegt beispielsweise in einem Bereich von 1° bis 2°. Der Neigungswinkel des Die-Pad-Abschnitts 52DB in Bezug auf die horizontale Richtung ist nicht darauf begrenzt und kann beispielsweise größer als 0° und 10° oder weniger sein. Der Neigungswinkel des Die-Pad-Abschnitts 52DB in Bezug auf die horizontale Richtung kann in einem beliebigen von einem Bereich von 2° bis 3°, einem Bereich von 3° bis 4°, einem Bereich von 4° bis 5°, einem Bereich von 5° bis 6°, einem Bereich von 6° bis 7° und einem Bereich von 7° bis 8° liegen.

[0239] Wie vorstehend beschrieben, können durch Bereitstellen des Die-Pad-Abschnitts 52DB derart, dass er in Bezug auf die horizontale Richtung geneigt ist, die Höhenpositionen der Anschlüsse 51A bis 51D, die von der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 des Dichtungskunststoffs 80 hervorstehen, mit der Höhenposition des zuvor definierten Standards ausgerichtet werden, und die dicken anorganischen Partikel 61 können in mindestens einem von dem zweiten transparenten Kunststoff 60Q und dem zweiten plattenförmigen Bauteil 70Q eingeschlossen sein. Das heißt, durch Einschließen der anorganischen Partikel 61 in mindestens einem von dem zweiten transparenten Kunststoff 60Q und dem zweiten plattenförmigen Bauteil 70Q, ist der Die-Pad-Abschnitt 52DB, selbst wenn das Volumen des Bauteils, in dem die anorganischen Partikel 61 eingeschlossen sind, zunimmt, in Bezug auf die horizontale Richtung geneigt, sodass ein Raum für die Zunahme des Volumens gesichert ist.

[0240] Wenn mindestens eines von dem ersten transparenten Kunststoff 60P und dem ersten plattenförmigen Bauteil 70P anorganische Partikel enthält, kann der Die-Pad-Abschnitt 42DB, auf dem das erste lichtempfangende Element 30P montiert ist, so konfiguriert sein, dass er von der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 zu der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 hin zur rückseitigen Kunststoffoberfläche 80r hin geneigt ist. Das heißt, die Neigungsrichtung des Die-Pad-Abschnitts 42DB in Bezug auf die horizontale Richtung ist der Neigungsrichtung des Die-Pad-Abschnitts 52DB, auf dem das zweite lichtempfangende Element 30Q montiert ist, in Bezug auf die horizontale Richtung entgegengesetzt. Der Neigungswinkel des Die-Pad-Abschnitts 42DB in Bezug auf die horizontale Richtung ist ähnlich dem Neigungswinkel des Die-Pad-Abschnitts 52DB in Bezug auf die horizontale Richtung.

[0241] Wie vorstehend beschrieben, können durch Bereitstellen des Die-Pad-Abschnitts 42DB derart,

dass er in Bezug auf die horizontale Richtung geneigt ist, die Höhenpositionen der Anschlüsse 41Abis 41D, die von der ersten Kunststoffseitenoberfläche 81 des Dichtungskunststoffs 80 hervorstehen, mit der Höhenposition des zuvor definierten Standards ausgerichtet sein, und die dicken anorganischen Partikel können in mindestens einem von dem ersten transparenten Kunststoff 60P und dem ersten plattenförmigen Bauteil 70P eingeschlossen sein. Das heißt, durch Einschließen der anorganischen Partikel in mindestens einem von dem ersten transparenten Kunststoff 60P und dem ersten plattenförmigen Bauteil 70P ist der Die-Pad-Abschnitt 42DB, selbst wenn das Volumen des Bauteils, in dem die anorganischen Partikel eingeschlossen sind, zunimmt, in Bezug auf die horizontale Richtung geneigt, sodass ein Raum für die Zunahme des Volumens gesichert ist.

[0242] In der vorstehenden Ausführungsform kann, wie in **Fig.** 16 gezeigt, ein Vorsprung 57D an demjenigen Ende der gegenüberliegenden Enden des Die-Pad-Abschnitts 52DB des zweiten Leitungsrahmens 50D bereitgestellt sein, das in x-Richtung näher an der zweiten Kunststoffseitenoberfläche 82 liegt (siehe **Fig.** 3). Der Vorsprung 57D erstreckt sich nach oben. Genauer gesagt, schließt der Vorsprung 57D eine Hauptmetallschicht 55D und eine aufplattierte Schicht 56D ein. Die Höhenabmessung eines Abschnitts des Vorsprungs 57D, der durch die Hauptmetallschicht 55D gebildet wird, ist größer als die Dicke der aufplattierten Schicht 56D. Die Höhenabmessung des Vorsprungs 57D kann innerhalb eines Bereichs geändert werden, in dem eine Wirkung des Unterdrückens eines Austritts des leitfähigen Bondingmaterials 100P auf die Seitenoberfläche des Die-Pad-Abschnitts 52DB in x-Richtung erzielt wird.

[0243] In der vorstehenden Ausführungsform können die Konfigurationen des ersten lichtempfangenden Elements 30P und des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q geändert werden. Zum Beispiel veranschaulicht **Fig.** 17 eine Konfiguration einer ersten Modifikation des ersten lichtempfangenden Elements 30P, und **Fig.** 18 veranschaulicht eine Konfiguration einer zweiten Modifikation des ersten lichtempfangenden Elements 30P.
Fig. 17 und 18 veranschaulichen eine Querschnittsstruktur nahe an der Elementhauptoberfläche 30Ps des ersten lichtempfangenden Elements 30P. In **Fig.** 17 und 18 ist die Querschnittsstruktur des fotoelektrischen Umwandlungselements 35PAund seines Umfangs in der Elementhauptoberfläche 30Ps des ersten lichtempfangenden Elements 30P vergrößert. Die Querschnittsstruktur der Steuerschaltung 35PB und ihres Umfangs in der Elementhauptoberfläche 30Ps des ersten lichtempfangenden Elements 30P ist ähnlich der der vorstehenden Ausführungsform (siehe **Fig.** 8). In der folgenden Beschreibung wird das erste lichtempfangende Element 30P, das eine Konfiguration aufweist, die sich von der der vorstehenden Ausführungsform unterscheidet, ausführlich beschrieben. Da die Konfiguration des zweiten lichtempfangenden Elements 30Q auf ähnliche Weise wie die Konfiguration des ersten lichtempfangenden Elements 30P geändert werden kann, wird die ausführliche Beschreibung davon weggelassen.

[0244] Wie in **Fig.** 17 veranschaulicht, ist in dem ersten lichtempfangenden Element 30P der ersten Modifikation in dem ersten Isolierabschnitt 36PA, der dem ersten Halbleiterbereich 34PA in der Isolierschicht 36P entspricht, auch eine Verdrahtungsschicht bereitgestellt. Andererseits unterscheidet sich die Anzahl der Verdrahtungsschichten, die in dem ersten Isolierabschnitt 36PA bereitgestellt sind, von der Anzahl der Schichten der Verdrahtungsschichten 38PAbis 38PE des zweiten Isolierabschnitts 36PB. Insbesondere ist in dem ersten Isolierabschnitt 36PA und dem zweiten Isolierabschnitt 36PB die Anzahl an gestapelten Schichten der Isolierfolien (Isolierfolien 37PA bis 37PE) gleich. Andererseits ist die Anzahl der Schichten der Verdrahtungsschichten des ersten Isolierabschnitts 36PA kleiner als die Anzahl der Schichten des zweiten Isolierabschnitts 36PB (Verdrahtungsschichten 38PA bis 38PE). Das heißt, der erste Isolierabschnitt 36PA weist mindestens eine Isolierfolie auf, auf der keine Verdrahtungsschicht gebildet ist. In der vorliegenden Ausführungsform schließt der erste Isolierabschnitt 36PA die Verdrahtungsschichten 38PB und 38PD nicht ein. Daher sind in dem ersten Isolierabschnitt 36PA die Isolierfolien 37PB und 37PD Isolierfolien, auf denen keine Verdrahtungsschicht gebildet ist. In der ersten Modifikation entsprechen die Verdrahtungsschichten 38PA, 38PC und 38PE des ersten Isolierabschnitts 36PA der „zweiten Verdrahtungsschicht“, und die Verdrahtungsschichten 38PAbis 38PE des zweiten Isolierabschnitts 36PB entsprechen der „ersten Verdrahtungsschicht“.

[0245] Wie vorstehend beschrieben, ist in dem ersten lichtempfangenden Element 30P der ersten Modifikation mindestens eine erste Verdrahtungsschicht in dem zweiten Isolierabschnitt 36PB gebildet, und mindestens eine Schicht, auf der keine Verdrahtungsschicht gebildet ist, ist in dem ersten Isolierabschnitt 36PA bereitgestellt. Ferner sind in dem ersten lichtempfangenden Element 30P der ersten Modifikation mehrere erste Verdrahtungsschichten in dem zweiten Isolierabschnitt 36PB gebildet, und eine kleinere Anzahl von zweiten Verdrahtungsschichten als in dem zweiten Isolierabschnitt 36PB ist in dem ersten Isolierabschnitt 36PA gebildet.

[0246] Die Verdrahtungsschichten 38PA, 38PC und 38PE in dem ersten Isolierabschnitt 36PA sind an Positionen bereitgestellt, die, aus der z-Richtung betrachtet, das fotoelektrische Umwandlungselement 35PA überlappen. In der ersten Modifikation

weist das fotoelektrische Umwandlungselement 35PA einen Bereich auf, der, aus der z-Richtung betrachtet, von den Verdrahtungsschichten 38PA, 38PC und 38PE hervorsteht. Die Isolierfolien 37PA bis 37PE sind auf Bereichen des fotoelektrischen Umwandlungselements 3 5PA bereitgestellt, die von den Verdrahtungsschichten 38PA, 38PC und 38PE hervorstehen.

[0247] Aus der z-Richtung betrachtet, kann die Menge an empfangenem Licht des fotoelektrischen Umwandlungselements 35PA durch Anpassen der Region (nachstehend einfach als eine Region jeder von den Verdrahtungsschichten 38PA, 38PC und 38PE bezeichnet) jeder Schicht von den Verdrahtungsschichten 38PA, 38PC und 38PE, die auf dem fotoelektrischen Umwandlungselement 35PA bereitgestellt sind, angepasst werden. Das heißt, zum Zeitpunkt des Entwurfs des Isolationsmoduls 10 werden die Regionen der Verdrahtungsschichten 38PA, 38PC und 38PE so eingestellt, dass die Lichtempfangsmenge des fotoelektrischen Umwandlungselements 35PA in einen voreingestellten Bereich fällt. In einem Beispiel ist die Region jeder von den Verdrahtungsschichten 38PA, 38PC und 38PE so eingestellt, dass der Anteil an Licht, das in vertikaler Richtung in das fotoelektrische Umwandlungselement 35PA eintritt, ohne reflektiert zu werden, in einem Bereich von 60 % bis 70 % in z-Richtung liegt. Der Anteil an Licht, das in vertikaler Richtung in das fotoelektrische Umwandlungselement 35PA eintritt, ohne reflektiert zu werden, ist nicht auf den Bereich von 60 % bis 70 % begrenzt und kann zum Beispiel ein Bereich von 30 % bis 40 %, ein Bereich von 40 % bis 50 %, ein Bereich von 50 % bis 60 %, ein Bereich von 70 % bis 80 % oder ein Bereich von 80 % bis 90 % oder dergleichen sein. Wie vorstehend beschrieben, wird der Anteil an Licht, das in vertikaler Richtung in das fotoelektrische Umwandlungselement 35PA eintritt, ohne reflektiert zu werden, durch Anpassen des Verdrahtungsmusters jeder von den Verdrahtungsschichten 38PA, 38PC und 38PE gemäß den Eigenschaften und dergleichen des fotoelektrischen Umwandlungselements 35PA geeignet angepasst.

[0248] Da gemäß dieser Konfiguration die Anzahl der Verdrahtungsschichten, die elektrisch mit der Steuerschaltung 35PB verbunden sind, in dem ersten Isolierabschnitt 36PA, auf den das Licht von dem ersten lichtemittierenden Element 20P einfällt, kleiner ist als in dem zweiten Isolierabschnitt 36PB, ist es möglich, die Fehlfunktion der Steuerschaltung 35PB, die durch einströmendes Licht oder dergleichen verursacht wird, wenn die Menge an Licht von dem ersten lichtemittierenden Element 20P groß ist, zu beseitigen. Außerdem ist es durch Anpassen der Region jeder von den Verdrahtungsschichten 38PA, 38PC und 38PE möglich, den Anteil an Licht, das in vertikaler Richtung auf das fotoelektrische Umwandlungselement 35PA einfällt, ohne reflektiert zu werden, gemäß den Eigenschaften des fotoelektrischen Umwandlungselements 35PA anzupassen.

[0249] Wie in **Fig.** 18 veranschaulicht, ist in dem ersten lichtempfangenden Element 30P der zweiten Modifikation eine Kunststoffschicht 200 auf der Isolierschicht 36P bereitgestellt. Das heißt, die Kunststoffschicht 200 ist auf der vorderen Oberfläche 36Ps der Isolierschicht 36P gebildet. In der zweiten Modifikation ist die Kunststoffschicht 200 über der gesamten vorderen Oberfläche 36Ps der Isolierschicht 36P gebildet. Das heißt, eine Oberfläche 200s der Kunststoffschicht 200 bildet die Elementhauptoberfläche 30Ps des ersten lichtempfangenden Elements 30P.

[0250] Die Kunststoffschicht 200 weist Isoliereigenschaften auf und ist aus einem Kunststoffmaterial gebildet, das Infrarotstrahlen selektiv absorbiert oder blockiert. In der zweiten Modifikation entspricht die Kunststoffschicht 200 einer „Infrarotstrahlen-Sperrschicht“. Die Kunststoffschicht 200 ist beispielsweise durch Aufbringen der Isolierschicht 36P auf die vordere Oberfläche 36Ps gebildet. Die Kunststoffschicht 200 kann beispielsweise aus einem Kunststoffmaterial, das eine geringere Lichtdurchlässigkeit aufweist als der erste transparente Kunststoff 60P, gebildet sein. Die Kunststoffschicht 200 kann beispielsweise aus einem Material, das eine geringere Lichtdurchlässigkeit aufweist als das erste plattenförmige Bauteil 70P, gebildet sein. Ferner kann die Isolierschicht 36P aus einem Material gebildet sein, das Infrarotstrahlen überträgt. Das Material der Isolierschicht 36P ist nicht darauf begrenzt und kann ein beliebiges Material sein.

[0251] Der Bereich der Bildung der Kunststoffschicht 200 auf der vorderen Oberfläche 36Ps der Isolierschicht 36P kann geändert werden. In einem Beispiel kann die Kunststoffschicht 200 nur in einem Bereich der vorderen Oberfläche 36Ps der Isolierschicht 36P gebildet werden, der dem ersten Isolierabschnitt 36PA entspricht.

[0252] Die Dicke der Kunststoffschicht 200 kann geändert werden. In einem Beispiel kann die Dicke der Kunststoffschicht 200 größer sein als die Dicke der Isolierschicht 36P. In einem anderen Beispiel kann die Dicke der Kunststoffschicht 200 kleiner sein als die Dicke der Isolierschicht 36P.

[0253] Gemäß dieser Konfiguration wird, da die Kunststoffschicht 200 Infrarotstrahlen absorbiert oder blockiert, Licht von dem ersten lichtemittierenden Element 20P dem ersten lichtempfangenden Element 30P in einem durch die Kunststoffschicht 200 geschwächten Zustand geliefert. Dies verringert die Menge an empfangenem Licht des ersten lichtempfangenden Elements 30P von dem ersten lichtemittierenden Element 20P. Da das zweite lichtemp-

fangende Element 30Q die gleiche Konfiguration aufweist wie das erste lichtempfangende Element 30P, können die vorstehend beschriebenen Vorteile erreicht werden.

[0254] In der vorstehenden Ausführungsform können die Verdrahtungsschichten 38PA bis 38PE in dem ersten Isolierabschnitt 36PA bereitgestellt sein. In diesem Fall weist das fotoelektrische Umwandlungselement 35PA einen Bereich auf, der, aus der z-Richtung betrachtet, von den Verdrahtungsschichten 38PA bis 38PE hervorsteht.

[0255] Aus der z-Richtung betrachtet, kann die Menge an empfangenem Licht des fotoelektrischen Umwandlungselements 35PA durch Anpassen der Region (nachstehend einfach als eine Region jeder von den Verdrahtungsschichten 38PA bis 38PE bezeichnet) jeder Schicht von den Verdrahtungsschichten 38PA bis 38PE, die auf dem fotoelektrischen Umwandlungselement 35PA bereitgestellt sind, angepasst werden. Das heißt, zum Zeitpunkt des Entwurfs des Isolationsmoduls 10 werden die Regionen der Verdrahtungsschichten 38PA bis 38PE so eingestellt, dass die Lichtempfangsmenge des fotoelektrischen Umwandlungselements 35PA in einen voreingestellten Bereich fällt. In einem Beispiel ist die Region jeder von den Verdrahtungsschichten 38PA bis 38PE so eingestellt, dass der Anteil an Licht, das in vertikaler Richtung in das fotoelektrische Umwandlungselement 35PA eintritt, ohne reflektiert zu werden, in einem Bereich von 60 % bis 70 % in z-Richtung liegt. Der Anteil an Licht, das in vertikaler Richtung in das fotoelektrische Umwandlungselement 35PA eintritt, ohne reflektiert zu werden, ist nicht auf den Bereich von 60 % bis 70 % begrenzt und kann zum Beispiel ein Bereich von 30 % bis 40 %, ein Bereich von 40 % bis 50 %, ein Bereich von 50 % bis 60 %, ein Bereich von 70 % bis 80 % oder ein Bereich von 80 % bis 90 % oder dergleichen sein. Wie vorstehend beschrieben, wird der Anteil an Licht, das in vertikaler Richtung in das fotoelektrische Umwandlungselement 35PA eintritt, ohne reflektiert zu werden, durch Anpassen des Verdrahtungsmusters jeder von den Verdrahtungsschichten 38PA bis 38PE gemäß den Eigenschaften und dergleichen des fotoelektrischen Umwandlungselements 35PAund dergleichen geeignet angepasst.

[0256] In der vorstehenden Ausführungsform können die Schaltungskonfiguration des Isolationsmoduls 10 und die Verbindungskonfiguration zwischen dem Isolationsmodul 10 und der Wechselrichterschaltung 500 geändert werden. Zum Beispiel veranschaulicht **Fig.** 19 die Schaltungskonfiguration der ersten Modifikation des Isolationsmoduls 10, und **Fig.** 20 veranschaulicht die Schaltungskonfiguration der zweiten Modifikation des Isolationsmoduls 10. **Fig.** 19 und 20 sind Schaltbilder, die schematisch die Schaltungskonfiguration des Isolationsmoduls 10 und die Verbindungskonfiguration zwischen dem Isolationsmodul 10 und der Wechselrichterschaltung 500 veranschaulichen.

[0257] Die Wechselrichterschaltung 500, mit der das Isolationsmodul 10 der ersten Modifikation von **Fig.** 19 verbunden ist, ist eine Wechselrichterschaltung vom Vollbrückentyp und schließt eine erste Wechselrichterschaltung 510 und eine zweite Wechselrichterschaltung 520, die parallel zu der ersten Wechselrichterschaltung 510 geschaltet ist, ein. Die erste Wechselrichterschaltung 510 schließt ein erstes Schaltelement 511 und ein zweites Schaltelement 512 ein, die in Reihe miteinander geschaltet sind. Die zweite Wechselrichterschaltung 520 schließt ein erstes Schaltelement 521 und ein zweites Schaltelement 522 ein, die in Reihe miteinander geschaltet sind. Jedes Schaltelement 511, 512, 521 und 522 ist beispielsweise ein Leistungstransistor. Das heißt, das Isolationsmodul 10 der ersten Modifikation ist ein Isolations-Gate-Treiber, der für einen Leistungstransistor verwendet wird. In der ersten Modifikation wird für jedes Schaltelement 511, 512, 521 und 522 ein MOSFET verwendet.

[0258] In der ersten Modifikation legt das Isolationsmodul 10 ein Ansteuerspannungssignal an jedes von dem Gate des ersten Schaltelements 511 und dem Gate des ersten Schaltelements 521 an. Das heißt, das Isolationsmodul 10 ist ein Gate-Treiber, der das erste Schaltelement 511 und 521 ansteuert.

[0259] Eine positive Elektrode einer Steuerleistungsversorgung 503 ist elektrisch mit dem Anschluss 51A des Isolationsmoduls 10 verbunden. Der Anschluss 51D des Isolationsmoduls 10 ist elektrisch mit sowohl der Source des ersten Schaltelements 511 der ersten Wechselrichterschaltung 510 als auch der Source des ersten Schaltelements 521 der zweiten Wechselrichterschaltung 520 verbunden.

[0260] Wie in **Fig.** 19 veranschaulicht, schließt das Isolationsmodul 10 eine erste Leuchtdiode 20AP, eine zweite Leuchtdiode 20AQ, eine erste lichtempfangende Diode 30AP, eine zweite lichtempfangende Diode 30AQ, eine erste Steuerschaltung 130Aund eine zweite Steuerschaltung 130B ein. Jeder der Leuchtdioden 20AP und 20AQ wird ein Ansteuerstrom von 10 mA oder weniger geliefert. Die erste Steuerschaltung 130A und die zweite Steuerschaltung 130B sind in der Steuerschaltung 35PB eingeschlossen (siehe **Fig.** 8). Obwohl nicht veranschaulicht, schließt das erste lichtemittierende Element 20P die erste Leuchtdiode 20AP ein, und das zweite lichtemittierende Element 20Q schließt die zweite Leuchtdiode 20AQ ein. Das erste lichtempfangende Element 30P schließt die erste lichtempfangende Diode 30AP und die erste Steuerschaltung 130A ein, und das zweite lichtempfangende Element 30Q

schließt die zweite lichtempfangende Diode 30AQ und die zweite Steuerschaltung 130B ein.

[0261] Die erste Leuchtdiode 20AP schließt die erste Elektrode 21P (Anodenelektrode) und die zweite Elektrode 22P (Kathodenelektrode) des ersten lichtemittierenden Elements 20P ein. Die erste Elektrode 21P der ersten Leuchtdiode 20AP ist elektrisch mit dem Anschluss 41A verbunden, und die zweite Elektrode 22P ist elektrisch mit dem Anschluss 41B verbunden.

[0262] Die erste lichtempfangende Diode 30AP ist eine Diode, die Licht von der ersten Leuchtdiode 20AP empfängt. Die erste lichtempfangende Diode 30AP ist elektrisch mit der ersten Steuerschaltung 130A verbunden und ist von der ersten Leuchtdiode 20AP isoliert. Mit anderen Worten ist die erste Leuchtdiode 20AP von der ersten Steuerschaltung 130A isoliert. Die erste lichtempfangende Diode 30AP schließt die erste Elektrode 31P und die zweite Elektrode 32P ein. In einem Beispiel ist die erste Elektrode 31P eine Anodenelektrode und die zweite Elektrode 32P ist eine Kathodenelektrode. Sowohl die erste Elektrode 31P als auch die zweite Elektrode 32P sind elektrisch mit der ersten Steuerschaltung 130A verbunden.

[0263] Die erste Steuerschaltung 130A schließt einen ersten Schmitt-Trigger 131Aund eine erste Ausgangseinheit 132A ein. Die erste Steuerschaltung 130A erzeugt ein Ansteuerspannungssignal basierend auf einer Änderung der Spannung der ersten lichtempfangenden Diode 30AP, die verursacht wird, wenn die erste lichtempfangende Diode 30AP Licht von der ersten Leuchtdiode 20AP empfängt.

[0264] Der erste Schmitt-Trigger 131A ist elektrisch mit sowohl der ersten Elektrode 31P als auch der zweiten Elektrode 32P der ersten lichtempfangenden Diode 30AP verbunden. Der erste Schmitt-Trigger 131A ist elektrisch mit den Anschlüssen 51Aund 51D verbunden. Das heißt, Leistung wird von der Steuerleistungsversorgung 503 an den ersten Schmitt-Trigger 131A geliefert. Der erste Schmitt-Trigger 131A überträgt die Spannung der ersten lichtempfangenden Diode 30AP zu der ersten Ausgangseinheit 132A. Eine vorbestimmte Hysterese wird einer Schwellenspannung des ersten Schmitt-Triggers 131A gegeben. Diese Konfiguration erhöht die Widerstandsfähigkeit gegen Rauschen.

[0265] Die erste Ausgangseinheit 132A schließt ein erstes Schaltelement 132Aa und ein zweites Schaltelement 132Ab ein, die in Reihe zueinander geschaltet sind. In dem in **Fig.** 19 veranschaulichten Beispiel wird ein p-Typ-MOSFET als das erste Schaltelement 132Aa verwendet und ein n-Typ-MOSFET wird als das zweite Schaltelement 132Ab verwendet. Wie vorstehend beschrieben, ist die erste Ausgangseinheit 132A als komplementärer MOS konfiguriert. Die Schaltelemente 132Aa und 132Ab der ersten Ausgangseinheit 132A führen bei einer Eingangs- und Ausgangsspannung in einem Bereich von 3 V bis 7 V Einschalt-/Ausschaltbetriebe aus.

[0266] Die Source des ersten Schaltelements 132Aa ist elektrisch mit dem Anschluss 51A verbunden. Die Source des zweiten Schaltelements 132Ab ist elektrisch mit dem Anschluss 51D verbunden. Ein Knoten N zwischen dem Drain des ersten Schaltelements 132Aa und dem Drain des zweiten Schaltelements 132Ab ist elektrisch mit dem Anschluss 51B verbunden.

[0267] Sowohl das Gate des ersten Schaltelements 132Aa als auch das Gate des zweiten Schaltelements 132Ab sind elektrisch mit dem ersten Schmitt-Trigger 131A verbunden. Das heißt, das Signal von dem ersten Schmitt-Trigger 131A wird sowohl an das Gate des ersten Schaltelements 132Aa als auch an das Gate des zweiten Schaltelements 132Ab angelegt.

[0268] Die erste Ausgangseinheit 132A erzeugt ein Ansteuerspannungssignal durch komplementäres Ein- und Ausschalten des ersten Schaltelements 132Aa und des zweiten Schaltelements 132Ab basierend auf dem Signal des ersten Schmitt-Triggers 131A. Die erste Ausgangseinheit 132A legt ein Ansteuerspannungssignal an das Gate des ersten Schaltelements 511 an.

[0269] In der ersten Modifikation wird ein durch mehrere Impulse gebildetes Signal von dem ersten lichtempfangenden Element 30P in die erste Steuerschaltung 130A eingegeben. Die erste Steuerschaltung 130A gibt ein Ansteuerspannungssignal als Ausgangssignal an das Gate des ersten Schaltelements 511 basierend auf einem Abschnitt der Impulse mit Ausnahme des Erstimpulses aus. Das durch die Impulse gebildete Signal ist ein Impuls, der eine vorbestimmte Pulsperiode aufweist. Zum Beispiel ist ein Intervall zwischen einem ersten durch mehrere Impulse gebildeten Signal und einem zweiten durch mehrere Impulse gebildeten Signal, das nach dem ersten Signal übertragen wird, länger als eine Pulsperiode. Die Konfiguration, in der das Antriebsspannungssignal basierend auf einem Abschnitt der Impulse mit Ausnahme des Erstimpulses ausgegeben wird, kann auch auf die vorstehende Ausführungsform angewendet werden.

[0270] Die zweite Leuchtdiode 20AQ schließt eine erste Elektrode 21Q (Anodenelektrode) und eine zweite Elektrode 22Q (Kathodenelektrode) des zweiten lichtemittierenden Elements 20Q ein. Die erste Elektrode 21Q der ersten Leuchtdiode 20AQ ist elektrisch mit dem Anschluss 41D verbunden, und

die zweite Elektrode 22Q ist elektrisch mit dem Anschluss 41C verbunden.

[0271] Die zweite lichtempfangende Diode 30AQ ist eine Diode, die Licht von der zweiten Leuchtdiode 20AQ empfängt. Die zweite lichtempfangende Diode 30AQ ist elektrisch mit der zweiten Steuerschaltung 130B verbunden und ist von der zweiten Leuchtdiode 20AQ isoliert. Mit anderen Worten ist die zweite Leuchtdiode 20AQ von der zweiten Steuerschaltung 130B isoliert. Die zweite lichtempfangende Diode 30AQ schließt die erste Elektrode 31Q und die zweite Elektrode 32Q ein. In einem Beispiel ist die erste Elektrode 31Q eine Anodenelektrode und die zweite Elektrode 32Q ist eine Kathodenelektrode. Sowohl die erste Elektrode 31Q als auch die zweite Elektrode 32Q sind elektrisch mit der zweiten Steuerschaltung 130B verbunden.

[0272] Die zweite Steuerschaltung 130B schließt einen zweiten Schmitt-Trigger 131B und eine zweite Ausgangseinheit 132B ein. Die zweite Steuerschaltung 130B erzeugt ein Ansteuerspannungssignal basierend auf einer Änderung der Spannung der zweiten lichtempfangenden Diode 30AQ, die verursacht wird, wenn die zweite lichtempfangende Diode 30AQ Licht von der zweiten Leuchtdiode 20AQ empfängt.

[0273] Der zweite Schmitt-Trigger 131B ist elektrisch mit sowohl der ersten Elektrode 31Q als auch der zweiten Elektrode 32Q der zweiten lichtempfangenden Diode 30AQ verbunden. Der zweite Schmitt-Trigger 131B ist elektrisch mit den Anschlüssen 51Aund 51D verbunden. Das heißt, Leistung wird von der Steuerleistungsversorgung 503 an den zweiten Schmitt-Trigger 131B geliefert. Der zweite Schmitt-Trigger 131B überträgt die Spannung der zweiten lichtempfangenden Diode 30AQ zu der zweiten Ausgangseinheit 132B. Eine vorbestimmte Hysterese wird einer Schwellenspannung des zweiten Schmitt-Triggers 131B gegeben. Diese Konfiguration erhöht die Widerstandsfähigkeit gegen Rauschen.

[0274] Die zweite Ausgangseinheit 132B weist ein erstes Schaltelement 132Ba und ein zweites Schaltelement 132Bb auf, die in Reihe miteinander geschaltet sind. In dem in **Fig.** 19 veranschaulichten Beispiel wird ein p-Typ-MOSFET als das erste Schaltelement 132Ba verwendet und ein n-Typ-MOSFET wird als das zweite Schaltelement 132Bb verwendet. Wie vorstehend beschrieben, ist in der ersten Modifikation die zweite Ausgangseinheit 132B als komplementärer MOS gebildet. Da die Art der elektrischen Verbindung des ersten Schaltelements 132Ba und des zweiten Schaltelements 132Bb ähnlich der Art der elektrischen Verbindung des ersten Schaltelements 132Aa und des zweiten Schaltelements 132Ab ist, wird die ausführliche Beschreibung davon weggelassen.

[0275] In der ersten Modifikation wird ein durch mehrere Impulse gebildetes Signal von dem zweiten lichtempfangenden Element 30Q in die zweite Steuerschaltung 130B eingegeben. Die zweite Steuerschaltung 130B gibt ein Ansteuerspannungssignal als Ausgangssignal an das Gate des ersten Schaltelements 521 basierend auf einem Abschnitt der Impulse mit Ausnahme des Erstimpulses aus.

[0276] Die Art der Verbindung zwischen jeder von den Leuchtdioden 20AP und 20AQ und den Anschlüssen 41A bis 41D kann geändert werden. In einem Beispiel kann die erste Elektrode 21P der ersten Leuchtdiode 20AP elektrisch mit dem Anschluss 41B verbunden sein, und die zweite Elektrode 22P kann elektrisch mit dem Anschluss 41A verbunden sein. Die erste Elektrode 21Q der zweiten Leuchtdiode 20AQ kann elektrisch mit dem Anschluss 41C verbunden sein, und die zweite Elektrode 22Q kann elektrisch mit dem Anschluss 41D verbunden sein.

[0277] Darüber hinaus kann das Isolationsmodul 10 auf einen Controller-Area-Network-Bus (CAN-Bus) und eine Schnittstelle einer Serial-Peripheral-Interface-Kommunikation (SPI-Kommunikation) angewendet werden, anstatt als Isolations-Gate-Treiber angewendet zu werden.

[0278] Das Isolationsmodul 10 der zweiten Modifikation kann einen Fotokoppler einschließen. Obwohl nicht veranschaulicht, schließt das Isolationsmodul 10 ein lichtemittierendes Element und ein lichtempfangendes Element ein, das konfiguriert ist, um Licht von dem lichtemittierenden Element zu empfangen. Das lichtemittierende Element weist die gleiche Konfiguration wie das erste lichtemittierende Element 20P der vorstehenden Ausführungsform auf, und das lichtempfangende Element weist die gleiche Konfiguration wie das erste lichtempfangende Element 30P der vorstehenden Ausführungsform auf.

[0279] Wie in **Fig.** 20 veranschaulicht, schließt die Wechselrichterschaltung 500 das erste Schaltelement 501 und das zweite Schaltelement 502 ein, die in Reihe miteinander geschaltet sind. Jedes der Schaltelemente 501 und 502 ist beispielsweise ein Transistor. Ein Beispiel für den Transistor kann ein MOSFET und ein IGBT sein. In der zweiten Modifikation wird für jedes des Schaltelements 501 und 502 ein MOSFET verwendet.

[0280] In dem veranschaulichten Beispiel legt das Isolationsmodul 10 ein Ansteuerspannungssignal an das Gate des ersten Schaltelements 501 an. Das heißt, das Isolationsmodul 10 ist ein Gate-Treiber, der das erste Schaltelement 501 ansteuert.

[0281] Eine positive Elektrode einer Steuerleistungsversorgung 503 ist elektrisch mit dem Anschluss 51A des Isolationsmoduls 10 verbunden.

Der Anschluss 51D des Isolationsmoduls 10 ist zwischen der Source des ersten Schaltelements 501 und dem Drain des zweiten Schaltelements 502 verbunden.

[0282] Die elektrische Konfiguration des Isolationsmoduls 10 ähnelt zum Beispiel der Konfiguration, in der die zweite Leuchtdiode 20AQ, die zweite lichtempfangende Diode 30AQ und die zweite Steuerschaltung 130B aus dem Isolationsmodul 10 der in **Fig.** 19 veranschaulichten ersten Modifikation weggelassen sind.

[0283] Das Isolationsmodul 10 schließt eine Leuchtdiode 20R, eine lichtempfangende Diode 30R und eine Steuerschaltung 130 ein. Die Leuchtdiode 20R weist die gleiche Konfiguration wie die erste Leuchtdiode 20AP in dem Isolationsmodul 10 der in **Fig.** 19 veranschaulichten ersten Modifikation auf, und die lichtempfangende Diode 30R weist die gleiche Konfiguration wie die erste lichtempfangende Diode 30AP in dem Isolationsmodul 10 der in **Fig.** 19 veranschaulichten ersten Modifikation auf.

[0284] Die erste Elektrode 21R der Leuchtdiode 20R ist elektrisch mit dem Anschluss 41A verbunden, und die zweite Elektrode 22R ist elektrisch mit dem Anschluss 41B verbunden.

[0285] Die lichtempfangende Diode 30R ist elektrisch mit der Steuerschaltung 130 verbunden und ist von der Leuchtdiode 20R isoliert. In einem Beispiel ist die erste Elektrode 31R der lichtempfangenden Diode 30R eine Anodenelektrode und die zweite Elektrode 32R ist eine Kathodenelektrode. Sowohl die erste Elektrode 31R als auch die zweite Elektrode 32R sind elektrisch mit der Steuerschaltung 130 verbunden.

[0286] Die Steuerschaltung 130 schließt einen Schmitt-Trigger 131 und eine Ausgangseinheit 132 ähnlich wie die erste Steuerschaltung 130A in dem Isolationsmodul 10 der in **Fig.** 19 veranschaulichten ersten Modifikation ein. Die Steuerschaltung 130 erzeugt ein Ansteuerspannungssignal basierend auf einer Änderung der Spannung der lichtempfangenden Diode 30R, die verursacht wird, wenn die lichtempfangende Diode 30R Licht von der Leuchtdiode 20R empfängt.

[0287] Der Schmitt-Trigger 131 ist elektrisch mit sowohl der ersten Elektrode 31R als auch der zweiten Elektrode 32R der lichtempfangenden Diode 30R verbunden. Der Schmitt-Trigger 131 ist elektrisch mit den Anschlüssen 51A und 51D verbunden. Das heißt, elektrische Leistung wird von der Steuerleistungsversorgung 503 an den Schmitt-Trigger 131 geliefert. Der Schmitt-Trigger 131 überträgt die Spannung von der lichtempfangenden Diode 30R zu der Ausgangseinheit 132. Eine vorbestimmte Hysterese wird der Schwellenspannung des Schmitt-Triggers 131 gegeben. Diese Konfiguration erhöht die Widerstandsfähigkeit gegen Rauschen.

[0288] Die Ausgangseinheit 132 schließt ein erstes Schaltelement 132a und ein zweites Schaltelement 132b ein, die in Reihe zueinander geschaltet sind. In dem veranschaulichten Beispiel wird ein p-Typ-MOSFET als das erste Schaltelement 132a verwendet und wird ein n-Typ-MOSFET als das zweite Schaltelement 132b verwendet. Die Verbindungskonfiguration der Schaltelemente 132a und 132b ist ähnlich der des Isolationsmoduls 10 der in **Fig.** 19 veranschaulichten ersten Modifikation.

[0289] Sowohl das Gate des ersten Schaltelements 132a als auch das Gate des zweiten Schaltelements 132b sind elektrisch mit dem Schmitt-Trigger 131 verbunden. Das heißt, ein Signal von dem Schmitt-Trigger 131 wird sowohl an das Gate des ersten Schaltelements 132a als auch an das Gate des zweiten Schaltelements 132b angelegt.

[0290] Die Ausgangseinheit 132 erzeugt ein Ansteuerspannungssignal durch komplementäres Ein- und Ausschalten des ersten Schaltelements 132a und des zweiten Schaltelements 132b basierend auf dem Signal des Schmitt-Triggers 131. Die Ausgangseinheit 132 legt ein Ansteuerspannungssignal an das Gate des ersten Schaltelements 501 an.

[0291] Das Isolationsmodul 10 der in **Fig.** 20 veranschaulichten zweiten Modifikation kann einen Treiber und eine Stromquelle wie in der vorstehenden Ausführungsform einschließen. Die Stromquelle ist zwischen dem Anschluss 41A und der ersten Elektrode 21R der Leuchtdiode 20R bereitgestellt. Der Treiber ist zum Beispiel bereitgestellt, um den Anschluss 41C und die Stromquelle miteinander zu verbinden. Infolgedessen wird der Strom, der der Leuchtdiode 20R geliefert wird, gemäß dem Signaleingang in den Anschluss 41C gesteuert.

[0292] Wie in der vorstehenden Ausführungsform kann das Isolationsmodul 10 der in **Fig.** 19 veranschaulichten ersten Modifikation den zweiten Treiber 234B und die zweite Stromquelle 233B, die die erste Leuchtdiode 20AP antreiben, und den ersten Treiber 234A und die erste Stromquelle 233A, die die zweite Leuchtdiode 20AQ antreiben, einschließen.

[0293] Der Begriff „auf“, wie er in der vorliegenden Offenbarung verwendet wird, schließt die Bedeutung „auf“ und „über“ ein, sofern der Kontext nicht eindeutig etwas anderes vorschreibt. Somit soll der Ausdruck „A ist auf B gebildet“ in den vorstehenden Ausführungsformen „A kann direkt auf B in Kontakt mit B platziert sein“ bedeuten und soll als Modifikation auch „A kann über B ohne Kontakt mit B platziert

sein“ bedeuten. Mit anderen Worten schließt der Begriff „auf“ Strukturen nicht aus, in denen andere Bauteile zwischen A und B gebildet sind.

[0294] Die Beschreibung „mindestens eines von A und B“ in der vorliegenden Patentschrift sollte als „nur A, nur B oder sowohl A als auch B“ verstanden werden.

Absätze

[0295] Technische Ideen, die aus der vorliegenden Offenbarung erlangbar sind, werden nachstehend beschrieben. Zur Veranschaulichung und nicht zur Einschränkung sind in den Absätzen beschriebene Komponenten mit den entsprechenden Komponenten in den Ausführungsformen bezeichnet. Die Bezugszeichen sind beispielhaft angegeben, um das Verständnis zu unterstützen, und die in den einzelnen Absätzen beschriebenen Komponenten sollten nicht auf die durch die Bezugszeichen angegebenen Komponenten beschränkt werden.

Absatz A1

[0296] Isolationsmodul (10), das einschließt:

ein lichtemittierendes Element (20Q) und ein lichtempfangendes Element (30Q), die einen Fotokoppler bilden;

ein Isolierbauteil (70Q), das Transluzenz aufweist und zwischen dem lichtempfangenden Element (30Q) und dem lichtemittierenden Element (20Q) bereitgestellt ist;

einen Dichtungskunststoff (80), der mindestens das lichtemittierende Element (20Q) und das lichtempfangende Element (30Q) abdichtet bzw. versiegelt; und

eine Vielzahl von Anschlüssen (41A bis 41D/51Abis 51D), die nebeneinander auf einer Kunststoffseitenoberfläche (81/82) des Dichtungskunststoffs (80) bereitgestellt sind, wobei

das Isolierbauteil (70Q) auf eine lichtempfangende Oberfläche (33Q) des lichtempfangenden Elements (30Q) gestapelt ist,

das lichtemittierende Element (20Q) auf das Isolierbauteil (70Q) gestapelt ist, und

ein erster unebener Abschnitt (87/88) in einem Abschnitt zwischen einem ersten Anschluss und einem zweiten Anschluss unter den Anschlüssen (41A bis 41D/51Abis 51D) auf der Kunststoffseitenoberfläche (81/82) bereitgestellt ist.

Absatz A2

[0297] Isolationsmodul nach Absatz A1, das einen Leitungsrahmen (40D) einschließt, der ein Die-Pad (42DB) einschließt, das das lichtempfangende Element (30P) trägt, wobei
der Leitungsrahmen (40D) eine Aufhängungsleitung („suspension lead“) (46D) einschließt, die sich von dem Die-Pad (42DB) erstreckt,
die Aufhängungsleitung (46D) von der Kunststoffseitenoberfläche (81) freiliegend ist, und
auf der Kunststoffseitenoberfläche (81) der erste unebene Abschnitt (87) an einem Abschnitt zwischen der Aufhängungsleitung (46D) als dem ersten Anschluss und einem Anschluss (41A, 41B) benachbart zu der Aufhängungsleitung (46D) als dem zweiten Anschluss bereitgestellt ist.

Absatz A3

[0298] Isolationsmodul nach Absatz A1 oder A2, das ein Bondingmaterial für Lichtemission (90Q) einschließt, das eine Seitenoberfläche des lichtemittierenden Elements (20Q) und des Isolierbauteils (70Q) bondet.

Absatz A4

[0299] Isolationsmodul nach Absatz A3, wobei
das lichtemittierende Element (20Q) eine lichtemittierende Oberfläche (20Qr) einschließt, die der lichtempfangenden Oberfläche (33Q) zugewandt ist, und die lichtemittierende Oberfläche (20Qr) in Kontakt mit dem Isolierbauteil (70Q) steht.

Absatz A5

[0300] Isolationsmodul nach Absatz A3 oder A4, wobei das Bondingmaterial für Lichtemission (90Q) aus einem Kunststoffmaterial gebildet ist, das Licht absorbiert.

Absatz A6

[0301] Isolationsmodul nach einem der Absätze A1 bis A5, wobei
das lichtemittierende Element (20Q) eine rückseitige Oberfläche (20Qs) einschließt, die einer der lichtemittierenden Oberfläche (20Qr) gegenüberliegenden Seite zugewandt ist, und
eine Vielzahl von Pads (21Q, 22Q) auf der rückseitigen Oberfläche (20Qs) bereitgestellt ist.

Absatz A7

[0302] Isolationsmodul nach Absatz A6, wobei
das lichtemittierende Element (20P) eine lichtemittierende Schicht (25P) und eine Reflexionsschicht (27P) einschließt, und
die Reflexionsschicht (27P) näher an der rückseitigen Oberfläche (20Pr) bereitgestellt ist als die lichtemittierende Schicht (25P).

Absatz A8

[0303] Isolationsmodul nach einem der Absätze A1 bis A7, wobei ein transparenter Kunststoff (60Q), der das lichtempfangende Element (30Q) und das Isolierbauteil (70Q) bondet, zwischen der lichtempfangenden Oberfläche (33Q) des lichtempfangenden Elements (30Q) und dem Isolierbauteil (70Q) bereitgestellt ist.

Absatz A9

[0304] Isolationsmodul nach Absatz A8, wobei eine Dicke (T2) des transparenten Kunststoffs (60Q) kleiner als eine Dicke (T1) des Isolierbauteils (70Q) ist.

Absatz A10

[0305] Isolationsmodul nach Absatz A8, wobei eine Dicke (T2) des transparenten Kunststoffs (60Q) größer als oder gleich einer Dicke (T1) des Isolierbauteils (70Q) ist.

Absatz A11

[0306] Isolationsmodul nach einem der Absätze A8 bis A10, wobei eine Lichtdurchlässigkeit des Isolierbauteils (70Q) kleiner als eine Lichtdurchlässigkeit des transparenten Kunststoffs (60Q) ist.

Absatz A12

[0307] Isolationsmodul nach einem der Absätze A8 bis A10, wobei eine Lichtdurchlässigkeit des Isolierbauteils (70Q) größer als oder gleich einer Lichtdurchlässigkeit des transparenten Kunststoffs (60Q) ist.

Absatz A13

[0308] Isolationsmodul nach einem der Absätze A1 bis A12, wobei
das lichtempfangende Element (30P) einschließt:

ein fotoelektrisches Umwandlungselement (35PA); und

eine Steuerschaltung (35PB), die ein Signal von dem fotoelektrischen Umwandlungselement (35PA) empfängt,

das fotoelektrische Umwandlungselement (35PA) und die Steuerschaltung (35PB) in einer Richtung orthogonal zu einer Dickenrichtung des lichtempfangenden Elements (20P) nebeneinander bereitgestellt sind, und
das lichtemittierende Element (20P) auf dem lichtempfangenden Element (30P) eingerichtet und zu dem fotoelektrischen Umwandlungselement (35P) hin verschoben ist.

Absatz A14

[0309] Isolationsmodul nach einem der Absätze A1 bis A13, wobei das Isolierbauteil (70Q) einen Abschnitt einschließt, der, in Stapelrichtung des lichtemittierenden Elements (20Q) und des lichtempfangenden Elements (30Q) betrachtet, von dem lichtempfangenden Element (30Q) hervorsteht.

Absatz A15

[0310] Isolationsmodul nach einem der Absätze A1 bis A14, wobei
das Isolierbauteil (70Q) einschließt:

eine erste Oberfläche (70Qs), die dem lichtemittierenden Element (20Q) zugewandt ist; und

eine zweite Oberfläche (70Qr), die dem lichtempfangenden Element (30Q) zugewandt ist,

die erste Oberfläche (70Qs) so gebildet ist, dass sie eine flache Form aufweist, und
eine raue Oberfläche (75Q), die Licht von dem lichtemittierenden Element (20Q) streut, auf der zweiten Oberfläche (70Qr) gebildet ist.

Absatz A16

[0311] Isolationsmodul nach einem der Absätze A1 bis A14, wobei
das Isolierbauteil (70Q) einschließt:

eine erste Oberfläche (70Qs), die dem lichtemittierenden Element (20Q) zugewandt ist; und

eine zweite Oberfläche (70Qr), die dem lichtempfangenden Element (30Q) zugewandt ist,

die erste Oberfläche (70Qs) so gebildet ist, dass sie eine flache Form aufweist, und
ein zweiter unebener Abschnitt (74Q) auf der zweiten Oberfläche (70Qr) bereitgestellt ist.

Absatz A17

[0312] Isolationsmodul nach einem der Absätze A1 bis A16, das einschließt: ein Die-Pad (52DB), auf dem das lichtempfangende Element (30Q) montiert ist; und
ein Bondingmaterial für Lichtempfang (100Q), das das Die-Pad (52DB) und das lichtempfangende Element (30Q) bondet, wobei
das lichtempfangende Element (30Q) eine rückseitige Oberfläche (30Qr) einschließt, die einer der lichtempfangenden Oberfläche (33Q) gegenüberliegenden Seite zugewandt ist,
das Bondingmaterial für Lichtempfang (100Q) einen ersten Bondingbereich (101Q), der zwischen der rückseitigen Oberfläche (30Qr) und dem Die-Pad (52DB) eingefügt ist, und einen zweiten Bondingbereich (102Q), der, von der lichtempfangenden Ober-

fläche (33Q) aus betrachtet, von dem lichtempfangenden Element (30Q) hervorsteht, einschließt, und ein Abschnitt des zweiten Bondingbereichs (102Q), der mit einer Seitenoberfläche des lichtempfangenden Elements (30Q) in Kontakt steht, gebildet ist, um in Dickenrichtung näher an der lichtempfangenden Oberfläche (33Q) zu liegen als eine Mitte des lichtempfangenden Elements (30Q).

Absatz A18

[0313] Isolationsmodul nach einem der Absätze A1 bis A17, wobei das lichtemittierende Element (20P) ein Saphirsubstrat einschließt.

Absatz A19

[0314] Isolationsmodul nach einem der Absätze A1 bis A18, umfassend ein Die-Pad (52DB), auf dem das lichtempfangende Element (30Q) montiert ist, bei dem
der Dichtungskunststoff (80) eine Kunststoffhauptoberfläche (80s), die einer gleichen Seite wie die lichtempfangende Oberfläche (33Q) zugewandt ist, und eine rückseitige Kunststoffoberfläche (80r), die einer gleichen Seite wie die lichtemittierende Oberfläche (20Qr) zugewandt ist, einschließt, und
das Die-Pad (52DB) näher an der rückseitigen Kunststoffoberfläche (80r) eingerichtet ist als ein Abschnitt, an dem die Anschlüsse (41Abis 41D/5 1A bis 51D) auf der Kunststoffseitenoberfläche (81/82) in Stapelrichtung des lichtemittierenden Elements (20Q) und des lichtempfangenden Elements (30Q) freiliegend sind.

Absatz A20

[0315] Isolationsmodul nach einem der Absätze A1 bis A19, wobei
das lichtemittierende Element ein erstes lichtemittierendes Element (20P) und ein zweites lichtemittierendes Element (20Q) einschließt,
das lichtempfangende Element ein erstes lichtempfangendes Element (30P) und ein zweites lichtempfangendes Element (30Q) einschließt,
das erste lichtemittierende Element (20P) auf das erste lichtempfangende Element (30P) gestapelt ist und das zweite lichtemittierende Element (20Q) auf das zweite lichtempfangende Element (30Q) gestapelt ist, und
das Isolationsmodul (10) einschließt:

ein erstes Die-Pad (42DB), auf dem das erste lichtempfangende Element (30P) montiert ist; und

ein zweites Die-Pad (52DB), auf dem das zweite lichtempfangende Element (30Q) montiert ist.

Absatz A21

[0316] Isolationsmodul nach einem der Absätze A1 bis A20, wobei das Isolierbauteil (70Q) anorganische Partikel einschließt, die Licht von dem lichtemittierenden Element (20Q) absorbieren oder reflektieren.

Absatz A22

[0317] Isolationsmodul nach einem der Absätze A1 bis A21, wobei der transparente Kunststoff (60Q) anorganische Partikel (61) einschließt, die Licht von dem lichtemittierenden Element (20Q) absorbieren oder reflektieren.

Absatz A23

[0318] Isolationsmodul nach einem der Absätze A1 bis A22, wobei eine Dicke des lichtemittierenden Elements (20Q) kleiner als eine Dicke des lichtempfangenden Elements (30Q) ist.

Absatz A24

[0319] Isolationsmodul nach einem der Absätze A1 bis A23, wobei eine Dicke des lichtemittierenden Elements (70Q) kleiner als eine Dicke des lichtempfangenden Elements (20Q) ist.

Absatz A25

[0320] Isolationsmodul nach Absatz A15, wobei der transparente Kunststoff (60Q) in dem zweiten unebenen Abschnitt (74Q) eingeschlossen ist.

Absatz A26

[0321] Isolationsmodul nach einem der Absätze A1 bis A25, das einen Leitungsrahmen (40D) einschließt, der ein Die-Pad (42DB) einschließt, das das lichtempfangende Element (30P) trägt, wobei
der Leitungsrahmen (40D) eine Aufhängungsleitung (46D) einschließt, die sich von dem Die-Pad (42DB) erstreckt,
die Kunststoffseitenoberfläche eine Anschlussoberfläche (81/82), auf der die Anschlüsse (41Abis 41D/5 1Abis 51D) bereitgestellt sind, und eine Aufhängungsleitungsoberfläche (83), die eine Oberfläche ist, die sich von der Anschlussoberfläche (81/82) unterscheidet und von der die Aufhängungsleitung (46D) herausgezogen ist, einschließt.

Absatz B1

[0322] Isolationsmodul (10), das einschließt:

ein lichtemittierendes Element (20P) und ein lichtempfangendes Element (30P), die einen Fotokoppler bilden;

ein Isolierbauteil (70P), das Transluzenz aufweist und zwischen dem lichtempfangenden Element (20P) und dem lichtemittierenden Element (30P) bereitgestellt ist;

einen Dichtungskunststoff (80), der mindestens das lichtemittierende Element (20P) und das lichtempfangende Element (30P) abdichtet, wobei

das Isolierbauteil (70P) auf eine lichtempfangende Oberfläche (33P) des lichtempfangenden Elements (30P) gestapelt ist, und

das lichtemittierende Element (20P) auf das Isolierbauteil (70P) gestapelt ist und ein Saphirsubstrat (23P) einschließt.

Absatz B2

[0323] Isolationsmodul nach Absatz B1, wobei das Saphirsubstrat (23P) Transluzenz aufweist, das Saphirsubstrat (23P) einschließt:

eine Substrathauptoberfläche, die einer gleichen Seite wie die lichtempfangende Oberfläche (33P) zugewandt ist; und

eine rückseitige Substratoberfläche, die einer der Substrathauptoberfläche gegenüberliegenden Seite zugewandt ist,

das Isolationsmodul einschließt:

eine lichtemittierende Schicht (25P), die auf der Substrathauptoberfläche gebildet ist;

eine Reflexionsschicht (27P), die auf der lichtemittierenden Schicht (25P) gebildet ist; und

ein Pad (21P, 22P), das auf der Reflexionsschicht (27P) bereitgestellt ist, und

die rückseitige Substratoberfläche eine lichtemittierende Oberfläche (20Pr) des lichtemittierenden Elements (20P) bildet.

Absatz B3

[0324] Isolationsmodul nach Absatz B6, wobei das Isolierbauteil (70P) einschließt:

eine erste Oberfläche (70Ps), die dem lichtemittierenden Element (20P) zugewandt ist; und

eine zweite Oberfläche (70Pr), die dem lichtempfangenden Element (30P) zugewandt ist, und

die rückseitige Substratoberfläche des Saphirsubstrats (23P) mit der ersten Oberfläche (70Ps) des Isolierbauteils (70P) in Kontakt steht.

Absatz B4

[0325] Isolationsmodul nach Absatz B3, wobei das Saphirsubstrat (23P) und das Isolierbauteil (90P) durch ein isolierendes Bondingmaterial (90P) gebondet sind, das mit einer Seitenoberfläche des Saphirsubstrats (23P) und der ersten Oberfläche (70Ps) des Isolierbauteils (70P) in Kontakt steht.

Absatz B5

[0326] Isolationsmodul nach Absatz B4, wobei das isolierende Bondingmaterial (90P) eine lichtabschirmende Eigenschaft aufweist.

Absatz C1

[0327] Isolationsmodul, das einschließt:

ein lichtemittierendes Element (20P) und ein lichtempfangendes Element (30P), die einen Fotokoppler bilden;

ein Die-Pad (42DB), auf dem das lichtempfangende Element (30P) montiert ist; und

ein Isolierbauteil (70P), das Transluzenz aufweist und zwischen dem lichtempfangenden Element (30P) und dem lichtemittierenden Element (20P) bereitgestellt ist;

einen Dichtungskunststoff (80), der mindestens das lichtemittierende Element (20P) und das lichtempfangende Element (30P) abdichtet; und

einen transparenten Kunststoff (60P), der zwischen dem lichtempfangenden Element (30P) und dem Isolierbauteil (70P) eingefügt ist und das lichtempfangende Element (30P) und das Isolierbauteil (70P) bondet, wobei

das Isolierbauteil (70P) über den transparenten Kunststoff (60P) auf eine lichtempfangende Oberfläche (33P) des lichtempfangenden Elements (30P) gestapelt ist,

das lichtemittierende Element (20P) auf das Isolierbauteil (70P) gestapelt ist, und

mindestens eines von dem transparenten Kunststoff (60P) und dem Isolierbauteil (70P) anorganische Partikel (61) einschließt, die Licht von dem lichtemittierenden Element (20P) absorbieren oder reflektieren.

Absatz C2

[0328] Isolationsmodul nach Absatz C1, wobei der Dichtungskunststoff (80) einschließt:

eine Kunststoffhauptoberfläche (80s), die eine Oberfläche ist, die in Dickenrichtung (z-Richtung) des Dichtungskunststoffs (80) näher an dem lichtemittierenden Element (20P) liegt als das lichtempfangende Element (30P); und

eine rückseitige Kunststoffoberfläche (80r), die eine Oberfläche ist, die näher an dem lichtempfangenden Element (30P) liegt als das lichtemittierende Element (20P), und

das Die-Pad (42DB) so gebildet ist, dass es in Bezug auf eine horizontale Richtung orthogonal zu einer Dickenrichtung (z-Richtung) des Dichtungskunststoffs (80) zu der rückseitigen Kunststoffoberfläche (80r) hin geneigt ist.

Absatz C3

[0329] Isolationsmodul nach Absatz C2, wobei
ein Anschluss (41B), der elektrisch mit dem Die-Pad (42DB) verbunden ist, auf einer Kunststoffseitenoberfläche (81) des Dichtungskunststoffs (80) derart bereitgestellt ist, dass er von der Kunststoffseitenoberfläche (81) hervorsteht, und
das Die-Pad (42DB) näher an der rückseitigen Kunststoffoberfläche (80r) eingerichtet ist als eine Position, an der der Anschluss (41B) in Dickenrichtung des Dichtungskunststoffs (80) von der Kunststoffseitenoberfläche (81) hervorsteht.

[0330] Die vorstehende Beschreibung ist lediglich beispielhaft. Fachleute werden erkennen, dass zusätzlich zu den Komponenten und Verfahren (Herstellungsverfahren), die zum Zweck der Beschreibung der Techniken der vorliegenden Offenbarung aufgeführt sind, verschiedene weitere Kombinationen und Permutationen möglich sind. Die vorliegende Offenbarung soll alle Alternativen, Variationen und Modifikationen abdecken, die innerhalb des Schutzumfangs dieser Offenbarung einschließlich der Ansprüche und Absätze fallen.

LISTE DER BEZUGSZEICHEN

10	Isolationsmodul
20P	erstes lichtemittierendes Element
20Q	zweites lichtemittierendes Element
20AP	erste Leuchtdiode
20AQ	zweite Leuchtdiode
20R	Leuchtdiode
20Ps, 20Qs	Elementhauptoberfläche
20Pr, 20Qr	rückseitige Elementoberfläche
21P, 21Q, 21R	erste Elektrode
22P, 22Q, 22R	zweite Elektrode
23P	Substrat
24P	erste Kontaktschicht
25P	aktive Schicht
26P	zweite Kontaktschicht
27P	Reflexionsschicht
30P	erstes lichtempfangendes Element
30Q	zweites lichtempfangendes Element
30AP	erste lichtempfangende Diode
30AQ	zweite lichtempfangende Diode
30R	lichtempfangende Diode
30Ps, 30Qs	Elementhauptoberfläche
30Pr, 30Qr	rückseitige Elementoberfläche
31P, 31Q, 31R	erste Elektrode
32P, 32Q, 32R	zweite Elektrode
33P, 33Q	lichtempfangende Oberfläche
34P	Halbleitersubstrat
34Ps	Oberfläche
34PA	erster Halbleiterbereich
34PB	zweiter Halbleiterbereich
35PA	fotoelektrisches Umwandlungselement
35PB	Steuerschaltung
35PC	Isolierverdrahtungsschicht
36P	Isolierschicht
36PA	erster Isolierabschnitt
36PB	zweiter Isolierabschnitt
37PA bis 37PE	Isolierfolie
38PA bis 38PE	Verdrahtungsfolie
39PA bis 39PD	Durchkontaktierung
40, 40A bis 40D	erster Leitungsrahmen bzw. Leiterrahmen
41, 41A bis 41D	Anschluss

42A bis 42D	Innenleitung
42AA, 42BA, 42CA, 42DA	Leitungsabschnitt
42AB, 42BB, 42CB	Drahtverbindungsabschnitt
42DB	Die-Pad-Abschnitt
42Ds	Padhauptoberfläche
42Dr	rückseitige Padoberfläche
43D	erster Abschnitt
44D	zweiter Abschnitt
45D	Drahtverbindungsabschnitt bzw. Vorsprung
46D	Aufhängungsleitung
50, 50A bis 50D	zweiter Leitungsrahmen
51, 51A bis 51D	erster Anschluss
52A bis 52D	Innenleitung
52AA, 52BA, 52CA, 52DA	Leitungsabschnitt
52AB, 52BB, 52CB	Drahtverbindungsabschnitt
52DB	Die-Pad-Abschnitt
52Ds	Padhauptoberfläche
52Dr	rückseitige Padoberfläche
52DC	Drahtverbindungsabschnitt
53D	Drahtverbindungsabschnitt
54D	Durchgangsloch
55D	Hauptmetallschicht
56D	aufplattierte Schicht
57D	Vorsprung
60P	erster transparenter Kunststoff
60Q	zweiter transparenter Kunststoff
61	anorganische Partikel
70P	erstes plattenförmiges Bauteil
70Q	zweites plattenförmiges Bauteil
70Ps, 70Qs	Hauptoberfläche
70Pr, 70Qr	rückseitige Oberfläche
71P, 71Q	erster Erstreckungsabschnitt
72P, 72Q	zweiter Erstreckungsabschnitt
73P, 73Q	Zwischenabschnitt
74Q	unebener Abschnitt
74Qa	vertiefter Anteil
75Q	raue Oberfläche
80	Dichtungskunststoff
80s	Kunststoffhauptoberfläche
80r	rückseitige Kunststoffoberfläche
81	erste Kunststoffseitenoberfläche
82	zweite Kunststoffseitenoberfläche
83	dritte Kunststoffseitenoberfläche
84	vierte Kunststoffseitenoberfläche
85	erste Seitenoberfläche
86	zweite Seitenoberfläche
87,88	unebener Abschnitt
87a, 88a	vertiefter Anteil bzw. zurückversetzte Sektion
89	Trennwandabschnitt
90P, 90Q	leitfähiges Bondingmaterial
100P, 100Q	leitfähiges Bondingmaterial
101P, 101Q	erster Bondingbereich
102P, 102Q	zweiter Bondingbereich
130A, 230A	erste Steuerschaltung
131A, 231A	erster Schmitt-Trigger
132A, 232A	erste Ausgangseinheit
132Aa, 232Aa	erstes Schaltelement

132Ab, 232Ab	zweites Schaltelement
130B, 230B	zweite Steuerschaltung
131B, 231B	zweiter Schmitt-Trigger
132B, 232B	zweite Ausgangseinheit
132Ba, 232Ba	erstes Schaltelement
132Bb, 232Bb	zweites Schaltelement
130	Steuerschaltung
131	Schmitt-Trigger
132	Ausgangseinheit
132a	erstes Schaltelement
132b	zweites Schaltelement
200	Harzschicht
200s	Oberfläche
233A	erste Stromquelle
234A	erster Treiber
233B	zweite Stromquelle
234B	zweiter Treiber
500	Wechselrichterschaltung
510	erste Wechselrichterschaltung
520	zweite Wechselrichterschaltung
501, 511, 521	erstes Schaltelement
502, 512, 522	zweites Schaltelement
503, 504	Steuerleistungsversorgung bzw. -lieferung
505	Detektionsschaltung
WA1 bis WA4, WB1 bis WB4, WC1 bis WC4	Draht

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

- US 9000675 [0003]

Patentansprüche

1. Isolationsmodul, umfassend:
ein lichtemittierendes Element und ein lichtempfangendes Element, die einen Fotokoppler bilden;
ein Isolierbauteil, das Transluzenz aufweist und zwischen dem lichtempfangenden Element und dem lichtemittierenden Element bereitgestellt ist;
einen Dichtungskunststoff, der mindestens das lichtemittierende Element und das lichtempfangende Element abdichtet; und
eine Vielzahl von Anschlüssen, die nebeneinander auf einer Kunststoffseitenoberfläche des Dichtungskunststoffs bereitgestellt sind, wobei
das Isolierbauteil auf eine lichtempfangende Oberfläche des lichtempfangenden Elements gestapelt ist,
das lichtemittierende Element auf das Isolierbauteil gestapelt ist, und
ein erster unebener Abschnitt in einem Abschnitt zwischen einem ersten Anschluss und einem zweiten Anschluss unter der Vielzahl von Anschlüssen auf der Kunststoffseitenoberfläche bereitgestellt ist.

2. Isolationsmodul nach Anspruch 1, ferner umfassend einen Leitungsrahmen, der ein Die-Pad einschließt, das das lichtempfangende Element trägt, wobei
der Leitungsrahmen eine Aufhängungsleitung einschließt, die sich von dem Die-Pad erstreckt,
die Aufhängungsleitung von der Kunststoffseitenoberfläche freiliegend ist, und
auf der Kunststoffseitenoberfläche der erste unebene Abschnitt an einem Abschnitt zwischen der Aufhängungsleitung als dem ersten Anschluss und einem Anschluss benachbart zu der Aufhängungsleitung als dem zweiten Anschluss bereitgestellt ist.

3. Isolationsmodul nach Anspruch 1 oder 2, ferner umfassend ein Bondingmaterial für Lichtemission, das eine Seitenoberfläche des lichtemittierenden Elements und des Isolierbauteils bondet.

4. Isolationsmodul nach Anspruch 3, wobei
das lichtemittierende Element eine lichtemittierende Oberfläche einschließt, die der lichtempfangenden Oberfläche zugewandt ist, und
die lichtemittierende Oberfläche mit dem Isolierbauteil in Kontakt steht.

5. Isolationsmodul nach Anspruch 3 oder 4, wobei das Bondingmaterial für Lichtemission aus einem Kunststoffmaterial gebildet ist, das Licht absorbiert.

6. Isolationsmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei
das lichtemittierende Element eine lichtemittierende Oberfläche einschließt, die der lichtempfangenden Oberfläche zugewandt ist,
das lichtemittierende Element eine rückseitige Oberfläche einschließt, die einer der lichtemittierenden Oberfläche gegenüberliegenden Seite zugewandt ist, und
eine Vielzahl von Pads auf der rückseitigen Oberfläche bereitgestellt ist.

7. Isolationsmodul nach Anspruch 6, wobei
das lichtemittierende Element eine lichtemittierende Schicht und eine Reflexionsschicht einschließt, und
die Reflexionsschicht näher an der rückseitigen Oberfläche bereitgestellt ist als die lichtemittierende Schicht.

8. Isolationsmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei ein transparenter Kunststoff, der das lichtempfangende Element und das Isolierbauteil aneinander bondet, zwischen der lichtempfangenden Oberfläche des lichtempfangenden Elements und dem Isolierbauteil bereitgestellt ist.

9. Isolationsmodul nach Anspruch 8, wobei eine Dicke des transparenten Kunststoffs kleiner als eine Dicke des Isolierbauteils ist.

10. Isolationsmodul nach Anspruch 8, wobei eine Dicke des transparenten Kunststoffs größer als oder gleich einer Dicke des Isolierbauteils ist.

11. Isolationsmodul nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei eine Lichtdurchlässigkeit des Isolierbauteils kleiner als eine Lichtdurchlässigkeit des transparenten Kunststoffs ist.

12. Isolationsmodul nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei eine Lichtdurchlässigkeit des Isolierbauteils größer als oder gleich einer Lichtdurchlässigkeit des transparenten Kunststoffs ist.

13. Isolationsmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei das lichtempfangende Element einschließt:
ein fotoelektrisches Umwandlungselement; und
eine Steuerschaltung, die ein Signal von dem fotoelektrischen Umwandlungselement empfängt, wobei
das fotoelektrische Umwandlungselement und die Steuerschaltung in einer Richtung, die orthogonal zu einer Dickenrichtung des lichtempfangenden Elements ist, nebeneinander bereitgestellt sind, und
das lichtemittierende Element auf dem lichtempfangenden Element eingerichtet und zu dem fotoelektrischen Umwandlungselement hin verschoben ist.

14. Isolationsmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei das Isolierbauteil einen Abschnitt einschließt, der, in Stapelrichtung des lichtemittierenden Elements und des lichtempfangenden Elements betrachtet, von dem lichtempfangenden Element hervorsteht.

15. Isolationsmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei das Isolierbauteil einschließt:
eine erste Oberfläche, die dem lichtemittierenden Element zugewandt ist;
und
eine zweite Oberfläche, die dem lichtempfangenden Element zugewandt ist, wobei
die erste Oberfläche so gebildet ist, dass sie eine flache Form aufweist, und
eine raue Oberfläche, die Licht von dem lichtemittierenden Element streut, auf der zweiten Oberfläche gebildet ist.

16. Isolationsmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei das Isolierbauteil einschließt:
eine erste Oberfläche, die dem lichtemittierenden Element zugewandt ist; und
eine zweite Oberfläche, die dem lichtempfangenden Element zugewandt ist, wobei
die erste Oberfläche so gebildet ist, dass sie eine flache Form aufweist, und
ein zweiter unebener Abschnitt auf der zweiten Oberfläche bereitgestellt ist.

17. Isolationsmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 16, ferner umfassend:
ein Die-Pad, auf dem das lichtempfangende Element montiert ist; und
ein Bondingmaterial für Lichtempfang, das das Die-Pad und das lichtempfangende Element aneinander bondet, wobei
das lichtempfangende Element eine rückseitige Oberfläche einschließt, die einer der lichtempfangenden Oberfläche gegenüberliegenden Seite zugewandt ist,
das Bondingmaterial für Lichtempfang einen ersten Bondingbereich, der zwischen der rückseitigen Oberfläche und dem Die-Pad eingefügt ist, und einen zweiten Bondingbereich, der, von der lichtempfangenden Oberfläche aus betrachtet, von dem lichtempfangenden Element hervorsteht, einschließt, und
ein Abschnitt des zweiten Bondingbereichs, der mit einer Seitenoberfläche des lichtempfangenden Elements in Kontakt steht, gebildet ist, um in Dickenrichtung näher an der lichtempfangenden Oberfläche zu liegen als eine Mitte des lichtempfangenden Elements.

18. Isolationsmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 17, wobei das lichtemittierende Element ein Saphirsubstrat einschließt.

19. Isolationsmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 18, ferner umfassend ein Die-Pad, auf dem das lichtempfangende Element montiert ist, wobei
das lichtemittierende Element eine lichtemittierende Oberfläche einschließt, die der lichtempfangenden Oberfläche zugewandt ist,
der Dichtungskunststoff eine Kunststoffhauptoberfläche, die einer gleichen Seite wie die lichtempfangende Oberfläche zugewandt ist, und eine rückseitige Kunststoffoberfläche, die einer gleichen Seite wie die lichtemittierende Oberfläche zugewandt ist, einschließt, und
das Die-Pad näher an der rückseitigen Kunststoffoberfläche eingerichtet ist als ein Abschnitt, an dem die Anschlüsse auf der Kunststoffseitenoberfläche in Stapelrichtung des lichtemittierenden Elements und des lichtempfangenden Elements freiliegend sind.

20. Isolationsmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 19, wobei
das lichtemittierende Element ein erstes lichtemittierendes Element und ein zweites lichtemittierendes Element einschließt,
das lichtempfangende Element ein erstes lichtempfangendes Element und ein zweites lichtempfangendes Element einschließt,
das erste lichtemittierende Element auf das erste lichtempfangende Element gestapelt ist und das zweite lichtemittierende Element auf das zweite lichtempfangende Element gestapelt ist, und
wobei das Isolationsmodul ferner einschließt:
ein erstes Die-Pad, auf dem das erste lichtempfangende Element montiert ist; und
ein zweites Die-Pad, auf dem das zweite lichtempfangende Element montiert ist.

Es folgen 20 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

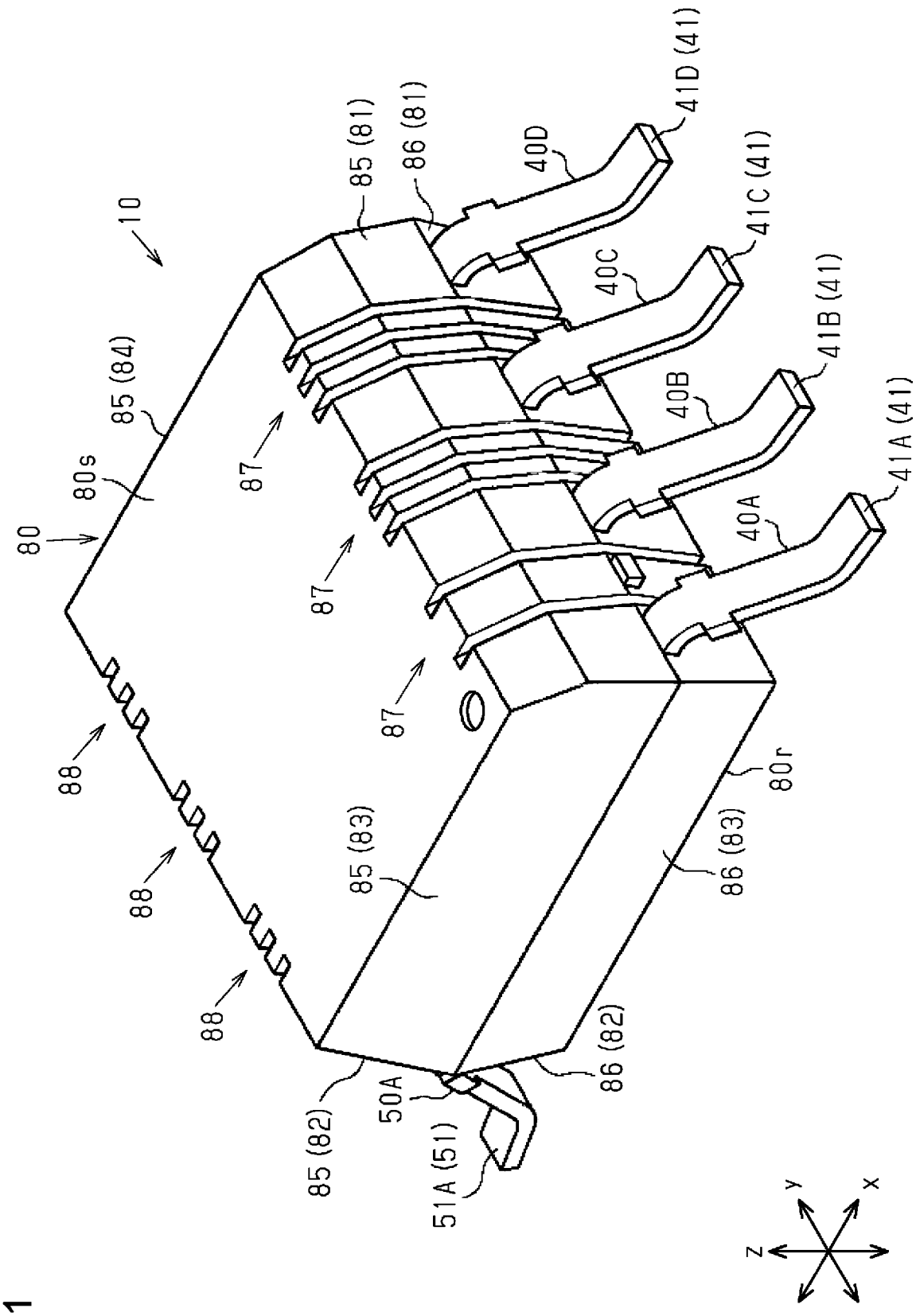


Fig.1

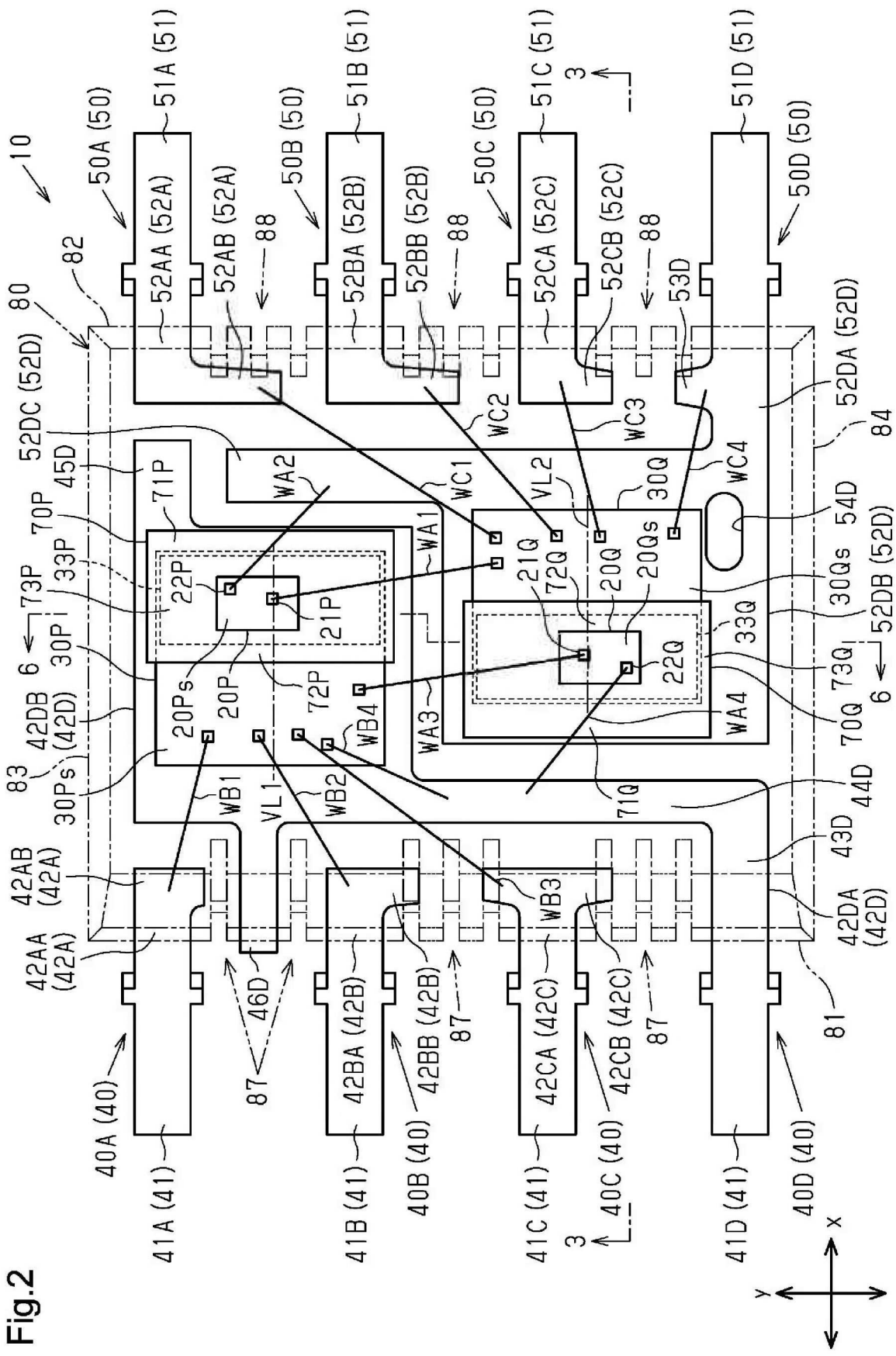

10
80
82
50A (50)
51A (51)
52AA (52A)
52AB (52A)
88
50B (50)
51B (51)
52BA (52B)
52BB (52B)
88
50C (50)
51C (51)
52CA (52C)
52CB (52C)
88
3
51D (51)
50D (50)
53D
52DA (52D)
84
52DC (52D)
45D
71P
70P
73P
33P
30P
6
42DB (42D)
83
30Ps
WA2
WC1
WA1
VL2
WC2
WC3
WC4
30Q
54D
30Qs
52DB (52D)
6
73Q
33Q
70Q
WA4
WA3
71Q
44D
43D
42DA (42D)
81
22P
21P
20Ps
20P
72P
WB4
21Q
72Q
20Q
20Qs
22Q
WB1
VL1
WB2
WB3
42AB (42A)
42AA (42A)
46D
87
42BA (42B)
42BB (42B)
87
42CA (42C)
42CB (42C)
87
40A (40)
41A (41)
40B (40)
41B (41)
40C (40)
41C (41)
3
40D (40)
41D (41)
x
y

Fig.2

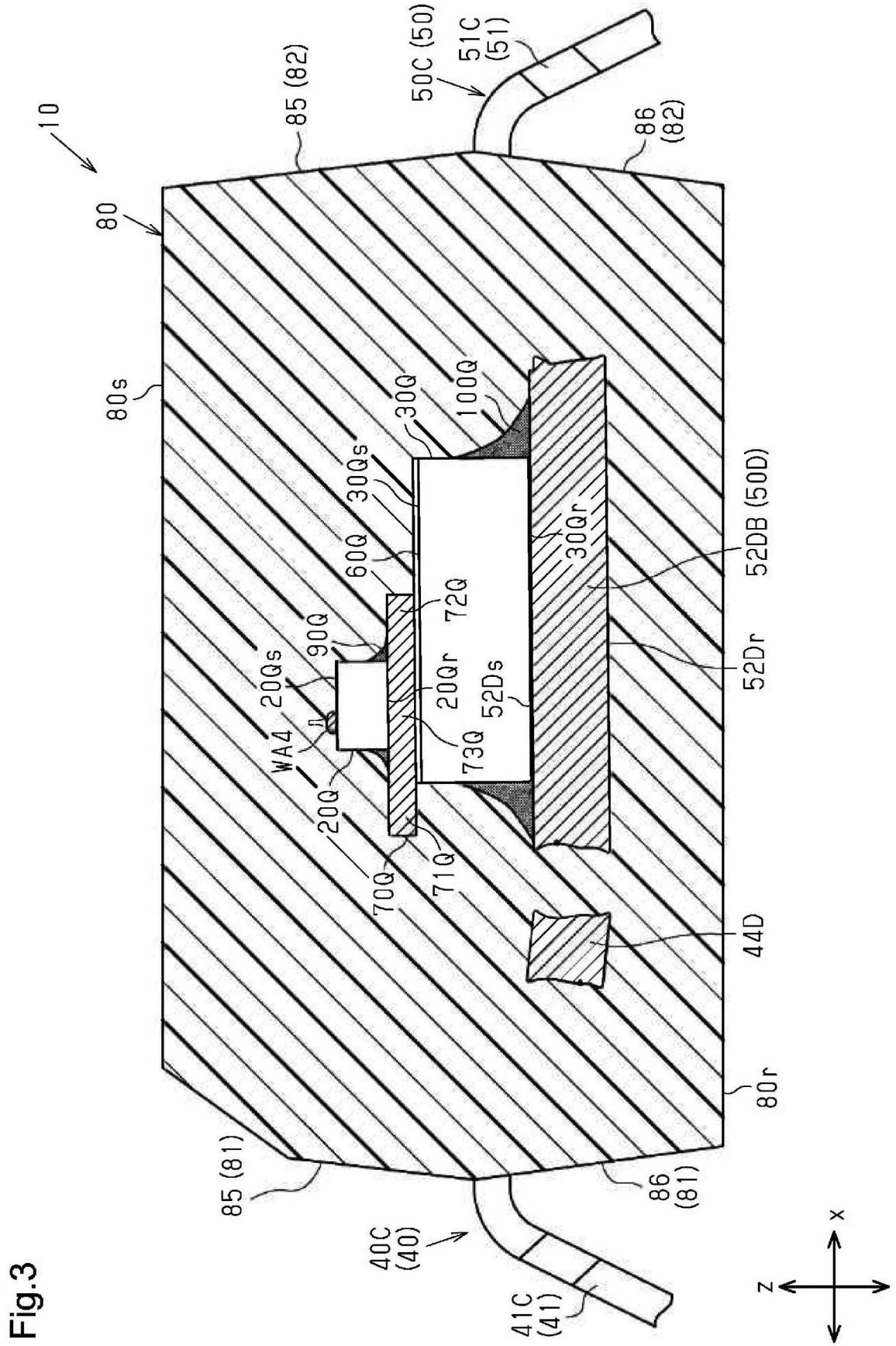

10
80
80s
85 (82)
50C (50)
51C (51)
86 (82)
30Q
100Q
30Qs
60Q
72Q
90Q
20Qs
WA4
20Q
70Q
71Q
73Q
20Qr
52Ds
30Qr
52DB (50D)
52Dr
44D
80r
85 (81)
86 (81)
40C (40)
41C (41)
x
z

Fig.3

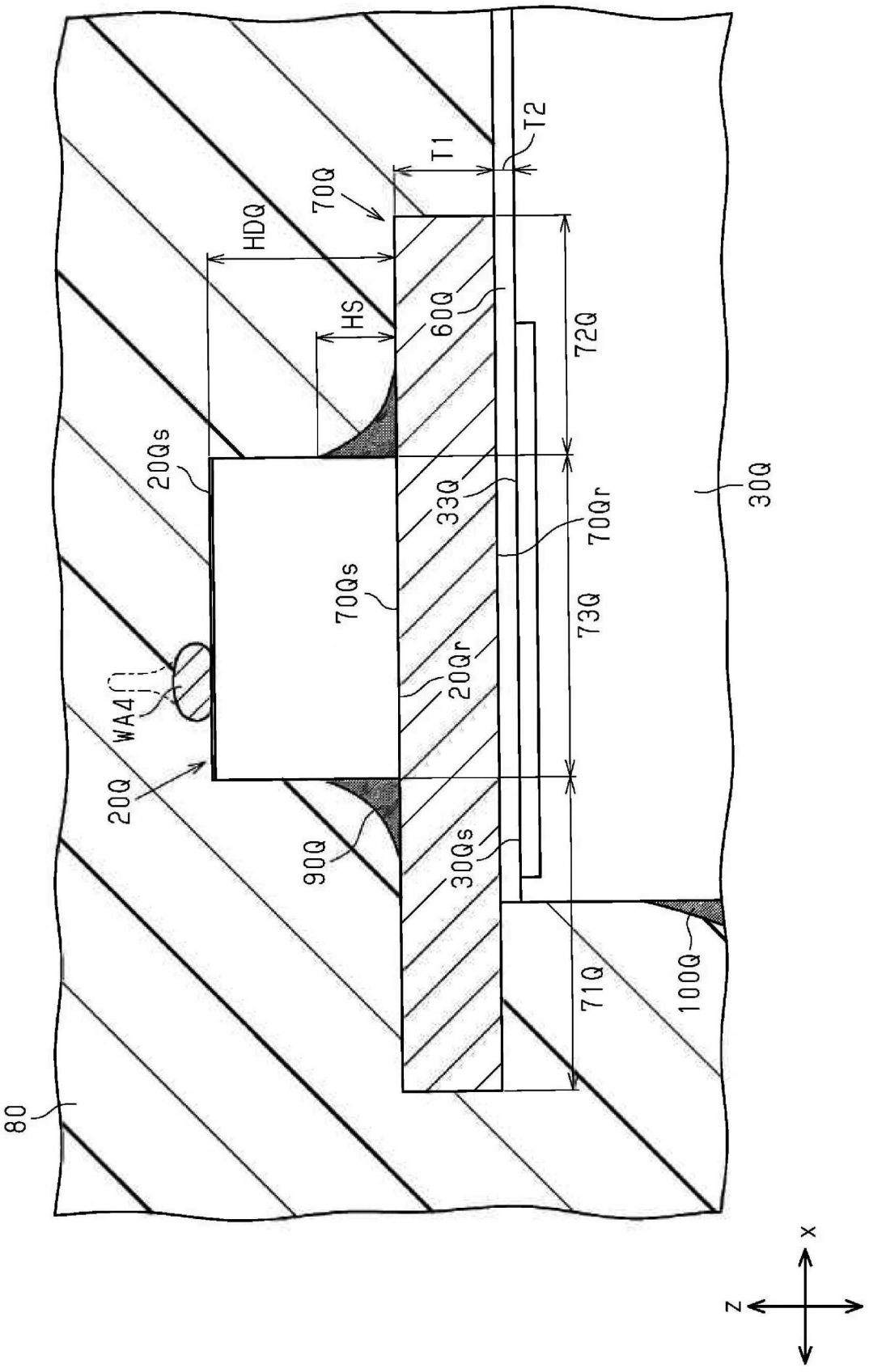

T1
T2
70Q
HDQ
HS
60Q
72Q
20Qs
33Q
70Qr
30Q
70Qs
73Q
20Qr
WA4
20Q
90Q
30Qs
71Q
100Q
80
X
Z

Fig.4

Fig.5

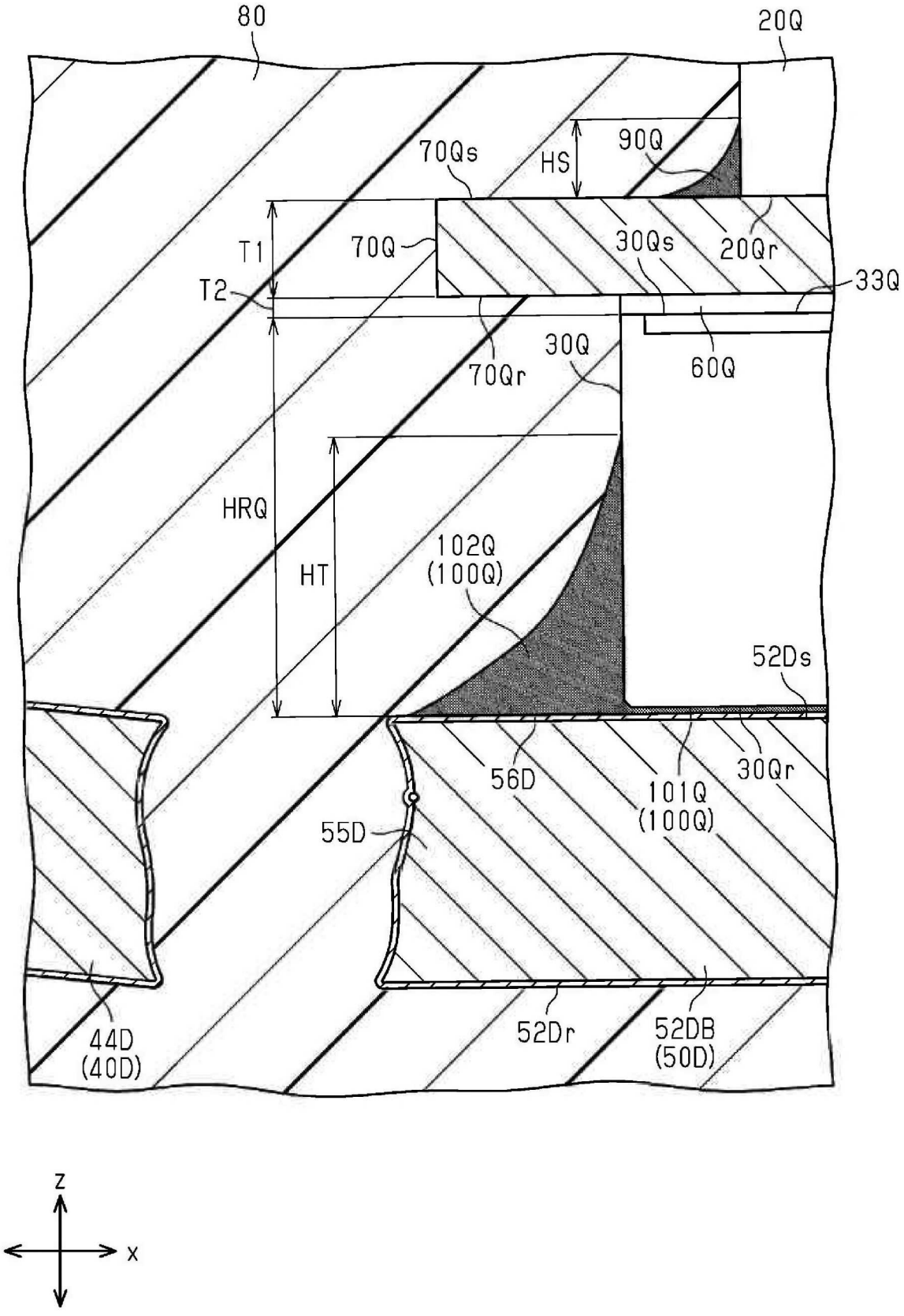
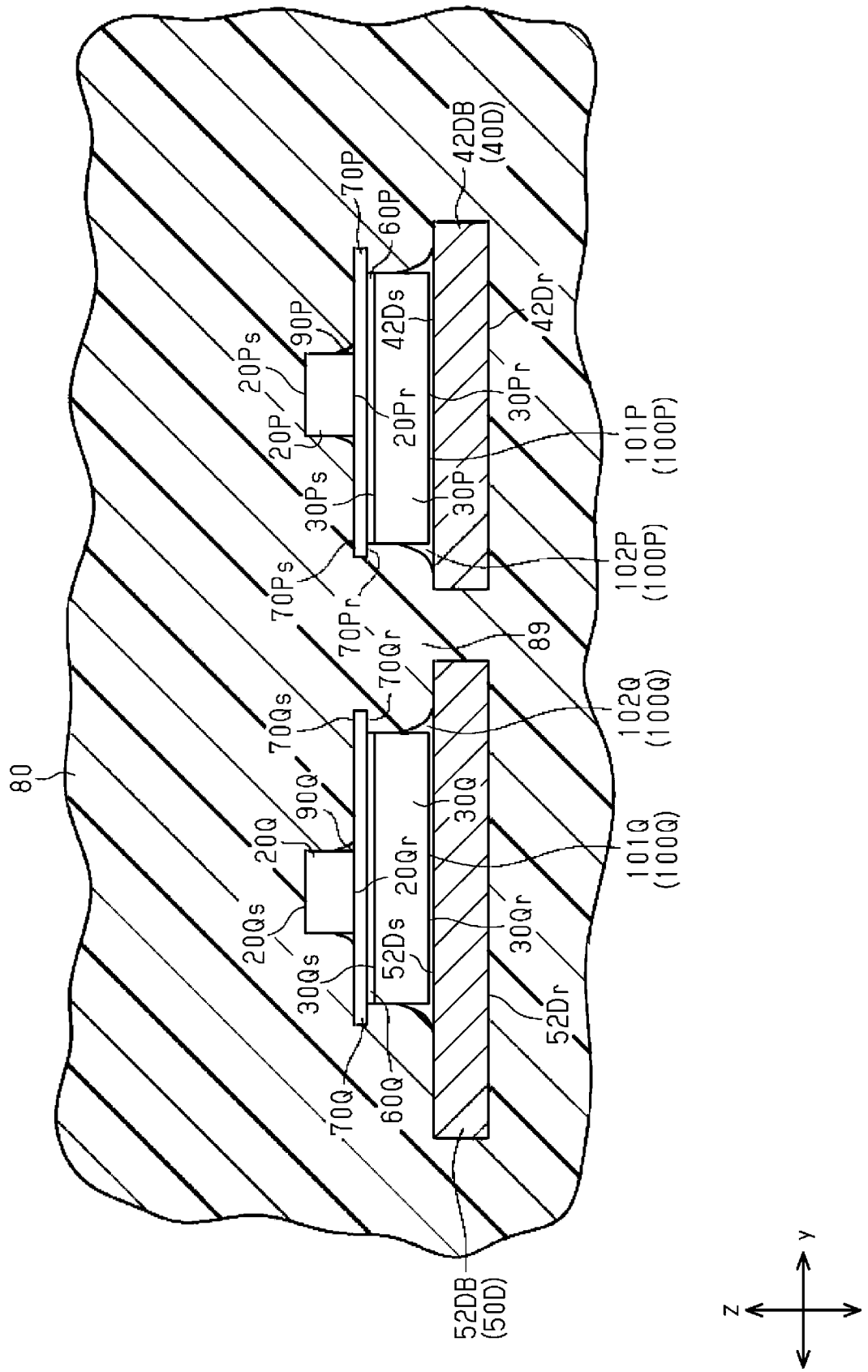

80
20Q
70Qs
HS
90Q
T1
70Q
30Qs
20Qr
33Q
T2
70Qr
30Q
60Q
HRQ
HT
102Q
(100Q)
52Ds
56D
101Q
(100Q)
30Qr
55D
44D
(40D)
52Dr
52DB
(50D)
Z
X

Fig.6


80
70P
60P
42DB
(40D)
42Dr
42Ds
90P
20Ps
20P
20Pr
30Pr
101P
(100P)
30Ps
30P
102P
(100P)
70Ps
70Pr
89
70Qr
102Q
(100Q)
70Qs
90Q
20Q
30Q
101Q
(100Q)
20Qr
20Qs
52Ds
30Qr
30Qs
52Dr
70Q
60Q
52DB
(50D)
y
z

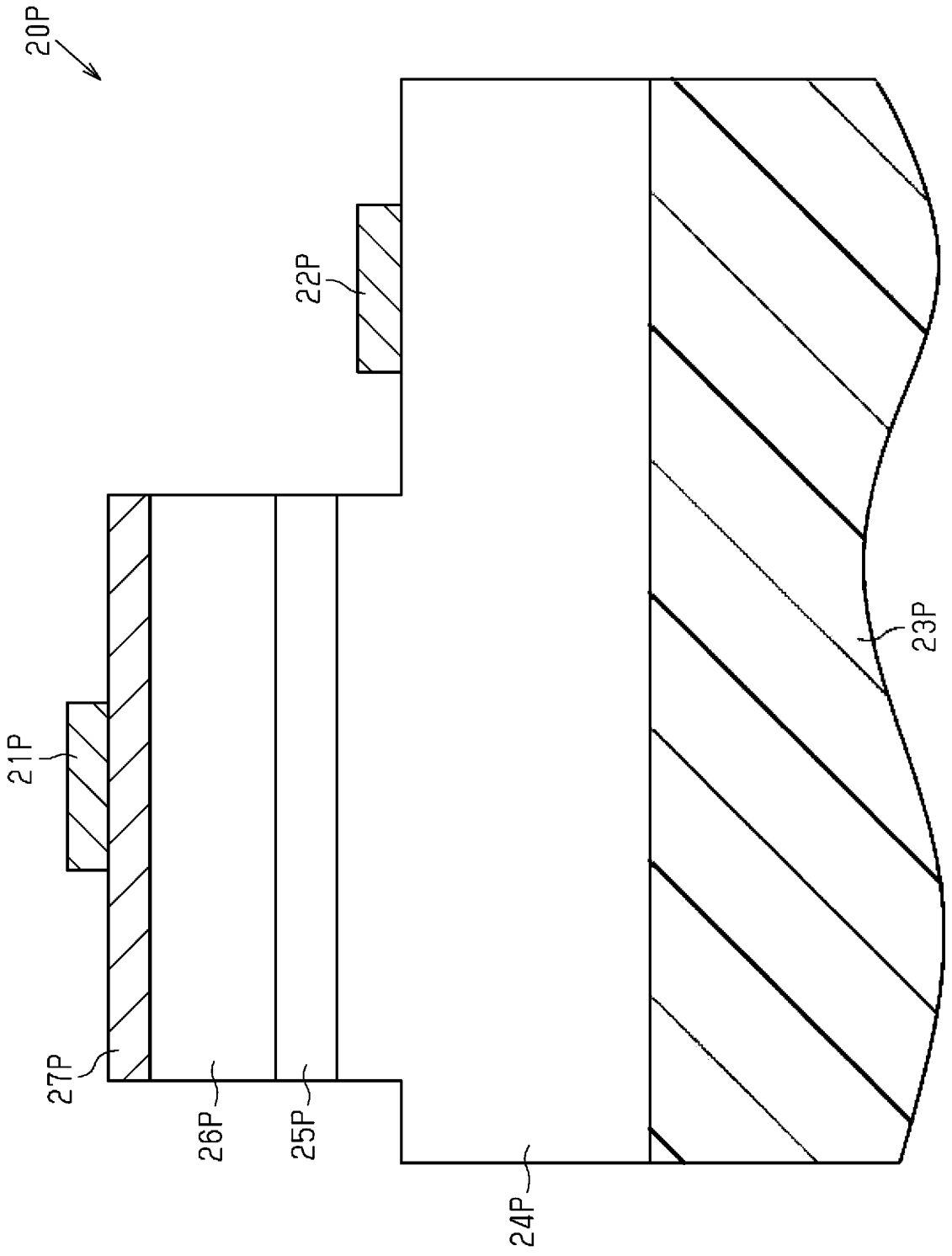


Fig.7

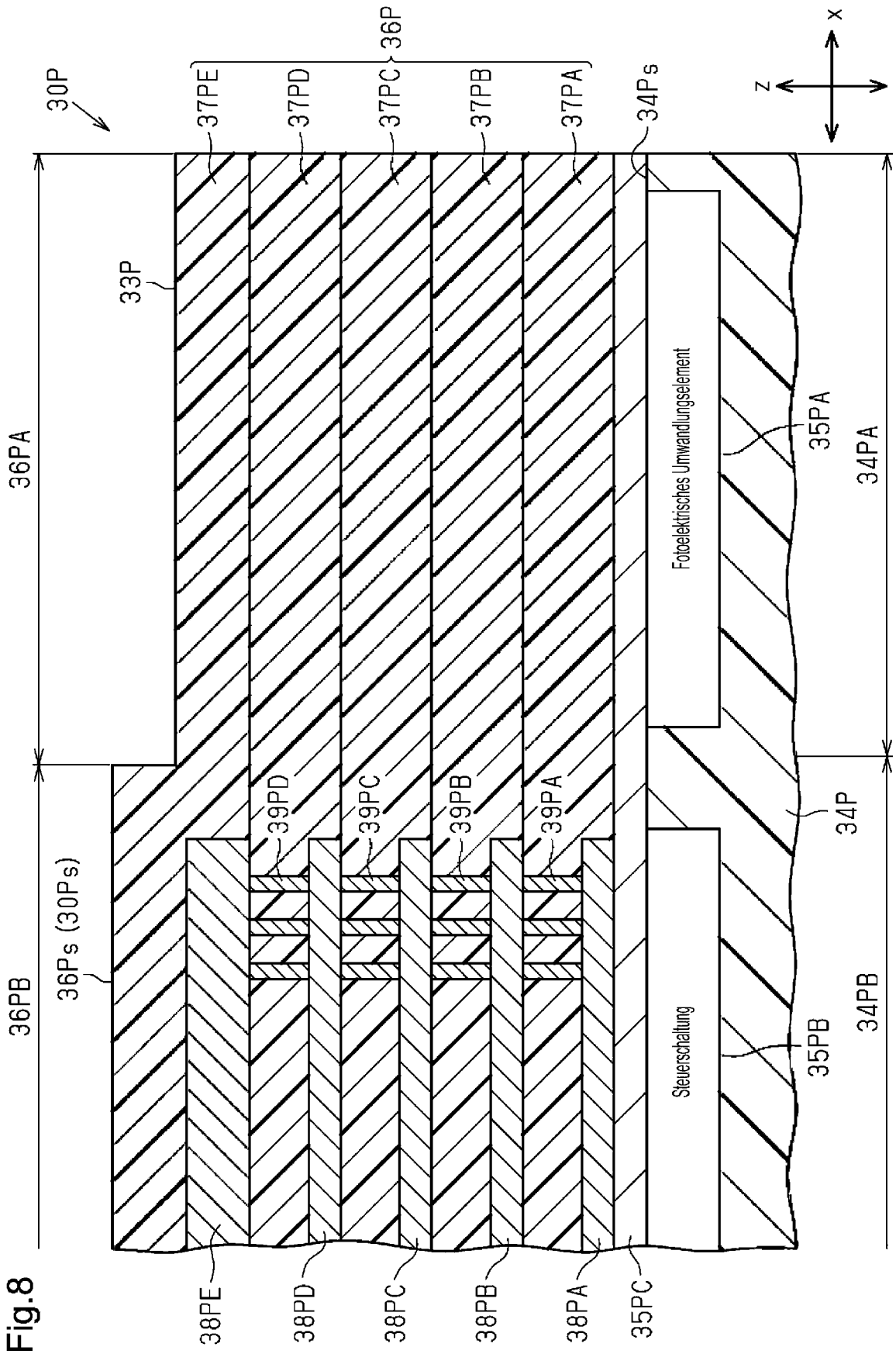

30P
37PE
37PD
37PC
37PB
37PA
36P
34Ps
z
x
33P
36PA
Fotoelektrisches Umwandlungselement
35PA
34PA
39PD
39PC
39PB
39PA
34P
36PB
36Ps (30Ps)
Steuerschaltung
35PB
34PB
38PE
38PD
38PC
38PB
38PA
35PC

Fig.8

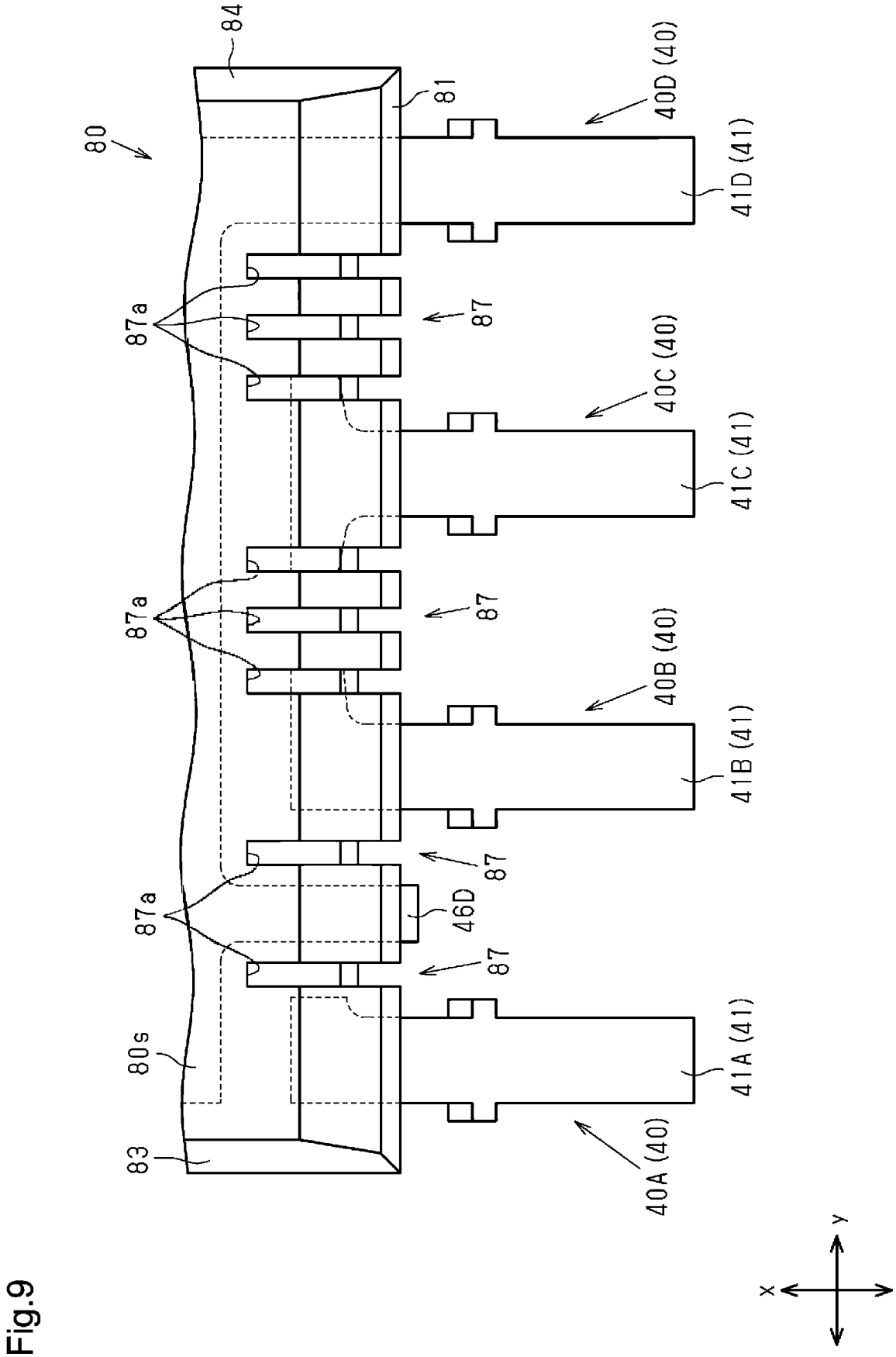

84
81
80
40D (40)
41D (41)
87a
87
40C (40)
41C (41)
87a
87
40B (40)
41B (41)
87
87a
46D
87
80s
41A (41)
83
40A (40)
y
x

Fig.9

Fig.10

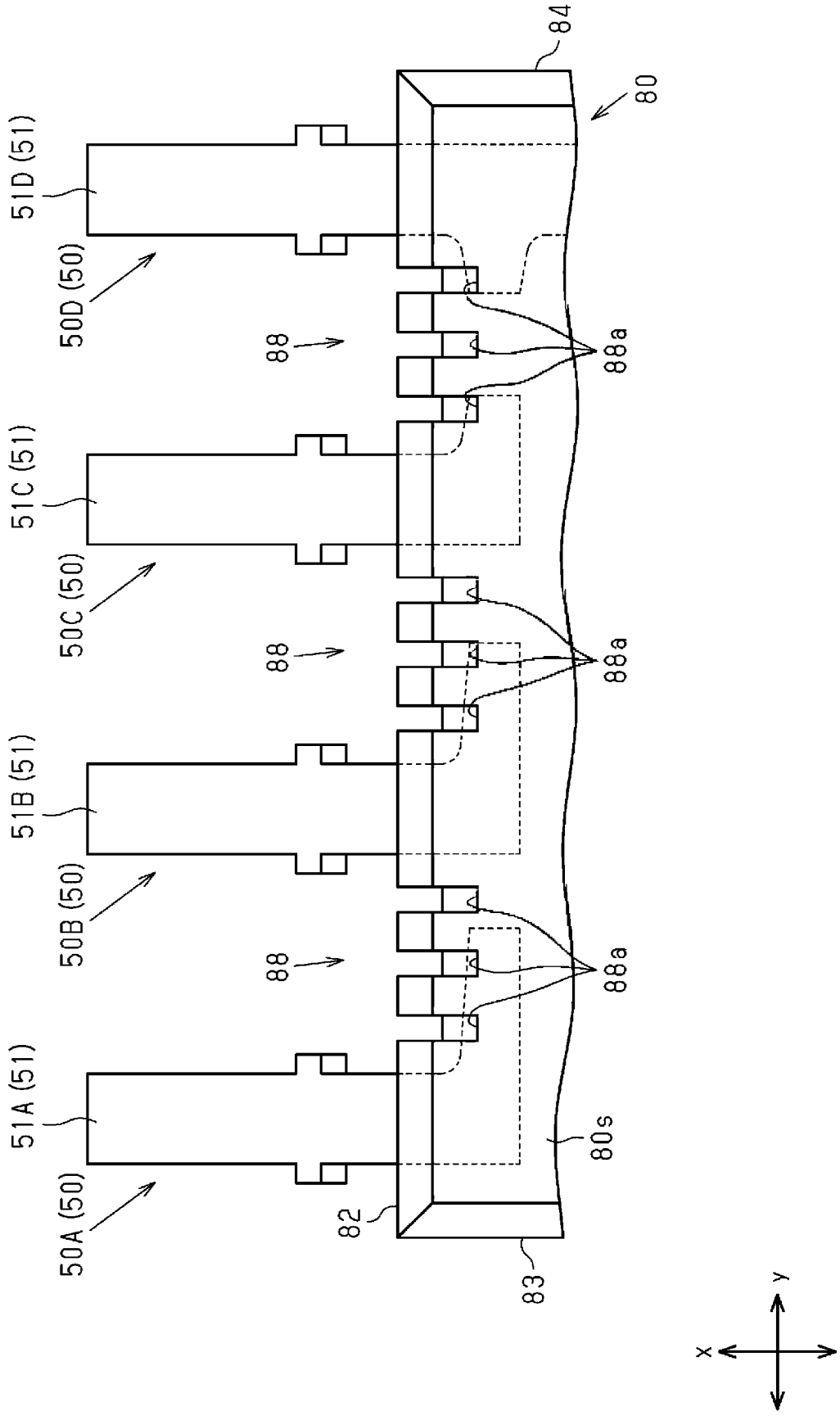

84
80
51D (51)
50D (50)
88
88a
51C (51)
50C (50)
88
88a
51B (51)
50B (50)
88
88a
51A (51)
50A (50)
80s
82
83
y
x

Fig.11

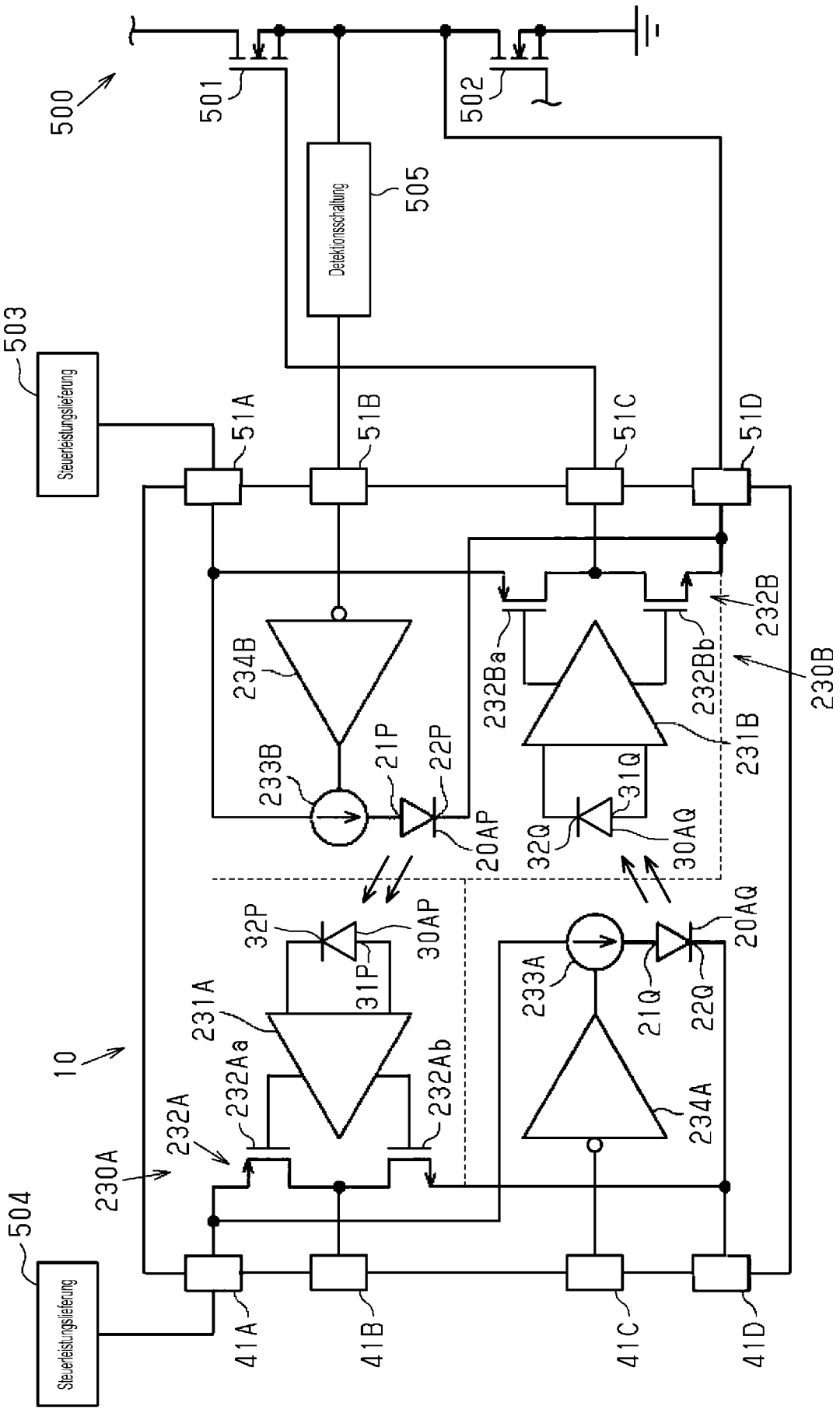
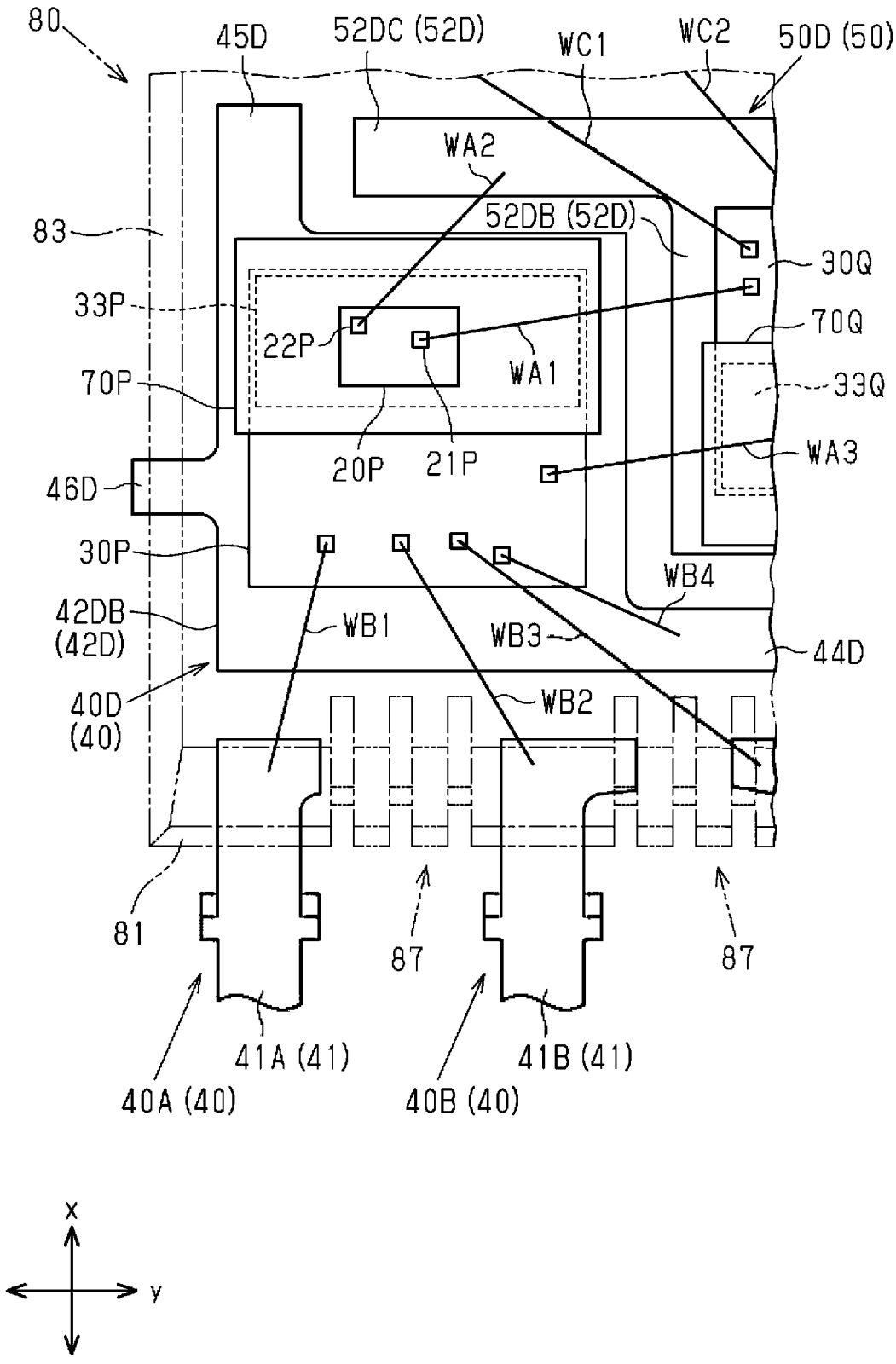
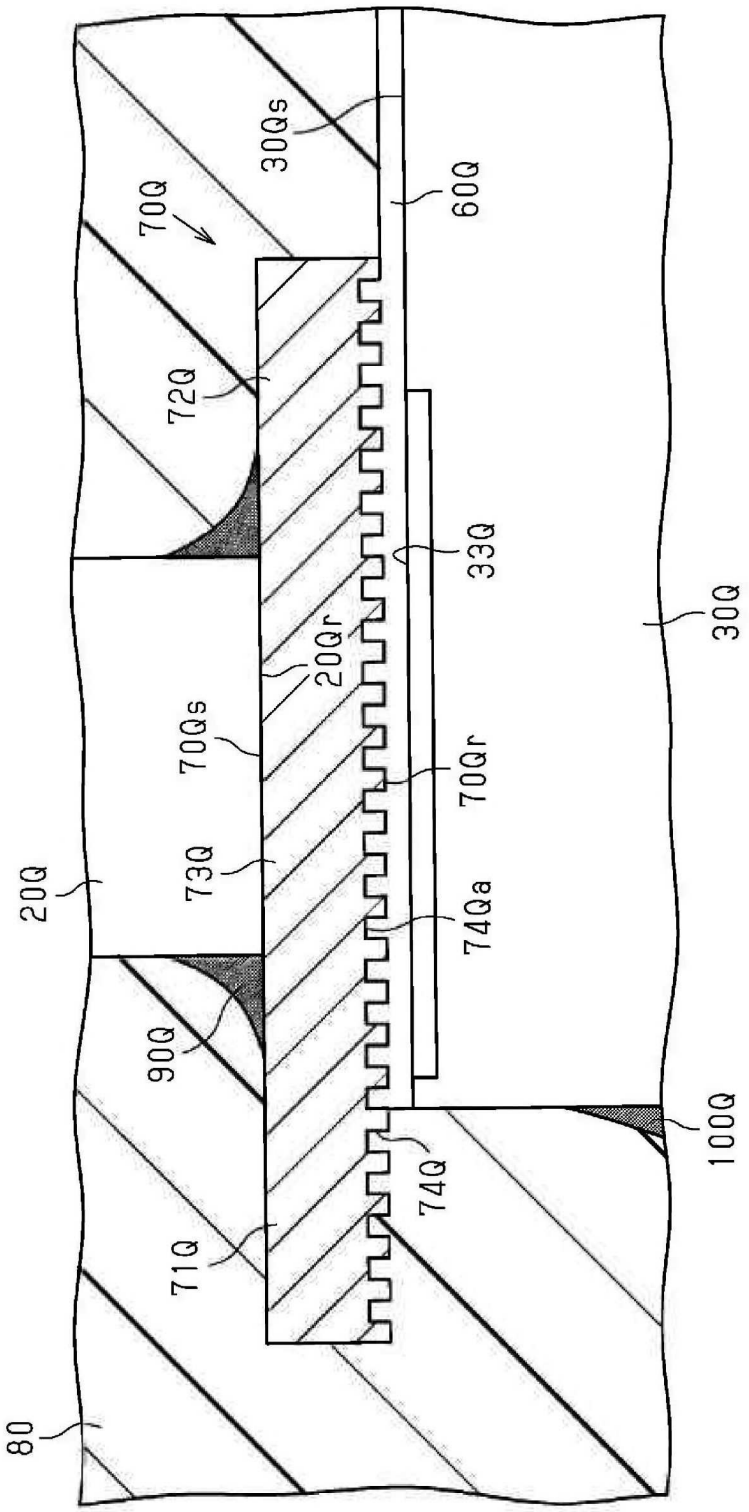

500
501
502
505
Detektionsschaltung
503
Steuerleistungslieferung
51A
51B
51C
51D
234B
233B
21P
22P
20AP
232Ba
232Bb
232B
231B
230B
31Q
32Q
30AQ
32P
30AP
31P
231A
232Aa
232Ab
232A
230A
10
233A
21Q
22Q
20AQ
234A
504
Steuerleistungslieferung
41A
41B
41C
41D

Fig.12


80
45D
52DC (52D)
WC1
WC2
50D (50)
WA2
52DB (52D)
83
30Q
33P
70Q
22P
WA1
33Q
70P
WA3
20P
21P
46D
30P
WB4
42DB
(42D)
WB1
WB3
44D
40D
(40)
WB2
81
87
87
41A (41)
41B (41)
40A (40)
40B (40)
X
y


30Qs
60Q
70Q
72Q
33Q
30Q
20Qr
70Qs
70Qr
73Q
74Qa
20Q
90Q
100Q
74Q
71Q
80

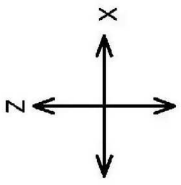
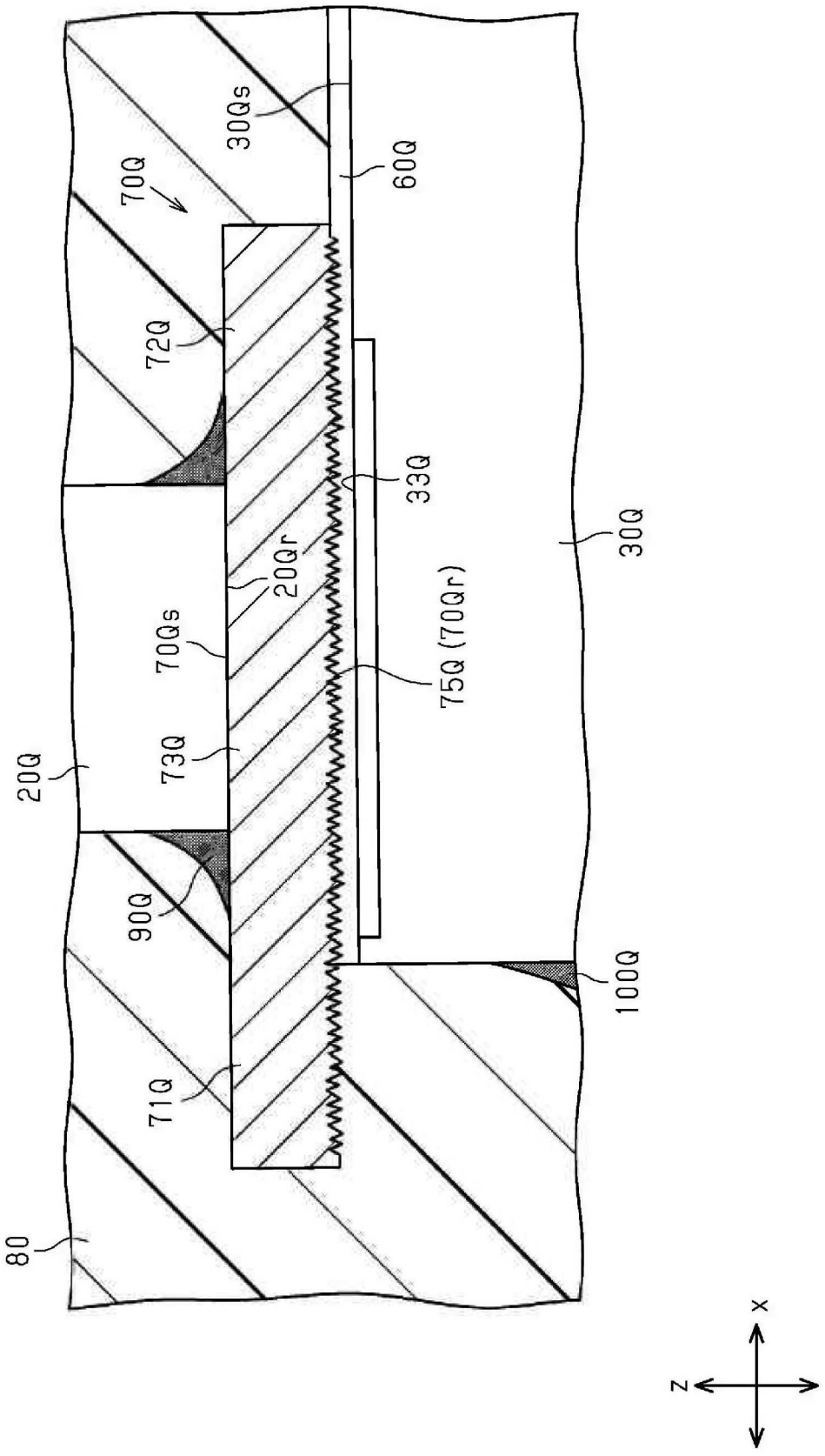
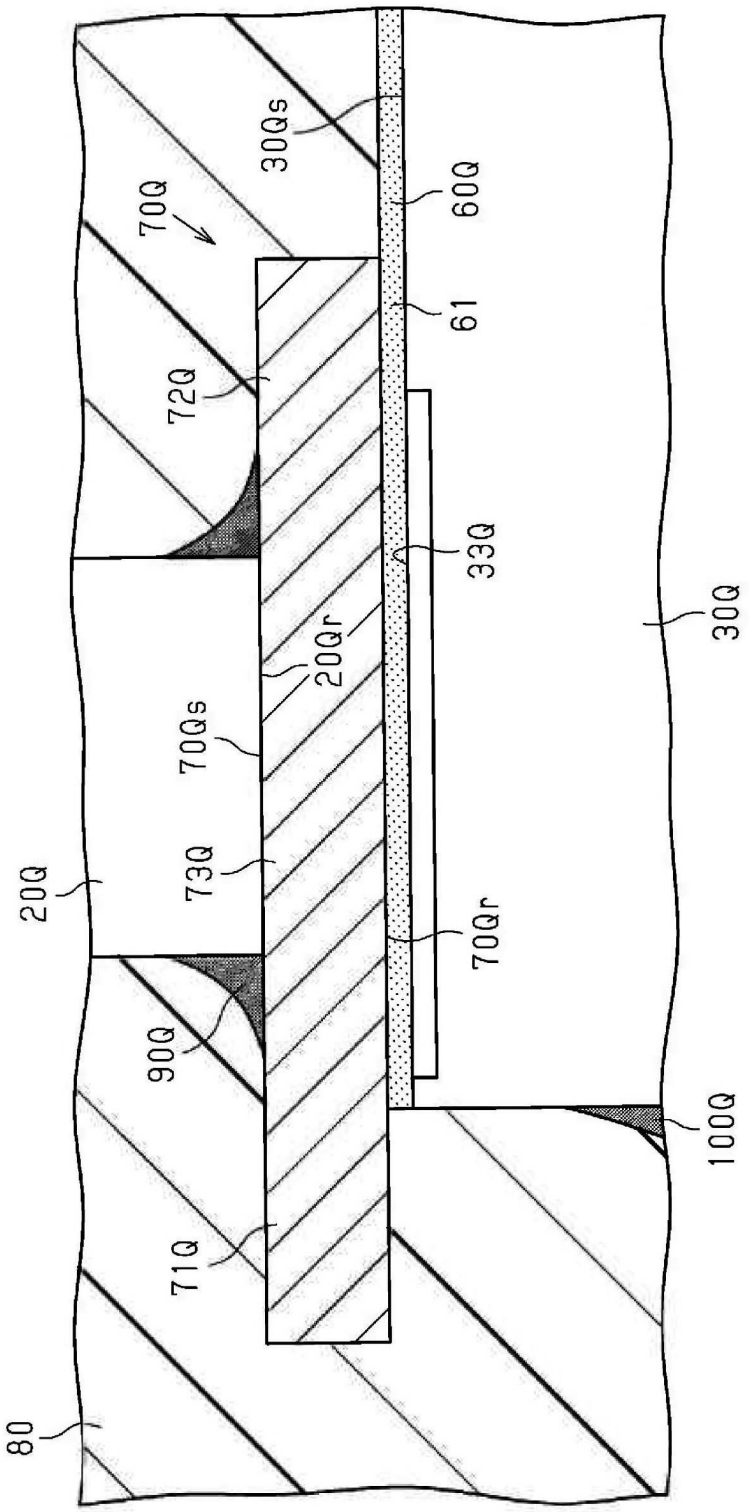

X
Z

Fig.13

Fig.14


30Qs
60Q
70Q
72Q
33Q
30Q
20Qr
70Qs
75Q (70Qr)
73Q
20Q
90Q
100Q
71Q
80
X
Z


30Qs
70Q
60Q
61
72Q
33Q
30Q
20Qr
70Qs
73Q
20Q
70Qr
90Q
100Q
71Q
80

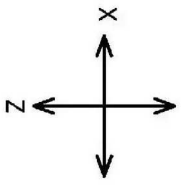
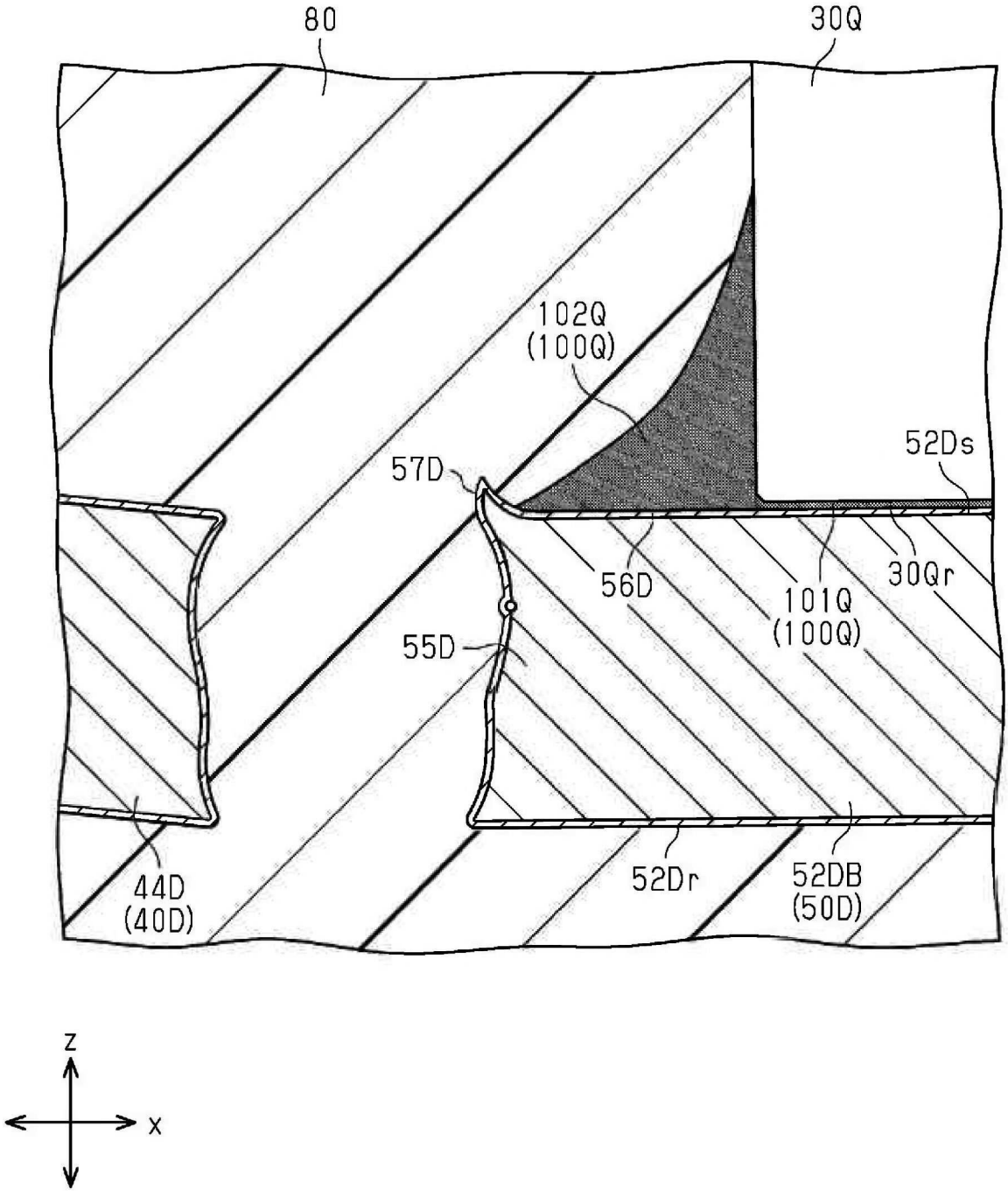

X
Z

Fig.15

Fig.16


80
30Q
102Q
(100Q)
52Ds
57D
56D
30Qr
101Q
(100Q)
55D
44D
(40D)
52Dr
52DB
(50D)
Z
X

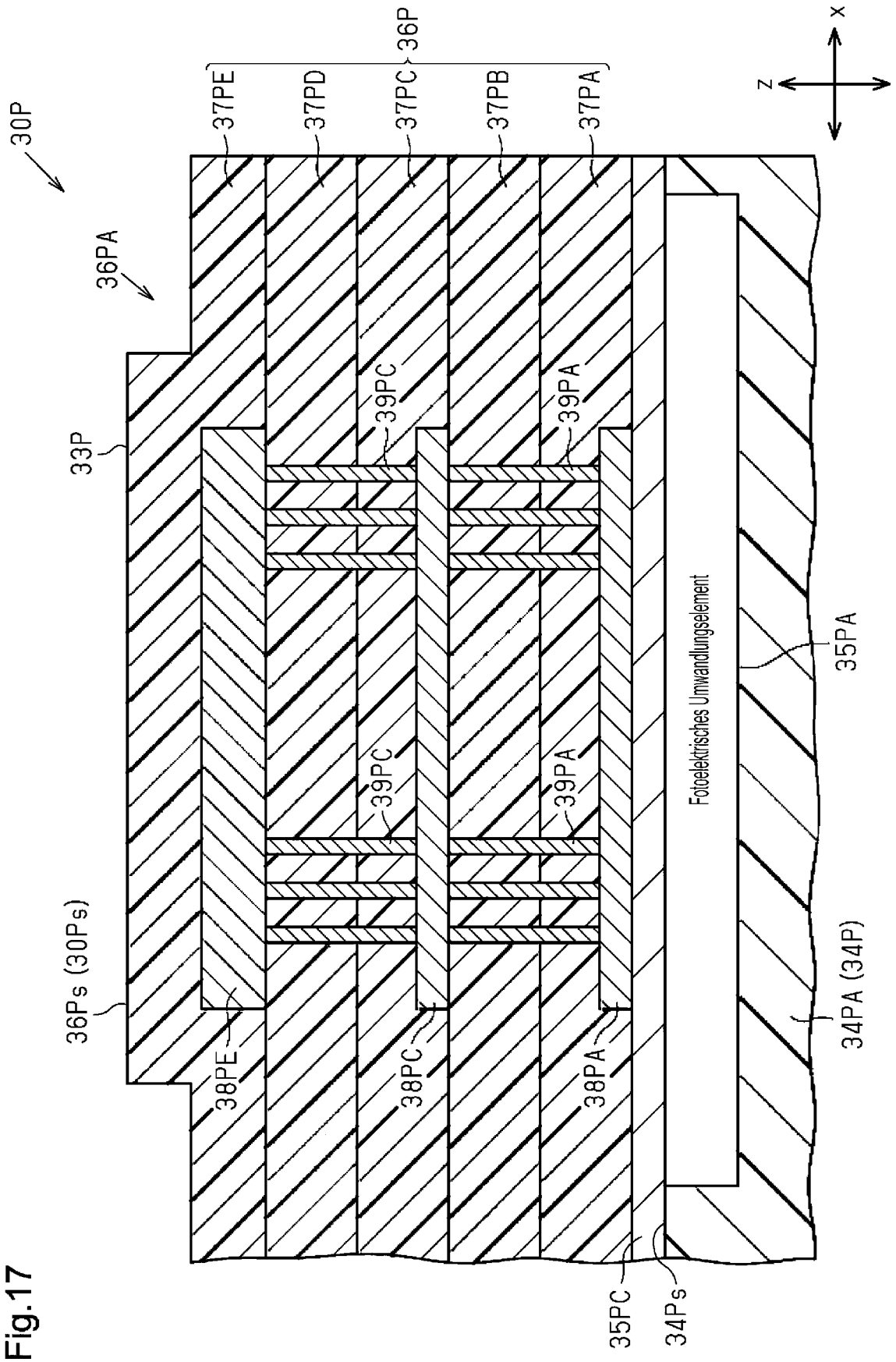

30P
36PA
33P
36Ps (30Ps)
37PE
37PD
37PC
37PB
37PA
36P
39PC
39PA
38PE
38PC
38PA
Fotoelektrisches Umwandlungselement
35PA
34PA (34P)
35PC
34Ps
z
x

Fig.17

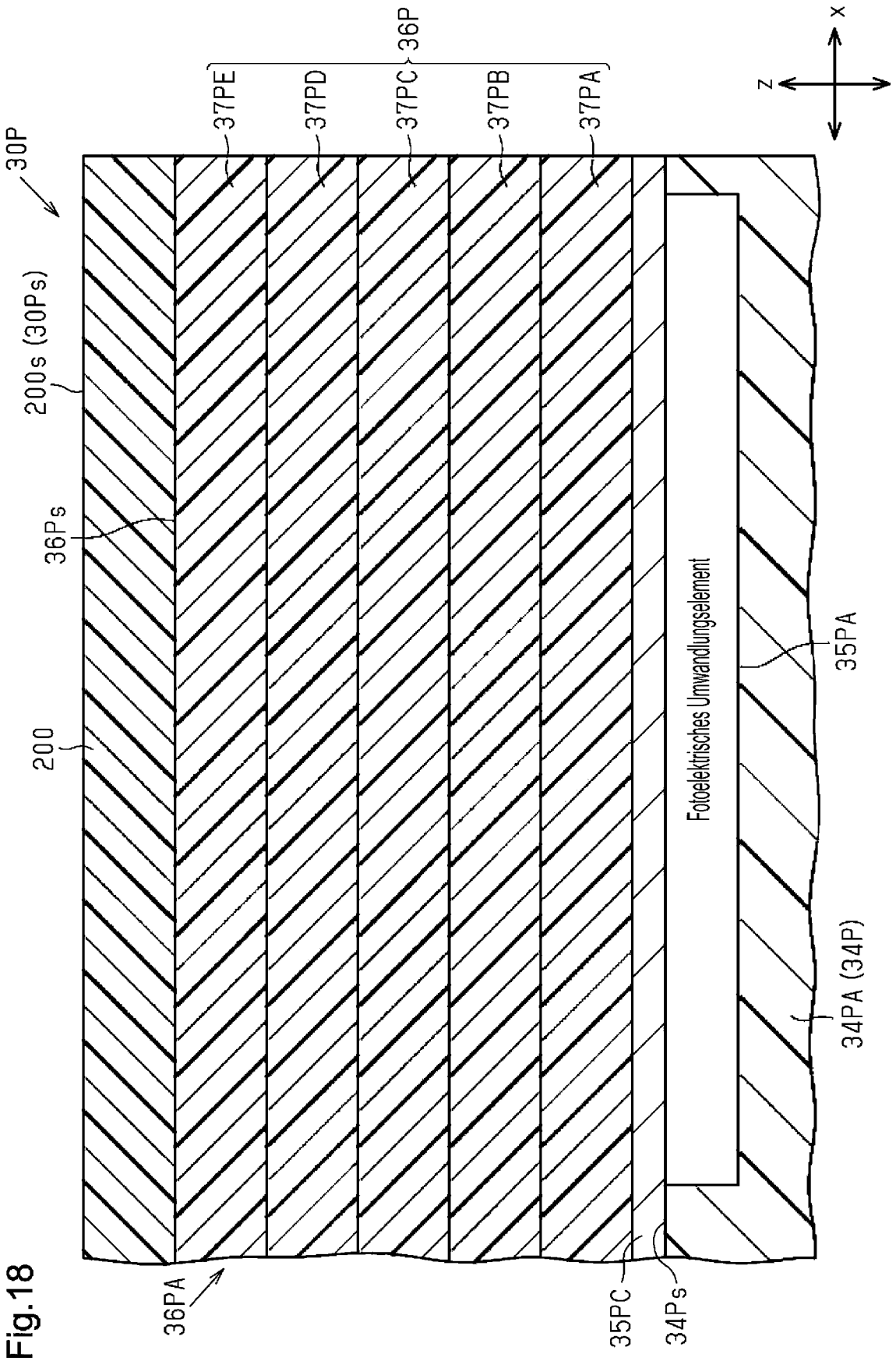

30P
200s (30Ps)
36Ps
200
36PA
37PE
37PD
37PC
37PB
37PA
36P
35PC
34Ps
Fotoelektrisches Umwandlungselement
35PA
34PA (34P)
z
x

Fig.18

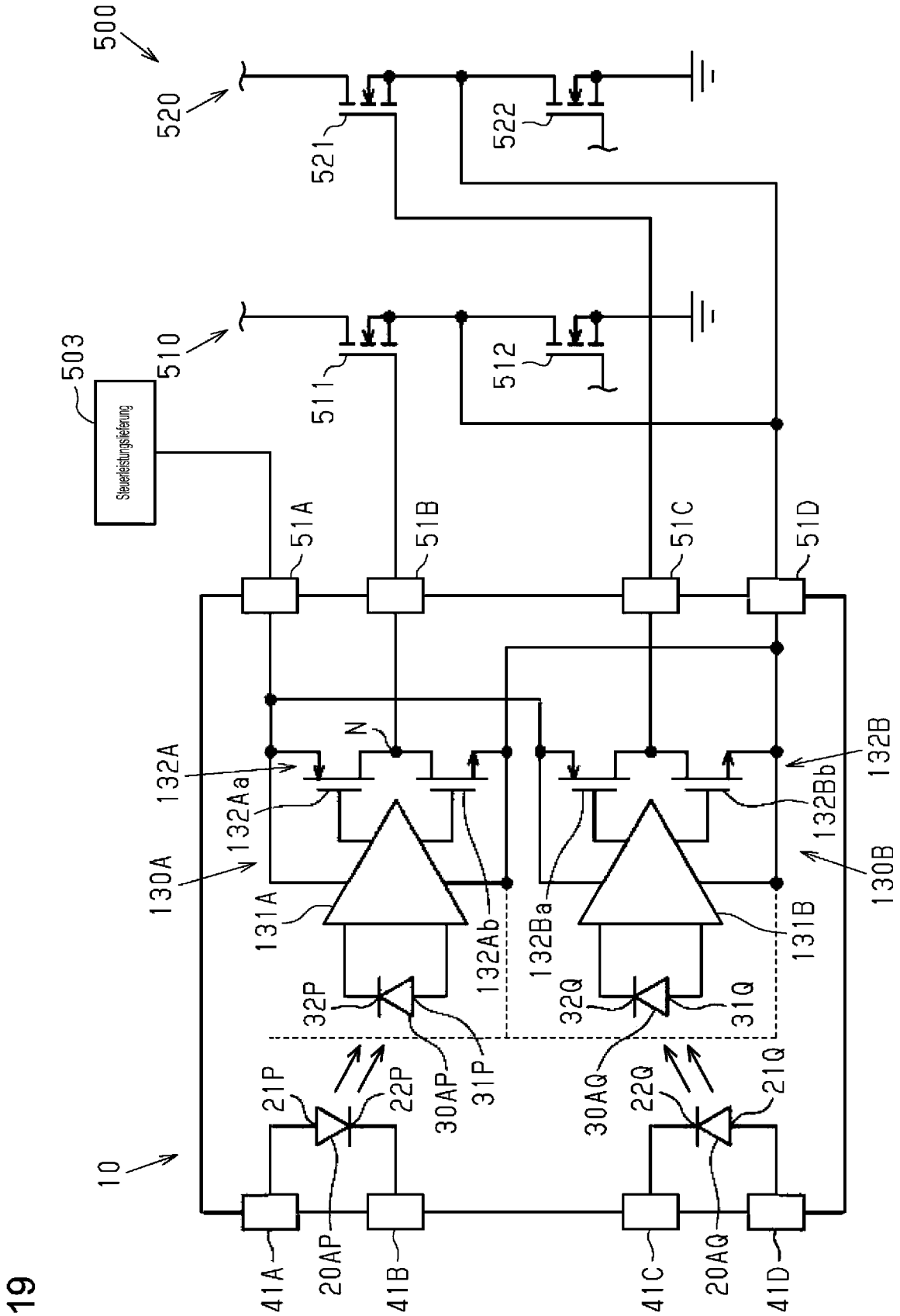

500
520
521
522
503
510
511
512
Steuerleistungslieferung
51A
51B
51C
51D
132A
132Aa
N
132B
132Bb
130A
130B
131A
131B
132Ab
132Ba
32P
32Q
31Q
31P
30AP
30AQ
21P
22P
22Q
21Q
10
41A
20AP
41B
41C
20AQ
41D

Fig.19

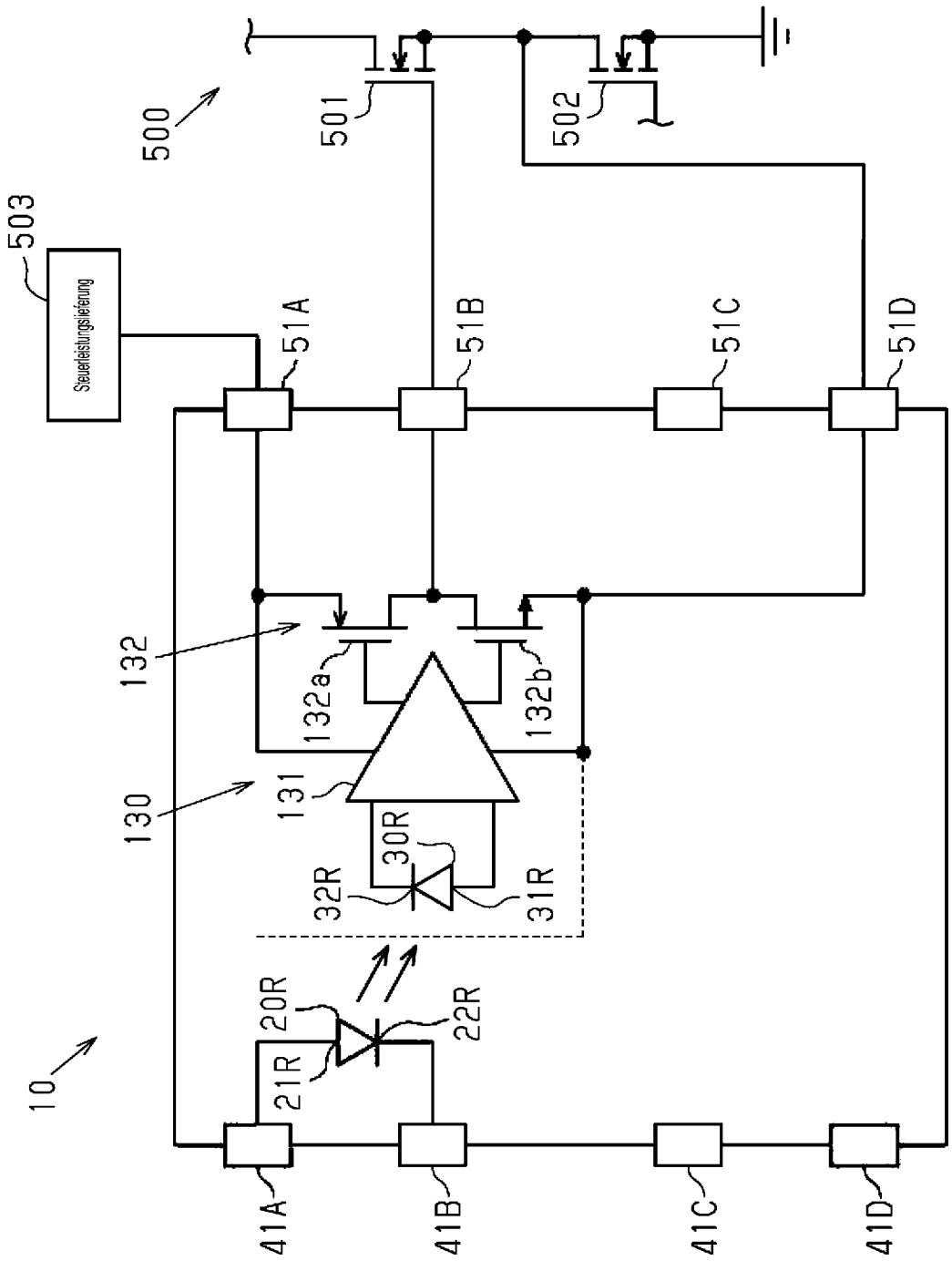


Fig.20

 Das Dokument wurde durch die Firma Luminess hergestellt.