



(10) **DE 11 2022 005 653 T5** 2024.09.19

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2023/095893**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2022 005 653.3**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2022/043620**
(86) PCT-Anmeldetag: **25.11.2022**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **01.06.2023**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **19.09.2024**

(51) Int Cl.: **H01L 27/146** (2006.01)
H04N 25/70 (2023.01)

(30) Unionspriorität:
2021-191629 **26.11.2021** **JP**

(71) Anmelder:
Sony Semiconductor Solutions Corporation,
Atsugi-shi, Kanagawa, JP

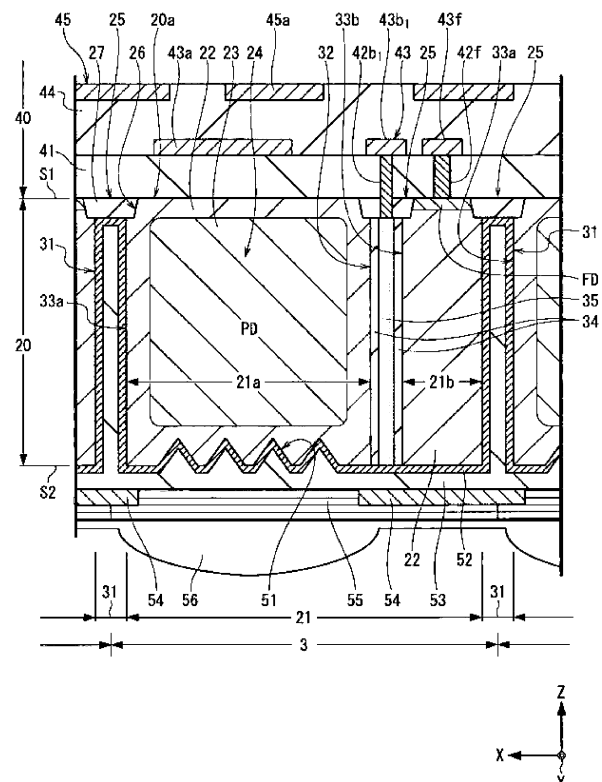
(74) Vertreter:
MFG Patentanwälte Meyer-Wildhagen Meggle-
Freund Gerhard PartG mbB, 80799 München, DE

(72) Erfinder:
Mizuta, Kyohei, Atsugi-shi, Kanagawa, JP; Ebiko,
Yoshiki, Atsugi-shi, Kanagawa, JP; Miyoshi,
Yasufumi, Atsugi-shi, Kanagawa, JP; Takeo, Kenji,
Atsugi-shi, Kanagawa, JP; Kaneguchi, Tokihisa,
Atsugi-shi, Kanagawa, JP; Miki, Hokuto, Atsugi-
shi, Kanagawa, JP; Shirasu, Yoshiki, Atsugi-shi,
Kanagawa, JP; Shioyama, Tadamasa, Atsugi-shi,
Kanagawa, JP; Hayashi, Toshihiko, Atsugi-shi,
Kanagawa, JP; Sato, Naoyuki, Atsugi-shi,
Kanagawa, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **FOTODETEKTIONSVORRICHTUNG UND ELEKTRONISCHE VORRICHTUNG**

(57) Zusammenfassung: Gemäß der vorliegenden Erfindung werden Pixelcharakteristiken verbessert. Diese Fotodetektionsvorrichtung umfasst Folgendes: eine erste Halbleiterschicht; und ein erstes und zweites Separationsgebiet, die für die Halbleiterschicht bereitgestellt sind. Das erste Separationsgebiet beinhaltet einen Isolationsfilm, der einen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht aufweist und der einen ersten ausgehöhlten Teil füllt, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt. Das zweite Separationsgebiet beinhaltet einen leitfähigen Film, der einen zweiten ausgehöhlten Teil füllt, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt.



Beschreibung

[Technisches Gebiet]

[0001] Die vorliegende Technologie (eine Technologie bezüglich der vorliegenden Offenbarung) betrifft eine Lichtdetektionsvorrichtung und eine elektronische Vorrichtung und insbesondere eine effektive Technologie, die auf eine Lichtdetektionsvorrichtung mit einem fotoelektrischen Umwandlungsbereich, der durch einen Separationsbereich unterteilt wird, der sich in einer Dickenrichtung einer Halbleiterschicht erstreckt, und eine elektronische Vorrichtung einschließlich der Lichtdetektionsvorrichtung angewandt wird.

[Hintergrund]

[0002] In Lichtdetektionsvorrichtungen, wie etwa einer Festkörperbildgebungsvorrichtung, einer Entfernungsmessungsvorrichtung und dergleichen, wird eine Halbleiterschicht durch einen Separationsbereich unterteilt. In PTL 1 ist als ein Separationsbereich, der einen fotoelektrischen Umwandlungsbereich einer Halbleiterschicht unterteilt, ein Separationsbereich eines eingebetteten Typs, in dem ein gegrabener Teil einer Halbleiterschicht mit leitfähigem Polysilicium mit einem Isolationsfilm dazwischen gefüllt wird, offenbart.

[Zitatliste]

[Patentliteratur]

[0003] [PTL 1] JP 2019-214874A

[Kurzdarstellung]

[Technisches Problem]

[0004] Jedoch neigt in einer Lichtdetektionsvorrichtung eine Breite eines Separationsbereichs dazu, auch gemäß einer Miniaturisierung eines fotoelektrischen Umwandlungsbereichs miniaturisiert zu werden. Obwohl es einen geringen Einfluss gibt, falls Licht einer Wellenlänge eines sichtbaren Bereichs (sichtbares Licht) verarbeitet wird, wird, falls Licht einer Wellenlänge eines Nahinfrarotbereichs (Nahinfrarotlicht) verarbeitet wird, die Breite des Separationsbereichs zu dünn (zu klein), Licht, das auf einen fotoelektrischen Umwandlungsbereich einfällt, nicht vollständig in dem Separationsbereich reflektiert und wird zu dem nahen fotoelektrischen Umwandlungsbereich transmittiert, und wird eine Quanteneffizienz (QE) als eine Pixelcharakteristik vermindert (verschlechtert sich). Außerdem wird in dem Separationsbereich, der mit Polysilicium gefüllt ist, dessen Lichtabsorptionsrate hoch ist, Licht durch das Polysilicium absorbiert und wird die Quanteneffizienz QE vermindert.

[0005] Andererseits weist Silicium (Si) einen niedrigen Lichtabsorptionskoeffizienten für Nahinfrarotlicht auf und weist daher eine niedrige Quanteneffizienz auf. Dementsprechend wurde in einem Fall, in dem Nahinfrarotlicht verarbeitet wird, zum Verbessern der Quanteneffizienz QE überprüft, die Dicke der Halbleiterschicht zu verdicken oder einen optischen Pfad des Inneren der Halbleiterschicht zu verlängern, indem ein Beugung/Streuung-Abschnitt auf einer Lichteinfallseite der Halbleiterschicht angeordnet wird. Falls jedoch die Halbleiterschicht so gebildet wird, dass sie dick ist, besteht ein Problem bei dem Transfer einer elektrischen Signalladung von einer fotoelektrischen Umwandlungseinheit zu einem Elektrische-Ladung-Halteabschnitt in einer fotoelektrischen Umwandlungszelle. Der Transfer dieser elektrischen Signalladung beeinflusst Pixelcharakteristiken.

[0006] Ein Ziel der vorliegenden Technologie ist das Bereitstellen einer Technologie, die zum Verbessern von Pixelcharakteristiken in der Lage ist.

[Lösung des Problems]

(1) Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Technologie wird eine Lichtdetektionsvorrichtung bereitgestellt, die Folgendes beinhaltet: eine Halbleiterschicht; und einen ersten und zweiten Separationsbereich, die in der Halbleiterschicht angeordnet sind, wobei der erste Separationsbereich ein Isolationsmaterial beinhaltet, das einen ersten gegrabenen Teil füllt, der sich in einer Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist, und der zweite Separationsbereich ein leitfähiges Material beinhaltet, das einen zweiten gegrabenen Teil füllt, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt.

(2) Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Technologie wird eine Lichtdetektionsvorrichtung bereitgestellt, die Folgendes beinhaltet: eine Halbleiterschicht, die eine erste Fläche und eine zweite Fläche aufweist, die auf gegenüberliegenden Seiten in einer Dickenrichtung positioniert sind; einen ersten Separationsbereich, der ein Isolationsmaterial beinhaltet, das in einem ersten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist; einen fotoelektrischen Umwandlungsbereich, der durch den ersten Separationsbereich unterteilt ist; einen zweiten Separationsbereich, der ein leitfähiges Material beinhaltet, das in einem zweiten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und den fotoelektrischen Umwandlungsbereich in einen

ersten Bereich und einen zweiten Bereich in einer Richtung separiert; eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die in dem ersten Bereich angeordnet ist; einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt, der auf der Seite der ersten Fläche der Halbleiterschicht in dem zweiten Bereich angeordnet ist; und einen Lichtblockierungskörper, der auf der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist und in einer Draufsicht mit dem zweiten Bereich überlappt.

(3) Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Technologie wird eine Lichtdetektionsvorrichtung bereitgestellt, die Folgendes beinhaltet: eine Halbleiterschicht, die eine erste Fläche und eine zweite Fläche aufweist, die auf gegenüberliegenden Seiten in einer Dickenrichtung positioniert sind; einen ersten Separationsbereich, der ein Isolationsmaterial beinhaltet, das in einem ersten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist; einen fotoelektrischen Umwandlungsbereich, der durch den ersten Separationsbereich unterteilt ist; einen zweiten Separationsbereich, der ein leitfähiges Material beinhaltet, das in einem zweiten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und den fotoelektrischen Umwandlungsbereich in einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich in einer Richtung separiert; eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die in dem ersten Bereich angeordnet ist; einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt, der auf der Seite der ersten Fläche der Halbleiterschicht in dem zweiten Bereich angeordnet ist; einen Lichtblockierungskörper, der auf der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist und so angeordnet ist, dass er in der Draufsicht mit dem zweiten Bereich überlappt; und einen Lichtreflexionskörper, der so angeordnet ist, dass er in der Draufsicht mit dem zweiten Separationsbereich auf der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht überlappt, und dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist.

(4) Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Technologie wird eine Lichtdetektionsvorrichtung bereitgestellt, die Folgendes beinhaltet: eine Halbleiterschicht, die eine erste Fläche und eine zweite Fläche aufweist, die auf gegenüberliegenden Seiten in einer Dickenrichtung positioniert sind; einen ersten Separationsbereich, der ein Isolationsmaterial beinhaltet, das in einem ersten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist; einen ersten und zweiten fotoelektri-

schen Umwandlungsbereich, die durch den ersten Separationsbereich so unterteilt sind, dass sie in einer Richtung ausgerichtet sind; einen zweiten Separationsbereich, der ein leitfähiges Material beinhaltet, das in einem zweiten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und sowohl den ersten als auch zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich in einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich in der einen Richtung separiert; eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die in dem ersten Bereich sowohl des ersten als auch zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs angeordnet ist; und einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt, der in dem zweiten Bereich sowohl des ersten als auch zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs angeordnet ist, wobei die zweiten Bereiche des ersten und zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs so ausgerichtet sind, dass sie in der einen Richtung durch den dritten Separationsbereich in der Draufsicht aneinander angrenzen.

(5) Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Technologie wird eine Lichtdetektionsvorrichtung bereitgestellt, die Folgendes beinhaltet: eine Halbleiterschicht, die eine erste Fläche und eine zweite Fläche aufweist, die auf gegenüberliegenden Seiten in einer Dickenrichtung positioniert sind; einen ersten Separationsbereich, der ein Isolationsmaterial beinhaltet, das in einem ersten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist; einen fotoelektrischen Umwandlungsbereich, der durch den ersten Separationsbereich unterteilt ist; einen zweiten Separationsbereich, der ein leitfähiges Material beinhaltet, das in einem zweiten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht durch einen Isolator erstreckt, dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist, und den fotoelektrischen Umwandlungsbereich in einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich in einer Richtung separiert; eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die in dem ersten Bereich angeordnet ist; und einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt, der in dem zweiten Bereich angeordnet ist, wobei in dem zweiten Separationsbereich eine Filmdicke des Isolators auf der Seite des ersten Bereichs des leitfähigen Materials größer als eine Filmdicke des Isolators auf der Seite des zweiten Bereichs des leitfähigen Materials ist.

(6) Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Technologie wird eine Lichtdetektionsvorrichtung bereitgestellt, die Folgendes bein-

haltet: eine Halbleiterschicht, die eine erste Fläche und eine zweite Fläche aufweist, die auf gegenüberliegenden Seiten positioniert sind; einen fotoelektrischen Umwandlungsbereich, der in der Halbleiterschicht angeordnet ist, wobei er durch einen ersten Separationsbereich unterteilt ist; einen zweiten Separationsbereich, der jeden fotoelektrischen Umwandlungsbereich des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs in einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich unterteilt, die in einer Richtung ausgerichtet sind; eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die in dem ersten Bereich angeordnet ist und eine fotoelektrische Umwandlung von Licht durchführt, das von der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht einfällt; und einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt, der in dem zweiten Bereich angeordnet ist und die elektrische Signalladung hält, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird, wobei der erste Separationsbereich ein Isolationsmaterial beinhaltet, das in einem ersten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist, der zweite Separationsbereich ein leitfähiges Material beinhaltet, das in einem zweiten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht durch einen Separationsisolationsfilm erstreckt, dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist, und die Breite des zweiten Bereichs in der einen Richtung so eingestellt wird, dass von Einfallslight, das in dem ersten Bereich von der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht einfällt, eine Phasendifferenz zwischen Reflexionslicht, das an einem Seitenflächenteil des zweiten Separationsbereichs reflektiert wird, und Rückkehrlicht, das gemäß dem Einfallslight erlangt wird, das durch den zweiten Separationsbereich und den zweiten Bereich transmittiert wird, an dem ersten Separationsbereich reflektiert wird und zu dem ersten Bereich zurückkehrt, ein ganzzahliges Vielfaches des Einfallslights wird.

(7) Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Technologie wird eine Lichtdetektionsvorrichtung bereitgestellt, die Folgendes beinhaltet: eine Halbleiterschicht, die eine erste Fläche und eine zweite Fläche aufweist, die auf gegenüberliegenden Seiten positioniert sind; mehrere fotoelektrische Umwandlungsbereiche, die in der Halbleiterschicht angeordnet sind, wobei sie durch einen ersten Separationsbereich unterteilt sind; einen zweiten Separationsbereich, der jeden der mehreren fotoelektrischen Umwandlungsbereiche in einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich unterteilt, die in einer Richtung ausgerichtet sind; eine

fotoelektrische Umwandlungseinheit, die in dem ersten Bereich angeordnet ist und eine fotoelektrische Umwandlung von Licht durchführt, das von der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht einfällt; und einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt, der in dem zweiten Bereich angeordnet ist und die elektrische Signalladung hält, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird, wobei der erste Separationsbereich ein Isolationsmaterial beinhaltet, das in einem ersten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist, wobei der zweite Separationsbereich ein leitfähiges Material beinhaltet, das in einem zweiten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht durch einen Separationsisolationsfilm erstreckt, dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist, und wobei die mehreren fotoelektrischen Umwandlungsbereiche zwei oder mehr Arten von fotoelektrischen Umwandlungsbereichen beinhalten, von denen sich Breiten der zweiten Bereiche in der einen Richtung voneinander unterscheiden.

(8) Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Technologie wird eine Lichtdetektionsvorrichtung bereitgestellt, die Folgendes beinhaltet: eine Halbleiterschicht, die eine erste Fläche und eine zweite Fläche aufweist, die auf gegenüberliegenden Seiten in einer Dickenrichtung positioniert sind; einen ersten Separationsbereich, der ein Isolationsmaterial beinhaltet, das in einem ersten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist; einen fotoelektrischen Umwandlungsbereich, der durch den ersten Separationsbereich unterteilt ist; einen zweiten Separationsbereich, der ein leitfähiges Material beinhaltet, das in einem zweiten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und den fotoelektrischen Umwandlungsbereich in einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich in einer Richtung separiert; eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die in dem ersten Bereich angeordnet ist und Licht, das von der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht einfällt, fotoelektrisch in eine elektrische Signalladung umwandelt; einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt, der in dem zweiten Bereich angeordnet ist und die elektrische Signalladung hält, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird; und ein Dielektrikum, in dem ein Isolationsfilm in einem dritten gegrabenen Teil angeordnet

ist, der sich in einer Tiefenrichtung der Halbleiterschicht durch einen Festladungsfilm erstreckt.

(9) Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Technologie wird eine Lichtdetektionsvorrichtung bereitgestellt, die Folgendes beinhaltet: eine Halbleiterschicht, die eine erste Fläche und eine zweite Fläche aufweist, die auf gegenüberliegenden Seiten in einer Dickenrichtung positioniert sind; einen ersten Separationsbereich, der ein Isolationsmaterial beinhaltet, das in einem ersten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist; einen fotoelektrischen Umwandlungsbereich, der durch den ersten Separationsbereich unterteilt ist; einen zweiten Separationsbereich, der ein leitfähiges Material beinhaltet, das in einem zweiten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und den fotoelektrischen Umwandlungsbereich in einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich in einer Richtung separiert; eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die in dem ersten Bereich angeordnet ist und eine fotoelektrische Umwandlung von Licht durchführt, das von der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht einfällt; einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt, der in dem zweiten Bereich angeordnet ist und die elektrische Signalladung hält, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird; und einen Mehrschichtkörper, der auf der Seite der ersten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist, wobei der Mehrschichtkörper einen Lichtreflexionskörper beinhaltet, der so angeordnet ist, dass er mit dem ersten Bereich überlappt.

(10) Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Technologie wird eine Lichtdetektionsvorrichtung bereitgestellt, die Folgendes beinhaltet: eine Halbleiterschicht, die eine erste Fläche und eine zweite Fläche aufweist, die auf gegenüberliegenden Seiten in einer Dickenrichtung positioniert sind; einen ersten Separationsbereich, der ein Isolationsmaterial beinhaltet, das in einem ersten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist; einen fotoelektrischen Umwandlungsbereich, der durch den ersten Separationsbereich unterteilt ist; einen zweiten Separationsbereich, der ein leitfähiges Material beinhaltet, das in einem zweiten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und den

fotoelektrischen Umwandlungsbereich in einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich in einer Richtung separiert; eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die in dem ersten Bereich angeordnet ist und eine fotoelektrische Umwandlung von Licht durchführt, das von der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht einfällt; einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt, der in dem zweiten Bereich angeordnet ist und die elektrische Signalladung hält, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird; und einen Mehrschichtkörper, der auf der Seite der ersten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist, wobei der Mehrschichtkörper einen Lichtabsorptionskörper beinhaltet, der so angeordnet ist, dass er mit dem ersten Bereich überlappt, und dessen Lichtabsorptionsrate höher als jene der Halbleiterschicht ist.

(11) Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Technologie wird eine elektronische Vorrichtung bereitgestellt, die Folgendes beinhaltet: eine Lichtdetektionsvorrichtung; eine optische Linse, die Bildlicht von einem Subjekt auf einer Bildgebungsoberfläche der Lichtdetektionsvorrichtung bildet; und einen Signalverarbeitungsschaltkreis, der eine Signalverarbeitung an einem Signal durchführt, das von der Lichtdetektionsvorrichtung ausgegeben wird.

[Kurze Beschreibung der Zeichnungen]

[Fig. 1] Fig. 1 ist ein Ebenenlayoutdiagramm, das ein Konfigurationsbeispiel einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[Fig. 2] Fig. 2 ist ein Blockdiagramm, das ein Konfigurationsbeispiel der Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

[Fig. 3] Fig. 3 ist ein äquivalentes Schaltbild, das ein Konfigurationsbeispiel eines Pixels der Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

[Fig. 4] Fig. 4 ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster eines Separationsbereichs in einem Pixelarrayteil der Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[Fig. 5] Fig. 5 ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Longitudinalquerschnittsstruktur entlang einer in Fig. 4 veranschaulichten Linie a4-a4 schematisch veranschaulicht.

[Fig. 6] **Fig. 6** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, in der ein Teil von **Fig. 5** vergrößert ist.

[Fig. 7A] **Fig. 7A** ist ein äquivalentes Schaltbild, das ein Konfigurationsbeispiel eines Pixels, das in einem Pixelarrayteil einer Festkörperbildgebungsvorrichtung enthalten ist, gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

[Fig. 7B] **Fig. 7B** ist ein äquivalentes Schaltbild, das ein Konfigurationsbeispiel eines Pixels, das in dem Pixelarrayteil der Festkörperbildgebungsvorrichtung enthalten ist, gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

[Fig. 8] **Fig. 8** ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster eines Separationsbereichs des Pixelarrayteils der Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

[Fig. 9] **Fig. 9** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Longitudinalquerschnittsstruktur entlang einer in **Fig. 8** veranschaulichten Linie a8-a8 schematisch veranschaulicht.

[Fig. 10] **Fig. 10** ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster eines Separationsbereichs in einem Pixelarrayteil einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[Fig. 11] **Fig. 11** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Longitudinalquerschnittsstruktur entlang einer in **Fig. 9** veranschaulichten Linie a10-a10 schematisch veranschaulicht.

[Fig. 12] **Fig. 12** ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster eines Separationsbereichs in einem Pixelarrayteil einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[Fig. 13] **Fig. 13** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Longitudinalquerschnittsstruktur entlang einer in **Fig. 12** veranschaulichten Linie a12-a12 schematisch veranschaulicht.

[Fig. 14] **Fig. 14** ist ein äquivalentes Schaltbild, das ein Konfigurationsbeispiel eines Pixels einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

[Fig. 15] **Fig. 15** ist ein äquivalentes Schaltbild, das ein Konfigurationsbeispiel eines Pixels einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

[Fig. 16] **Fig. 16** ist ein äquivalentes Schaltbild, das ein Konfigurationsbeispiel eines Pixels einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer siebten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

[Fig. 17] **Fig. 17** ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster eines Lichtblockierungskörpers eines Pixelarrayteils einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer achten Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[Fig. 18] **Fig. 18** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Longitudinalquerschnittsstruktur entlang einer in **Fig. 17** veranschaulichten Linie a17-a17 schematisch veranschaulicht.

[Fig. 19] **Fig. 19** ist eine Draufsicht, in der ein Teil von **Fig. 18** vergrößert ist.

[Fig. 20] **Fig. 20** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Longitudinalquerschnittsstruktur entlang einer in **Fig. 19** veranschaulichten Linie a19-a19 schematisch veranschaulicht.

[Fig. 21A] **Fig. 21A** ist ein Diagramm, das Abmessungen eines zweiten Lichtblockierungsteils des Lichtblockierungskörpers veranschaulicht.

[Fig. 21B] **Fig. 21B** ist ein Diagramm, das einen Lichtreflexionszustand bei dem zweiten Lichtblockierungsteil des Lichtblockierungskörpers schematisch veranschaulicht.

[Fig. 22A] **Fig. 22A** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die den Prozess eines Verfahrens zum Herstellen einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer achten Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[Fig. 22B] **Fig. 22B** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 22A** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 22C] **Fig. 22C** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 22B** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 22D] **Fig. 22D** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 22C** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 22E] **Fig. 22E** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 22D** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 22F] **Fig. 22F** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 22E** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 22G] **Fig. 22G** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 22F** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 22H] **Fig. 22H** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 22G** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 22I] **Fig. 22I** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 22H** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 23] **Fig. 23** ist eine Draufsicht, die modifiziertes Beispiel 8-1 der achten Ausführungsform schematisch veranschaulicht.

[Fig. 24] **Fig. 24** ist eine Draufsicht, die modifiziertes Beispiel 8-2 der achten Ausführungsform schematisch veranschaulicht.

[Fig. 25] **Fig. 25** ist eine Draufsicht, die modifiziertes Beispiel 8-3 der achten Ausführungsform schematisch veranschaulicht.

[Fig. 26] **Fig. 26** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Longitudinalquerschnittsstruktur von modifiziertem Beispiel 8-4 der achten Ausführungsform schematisch veranschaulicht.

[Fig. 27] **Fig. 27** ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster eines Lichtblockierungskörpers eines Pixelarrayteils einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer neunten Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[Fig. 28] **Fig. 28** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Longitudinalquerschnittsstruktur entlang einer in **Fig. 27** veranschaulichten Linie a27-a27 schematisch veranschaulicht.

[Fig. 29A] **Fig. 29A** ist ein Diagramm, das Abmessungen eines zweiten Lichtblockierungsteils des Lichtblockierungskörpers und eines pixelinternen Separationsbereichs veranschaulicht.

[Fig. 29B] **Fig. 29B** ist ein Diagramm, das einen Lichtreflexionszustand des zweiten Lichtblockierungsteils des Lichtblockierungskörpers schematisch veranschaulicht.

[Fig. 30A] **Fig. 30A** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die den Prozess eines Verfahrens zum Herstellen einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer neunten Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[Fig. 30B] **Fig. 30B** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 30A** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 30C] **Fig. 30C** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 30B** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 30D] **Fig. 30D** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 30C** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 30E] **Fig. 30E** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 30D** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 30F] **Fig. 30F** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 30E** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 30G] **Fig. 30G** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 30F** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 30H] **Fig. 30H** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 30G** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 31] **Fig. 31** ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster eines Lichtblockierungskörpers eines Pixelarrayteils einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer zehnten Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[Fig. 32] **Fig. 32** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Longitudinalquerschnittsstruktur entlang einer in **Fig. 31** veranschaulichten Linie a31-a31 schematisch veranschaulicht.

[Fig. 33] **Fig. 33** ist ein Diagramm, das einen Lichtreflexionszustand des zweiten Lichtblockierungsteils des Lichtblockierungskörpers schematisch veranschaulicht.

[Fig. 34A] **Fig. 34A** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die den Prozess eines Verfahrens zum Herstellen einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß der zehnten Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[Fig. 34B] **Fig. 34B** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 34A** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 34C] **Fig. 34C** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 34B** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 34D] **Fig. 34D** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 34C** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 34E] **Fig. 34E** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 34D** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 35] **Fig. 35** ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster eines Lichtblockierungskörpers eines Pixelarrayteils einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer 11. Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[Fig. 36] **Fig. 36** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Longitudinalquerschnittsstruktur

tur entlang einer in **Fig. 35** veranschaulichten Linie a35-a35 schematisch veranschaulicht.

[Fig. 37A] **Fig. 37A** ist ein Diagramm, das Abmessungen eines Lichtreflexionskörpers und eines pixelinternen Separationsbereichs veranschaulicht.

[Fig. 37B] **Fig. 37B** ist ein Diagramm, das einen Lichtreflexionszustand des Lichtreflexionskörpers schematisch veranschaulicht.

[Fig. 37C] **Fig. 37C** ist ein Diagramm, das eine Korrelation zwischen einer Länge des Lichtreflexionskörpers in einer Z-Richtung und einem Transmissionsgrad veranschaulicht.

[Fig. 38A] **Fig. 38A** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die den Prozess eines Verfahrens zum Herstellen einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer 11. Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[Fig. 38B] **Fig. 38B** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 38A** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 38C] **Fig. 38C** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 38B** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 38D] **Fig. 38D** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 38C** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 38E] **Fig. 38E** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 38D** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 38F] **Fig. 38F** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 38E** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 39] **Fig. 39** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die modifiziertes Beispiel 11-1 der 11. Ausführungsform schematisch veranschaulicht.

[Fig. 40] **Fig. 40** ist eine Draufsicht, die modifiziertes Beispiel 11-2 der 11. Ausführungsform schematisch veranschaulicht.

[Fig. 41] **Fig. 41** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Longitudinalquerschnittstruktur entlang einer in **Fig. 40** veranschaulichten Linie a40-a40 schematisch veranschaulicht.

[Fig. 42] **Fig. 42** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die modifiziertes Beispiel 11-3 der 11. Ausführungsform schematisch veranschaulicht.

[Fig. 43] **Fig. 43** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die modifiziertes Beispiel 11-4 der 11. Ausführungsform schematisch veranschaulicht.

[Fig. 44] **Fig. 44** ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster eines Separationsbereichs in einem Pixelarrayteil einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer 12. Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[Fig. 45] **Fig. 45** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Longitudinalquerschnittstruktur entlang einer in **Fig. 44** veranschaulichten Linie a44-a44 schematisch veranschaulicht.

[Fig. 46A] **Fig. 46A** ist eine Draufsicht, in der ein Teil von **Fig. 18** vergrößert ist.

[Fig. 46B] **Fig. 46B** ist eine Draufsicht, in der ein Teil von **Fig. 18** vergrößert ist.

[Fig. 47A] **Fig. 47A** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die den Prozess eines Verfahrens zum Herstellen einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer 12. Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[Fig. 47B] **Fig. 47B** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 47A** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 47C] **Fig. 47C** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 47B** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 47D] **Fig. 47D** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 47C** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 47E] **Fig. 47E** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 47D** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 47F] **Fig. 47F** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 47E** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 47G] **Fig. 47G** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 47F** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 47H] **Fig. 47H** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 47G** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 48] **Fig. 48** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen optischen Penetrationspfad von schrägem Licht bei Vergleichsbeispiel 12-1 schematisch veranschaulicht.

[Fig. 49] **Fig. 49** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen optischen Penetrationspfad von schrägem Licht bei einer 12. Ausführungsform schematisch veranschaulicht.

[Fig. 50] **Fig. 50** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Fall veranschaulicht, in dem ein erster gegrabener Teil und ein dritter

gegrabener Teil in demselben Prozess bei Vergleichsbeispiel 12-2 gebildet werden.

[Fig. 51] **Fig. 51** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Longitudinalquerschnittsstruktur von modifiziertem Beispiel 12-1 der 12. Ausführungsform schematisch veranschaulicht.

[Fig. 52] **Fig. 52** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Longitudinalquerschnittsstruktur von modifiziertem Beispiel 12-2 der 12. Ausführungsform schematisch veranschaulicht.

[Fig. 53] **Fig. 53** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Longitudinalquerschnittsstruktur von modifiziertem Beispiel 12-3 der 12. Ausführungsform schematisch veranschaulicht.

[Fig. 54] **Fig. 54** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Longitudinalquerschnittsstruktur von modifiziertem Beispiel 12-4 der 12. Ausführungsform schematisch veranschaulicht.

[Fig. 55] **Fig. 55** ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster eines Separationsbereichs in einem Pixelarrayteil einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer 13. Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[Fig. 56] **Fig. 56** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Longitudinalquerschnittsstruktur entlang einer in **Fig. 55** veranschaulichten Linie a55-a55 schematisch veranschaulicht.

[Fig. 57] **Fig. 57** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, in der ein Teil von **Fig. 56** vergrößert ist.

[Fig. 58] **Fig. 58** ist ein Diagramm, das eine Korrelation zwischen einer Filmdicke eines Isolators und einem durchschnittlichen Reflexionsgrad veranschaulicht.

[Fig. 59A] **Fig. 59A** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die den Prozess eines Verfahrens zum Herstellen einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß der 13. Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[Fig. 59B] **Fig. 59B** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 59A** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 59C] **Fig. 59C** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 59B** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 59D] **Fig. 59D** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 59C** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 59E] **Fig. 59E** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 59D** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 59F] **Fig. 59F** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 59E** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 59G] **Fig. 59G** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 59F** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 59H] **Fig. 59H** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 59G** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 59I] **Fig. 59I** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 59H** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 59J] **Fig. 59J** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 59I** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 60] **Fig. 60** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Longitudinalquerschnittsstruktur eines modifizierten Beispiels der 13. Ausführungsform schematisch veranschaulicht.

[Fig. 61] **Fig. 61** ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster eines Separationsbereichs in einem Pixelarrayteil einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer 14. Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[Fig. 62] **Fig. 62** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Longitudinalquerschnittsstruktur entlang einer in **Fig. 61** veranschaulichten Linie a61-a61 schematisch veranschaulicht.

[Fig. 63] **Fig. 63** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, in der ein Teil von **Fig. 62** vergrößert ist und vertikal invertiert ist.

[Fig. 64] **Fig. 64** ist ein Diagramm, das eine Interferenz zwischen Reflexionslicht, das in einem pixelinternen Separationsbereich reflektiert wird, und Rückkehrlicht, das in einem Zwischenpixelseparationsbereich reflektiert wird, schematisch veranschaulicht.

[Fig. 65] **Fig. 65** ist ein Diagramm, das eine Korrelation zwischen einer Breite eines zweiten Bereichs des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs und einem optischen Reflexionsgrad an einer Seitenwand des pixelinternen Separationsbereichs veranschaulicht.

[Fig. 66] **Fig. 66** ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster eines Separationsbereichs in einem Pixelarrayteil einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer 15. Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[Fig. 67] **Fig. 67** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Longitudinalquerschnittsstruktur entlang einer in **Fig. 66** veranschaulichten Linie a66-a66 schematisch veranschaulicht.

[Fig. 68] **Fig. 68** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Longitudinalquerschnittsstruktur entlang einer in **Fig. 66** veranschaulichten Linie b66-b66 schematisch veranschaulicht.

[Fig. 69] **Fig. 69** ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster eines Lichtblockierungsfilms schematisch veranschaulicht.

[Fig. 70] **Fig. 70** ist ein Diagramm, das eine Korrelation zwischen einer Breite eines zweiten Bereichs des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs und einem optischen Reflexionsgrad an einer Seitenwand des pixelinternen Separationsbereichs veranschaulicht.

[Fig. 71] **Fig. 71** ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster eines Separationsbereichs in einem Pixelarrayteil einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer 16. Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[Fig. 72] **Fig. 72** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Longitudinalquerschnittsstruktur entlang einer in **Fig. 71** veranschaulichten Linie a71-a71 schematisch veranschaulicht.

[Fig. 73] **Fig. 73** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Longitudinalquerschnittsstruktur entlang einer in **Fig. 71** veranschaulichten Linie b71-b71 schematisch veranschaulicht.

[Fig. 74A] **Fig. 74A** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die den Prozess eines Verfahrens zum Herstellen einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß der 16. Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[Fig. 74B] **Fig. 74B** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 74A** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 74C] **Fig. 74C** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 74B** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 74D] **Fig. 74D** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 74C** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 74E] **Fig. 74E** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 74D** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 74F] **Fig. 74F** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 74E** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 74G] **Fig. 74G** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 74F** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 75] **Fig. 75** ist eine Draufsicht, die ein modifiziertes Beispiel der 16. Ausführungsform schematisch veranschaulicht.

[Fig. 76] **Fig. 76** ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster eines Separationsbereichs in einem Pixelarrayteil einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer 17. Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[Fig. 77] **Fig. 77** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Longitudinalquerschnittsstruktur entlang einer in **Fig. 76** veranschaulichten Linie a76-a76 schematisch veranschaulicht.

[Fig. 78] **Fig. 78** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Longitudinalquerschnittsstruktur entlang einer in **Fig. 76** veranschaulichten Linie b76-b76 schematisch veranschaulicht.

[Fig. 79] **Fig. 79** ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster eines Separationsbereichs in einem Pixelarrayteil einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer 18. Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[Fig. 80] **Fig. 80** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Longitudinalquerschnittsstruktur entlang einer in **Fig. 79** veranschaulichten Linie a79-a79 schematisch veranschaulicht.

[Fig. 81] **Fig. 81** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Longitudinalquerschnittsstruktur einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer 19. Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[Fig. 82] **Fig. 82** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Longitudinalquerschnittsstruktur einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer 20. Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[Fig. 83A] **Fig. 83A** ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster eines in **Fig. 82** veranschaulichten Lichtreflexionskörpers schematisch veranschaulicht.

[Fig. 83B] **Fig. 83B** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Reflexion von Licht gemäß dem Lichtreflexionskörper schematisch veranschaulicht.

[Fig. 84A] **Fig. 84A** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die den Prozess eines Verfahrens zum Herstellen einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß der 20. Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[Fig. 84B] **Fig. 84B** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 84A** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 84C] **Fig. 84C** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 84B** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 84D] **Fig. 84D** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 84C** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 84E] **Fig. 84E** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 84D** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 84F] **Fig. 84F** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 84E** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 84G] **Fig. 84G** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 84F** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 84H] **Fig. 84H** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 84G** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 84I] **Fig. 84I** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 84H** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 84J] **Fig. 84J** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 84I** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 85] **Fig. 85** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Longitudinalquerschnittsstruktur einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer 21. Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[Fig. 86] **Fig. 86** ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster eines in **Fig. 85** veranschaulichten Lichtabsorptionskörpers schematisch veranschaulicht.

[Fig. 87A] **Fig. 87A** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die den Prozess eines Verfahrens zum Herstellen einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer 21. Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[Fig. 87B] **Fig. 87B** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 87A** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 87C] **Fig. 87C** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 87B** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 87D] **Fig. 87D** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 87C** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 87E] **Fig. 87E** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 87D** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 87F] **Fig. 87F** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 87E** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 87G] **Fig. 87G** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 87F** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 87H] **Fig. 87H** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 87G** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 87I] **Fig. 87I** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 87H** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 88] **Fig. 88** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Longitudinalquerschnittsstruktur einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer 22. Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[Fig. 89] **Fig. 89** ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster eines in **Fig. 88** veranschaulichten Lichtreflexionskörpers schematisch veranschaulicht.

[Fig. 90A] **Fig. 90A** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die den Prozess eines Verfahrens zum Herstellen einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer 22. Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[Fig. 90B] **Fig. 90B** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 90A** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 90C] **Fig. 90C** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 90B** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 90D] **Fig. 90D** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 90C** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 90E] **Fig. 90E** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 90D** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 90F] **Fig. 90F** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 90E** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 90G] **Fig. 90G** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 90F** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 90H] **Fig. 90H** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Prozess anschließend an **Fig. 90G** schematisch veranschaulicht.

[Fig. 91] Fig. 91 ist ein Diagramm, das ein Konfigurationsbeispiel einer elektronischen Vorrichtung gemäß einer 23. Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

[Beschreibung von Ausführungsformen]

[0007] Ausführungsformen der vorliegenden Technologie werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

[0008] In Beschreibungen der Zeichnungen, auf die in der folgenden Beschreibung Bezug genommen wird, werden gleiche oder ähnliche Abschnitte durch gleiche oder ähnliche Bezugszeichen bezeichnet. Jedoch ist anzumerken, dass die Zeichnungen schematisch sind und die Beziehungen zwischen Dicken und Planarabmessungen, Verhältnisse von Dicken jeweiliger Schichten und dergleichen von tatsächlichen abweichen. Daher sollten spezielle Dicken und Abmessungen durch Berücksichtigen der folgenden Beschreibungen bestimmt werden.

[0009] Außerdem beinhalten die Zeichnungen natürlich Teile, bei denen sich gemeinsame Abmessungsbeziehungen und -verhältnisse zwischen den Zeichnungen unterscheiden. Des Weiteren sind die in der vorliegenden Schrift beschriebenen vorteilhaften Effekte lediglich beispielhaft und sollen nicht beschränkend sein, und andere vorteilhafte Effekte können produziert werden.

[0010] Außerdem zeigen die folgenden Ausführungsformen exemplarisch Vorrichtungen und Verfahren zum Ausführen der technischen Ideen der vorliegenden Technologie und die Konfigurationen sind nicht auf jene beschränkt, die nachfolgend beschrieben sind. Das heißt, die technischen Ideen der vorliegenden Technologie können verschiedentlich innerhalb des in den Ansprüchen beschriebenen technischen Schutzzumfangs modifiziert werden.

[0011] Außerdem versteht es sich, dass Definitionen von Richtungen, wie etwa Oben-Unten, in den folgenden Beschreibungen lediglich Definitionen sind, die der Knappheit halber bereitgestellt werden und die technischen Ideen der vorliegenden Technik nicht beschränken sollen. Zum Beispiel ist es offensichtlich, dass, wenn ein Ziel um 90° gedreht und beobachtet wird, die Oberseite und Unterseite zu der linken und rechten Seite umgewandelt werden und, falls das Ziel um 180° gedreht und beobachtet wird, die Oberseite und Unterseite offensichtlich als vertauscht gelesen werden.

[0012] Bei den folgenden Ausführungsformen kann, obwohl ein Fall, in dem als Leitungstypen eines Halbleiters ein erster Leitungstyp ein p-Typ ist und ein zweiter Leitungstyp ein n-Typ ist, als ein Beispiel beschrieben wird, durch Auswählen der Leitungstypen

pen derart, dass sie die entgegengesetzte Beziehung aufweisen, der erste Leitungstyp der n-Typ sein und kann der zweite Leitungstyp der p-Typ sein.

[0013] In der folgenden Ausführungsform werden in den drei Richtungen orthogonal zueinander in einem Raum eine erste Richtung und eine zweite Richtung orthogonal zueinander in derselben Ebene als eine X-Richtung bzw. eine Y-Richtung festgelegt und wird eine dritte Richtung orthogonal zu sowohl der ersten Richtung als auch der zweiten Richtung als eine Z-Richtung definiert. Bei den folgenden Ausführungsformen ist eine Dickenrichtung einer Halbleiterschicht 20, die nachfolgend beschrieben wird, als die Z-Richtung definiert.

[Erste Ausführungsform]

[0014] Bei dieser ersten Ausführungsform wird ein Beispiel beschrieben, bei dem die vorliegende Technologie auf eine Festkörperbildgebungsvorrichtung, die ein Complementary-Metal-Oxide-Semiconductor (CMOS - komplementärer Metall-Oxid-Halbleiter)-Bildsensor von einem Rückseitenbeleuchtungstyp ist, als eine Lichtdetektionsvorrichtung angewandt wird.

[0015] Außerdem wird bei dieser ersten Ausführungsform für Separationsbereiche, die eine Halbleiterschicht unterteilen, ein Beispiel beschrieben, bei dem ein Zwischenpixelseparationsbereich, der einem speziellen Beispiel für einen „ersten Separationsbereich“ der vorliegenden Technologie entspricht, und ein pixelinterner Separationsbereich, der einem speziellen Beispiel für einen „zweiten Separationsbereich“ der vorliegenden Technologie entspricht, enthalten sind.

<<Gesamtkonfiguration der Festkörperbildgebungsvorrichtung>>

[0016] Zuerst wird die Gesamtkonfiguration einer Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A beschrieben.

[0017] Wie in Fig. 1 veranschaulicht, ist die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Technologie so konfiguriert, dass sie einen Halbleiterchip 2 aufweist, dessen zweidimensionale planare Form in einer Draufsicht eine quadratische Form als sein Hauptkörper ist. Mit anderen Worten ist die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A in dem Halbleiterchip 2 montiert und kann der Halbleiterchip 2 als die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A betrachtet werden. Diese Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A (301), wie in Fig. 91 veranschaulicht, nimmt Bildlicht (Einfallslicht 306) von einem Subjekt durch eine optische Linse 302 auf, wandelt eine Lichtmenge von Einfallslicht 306, das auf einer Bildgebungsoberfläche als ein Bild gebildet wird, in ein elektrisches Sig-

nal in Einheiten von Pixeln um und gibt das elektrische Signal als ein Pixelsignal aus.

[0018] Wie in **Fig. 1** veranschaulicht, beinhaltet der Halbleiterchip 2, in dem die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A montiert ist, einen Pixelarrayteil 2A mit einer quadratischen Form, der in einem zentralen Teil angeordnet ist, und einen Peripherieteil 2B, der auf einer Außenseite dieses Pixelarrayteils 2A angeordnet ist, um den Pixelarrayteil 2A in einer zweidimensionalen Ebene einschließlich einer X-Richtung und einer Y-Richtung zu umgeben, die orthogonal zueinander sind. Der Halbleiterchip 2 wird durch Zerteilen mehrerer Chipbildungsbereiche, die in einem Halbleiterwafer gebildet werden, für jeden Chipbildungsbereich gebildet. Dementsprechend ist die Konfiguration der nachfolgend beschriebenen Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A als Ganzes auch in einem Waferzustand vor einer Zerteilung des Halbleiterwafers ähnlich.

[0019] Der Pixelarrayteil 2A ist zum Beispiel eine Lichtempfangsoberfläche, die Licht empfängt, das durch die optische Linse 302 (ein optisches System) gebündelt wird, die in **Fig. 91** veranschaulicht ist. Ferner sind in dem Pixelarrayteil 2A mehrere Pixel 3 in einer Matrix in einer zweidimensionalen Ebene einschließlich der X-Richtung und der Y-Richtung angeordnet. Mit anderen Worten sind die Pixel 3 wiederholt in sowohl der X-Richtung als auch der Y-Richtung, die orthogonal zueinander sind, innerhalb einer zweidimensionalen Ebene angeordnet.

[0020] Wie in **Fig. 1** veranschaulicht, sind in dem Peripherieteil 2B mehrere Bondpads 14 angeordnet. Jedes der mehreren Bondpads 14 ist zum Beispiel entlang einer Seite unter vier Seiten in der zweidimensionalen Ebene des Halbleiterchips 2 angeordnet. Jedes der mehreren Bondpads 14 fungiert als ein Eingabe/Ausgabe-Anschluss, der den Halbleiterchip 2 und eine externe Vorrichtung elektrisch miteinander verbindet.

<Logikschaltkreis>

[0021] Der Halbleiterchip 2 beinhaltet den in **Fig. 2** veranschaulichten Logikschaltkreis 13. Der Logikschaltkreis 13, wie in **Fig. 2** veranschaulicht, beinhaltet einen Vertikalansteuerungsschaltkreis 4, einen Spaltensignalverarbeitungsschaltkreis 5, einen Horizontalansteuerungsschaltkreis 6, einen Ausgabe-schaltkreis 7, einen Steuerschaltkreis 8 und dergleichen. Der Logikschaltkreis 13 ist zum Beispiel unter Verwendung eines Komplementärer-MOS(CMOS)-Schaltkreises mit einem Metall-Oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistors (MOSFET) eines n-Kanal-Leitungstyps und einem MOSFET eines p-Kanal-Leitungstyps als Feldeffekttransistoren konfiguriert.

[0022] Der Vertikalansteuerungsschaltkreis 4 ist zum Beispiel unter Verwendung eines Schieberegisters konfiguriert. Der Vertikalansteuerungsschaltkreis 4 wählt sequentiell eine gewünschte Pixelanssteuerungsleitung 10 aus, liefert einen Impuls zum Ansteuern der Pixel 3 an die ausgewählte Pixelanssteuerungsleitung 10 und steuert die Pixel 3 in Einheiten von Zeilen an. Mit anderen Worten scannt der Vertikalansteuerungsschaltkreis 4 sequentiell selektiv die Pixel 3 des Pixelarrayteils 2A in Einheiten von Zeilen in einer vertikalen Richtung und liefert ein Pixelsignal von dem Pixel 3 basierend auf einer elektrischen Signalladung, die gemäß einer empfangenen Lichtmenge durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit (ein fotoelektrisches Umwandlungselement) jedes Pixels 3 erzeugt wird, durch die Vertikalsignalleitung 11 an den Spaltensignalverarbeitungsschaltkreis 5.

[0023] Der Spaltensignalverarbeitungsschaltkreis 5 ist zum Beispiel für jede Spalte der Pixel 3 angeordnet und führt eine Signalverarbeitung, wie etwa eine Rauschentfernung und dergleichen, für von den Pixeln 3, die einer Zeile entsprechen, ausgegebenen Signalen für jede Pixelspalte durch. Zum Beispiel führt der Spaltensignalverarbeitungsschaltkreis 5 eine Signalverarbeitung, wie etwa eine korrelierte Doppelabtastung (CDS: Correlated Double Sampling), Analog-Digital(AD)-Umwandlung und dergleichen, zum Entfernen von Rauschen mit festem Muster, das einzigartig für jedes Pixel ist, durch.

[0024] Zum Beispiel ist der Horizontalansteuerungsschaltkreis 6 durch ein Schieberegister gegeben. Der Horizontalansteuerungsschaltkreis 6 wählt sequentiell jeden Spaltensignalverarbeitungsschaltkreis 5 durch sequentielles Ausgeben eines Horizontalscannimpulses an den Spaltensignalverarbeitungsschaltkreis 5 aus und gibt ein Pixelsignal, an dem eine Signalverarbeitung durchgeführt wurde, von jedem Spaltensignalverarbeitungsschaltkreis 5 an die Horizontalsignalleitung 12 aus.

[0025] Der Ausgabeschaltkreis 7 führt eine Signalverarbeitung an den Pixelsignalen, die sequentiell von den jeweiligen Spaltensignalverarbeitungsschaltkreisen 5 durch die Horizontalsignalleitung 12 bereitgestellt werden, durch und gibt resultierende Pixelsignale aus. Als die Signalverarbeitung können zum Beispiel Pufferung, Schwarzpegelanpassung, eine Spaltenabweichungskorrektur, verschiedene Arten einer Digitalsignalverarbeitung und dergleichen verwendet werden.

[0026] Der Steuerschaltkreis 8 erzeugt ein Taktsignal oder ein Steuersignal als eine Referenz für Operationen des Vertikalansteuerungsschaltkreises 4, des Spaltensignalverarbeitungsschaltkreises 5, des Horizontalansteuerungsschaltkreises 6 und dergleichen basierend auf einem Vertikalsynchronisations-

signal, einem Horizontalsynchronisationssignal und einem Master-Taktsignal. Außerdem gibt der Steuerschaltkreis 8 das erzeugte Taktsignal oder Steuersignal an den Vertikalansteuerungsschaltkreis 4, den Spaltensignalverarbeitungsschaltkreis 5, den Horizontalansteuerungsschaltkreis 6 und dergleichen aus.

<Schaltkreiskonfiguration des Pixels>

[0027] Wie in **Fig. 3** veranschaulicht, beinhaltet jedes Pixel 3 unter den mehreren Pixeln 3 einen fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 und einen Leseschaltkreis 15. Der fotoelektrische Umwandlungsbereich 21 beinhaltet eine fotoelektrische Umwandlungseinheit 24, einen Transfertransistor TRG als einen Pixeltransistor und ein Floating-Diffusion-Gebiet FD. Der Leseschaltkreis 15 ist elektrisch mit dem Floating-Diffusion-Gebiet FD des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 verbunden. Bei dieser ersten Ausführungsform ist, obwohl als ein Beispiel eine Schaltkreiskonfiguration genutzt wird, bei der ein Leseschaltkreis 15 einem Pixel 3 zugewiesen ist, die Schaltkreiskonfiguration nicht darauf beschränkt und es kann eine Schaltkreiskonfiguration genutzt werden, bei der ein Leseschaltkreis 15 durch mehrere Pixel 3 gemeinsam genutzt wird. Das Floating-Diffusion-Gebiet FD entspricht einem speziellen Beispiel für einen „Elektrische-Ladung-Halteabschnitt“ der vorliegenden Technologie.

[0028] Die in **Fig. 3** veranschaulichte fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 ist zum Beispiel unter Verwendung einer Fotodiode (PD) eines pn-Übergangstyps konfiguriert und erzeugt eine elektrische Signalladung, die einer empfangenen Lichtmenge entspricht. Die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 weist eine Kathodenseite, die elektrisch mit einem Source-Gebiet eines Transfertransistors TRG verbunden ist, und eine Anodenseite, die elektrisch mit einer Leitung eines elektrischen Referenzpotentials (zum Beispiel Masse) verbunden ist, auf.

[0029] Der in **Fig. 3** veranschaulichte Transfertransistor TRG überträgt eine elektrische Signalladung, die durch fotoelektrische Umwandlung unter Verwendung der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24 erlangt wird, zu einem Floating-Diffusion-Gebiet FD. Ein Source-Gebiet des Transfertransistors TRG ist elektrisch mit der Kathodenseite der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24 verbunden und ein Drain-Gebiet des Transfertransistors TRG ist elektrisch mit dem Floating-Diffusion-Gebiet FD verbunden. Eine Gate-Elektrode des Transfertransistors TRG ist elektrisch mit einer Transfertransistoransteuerungsleitung unter Pixelansteuerungsleitungen 10 verbunden (siehe **Fig. 2**).

[0030] Das in **Fig. 3** veranschaulichte Floating-Diffusion-Gebiet FD hält (akkumuliert) vorübergehend

eine elektrische Signalladung, die von der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24 durch den Transfertransistor TRG übertragen wird.

[0031] Der fotoelektrische Umwandlungsbereich 21 einschließlich der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24, des Transfertransistors TRG und des Floating-Diffusion-Gebiets FD ist in einer Halbleiterschicht 20 (siehe **Fig. 5**) montiert, die nachfolgend zu beschreiben ist.

[0032] Der in **Fig. 3** veranschaulichte Leseschaltkreis 15 liest die elektrische Signalladung, die in dem Floating-Diffusion-Gebiet FD gespeichert ist, und gibt ein Pixelsignal basierend auf dieser elektrischen Signalladung aus. Der Leseschaltkreis 15 beinhaltet zum Beispiel einen Verstärkungstransistor AMP, einen Auswahltransistor SEL und einen Rücksetztransistor RST als Pixeltransistoren, ist aber nicht darauf beschränkt. Jeder von solchen Transistoren (AMP, SEL und RST) und dem Transfertransistor TRG, die zuvor erwähnt wurden, ist zum Beispiel durch einen MOSFET mit einem Gate-Isolationsfilm, der aus einem Siliciumoxidfilm (SiO_2) gefertigt ist, einer Gate-Elektrode und einem Paar von Hauptelektrodengebieten, die als ein Source-Gebiet und ein Drain-Gebiet fungieren, als ein Feldeffekttransistor gegeben. Außerdem kann ein solcher Transistor ein Metall-Isolator-Halbleiter-FET (MISFET) sein, dessen Gate-Isolationsfilm aus einem Siliciumnitrid (Si_3N_4)-Film oder einem gestapelten Film aus einem Siliciumnitridfilm und einem Siliciumoxidfilm und dergleichen gebildet ist.

[0033] Wie in **Fig. 3** veranschaulicht, weist der Verstärkungstransistor AMP ein Source-Gebiet, das elektrisch mit einem Drain-Gebiet des Auswahltransistors SEL verbunden ist, und ein Drain-Gebiet auf, das elektrisch mit einer Leistungsquellenleitung Vdd und einem Drain-Gebiet des Rücksetztransistors RST verbunden ist. Die Gate-Elektrode des Verstärkungstransistors AMP ist elektrisch mit dem Floating-Diffusion-Gebiet FD und einem Source-Gebiet des Rücksetztransistors RST verbunden.

[0034] In dem Auswahltransistor SEL ist eine Source elektrisch mit der Vertikalsignalleitung 11 (VSL) verbunden und ist ein Drain-Gebiet elektrisch mit dem Source-Gebiet des Verstärkungstransistors AMP verbunden. Eine Gate-Elektrode des Auswahltransistors SEL ist elektrisch mit einer Auswahltransistoransteuerungsleitung unter Pixelansteuerungsleitungen 10 verbunden (siehe **Fig. 2**).

[0035] In dem Rücksetztransistor RST ist ein Source-Gebiet elektrisch mit dem Floating-Diffusion-Gebiet FD und der Gate-Elektrode des Verstärkungstransistors AMP verbunden und ist ein Drain-Gebiet elektrisch mit der Leistungsquellenleitung Vdd und dem Drain-Gebiet des Verstärkungstransis-

tors AMP verbunden. Eine Gate-Elektrode des Rücksetztransistors RST ist elektrisch mit einer Rücksetztransistoransteuerungsleitung unter den Pixelansteuerungsleitungen 10 verbunden (siehe **Fig. 2**).

[0036] Wenn der Transfertransistor TRG eingeschaltet wird, überträgt der Transfertransistor TRG die elektrische Ladung, die durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 erzeugt wird, zu dem Floating-Diffusion-Gebiet FD.

[0037] Wenn der Rücksetztransistor RST eingeschaltet wird, setzt der Rücksetztransistor RST das elektrische Potential (elektrische Signalladung) des Floating-Diffusion-Gebiets FD auf das elektrische Potential der Leistungsquellenleitung Vdd zurück. Der Auswahltransistor SEL steuert ein Ausgabebitum des Pixelsignals von dem Leseschaltkreis 15.

[0038] Der Verstärkungstransistor AMP erzeugt ein Signal einer Spannung, die einem Pegel der in dem Floating-Diffusion-Gebiet FD gehaltenen elektrischen Signalladung entspricht, als ein Pixelsignal. Der Verstärkungstransistor AMP konfiguriert einen Verstärker vom Source-Folger-Typ und gibt ein Pixelsignal einer Spannung aus, die dem Pegel der elektrischen Signalladung entspricht, die durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 erzeugt wird. Wenn der Auswahltransistor SEL eingeschaltet wird, verstärkt der Verstärkungstransistor AMP das elektrische Potential des Floating-Diffusion-Gebiets FD und gibt eine Spannung, die dem elektrischen Potential entspricht, durch die Vertikalsignalleitung 11 (VSL) an den Spaltensignalverarbeitungsschaltkreis 5 aus.

[0039] Wenn die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß dieser ersten Ausführungsform arbeitet, wird die elektrische Signalladung, die durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 des Pixels 3 erzeugt wird, durch den Transfertransistor TRG des Pixels 3 in dem Floating-Diffusion-Gebiet FD gehalten (akkumuliert). Dann wird die elektrische Signalladung, die in dem Floating-Diffusion-Gebiet FD gehalten wird, durch den Leseschaltkreis 15 gelesen und wird an die Gate-Elektrode des Verstärkungstransistors AMP des Leseschaltkreises 15 angelegt. Ein Steuersignal zum Auswählen einer Horizontalleitung wird von dem Vertikalschieberegister an die Gate-Elektrode des Auswahltransistors SEL des Leseschaltkreises 15 angelegt. Indem bewirkt wird, dass sich das Auswahlsteuersignal auf einem High(H)-Pegel befindet, wird dann der Auswahltransistor SEL leitfähig, und ein Strom, der einem elektrischen Potential des Floating-Diffusion-Gebiets FD entspricht, das durch den Verstärkungstransistor AMP verstärkt wurde, fließt durch die Vertikalsignalleitung 11. Indem bewirkt wird, dass ein Rücksetzsteuersignal, das an die Gate-Elektrode des Rücksetztransistors RST des Leseschaltkreises 15 angelegt wird,

sich auf dem High(H)-Pegel befindet, wird außerdem der Rücksetztransistor RST leitfähig, und eine elektrische Signalladung, die in dem Floating-Diffusion-Gebiet FD akkumuliert wird, wird zurückgesetzt.

[0040] Außerdem kann der Auswahltransistor SEL nach Bedarf weggelassen werden. Falls der Auswahltransistor SEL weggelassen wird, ist das Source-Gebiet des Verstärkungstransistors AMP elektrisch mit der Vertikalsignalleitung 11 (VSL) verbunden.

<<Spezielle Konfiguration der
Festkörperbildgebungsvorrichtung>>

[0041] Als Nächstes wird eine spezielle Konfiguration des Halbleiterchips 2 (der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A) unter Verwendung von **Fig. 4** bis 6 beschrieben.

[0042] **Fig. 4** ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster des Zwischenpixelseparationsbereich 31 in dem Pixelarrayteil 2A der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A schematisch veranschaulicht. **Fig. 5** ist eine Longitudinalquerschnittansicht, die eine Longitudinalquerschnittstruktur entlang einer in **Fig. 4** veranschaulichten Linie a4-a4 schematisch veranschaulicht. **Fig. 6** ist eine Longitudinalquerschnittansicht, in der ein Teil von **Fig. 5** vergrößert ist.

[0043] Außerdem ist **Fig. 4** eine Draufsicht bei Betrachtung von einer Seite einer ersten Fläche S1 der in **Fig. 5** veranschaulichten Halbleiterschicht 20. Um zu ermöglichen, dass die Zeichnungen einfach zu betrachten sind, sind **Fig. 5** und 6 mit Bezug auf **Fig. 1** vertikal invertiert. In **Fig. 5** und 6 sind Schichten höher als eine Verdrahtungsschicht 45 der zweiten Schicht von Mehrschichtverdrahtungsschichten 40, die nachfolgend zu beschreiben sind, weggelassen.

<Halbleiterchip>

[0044] Wie in **Fig. 4** und 5 veranschaulicht, beinhaltet der Halbleiterchip 2 eine Halbleiterschicht 20 mit einer ersten Fläche S1 und einer zweiten Fläche S2, die auf Seiten gegenüber zueinander in einer Dickenrichtung (einer Z-Richtung) angeordnet sind, und einen Zwischenpixelseparationsbereich 31 und einen pixelinternen Separationsbereich 32, die diese Halbleiterschicht 20 unterteilen. Der Zwischenpixelseparationsbereich 31 entspricht einem speziellen Beispiel für einen „ersten Separationsbereich“ der vorliegenden Technologie. Der pixelinterne Separationsbereich 32 entspricht einem speziellen Beispiel für einen „zweiten Separationsbereich“ der vorliegenden Technologie. Bei der ersten Ausführungsform unterteilt der Zwischenpixelseparationsbereich 31 den fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21

der Halbleiterschicht 20 und unterteilt der pixelinterne Separationsbereich 32 das Innere des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21.

[0045] Außerdem beinhaltet der Halbleiterchip 2 eine Mehrschichtverdrahtungsschicht (einen Verdrahtungsschichtstapelungskörper) 40, die auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 angeordnet ist, und einen Festladungsfilm 52, einen Isolationsfilm 53, einen Lichtblockierungsfilm (einen Lichtblockierungskörper) 54, ein Farbfilter 55 und eine Mikrolinse (eine On-Chip-Linse) 56, die sequentiell von der Seite dieser zweiten Fläche S2 auf der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 angeordnet sind.

<Halbleiterschicht>

[0046] Wie in **Fig. 4** und **5** veranschaulicht, sind in der Halbleiterschicht 20 Zwischenpixelseparationsbereiche 31, die sich in einer Dickenrichtung (einer Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 erstrecken, und mehrere fotoelektrische Umwandlungsbereiche 21, die durch diese Zwischenpixelseparationsbereiche 31 unterteilt sind, angeordnet. Jeder fotoelektrische Umwandlungsbereich 21 der mehreren fotoelektrischen Umwandlungsbereiche 21 ist für ein Pixel 3 angeordnet und die fotoelektrischen Umwandlungsbereiche 21 grenzen in der Draufsicht über den Zwischenpixelseparationsbereich 31 aneinander an. Mit anderen Worten beinhaltet die Festkörperbildgebungsanordnung 1A gemäß dieser ersten Ausführungsform mehrere fotoelektrische Umwandlungsbereiche 21, die durch die Zwischenpixelseparationsbereiche 31, die sich in einer Dickenrichtung (einer Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 erstrecken, in der Halbleiterschicht 20 angrenzend angeordnet sind.

[0047] Außerdem sind, wie in **Fig. 5** veranschaulicht, auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 ein Elementseparationsbereich (ein Feldseparationsbereich) 25 und ein Elementbildungsbereich 20a mit einer Inselform, der durch diesen Elementseparationsbereich 25 unterteilt ist, angeordnet. Der Elementbildungsbereich 20a ist für jedes Pixel 3 (den fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21) angeordnet.

[0048] Als die Halbleiterschicht 20 kann ein Si-Substrat, ein SiGe-Substrat, ein InGaAs-Substrat oder dergleichen verwendet werden. Bei dieser ersten Ausführungsform wird als die Halbleiterschicht 20 zum Beispiel ein Halbleitersubstrat eines p-Typs verwendet, das aus monokristallinem Silicium gebildet ist.

[0049] Hier kann die erste Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 auch als eine Elementbildungsfläche oder eine Hauptfläche bezeichnet werden und kann die

Seite der zweiten Fläche S2 auch als eine Lichteinfallfläche oder eine hintere Fläche bezeichnet werden. Die Festkörperbildgebungsanordnung 1A gemäß dieser ersten Ausführungsform wandelt Licht, das von der Seite der zweiten Fläche (der Lichteinfallfläche; der hintere Fläche) S2 der Halbleiterschicht 20 in dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 einfällt, der in der Halbleiterschicht 20 angeordnet ist, fotoelektrisch um.

[0050] Außerdem repräsentiert die Draufsicht einen Fall bei Betrachtung aus einer Richtung entlang der Dickenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20. Des Weiteren repräsentiert die Querschnittsansicht einen Fall, in dem ein Querschnitt entlang der Dickenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 aus einer Richtung orthogonal zu der Dickenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 (der X-Richtung oder der Y-Richtung) betrachtet wird. Außerdem kann der fotoelektrische Umwandlungsbereich 21 auch als eine fotoelektrische Umwandlungszelle bezeichnet werden.

<Elementseparationsbereich>

[0051] Wie in **Fig. 6** veranschaulicht, ist der Elementseparationsbereich 25 so konfiguriert, dass er eine Flachgrabenisolation (STI: Shallow Trench Isolation)-Struktur aufweist, in der ein Isolationsfilm (ein Feldisolationsfilm) 27 selektiv innerhalb eines beabsichtigten flachen Kernteils (eines Feldkernteils) 26 auf der Seite der zweiten Fläche S2 von der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 eingebettet ist, aber ist nicht auf dies beschränkt. Als der Isolationsfilm 27 kann zum Beispiel ein Siliciumoxidfilm verwendet werden.

<Elementbildungsbereich>

[0052] Wie in **Fig. 5** veranschaulicht, ist in dem Elementbildungsbereich 20a, der durch den Elementseparationsbereich 25 unterteilt ist, ein Wannengebiet 22 eines p-Typs angeordnet. In dem Elementbildungsbereich 20a sind die zuvor beschriebenen Pixeltransistoren (AMP, SEL, RST und TRG) angeordnet. Um zu ermöglichen, dass die Zeichnung einfach zu betrachten ist, ist hier eine Veranschaulichung der Pixeltransistoren in **Fig. 5** weggelassen. Außerdem ist in **Fig. 4** der Transfertransistor TRG veranschaulicht und ist eine Veranschaulichung der anderen Pixeltransistoren (AMP, SEL und RST) weggelassen. Des Weiteren ist in **Fig. 4** eine Veranschaulichung des Elementseparationsbereichs 25 und des Elementbildungsbereichs 20a, die in **Fig. 5** veranschaulicht sind, weggelassen.

<Fotoelektrischer Umwandlungsbereich>

[0053] Wie in **Fig. 5** veranschaulicht, beinhaltet jeder fotoelektrische Umwandlungsbereich 21 unter

den mehreren fotoelektrischen Umwandlungsbereichen (fotoelektrischen Umwandlungszellen) 21 ein Wannengebiet 22 eines p-Typs, das in der Halbleiterschicht 20 angeordnet ist, einen Halbleiterbereich 23 eines n-Typs, der innerhalb dieses Wannengebiets 22 eines p-Typs angeordnet ist, und das Floating-Diffusion-Gebiet FD und die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24, die zuvor beschrieben wurden. Außerdem beinhaltet jeder fotoelektrische Umwandlungsbereich 21 ferner einen Elementbildungsbereich 20a, einen pixelinternen Separationsbereich 32 und einen Beugungsstreuungsabschnitt 51.

<Wannengebiet des p-Typs und Halbleiterbereich des n-Typs>

[0054] Wie in **Fig. 5** veranschaulicht, ist das Wannengebiet 22 eines p-Typs mit einer großen Breite auf der Seite der ersten Fläche S1 und der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 angeordnet. Das Wannengebiet 22 des p-Typs besteht aus einem Halbleiterbereich des p-Typs.

[0055] Der Halbleiterbereich 23 eines n-Typs innerhalb des Wannengebiets 22 des p-Typs ist in einem Zustand, in dem er von der ersten Fläche S1 und der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 und dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 separiert ist, über der Seite der ersten Fläche S1 und der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 angeordnet. Mit anderen Worten ist in dem Halbleiterbereich 23 des n-Typs jeder eines oberen Flächenteils der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20, eines unteren Flächenteils der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 und eines Seitenflächenteils des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 durch das Wannengebiet 22 des p-Typs umgeben. Mit anderen Worten ist zwischen der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 und dem oberen Flächenteil der Halbleiterschicht 23 des n-Typs und zwischen der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 und dem unteren Flächenteil der Halbleiterschicht 23 des n-Typs das Wannengebiet 22 des p-Typs so angeordnet, dass es mit dem Halbleiterbereich 23 des n-Typs überlappt. Außerdem ist zwischen dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 und dem Halbleiterbereich 23 des n-Typs das Wannengebiet 22 des p-Typs, das sich in der Dickenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 erstreckt, angeordnet.

<Floating-Diffusion und fotoelektrische Umwandlungseinheit>

[0056] Wie in **Fig. 5** veranschaulicht, ist das Floating-Diffusion-Gebiet FD in einem Oberflächen-schichtteil des Wannengebiets 22 des p-Typs auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 angeordnet. Das Floating-Diffusion-Gebiet FD besteht zum Beispiel aus einem Halbleiterbereich

des n-Typs (einem Floating-Diffusion-Gebiet), dessen Fremdstoffdichte höher als jene des Halbleiterbereichs 23 des n-Typs ist.

[0057] Die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 besteht hauptsächlich aus dem Halbleiterbereich 23 des n-Typs und ist als eine Fotodiode (PD) eines pn-Übergang-Typs gemäß dem Wannengebiet 22 des p-Typs und dem Halbleiterbereich 23 des n-Typs konfiguriert.

<Pixeltransistor>

[0058] Der Transfertransistor TRG, der in dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 enthalten ist, beinhaltet, obwohl nicht ausführlich veranschaulicht, wenn unter Bezugnahme auf **Fig. 4** und **5** beschrieben, in dem Elementbildungsbereich 20a der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 einen Gate-Isolationsfilm, der auf dem Wannengebiet 22 des p-Typs angeordnet ist, eine Gate-Elektrode 37, die auf dem Wannengebiet 22 des p-Typs über den Gate-Isolationsfilm angeordnet ist, und einen Kanalbildungsbereich, in dem ein Kanal (ein Leitungspfad) in dem Wannengebiet 22 des p-Typs gebildet wird, unmittelbar unterhalb dieser Gate-Elektrode 37. Außerdem beinhaltet der Transfertransistor TRG ferner eine fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 (einen Halbleiterbereich 23 des n-Typs), die als ein Source-Gebiet fungiert, und ein Floating-Diffusion-Gebiet FD, das als ein Drain-Gebiet fungiert. Dieser Transfertransistor TRG steuert einen Kanal, der in dem Kanalbildungsbereich gebildet wird, gemäß einer Gate-Spannung, die an die Gate-Elektrode 37 angelegt wird. Dieser Transfertransistor TRG überträgt eine elektrische Signalladung, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 erlangt (erzeugt) wurde, von der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24 durch einen in dem Kanalbildungsbereich gebildeten Kanal zu dem Floating-Diffusion-Gebiet FD.

[0059] Jeder der Pixeltransistoren (AM, SEL und RST), die in dem Leseschaltkreis 15 enthalten sind, beinhaltet, obwohl nicht ausführlich veranschaulicht, wenn unter Bezugnahme auf **Fig. 5** beschrieben, zum Beispiel in dem Elementbildungsbereich 20a der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 einen Gate-Isolationsfilm, der auf dem Wannengebiet 22 des p-Typs angeordnet ist, eine Gate-Elektrode, die auf dem Wannengebiet 22 des p-Typs mit dem Gate-Isolationsfilm dazwischenliegend angeordnet ist, und einen Kanalbildungsbereich, in dem ein Kanal (ein Leitungspfad) in dem Wannengebiet 22 des p-Typs gebildet wird, unmittelbar unterhalb dieser Gate-Elektrode. Außerdem beinhaltet jeder der Pixeltransistoren (AMP, SEL und RST), die in dem Leseschaltkreis 15 enthalten sind, ferner ein Paar Hauptelektrodenbereiche, die innerhalb des Wannengebiets 22 des p-Typs angeordnet sind,

während sie in einer Kanallängsrichtung (einer Gate-Längsrichtung) mit dem Kanalbildungsbereich dazwischenliegend separiert sind und als ein Source-Gebiet und ein Drain-Gebiet fungieren. Solche Pixeltransistoren steuern einen Kanal, der in dem Kanalbildungsbereich gebildet wird, gemäß einer Gate-Spannung, die an die Gate-Elektrode angelegt wird.

<Zwischenpixelseparationsbereich>

[0060] Wie in **Fig. 5** und **6** veranschaulicht, beinhaltet die Halbleiterschicht 20 den Zwischenpixelseparationsbereich 31 als einen ersten Separationsbereich und den pixelinternen Separationsbereich 32 als einen zweiten Separationsbereich. Mit anderen Worten beinhaltet die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß dieser ersten Ausführungsform den Zwischenpixelseparationsbereich 31 und den pixelinternen Separationsbereich 32 als einen ersten und zweiten Separationsbereich, die die Halbleiterschicht 20 unterteilen.

[0061] Wie in **Fig. 4** veranschaulicht, beinhaltet der Zwischenpixelseparationsbereich 31 erste Teile 31x, die sich in der Draufsicht in der X-Richtung erstrecken, und zweite Teile 31y, die sich in der Y-Richtung erstrecken. Die ersten Teile 31x und die zweiten Teile 31y sind orthogonal zueinander.

[0062] Die ersten Teile 31x sind wiederholt in der Y-Richtung angeordnet, wobei ein vorbestimmter Abstand dazwischenliegt. Außerdem sind die zweiten Teile 31y wiederholt in der X-Richtung angeordnet, wobei ein vorbestimmter Abstand dazwischenliegt. Mit anderen Worten ist ein Ebenenmuster des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 in der Draufsicht ein Ebenenmuster einer Gitterform. In jedem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 unter den mehreren fotoelektrischen Umwandlungsbereichen 21 sind beide Endseiten in der X-Richtung durch zwei zweite Teile 31y des Separationsbereichs 31 unterteilt, die aneinander angrenzen, und sind beide Endseiten in der Y-Richtung durch zwei erste Teile 31x des Separationsbereichs 31 unterteilt, die aneinander angrenzen.

[0063] Wie in **Fig. 5** und **6** veranschaulicht, erstreckt sich der Zwischenpixelseparationsbereich 31 in der Dickenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 und separiert die fotoelektrischen Umwandlungsbereiche 21, die in der Draufsicht aneinander angrenzen, elektrisch und optisch voneinander. In dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 ist eine Endseite mit dem Elementseparationsbereich 25 verbunden und erreicht die andere Endseite die zweite Fläche S2 der Halbleiterschicht 20.

[0064] Wie in **Fig. 6** veranschaulicht, beinhaltet der Zwischenpixelseparationsbereich 31 einen Festla-

dungsfilm 52, der entlang Innenwänden (einer Seitenwand und einer unteren Wand) des gegrabenen Teils 33a angeordnet ist, der sich in der Tiefenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 erstreckt, und einen Isolationsfilm 53, der diesen gegrabenen Teil 33a durch den Festladungsfilm 52 füllt und ein Isolationsmaterial mit einem Brechungsindex niedriger als die Halbleiterschicht 20 ist. Mit anderen Worten beinhaltet der Zwischenpixelseparationsbereich 31 dieser ersten Ausführungsform den Isolationsfilm 53 als ein Isolationsmaterial, dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht 20 ist. Außerdem kann als das Isolationsmaterial mit einem Brechungsindex niedriger als die Halbleiterschicht 20 auch Luft verwendet werden. In diesem Fall beinhaltet der Zwischenpixelseparationsbereich 31 einen Hohlraumteil, der mit der Luft gefüllt ist. Dieser gegrabene Teil 33a der ersten Ausführungsform entspricht einem speziellen Beispiel für einen „ersten gegrabenen Teil“ der vorliegenden Technologie.

[0065] Der Festladungsfilm 52 ist über der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 und dem gegrabenen Teil 33a der Halbleiterschicht 20 angeordnet. Der Festladungsfilm 52 beinhaltet zum Beispiel einen dielektrischen Film, der eine negative feste Ladung erzeugt. Für diesen dielektrischen Film kann Hafniumoxid (HfO_2) als ein Beispiel mit einer dielektrischen Konstante verwendet werden. Gemäß diesem Festladungsfilm 52 sind Löcher (h^+) in einem Grenzflächenteil der Halbleiterschicht 20 und des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 enthalten und ein Pinning an diesem Grenzflächenteil kann sichergestellt werden, wodurch eine Erzeugung eines Dunkelstroms unterdrückt werden kann. Für diesen dielektrischen Film können außerdem Zirkoniumoxid (ZrO_2), Tantaloxid (Ta_2O_5) und dergleichen verwendet werden.

[0066] Der Isolationsfilm 53 ist über der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 und dem zweiten gegrabenen Teil 33b der Halbleiterschicht 20 angeordnet. Als der Isolationsfilm 53 kann zum Beispiel ein Siliciumoxidfilm verwendet werden. Der Siliciumoxidfilm weist einen Brechungsindex auf, der niedriger als jener von Halbleitermaterialien, wie etwa Si, SiGe, InGaAs und dergleichen, ist. Der Isolationsfilm 53 bedeckt die gesamte Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 in dem Pixelarrayteil 2A, so dass die Seite der zweiten Fläche S2 (einer Lichteinfallfläche) der Halbleiterschicht 20 zu einer flachen Fläche ohne Unebenheiten wird.

[0067] Hier weist als ein Beispiel, zum Beispiel im Fall einer Wellenlänge von 940 nm, Silicium zum Beispiel einen Brechungsindex von etwa 3,62 auf, weist Siliciumoxid zum Beispiel einen Brechungsindex von etwa 1,45 auf und weist die Luft zum Beispiel einen Brechungsindex von etwa 1,00 auf. Außerdem weist

als ein weiteres Beispiel im Fall einer Wellenlänge von 550 nm Silicium zum Beispiel einen Brechungsindex von etwa 4,08 auf, weist Siliciumoxid zum Beispiel einen Brechungsindex von etwa 1,46 auf und weist die Luft zum Beispiel einen Brechungsindex von etwa 1,00 auf.

<Pixelinterner Separationsbereich>

[0068] Wie in **Fig. 4** veranschaulicht, erstreckt sich der pixelinterne Separationsbereich 32 in der Draufsicht zum Beispiel in der X-Richtung und ist so angeordnet, dass er von dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 (dem ersten Teil 31x und dem zweiten Teil 31y) separiert ist. Der pixelinterne Separationsbereich 32 ist so angeordnet, dass er bezüglich des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 von dem zentralen Teil des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 in der Draufsicht abweicht, und separiert (unterteilt) den fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 selektiv in zwei Bereiche (einen ersten Bereich 21a und einen zweiten Bereich 21b), deren Breiten in der Y-Richtung in der Draufsicht relativ voneinander verschieden sind. Von den zwei Bereichen (dem ersten Bereich 21a und dem zweiten Bereich 21b), die durch den pixelinternen Separationsbereich 32 separiert sind, ist eine fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 in einem Bereich mit einer größeren Breite in der Y-Richtung (dem ersten Bereich 21a) angeordnet und ist ein Floating-Diffusion-Gebiet FD in einem Bereich mit einer kleineren Breite in der Y-Richtung (dem zweiten Bereich 21b) angeordnet. Mit anderen Worten beinhaltet der fotoelektrische Umwandlungsbereich 21 die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 und das Floating-Diffusion-Gebiet FD, die voneinander durch den pixelinternen Separationsbereich 32 separiert sind.

[0069] Wie in **Fig. 6** veranschaulicht, erstreckt sich der pixelinterne Separationsbereich 32 in der Dickenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20, ist eine Endseite mit dem Elementseparationsbereich 25 verbunden und erreicht die andere Endseite die zweite Fläche S2 der Halbleiterschicht 20. Der pixelinterne Separationsbereich 32 beinhaltet einen Separationsisolationfilm 34, der entlang einer Seitenwand des gegrabenen Teils 33b angeordnet ist, der sich in der Tiefenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 erstreckt, und ein leitfähiges Material 35, das diesen gegrabenen Teil 33b durch den Separationsisolationfilm 34 füllt. Als der Separationsisolationfilm 34 kann zum Beispiel ein Siliciumoxidfilm verwendet werden. Als das leitfähige Material 35 kann zum Beispiel ein Halbleiterfilm verwendet werden, in dem ein Fremdstoff zum Reduzieren eines Widerstandswertes eingeführt wurde. Dieses leitfähige Material 35 der ersten Ausführungsform besteht zum Beispiel aus einem dotierten Polysiliciumfilm des p-Typs, in dem Bor (B) als ein Fremdstoff eingeführt wurde, ist aber

nicht darauf beschränkt. Dieser gegrabene Teil 33b der ersten Ausführungsform entspricht einem ersten speziellen Beispiel für einen „zweiten gegrabenen Teil“ der vorliegenden Technologie.

[0070] Außerdem ist, wie in **Fig. 4** veranschaulicht, der Transfertransistor TRG so angeordnet, dass er in der Draufsicht zwischen einem Anschlussenteil des pixelinternen Separationsbereichs 32 in der X-Richtung und dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 verläuft. Wie in **Fig. 5** und **6** veranschaulicht, ist in jedem von zwei Bereichen, die durch den pixelinternen Separationsbereich 32 des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 separiert sind, ein Wannengebiet 22 des p-Typs angeordnet. Als ein elektrisches Leistungsversorgungspotential wird zum Beispiel ein erstes elektrisches Referenzpotential von 0 V an dieses Wannengebiet 22 des p-Typs angelegt und wird das elektrische Potential des Wannengebiets 22 auf dieses erste elektrische Referenzpotential festgesetzt.

<Mehrschichtverdrahtungsschicht>

[0071] Wie in **Fig. 5** veranschaulicht, ist die Mehrschichtverdrahtungsschicht (ein Verdrahtungsschichtstapelungskörper) 40 auf der Seite der ersten Fläche S1 angeordnet, die eine Seite gegenüber der Lichteinfallfläche (der Seite der zweiten Fläche S2) der Halbleiterschicht 20 ist. Die Mehrschichtverdrahtungsschicht 40 ist so gebildet, dass sie eine Stapelungsstruktur einschließlich eines Zwischenschichtisolationfilms 41, einer Verdrahtungsschicht 43 der ersten Schicht, eines Zwischenschichtisolationfilms 44 und einer Verdrahtungsschicht 45 der zweiten Schicht aufweist, die sequentiell von der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 gestapelt sind, aber dies ist nicht darauf beschränkt.

[0072] Der Zwischenschichtisolationfilm 41 ist so angeordnet, dass er Gate-Elektroden der Pixeltransistoren (AMP, SEL, RST und TRG) auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 bedeckt. In **Fig. 5** sind die Pixeltransistoren nicht veranschaulicht.

[0073] In einer oberen Schicht des Halbleiterisolationfilms 41 ist die Verdrahtungsschicht 43 der ersten Schicht angeordnet und diese Verdrahtungsschicht 43 der ersten Schicht ist mit dem Zwischenschichtisolationfilm 44 der oberen Schicht bedeckt. Außerdem ist in einer oberen Schicht des Zwischenschichtisolationfilms 44 die Verdrahtungsschicht 45 der zweiten Schicht angeordnet. Obwohl dies nicht veranschaulicht ist, ist die Verdrahtungsschicht 45 der zweiten Schicht mit einem Zwischenschichtisolationfilm einer oberen Schicht bedeckt.

[0074] In jeder der Verdrahtungsschichten 43 und 45 der ersten und zweiten Schicht sind verschiedene

Verdrahtungen gebildet. In **Fig. 5** sind Verdrahtungen 43a, 43b₁ und 43f, die in der Verdrahtungsschicht 41 der ersten Schicht gebildet sind, und eine Verdrahtung 45a, die in der Verdrahtungsschicht 45 der zweiten Schicht gebildet ist, veranschaulicht.

[0075] Wie in **Fig. 6** veranschaulicht, ist die Verdrahtung 43f durch eine Kontaktelektrode (einen Leitungsstopfen) 42f, die in dem Zwischenschichtisolationfilm 41 eingebettet ist, elektrisch mit dem Floating-Diffusion-Gebiet FD verbunden. Diese Verdrahtung 43f ist elektrisch mit einer Eingangsseite (einer Gate-Elektrode des Verstärkungstransistors AMP und einem Source-Gebiet des Rücksetztransistors RST) des in **Fig. 3** veranschaulichten Leseschaltkreises 15 verbunden.

[0076] Die Verdrahtung 43b₁ ist durch die Kontaktelektrode 42b₁, die über dem Zwischenschichtisolationfilm 41 und dem Elementseparationsbereich 25 eingebettet ist, elektrisch mit dem leitfähigen Material 35 des pixelinternen Separationsbereichs 32 verbunden. Ein zweites elektrisches Referenzpotential eines positiven elektrischen Potentials höher als das erste elektrische Referenzpotential, das an das Wannengebiet 22 des p-Typs angelegt wird, wird an diese Verdrahtung 43b₁ als ein elektrisches Leistungsquellenpotential angelegt. Mit anderen Worten wird das zweite elektrische Referenzpotential, das an die Verdrahtung 43b angelegt wird, durch die Kontaktelektrode 42b₁ an das leitfähige Material 35 des pixelinternen Separationsbereichs 32 angelegt und das elektrische Potential des leitfähigen Materials 35 wird auf dieses zweite elektrische Referenzpotential festgesetzt. Als das zweite elektrische Referenzpotential werden zum Beispiel 2,7 V angelegt.

[0077] Jede der Verdrahtungsschichten 43 und 45 besteht zum Beispiel aus einem Metallfilm aus Kupfer (Cu), einer Legierung mit Cu als ihr Hauptkörper oder dergleichen. Jeder der Zwischenschichtisolationfilme 41 und 44 besteht zum Beispiel aus einem Einzelschichtfilm aus einem Siliciumoxidfilm, einem Siliciumnitrid(Si₃N₄)-Film oder einem Siliciumcarbid(SiCN)-Film oder einem gestapelten Film, der durch Stapeln von zwei oder mehr solchen Schichten erlangt wird. Jede der Kontaktelektroden 42b₁ und 42f besteht zum Beispiel aus einem Metallfilm mit hohem Schmelzpunkt, wie etwa einem Wolfram(W)-Film, einem Titan(Ti)-Film oder dergleichen.

<Beugungsstreuungsabschnitt>

[0078] Wie in **Fig. 6** veranschaulicht, weist der Beugungsstreuungsabschnitt 51 eine Konfiguration auf, bei der eine periodische Unebenheit in einer Grenzfläche der Lichteinfallseite (der Seite der zweiten Fläche S2) der Halbleiterschicht 20 bereitgestellt ist. Der Beugungsstreuungsabschnitt 51 ist so

angeordnet, dass er in der Draufsicht mit der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24 für jeden fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 überlappt.

[0079] Die Unebenheit des Beugungsstreuungsabschnitts 51 wird zu einem Beugungsgitter und kann einen langen optischen Pfad des Inneren der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24 gemäß Komponenten höherer Ordnung, die in einer Neigungsrichtung beugen, bewirken und insbesondere die Empfindlichkeit einer Nahinfrarotkomponente verbessern. Insbesondere kann als dieser Beugungsstreuungsabschnitt 51 zum Beispiel eine tetragonale Pyramide angewandt werden, die unter Verwendung von Nassätzen der Si(111)-Ebene unter Verwendung von alkalischem ionisiertem Wasser (AKW) gebildet wird. Der Beugungsstreuungsabschnitt 51 ist nicht darauf beschränkt und kann unter Verwendung von Trockenätzen gebildet werden. Des Weiteren wird durch Bilden einer Form, deren Querschnittsfläche sich in der Tiefenrichtung ändert, eine Reflexion unterdrückt und dementsprechend wird auch die Empfindlichkeit geringfügig verbessert.

<Lichtblockierungsfilm>

[0080] Wie in **Fig. 6** veranschaulicht, ist der Lichtblockierungsfilm 54 auf einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 des Isolationfilms 53 angeordnet. Der Lichtblockierungsfilm 54 wird zu einem gitterförmigen Ebenenmuster, in dem ein Ebenenmuster in der Draufsicht die Lichtempfangsfläche von jedem mehrerer fotoelektrischer Umwandlungsbereiche 21 öffnet, so dass Licht, das auf einen vorbestimmten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 einfällt, nicht in einen nahegelegenen fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 leckt. Der Lichtblockierungsfilm 54 ist in einem gitterförmigen Ebenenmuster konfiguriert, das gleich dem gitterförmigen Ebenenmuster des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 ist und an einer Position angeordnet ist, die in der Draufsicht mit dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 überlappt. Außerdem weist der Lichtblockierungsfilm 54 in dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 eine Breite auf, die selektiv verdickt werden soll, um einen Bereich zwischen dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 und dem pixelinternen Separationsbereich 32 in der Draufsicht, insbesondere das Wannengebiet 22 des p-Typs und das Floating-Diffusion-Gebiet FD, zu bedecken. Mit anderen Worten ist das Floating-Diffusion-Gebiet FD an einer Position angeordnet, die in der Draufsicht mit dem Lichtblockierungsfilm 54 überlappt. Als dieser Lichtblockierungsfilm 54 wird zum Beispiel ein Wolfram(W)-Film mit einer Lichtblockierungseigenschaft verwendet.

<Farbfilter und Mikrolinse>

[0081] Wie in **Fig. 5** und **6** veranschaulicht, ist ein Farbfilter 55 auf einer Seite (der Lichteinfallseite) gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 des Lichtblockierungsfilms 54 für jeden fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 (jedes Pixel 3) angeordnet. Das Farbfilter 55 separiert Farben von Einfallslight, das von der Lichteinfallseite des Halbleiterchips 2 einfällt. Als die Farbfilter 55 gibt es ein erstes Farbfilter von Rot (R), ein zweites Farbfilter von Grün (G) und ein drittes Farbfilter von Blau (B). Bei dieser ersten Ausführungsform sind zum Beispiel Farbfilter 55 von drei Farben R, G und B enthalten.

[0082] Die Mikrolinse 56 ist auf einer Seite (der Lichteinfallseite) gegenüber dem Lichtblockierungsfilm 54 des Farbfilters 55 für jeden fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 (jedes Pixel 3) angeordnet. Die Mikrolinse 56 bündelt Bestrahlungslicht und bewirkt, dass das gebündelte Licht mit hoher Effizienz auf den fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 einfällt.

<Fotoelektrische Umwandlungseinheit>

[0083] Die in **Fig. 5** und **6** veranschaulichte fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 führt eine fotoelektrische Umwandlung von Licht einer Wellenlänge eines sichtbaren Bereichs (nachfolgend als sichtbares Licht bezeichnet) oder Licht einer Wellenlänge eines Nahinfrarotbereichs (nachfolgend als Nahinfrarotlicht (NIR) bezeichnet) durch. Die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 kann durch Vergrößern der Dicke der Halbleiterschicht 20 derart, dass sie größer als in einem Fall ist, in dem sichtbares Licht fotoelektrisch umgewandelt wird (ein Fall, in dem sichtbares Licht verarbeitet wird), eine fotoelektrische Umwandlung von Nahinfrarotlicht durchführen (Nahinfrarotlicht verarbeiten). Dementsprechend kann durch Auswählen der Dicke der Halbleiterschicht 20 derart, dass die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 eine fotoelektrische Umwandlung von Nahinfrarotlicht durchführen kann, zu verarbeitendes Licht (sichtbares Licht oder Nahinfrarotlicht) gemäß der Verwendung einer elektronischen Vorrichtung ausgewählt werden, in der die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A eingebettet ist. Bei dieser ersten Ausführungsform wird die Dicke der Halbleiterschicht auf eine Dicke eingestellt, für die eine fotoelektrische Umwandlung von Nahinfrarotlicht durchgeführt werden kann, aber ist nicht darauf beschränkt.

[0084] Hier ist der Wellenlängenbereich des Nahinfrarotlichts (eines Nahinfrarotstrahls) näherungsweise 700 nm bis 2500 nm und ist der Wellenlängenbereich von sichtbarem Licht (einem sichtbaren Strahl) näherungsweise eine untere Grenze von 360 bis 400 nm bis zu einer oberen Grenze von 760 nm bis 830 nm.

[0085] Außerdem ist die Dicke der Halbleiterschicht 20 in dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21, der sichtbares Licht verarbeitet, allgemein 2,5 μm oder mehr und kann die Dicke der Halbleiterschicht 20 in dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21, der Nahinfrarotlicht verarbeitet, 6 μm oder mehr sein.

<<Haupteffekte der ersten Ausführungsform>>

[0086] Als Nächstes werden die Haupteffekte dieser ersten Ausführungsform beschrieben.

[0087] Die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß dieser ersten Ausführungsform beinhaltet den Zwischenpixelseparationsbereich 31, der einem speziellen Beispiel für einen „ersten Separationsbereich“ der vorliegenden Technologie entspricht, und den pixelinternen Separationsbereich 32, der einem speziellen Beispiel für einen „zweiten Separationsbereich“ der vorliegenden Technologie entspricht. Der Zwischenpixelseparationsbereich 31 weist eine Konfiguration auf, bei der der gegrabene Teil 33a, der sich in der Dickenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 erstreckt, mit dem Isolationsfilm 53 als ein Isolationsmaterial mit einem Brechungsindex niedriger als die Halbleiterschicht 20 gefüllt ist. Aus diesem Grund kann im Vergleich zu einem herkömmlichen Zwischenpixelseparationsbereich, in dem der gegrabene Teil 33a mit einem dotierten Polysiliziumfilm als ein leitfähiges Material gefüllt ist, eine Lichtabsorption in dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 unterdrückt werden, mit anderen Worten kann eine Lichtreflexion in dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 erhöht werden, und eine Verbesserung einer Quanteneffizienz QE und eine Unterdrückung einer hohen Farbmischung (einer hohen Modulationstransferfunktion(MTF)-Charakteristik) als Pixelcharakteristiken können erzielt werden.

[0088] Andererseits wird der pixelinterne Separationsbereich 32 so gebildet, dass er eine Konfiguration aufweist, bei der der gegrabene Teil 33b, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht 20 erstreckt, mit dem leitfähigen Material 35 gefüllt wird. Aus diesem Grund ändert sich durch Anlegen eines positiven elektrischen Potentials an das leitfähige Material 35 des pixelinternen Separationsbereichs 32 das Potential der Halbleiterschicht 20 auf der Seitenwand des pixelinternen Separationsbereichs 32 und, wenn eine elektrische Signalladung, die durch fotoelektrische Umwandlung unter Verwendung der fotoelektrischen Einheit 24 erlangt wird, zu dem Floating-Diffusion-Gebiet FD übertragen wird, kann bewirkt werden, dass es als eine Hilfselektrode fungiert, die eine Übertragung einer elektrischen Signalladung zu dem Floating-Diffusion-Gebiet FD unterstützt, und eine Verbesserung von Übertragungscharakteristiken als Pixelcharakteristiken kann erzielt werden. Diese Verbesserung der Übertragungscharakteristiken ist besonders in einem Fall

effektiv, in dem Nahinfrarotlicht fotoelektrisch umgewandelt wird, indem die Dicke der Halbleiterschicht 20 vergrößert wird.

[0089] Dementsprechend kann gemäß der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A dieser ersten Ausführungsform eine Verbesserung der Pixelcharakteristiken erzielt werden.

[0090] Außerdem kann, wie bei dieser ersten Ausführungsform, auch in einem Fall, in dem die Dicke der Halbleiterschicht 20 vergrößert wird, oder einem Fall, in dem der Beugungsstreuungsabschnitt 51 in dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 angeordnet ist, so dass Nahinfrarotlicht unter Verwendung der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24 fotoelektrisch umgewandelt werden kann, eine hohe MTF-Charakteristik realisiert werden, während eine hohe Quanteneffizienz QE sichergestellt wird.

[0091] Da eine Lichtreflexion in dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 erhöht werden kann, können außerdem eine Miniaturisierung der Breite des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 und eine Miniaturisierung des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 erzielt werden.

[0092] Außerdem beinhaltet die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A dieser ersten Ausführungsform den Lichtblockierungsfilm 54 auf der Lichteinfallseite (der Seite der zweiten Fläche S2) der Halbleiterschicht 20, der so konfiguriert ist, dass er eine selektiv verdickte Breite aufweist, um das Floating-Diffusion-Gebiet FD zu bedecken, das zwischen dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 und dem pixelinternen Separationsbereich 32 angeordnet ist. Aus diesem Grund kann eine Emission von Licht zu dem Floating-Diffusion-Gebiet FD unterdrückt werden und können Parasitäre-Lichtempfindlichkeit (PLS: Parasitic Light Sensitivity)-Charakteristiken verbessert werden.

[0093] Außerdem wurde bei der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform ein Fall beschrieben, in dem die Dicke der Halbleiterschicht 20 so eingestellt wird, dass sie groß ist, so dass Nahinfrarotlicht durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 fotoelektrisch umgewandelt werden kann. Jedoch kann die vorliegende Technologie auch auf einen Fall angewandt werden, in dem die Dicke der Halbleiterschicht 20 so eingestellt wird, dass sie dünn ist, so dass sichtbares Licht selektiv durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 fotoelektrisch umgewandelt werden kann.

[0094] Außerdem wurde bei der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform ein Fall beschrieben, in dem jeder des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 und des pixelinternen Separationsbereichs 32 die zweite Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 erreicht.

Jedoch kann die vorliegende Technologie auch auf einen Fall angewandt werden, in dem jeder des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 und des pixelinternen Separationsbereichs 32 von der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 separiert ist.

[0095] Außerdem wurde bei der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform ein Fall beschrieben, in dem der Siliciumfilm, in den ein Fremdstoff zum Reduzieren eines Widerstandswertes eingeführt wurde, als das leitfähige Material 35 des pixelinternen Separationsbereichs 32 verwendet wird. Da jedoch der Siliciumfilm eine Lichtabsorption aufweist, wird es vom Standpunkt von Licht bevorzugt, einen Metallfilm mit hohem Schmelzpunkt, der eine Leitfähigkeit aufweist, wie etwa Wolfram, Titan oder dergleichen, einen Metallfilm, der eine Leitfähigkeit aufweist, wie etwa Aluminium (Al) oder dergleichen, oder einen Legierungsfilm zu verwenden.

[0096] Des Weiteren kann der pixelinterne Separationsbereich 32 auch als ein Transfertransistor verwendet werden, der auch eine Hilfsfunktion zum Unterstützen einer Übertragung einer elektrischen Signalladung zu dem Floating-Diffusion-Gebiet FD aufweist.

[Zweite Ausführungsform]

[0097] Bei der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform wurde die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A beschrieben, die den Zwischenpixelseparationsbereich 31, der einem speziellen Beispiel für einen „ersten Separationsbereich“ der vorliegenden Technologie entspricht, und den pixelinternen Separationsbereich 32, der einem speziellen Beispiel für einen „zweiten Separationsbereich“ der vorliegenden Technologie entspricht, beinhaltet. Im Gegensatz dazu wird bei dieser zweiten Ausführungsform, wie in **Fig. 8** und **9** veranschaulicht, eine Festkörperbildgebungsvorrichtung 1B beschrieben, die einen ersten Zwischenpixelseparationsbereich 31a, der einem speziellen Beispiel für einen „ersten Separationsbereich“ der vorliegenden Technologie entspricht, und einen zweiten Zwischenpixelseparationsbereich 31b, der einem speziellen Beispiel für einen „zweiten Separationsbereich“ der vorliegenden Technologie entspricht, beinhaltet.

[0098] Die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1B gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Technologie weist im Grunde eine Konfiguration ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform auf und es gibt folgenden unterschiedlichen Konfigurationen. Mit anderen Worten beinhaltet die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1B gemäß dieser zweiten Ausführungsform ein Pixel 3a, das in **Fig. 7A** veranschaulicht ist, und ein Pixel 3b, das in **Fig. 7B** veranschaulicht ist, anstelle des Pixels 3

gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, die in **Fig. 3** veranschaulicht ist. Außerdem beinhaltet die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1B gemäß dieser zweiten Ausführungsform einen ersten Zwischenpixelseparationsbereich 31a und einen zweiten Zwischenpixelseparationsbereich 31b anstelle des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 und des pixelinternen Separationsbereichs 32 gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, die in **Fig. 4** und **5** veranschaulicht ist. Die anderen Konfigurationen sind im Grunde jenen der ersten Ausführungsform ähnlich.

<Schaltkreiskonfiguration des Pixels>

[0099] Wie in **Fig. 7A** veranschaulicht, beinhaltet das Pixel 3a einen ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21A und einen Leseschaltkreis 15a. Der erste fotoelektrische Umwandlungsbereich 21A beinhaltet eine fotoelektrische Umwandlungseinheit 24a, einen Transfertransistor TRG1 als einen Pixeltransistor und ein Floating-Diffusion-Gebiet FD1 als einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt. Der Leseschaltkreis 15a ist elektrisch mit dem Floating-Diffusion-Gebiet FD1 des ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21A verbunden.

[0100] Wie in **Fig. 7B** veranschaulicht, beinhaltet das Pixel 3b einen zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21B und einen Leseschaltkreis 15b. Der zweite fotoelektrische Umwandlungsbereich 21B beinhaltet eine fotoelektrische Umwandlungseinheit 24b, einen Transfertransistor TRG2 als einen Pixeltransistor und ein Floating-Diffusion-Gebiet FD2 als einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt. Der Leseschaltkreis 15b ist elektrisch mit dem Floating-Diffusion-Gebiet FD2 des zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21B verbunden.

[0101] Bei dieser zweiten Ausführungsform, wie in **Fig. 7A** und **7B** veranschaulicht, ist, obwohl als ein Beispiel eine Schaltkreiskonfiguration gebildet wird, bei der ein Leseschaltkreis 15a oder 15b einem Pixel 3a oder 3b zugewiesen ist, die Schaltkreiskonfiguration nicht darauf beschränkt und es kann eine Schaltkreiskonfiguration genutzt werden, bei der ein Leseschaltkreis 15a durch mehrere Pixel 3a gemeinsam genutzt wird und ein Leseschaltkreis 15b durch mehrere Pixel 3b gemeinsam genutzt wird.

[0102] Die in **Fig. 7A** veranschaulichte fotoelektrische Umwandlungseinheit 24a besteht zum Beispiel aus einer Fotodiode (PD) von einem pn-Übergangstyp. Die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24a erzeugt (führt eine fotoelektrische Umwandlung durch von) eine elektrische Signalladung, die einer Lichtempfangsmenge einer Wellenlänge eines Nahinfrarotbereichs (Nahinfrarotlicht) entspricht, und hält die elektrische Signalladung. Die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24a weist eine Kathoden-

seite, die elektrisch mit dem Source-Gebiet des Transfertransistors TRG1 verbunden ist, und eine Anodenseite, die elektrisch mit einer Leitung eines elektrischen Referenzpotentials (zum Beispiel Masse) verbunden ist, auf.

[0103] Der in **Fig. 7A** veranschaulichte Transfertransistor TRG1 überträgt die elektrische Signalladung, die durch fotoelektrische Umwandlung unter Verwendung der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24a erlangt wird, zu dem Floating-Diffusion-Gebiet FD1. Das Source-Gebiet des Transfertransistors TRG1 ist elektrisch mit der Kathodenseite der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24a verbunden und das Drain-Gebiet des Transfertransistors TRG ist elektrisch mit dem Floating-Diffusion-Gebiet FD1 verbunden. Eine Gate-Elektrode des Transfertransistors TRG1 ist elektrisch mit einer Transfertransistoransteuerungsleitung unter Pixelansteuerungsleitungen 10 verbunden (siehe **Fig. 2**).

[0104] Das in **Fig. 7A** veranschaulichte Floating-Diffusion-Gebiet FD1 hält (akkumuliert) vorübergehend eine elektrische Signalladung, die von der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24a durch den Transfertransistor TRG1 übertragen wird.

[0105] Der erste fotoelektrische Umwandlungsbereich 21A einschließlich der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24a, des Transfertransistors TRG1 und des Floating-Diffusion-Gebiets FD1 ist in der Halbleiterschicht 20 montiert, die in **Fig. 9** veranschaulicht ist.

[0106] Der in **Fig. 7A** veranschaulichte Leseschaltkreis 15a liest eine elektrische Signalladung, die in dem Floating-Diffusion-Gebiet FD1 gehalten wird, und gibt ein Pixelsignal basierend auf dieser elektrischen Signalladung aus. Der Leseschaltkreis 15a weist eine Konfiguration ähnlich dem Leseschaltkreis 15 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform auf und beinhaltet zum Beispiel einen Verstärkungstransistor AMP, einen Auswahltransistor SEL und einen Rücksetztransistor RST als Pixeltransistoren, ist aber nicht darauf beschränkt.

[0107] Die in **Fig. 7B** veranschaulichte fotoelektrische Umwandlungseinheit 24b besteht zum Beispiel aus einer Fotodiode (PD) von einem pn-Übergangstyp. Die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24b erzeugt (führt eine fotoelektrische Umwandlung durch von) Licht einer Wellenlänge eines sichtbaren Bereichs (sichtbares Licht) in eine elektrische Signalladung, die einer Lichtempfangsmenge entspricht, und hält die elektrische Signalladung. Die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24b weist eine Kathodenseite, die elektrisch mit einem Source-Gebiet des Transfertransistors TRG2 verbunden ist, und eine Anodenseite, die elektrisch mit einer Leitung eines

elektrischen Referenzpotentials (zum Beispiel Masse) verbunden ist, auf.

[0108] Der in **Fig. 7B** veranschaulichte Transfertransistor TRG2 überträgt eine elektrische Signalladung, die durch fotoelektrische Umwandlung unter Verwendung der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24b erlangt wird, zu dem Floating-Diffusion-Gebiet FD2. Ein Source-Gebiet des Transfertransistors TRG2 ist elektrisch mit der Kathodenseite der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24b verbunden und ein Drain-Gebiet des Transfertransistors TRG2 ist elektrisch mit dem Floating-Diffusion-Gebiet FD2 verbunden. Eine Gate-Elektrode des Transfertransistors TRG2 ist elektrisch mit einer Transfertransistoransteuerungsleitung unter den Pixelansteuerungsleitungen 10 verbunden (siehe **Fig. 2**).

[0109] Das in **Fig. 7B** veranschaulichte Floating-Diffusion-Gebiet FD2 hält (akkumuliert) vorübergehend eine elektrische Signalladung, die von der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24b durch den Transfertransistor TRG2 übertragen wird.

[0110] Der zweite fotoelektrische Umwandlungsbereich 21B einschließlich der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24b, des Transfertransistors TRG2 und des Floating-Diffusion-Gebiets FD2 ist in der Halbleiterschicht 20 montiert, die in **Fig. 9** veranschaulicht ist.

[0111] Der in **Fig. 7B** veranschaulichte Leseschaltkreis 15b liest eine elektrische Signalladung, die in dem Floating-Diffusion-Gebiet FD2 gehalten wird, und gibt ein Pixelsignal basierend auf dieser elektrischen Signalladung aus. Der Leseschaltkreis 15b weist eine Konfiguration ähnlich dem Leseschaltkreis 15 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform auf und beinhaltet zum Beispiel einen Verstärkungstransistor AMP, einen Auswahltransistor SEL und einen Rücksetztransistor RST als Pixeltransistoren, ist aber nicht darauf beschränkt.

<Halbleiterschicht>

[0112] Wie in **Fig. 8** und **9** veranschaulicht, sind in der Halbleiterschicht 20 der erste und zweite Zwischenpixelseparationsbereich 31a und 31b, die sich in der Dickenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 erstrecken, der erste fotoelektrische Umwandlungsbereich 21A, der durch diesen ersten Zwischenpixelseparationsbereich 31a unterteilt ist, und der zweite fotoelektrische Umwandlungsbereich 21B, der durch diesen zweiten Zwischenpixelseparationsbereich 31b unterteilt ist, angeordnet. Wie in **Fig. 8** veranschaulicht, sind in dem Pixelarrayteil 2A der erste fotoelektrische Umwandlungsbereich 21A und der zweite fotoelektrische Umwandlungsbereich 21B zum Beispiel so angeordnet, dass sie sich in sowohl der X-Richtung als auch der Y-Richtung,

die orthogonal zueinander sind, innerhalb einer zweidimensionalen Ebene abwechselnd wiederholen. Mit anderen Worten sind in dem Pixelarrayteil 2A dieser zweiten Ausführungsform das Pixel 3a einschließlich des ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21A und das Pixel 3b einschließlich des zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21B so angeordnet, dass sie sich in sowohl der X-Richtung als auch der Y-Richtung abwechselnd wiederholen. In **Fig. 8** sind fünf erste fotoelektrische Umwandlungsbereiche 21A (die Pixel 3a: NIR) und vier zweite fotoelektrische Umwandlungsbereiche 21B (die Pixel 3b: RGB) veranschaulicht.

<Fotoelektrischer Umwandlungsbereich>

[0113] Wie in **Fig. 9** veranschaulicht, weist der erste fotoelektrische Umwandlungsbereich 21A im Grunde eine Konfiguration ähnlich dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform auf. Mit anderen Worten beinhaltet, ähnlich dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, der erste fotoelektrische Umwandlungsbereich 21A ein Wannengebiet 22 des p-Typs, einen Halbleiterbereich 23 des n-Typs, ein Floating-Diffusion-Gebiet FD1, eine fotoelektrische Umwandlungseinheit 24a, einen Transfertransistor TRG1 (siehe **Fig. 8**), einen Elementbildungsbereich 20a und einen Beugungsstreuungsabschnitt 51. In dem ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21A ist der pixelinterne Separationsbereich 32 gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, die in **Fig. 4** und **5** veranschaulicht ist, nicht enthalten.

[0114] Wie in **Fig. 9** veranschaulicht, weist der zweite fotoelektrische Umwandlungsbereich 21B im Grunde eine Konfiguration ähnlich dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform auf. Mit anderen Worten beinhaltet, ähnlich dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 der zuvor beschriebenen zweiten Ausführungsform, der erste fotoelektrische Umwandlungsbereich 21B ein Wannengebiet 22 des p-Typs, einen Halbleiterbereich 23 des n-Typs, ein Floating-Diffusion-Gebiet FD2, eine fotoelektrische Umwandlungseinheit 24b, einen Transfertransistor TRG2 (siehe **Fig. 8**), einen Elementbildungsbereich 20a und einen Beugungsstreuungsabschnitt 51. Auch in dem zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21B ist der pixelinterne Separationsbereich 32 gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, die in **Fig. 4** und **5** veranschaulicht ist, nicht enthalten.

[0115] Wie in **Fig. 9** veranschaulicht, ist, ähnlich dem Floating-Diffusion-Gebiet FD der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, jedes der Floating-Diffusion-Gebiete FD1 und FD2 in einem

Oberflächenschichtteil des Wannengebiets 22 des p-Typs auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 angeordnet. Jedes der Floating-Diffusion-Gebiete FD1 und FD2 ist unter Verwendung eines Halbleiterbereichs (eines Floating-Diffusion-Gebiets) des n-Typs konfiguriert, dessen Fremdstoffdichte höher als jene des Halbleiterbereichs 23 des n-Typs ist. Ähnlich der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform ist jede der fotoelektrischen Umwandlungseinheiten 24a und 24b hauptsächlich unter Verwendung eines Halbleiterbereichs 23 des n-Typs konfiguriert und ist als eine Fotodiode (PD) des pn-Übergang-Typs unter Verwendung eines Wannengebiets 22 des p-Typs und eines Halbleiterbereichs 23 des n-Typs konfiguriert.

<Erster und zweiter
Zwischenpixelseparationsbereich>

[0116] Wie in **Fig. 8** veranschaulicht, beinhaltet, ähnlich dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, die in **Fig. 4** veranschaulicht ist, der erste Zwischenpixelseparationsbereich 31a erste Teile 31x, die sich in der Draufsicht in der X-Richtung erstrecken, und zweite Teile 31y, die sich in der Y-Richtung erstrecken. Die ersten Teile 31x und die zweiten Teile 31y sind orthogonal zueinander.

[0117] Die ersten Teile 31x sind wiederholt in der Y-Richtung angeordnet, wobei ein vorbestimmter Abstand dazwischenliegt. Außerdem sind die zweiten Teile 31y wiederholt in der X-Richtung angeordnet, wobei ein vorbestimmter Abstand dazwischenliegt. Mit anderen Worten ist ein Ebenenmuster des ersten Zwischenpixelseparationsbereichs 31a in der Draufsicht ein Ebenenmuster einer Gitterform. In dem ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereichen 21A sind beide Endseiten in der X-Richtung durch zwei zweite Teile 31y des Separationsbereichs 31a unterteilt, die aneinander angrenzen, und sind beide Endseiten in der Y-Richtung durch zwei erste Teile 31x des Separationsbereichs 31 unterteilt, die aneinander angrenzen.

[0118] Wie in **Fig. 8** veranschaulicht, ist der zweite Zwischenpixelseparationsbereich 31b so angeordnet, dass er an den ersten Zwischenpixelseparationsbereich 31a innerhalb eines Bereichs angrenzt, der durch den ersten Zwischenpixelseparationsbereich 31a unterteilt ist. Dieser zweite Zwischenpixelseparationsbereich 31b weist in der Draufsicht ein Ebenenmuster auf, das eine kreisförmige Form sein soll, und befindet sich in Kontakt mit dem ersten Teil 31x und dem zweiten Teil 31y des ersten Zwischenpixelseparationsbereichs 31a. Mit anderen Worten weist der zweite fotoelektrische Umwandlungsbereich 21B in der Draufsicht beide Endseiten in der X-Richtung, die durch den zweiten Zwischenpixelse-

parationsbereich 31b unterteilt sind, und beide Endseiten in der Y-Richtung auf, die durch den zweiten Zwischenpixelseparationsbereich 31b unterteilt sind. Außerdem grenzen der erste fotoelektrische Umwandlungsbereich 21A und der zweite fotoelektrische Umwandlungsbereich 21B durch den ersten und zweiten Zwischenpixelseparationsbereich 31a und 31b aneinander an, die aneinander angrenzen. Der erste fotoelektrische Umwandlungsbereich 21A und der zweite fotoelektrische Umwandlungsbereich 21B, die aneinander angrenzen, sind elektrisch und optisch durch den ersten und zweiten Zwischenpixelseparationsbereich 31a und 31b separiert.

[0119] Wie in **Fig. 9** veranschaulicht, erstreckt sich der erste Zwischenpixelseparationsbereich 31a in der Dickenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 und separiert den fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21A und den zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21B, die in der Draufsicht aneinander angrenzen, elektrisch und optisch voneinander. Der erste Zwischenpixelseparationsbereich 31a weist eine Endseite, die mit dem Elementseparationsbereich 25 verbunden ist, und die andere Seite auf, die die zweite Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 erreichend.

[0120] Der erste Zwischenpixelseparationsbereich 31a beinhaltet einen Festladungsfilm 52, der entlang einer Innenwand (einer Seitenwand und einer unteren Wand) des gegrabenen Teils 33a₁ angeordnet ist, der sich in der Tiefenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 erstreckt, und einen Isolationsfilm 53, der diesen gegrabenen Teil 33a₁ durch den Festladungsfilm 52 füllt und als ein Isolationsmaterial dient, dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht 20 ist. Außerdem kann als das Isolationsmaterial, dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht 20 ist, auch die Luft verwendet werden. In einem solchen Fall beinhaltet der erste Zwischenpixelseparationsbereich 31a einen Hohlraumteil, in den die Luft gefüllt ist. Der gegrabene Teil 33a₁ dieser zweiten Ausführungsform entspricht einem speziellen Beispiel für einen „ersten gegrabenen Teil“ der vorliegenden Technologie.

[0121] Wie in **Fig. 9** veranschaulicht, erstreckt sich der zweite Zwischenpixelseparationsbereich 31b in der Dickenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 und separiert den fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21A und den zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21B, die in der Draufsicht aneinander angrenzen, elektrisch und optisch voneinander. Der zweite Zwischenpixelseparationsbereich 31b weist eine Endseite, die mit dem Elementseparationsbereich 25 verbunden ist, und die andere Endseite auf, die die zweite Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 erreichend.

[0122] Der zweite Zwischenpixelseparationsbereich 31b beinhaltet einen Separationsisolationfilm 34, der entlang einer Innenwand (einer Seitenwand und einer unteren Wand) des zweiten gegrabenen Teils 33a₂ angeordnet ist, der sich in der Tiefenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 erstreckt, und ein leitfähiges Material 35, das diesen gegrabenen Teil 33a₂ durch den Separationsisolationfilm 34 füllt und einen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht 20 aufweist. Als der Separationsisolationfilm 34 kann zum Beispiel ein Siliciumoxidfilm verwendet werden. Als das leitfähige Material 35 kann zum Beispiel ein Halbleiterfilm verwendet werden, in den ein Fremdstoff zum Reduzieren eines Widerstandswertes eingeführt wurde. Das leitfähige Material 35 der zweiten Ausführungsform besteht zum Beispiel aus einem dotierten Polysiliciumfilm des p-Typs, in den Bor (B) als ein Fremdstoff eingeführt wurde, ist aber nicht darauf beschränkt. Der gegrabene Teil 33b₂ dieser zweiten Ausführungsform entspricht einem speziellen Beispiel für einen „zweiten gegrabenen Teil“ der vorliegenden Technologie.

<Verdrahtung>

[0123] Wie in **Fig. 9** veranschaulicht, ist das leitfähige Material 35 des zweiten Zwischenpixelseparationsbereichs 31b durch eine Kontaktelektrode 42b₂, die in dem Zwischenschichtisolationfilm 41 und dem Elementseparationsbereich 25 eingebettet ist, elektrisch mit einer Verdrahtung 43b₂ verbunden, die in der Verdrahtungsschicht 43 der ersten Schicht gebildet ist. Im Unterschied zu der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform wird ein drittes elektrisches Referenzpotential mit einem negativen elektrischen Potential, das niedriger als das erste elektrische Referenzpotential ist, das an das Wannengebiet 22 des p-Typs angelegt wird, an diese Verdrahtung 43b₂ als ein elektrisches Leistungsquellenpotential angelegt. Mit anderen Worten wird das leitfähige Material 35 des zweiten Zwischenpixelseparationsbereichs 31b mit dem zweiten elektrischen Referenzpotential versorgt, das durch die Kontaktelektrode 42b₂ an die Verdrahtung 43b₂ angelegt wird, und weist sein elektrisches Potential auf, das dieses dritte elektrische Referenzpotential festgesetzt ist. Als das dritte elektrische Referenzpotential werden zum Beispiel -1,2 V angelegt. Durch Anlegen des dritten elektrischen Referenzpotentials mit dem negativen elektrischen Potential an das leitfähige Material 35 des zweiten Zwischenpixelseparationsbereichs 31b ändert sich das Potential der Halbleiterschicht 20 auf der Seitenwand des zweiten Zwischenpixelseparationsbereichs 31b, und eine elektrische Sättigungsladungsmenge Q_s kann angehoben werden, wodurch eine Verbesserung der Pixelcharakteristiken erzielt werden kann.

[0124] Wie in **Fig. 9** veranschaulicht, ist das Floating-Diffusion-Gebiet FD1 des ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21A durch eine Kontaktelektrode 42f₁, die in dem Zwischenschichtisolationfilm 41 eingebettet ist, elektrisch mit einer Verdrahtung 43f₁ verbunden, die in der Verdrahtungsschicht 43 der ersten Schicht gebildet ist. Diese Verdrahtung 43f₁ ist elektrisch mit einer Eingangsseite des Leseschaltkreises 15a (der Gate-Elektrode des Verstärkungstransistors AMP und dem Source-Gebiet des Rücksetztransistors RST), der in **Fig. 7A** veranschaulicht ist, verbunden.

[0125] Wie in **Fig. 9** veranschaulicht, ist das Floating-Diffusion-Gebiet FD2 des zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21B durch eine Kontaktelektrode 42f₂, die in dem Zwischenschichtisolationfilm 41 eingebettet ist, elektrisch mit einer Verdrahtung 43f₂ verbunden, die in der Verdrahtungsschicht der ersten Schicht gebildet ist. Diese Verdrahtung 43f₂ ist elektrisch mit einer Eingangsseite des Leseschaltkreises 15b (der Gate-Elektrode des Verstärkungstransistors AMP und dem Source-Gebiet des Rücksetztransistors RST), der in **Fig. 7B** veranschaulicht ist, verbunden.

[0126] Hier kann eine Spektralbeugung von Nahinfrarotlicht und sichtbarem Licht zum Beispiel unter Verwendung des Farbfilters 55 durchgeführt werden. Insbesondere kann durch derartiges Anordnen eines Farbfilters 55a, durch das Nahinfrarotlicht transmittiert wird, dass es in der Draufsicht mit dem ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21A überlappt, bewirkt werden, dass Nahinfrarotlicht auf den ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21A (die erste fotoelektrische Umwandlungseinheit 24a) einfällt. Außerdem kann durch derartiges Anordnen eines Farbfilters 55b, durch das sichtbares Licht transmittiert wird, dass es in der Draufsicht mit dem zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21B überlappt, bewirkt werden, dass sichtbares Licht auf den zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21B (die zweite fotoelektrische Umwandlungseinheit 24b) einfällt.

[0127] Außerdem muss, obwohl bei dieser zweiten Ausführungsform das Farbfilter 55 (55a) so angeordnet ist, dass es in der Draufsicht mit dem ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21A überlappt, in dem ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21A einschließlich der ersten fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24a, die eine fotoelektrische Umwandlung von Nahinfrarotlicht durchführt, das Farbfilter 55 nicht zwingend angeordnet sein.

<<Haupteffekt der zweiten Ausführungsform>>

[0128] Die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1B gemäß dieser zweiten Ausführungsform beinhaltet

den ersten Zwischenpixelseparationsbereich 31a als einen „ersten Separationsbereich“ der vorliegenden Technologie, den ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21A, der durch diesen ersten Zwischenpixelseparationsbereich 31a unterteilt ist, den zweiten Zwischenpixelseparationsbereich 31b als einen „zweiten Separationsbereich“ der vorliegenden Technologie und den zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21B, der durch diesen zweiten Zwischenpixelseparationsbereich 31b unterteilt ist. Ähnlich dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform weist der erste Zwischenpixelseparationsbereich 31a eine Konfiguration auf, bei der der Isolationsfilm 53 als ein Isolationsmaterial mit einem Brechungsindex niedriger als die Halbleiterschicht 20 in den gegrabenen Teil 33a₁ gefüllt ist, der sich in der Dickenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 erstreckt. Aus diesem Grund wird, ähnlich der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, im Vergleich zu einem herkömmlichen pixelinternen Separationsbereich, in dem ein dotierter Polysiliziumfilm als ein leitfähiges Material in den gegrabenen Teil 33a₁ gefüllt ist, eine Lichtabsorption in dem ersten Zwischenpixelseparationsbereich 31a unterdrückt, mit anderen Worten kann eine Lichtreflexion in dem ersten Zwischenpixelseparationsbereich 31a erhöht werden, und auch in einem Fall, in dem der erste fotoelektrische Umwandlungsabschnitt 21A einschließlich der ersten fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24a, die eine fotoelektrische Umwandlung von Nahinfrarotlicht durchführt, und der zweite fotoelektrische Umwandlungsbereich 21B einschließlich der zweiten fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24b, die eine fotoelektrische Umwandlung von sichtbarem Licht durchführt, gemischt sind, können eine Verbesserung einer Quanteneffizienz QE und eine hohe Unterdrückung einer Farbmischung (eine hohe MTF-Charakteristik) erzielt werden.

[0129] Andererseits weist, ähnlich dem pixelinternen Separationsbereich 32 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, der zweite Zwischenpixelseparationsbereich 31b eine Konfiguration auf, bei der das leitfähige Material 35 den gegrabenen Teil 33a₂ füllt, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht 20 erstreckt. Aus diesem Grund ändert sich durch Anlegen eines negativen elektrischen Potentials an das leitfähige Material 35 des zweiten Zwischenpixelseparationsbereichs 31b das Potential der Halbleiterschicht 20 auf der Seitenwand des zweiten Zwischenpixelseparationsbereichs 31b und die elektrische Sättigungsladungsmenge Q_s in dem zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21B, in dem die zweite fotoelektrische Umwandlungseinheit 24b angeordnet ist, die eine fotoelektrische Umwandlung von sichtbarem Licht durchführt, kann angehoben werden, wodurch eine Verbesserung der Pixelcharakteristiken erzielt werden kann. Dement-

sprechend kann auch in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1B gemäß dieser zweiten Ausführungsform eine Verbesserung der Pixelcharakteristiken erzielt werden.

[0130] Da eine Lichtreflexion in dem ersten Zwischenpixelseparationsbereich 31a erhöht werden kann, kann außerdem auch in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1B gemäß dieser zweiten Ausführungsform eine Miniaturisierung der Breite des ersten Zwischenpixelseparationsbereichs 31a erzielt werden und kann eine Miniaturisierung sowohl des ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21A als auch des zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21B erzielt werden.

[0131] Außerdem kann bei dieser zweiten Ausführungsform, obwohl die Floating-Diffusion-Gebiete FD1 und FD2 und der Lichtblockierungsfilm 54 einander in der Draufsicht nicht überlappen, wie in **Fig. 6** der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform veranschaulicht, die Breite des Lichtblockierungsfilms 54 selektiv verdickt werden, so dass er die Floating-Diffusion-Gebiete FD1 und FD2 bedeckt.

[Dritte Ausführungsform]

[0132] Diese dritte Ausführungsform wird durch Kombinieren des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 und des pixelinternen Separationsbereichs 32 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, die in **Fig. 4** und **5** veranschaulicht ist, und des ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21A und des zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21B der zuvor beschriebenen zweiten Ausführungsform, die in **Fig. 8** und **9** veranschaulicht ist, erlangt.

[0133] Mit anderen Worten beinhaltet, wie in **Fig. 10** und **11** veranschaulicht, eine Festkörperbildgebungsvorrichtung 1C gemäß der dritten Ausführungsform der vorliegenden Technologie einen ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21A und einen zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21B, die durch einen Zwischenpixelseparationsbereich 31 unterteilt sind, so dass sie aneinander angrenzen. In dem ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21A und/oder dem zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21B, zum Beispiel in dem ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21A, ist der pixelinterne Separationsbereich 32 angeordnet. Mit anderen Worten beinhaltet bei dieser dritten Ausführungsform der erste fotoelektrische Umwandlungsbereich 21A den pixelinternen Separationsbereich 32 und beinhaltet der zweite fotoelektrische Umwandlungsbereich 21B den pixelinternen Separationsbereich 32 nicht. Bei dieser dritten Ausführungsform entspricht der Zwischenpixelseparationsbereich 31 einem speziellen Beispiel für einen „ersten Separationsbereich“ der vorliegenden Tech-

nologie und entspricht der pixelinterne Separationsbereich 32 einem speziellen Beispiel für einen „zweiten Separationsbereich“ der vorliegenden Technologie. Die anderen Konfigurationen sind im Grunde jenen der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform ähnlich.

[0134] Wie in **Fig. 10** veranschaulicht, sind in einem Pixelarrayteil 2A dieser dritten Ausführungsform Pixel 3a einschließlich des ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21A und Pixel 3b einschließlich des zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21B angeordnet. Die Pixel 3b sind wiederholt in sowohl der X-Richtung als auch der Y-Richtung, die orthogonal zueinander sind, innerhalb einer zweidimensionalen Ebene angeordnet. Die Pixel 3a sind innerhalb einer Pixelgruppe verteilt, in der mehrere der Pixel 3b ausgerichtet sind, und konfigurieren zusammen mit den Pixeln 3b Pixelspalten. **Fig. 10** veranschaulicht ein Anordnungsmuster, in dem als ein Beispiel 8 Pixel 3b auf der Peripherie eines Pixels 3a angeordnet sind. Die Pixel 3a können periodisch angeordnet sein oder können zufällig angeordnet sein.

[0135] Wie in **Fig. 11** veranschaulicht, ist ein leitfähiges Material 35 des pixelinternen Separationsbereichs 32 durch eine Kontaktelektrode 42b₁, die über einem Zwischenschichtisolationsfilm 41 und einem Elementseparationsbereich 25 eingebettet ist, elektrisch mit einer Verdrahtung 43b₁ einer Verdrahtungsschicht 43 der ersten Schicht verbunden. Ähnlich der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform wird ein zweites elektrisches Referenzpotential eines positiven elektrischen Potentials höher als ein erstes elektrische Referenzpotential, das an das Wannengebiet 22 des p-Typs angelegt wird, an diese Verdrahtung 43b₁ als ein elektrisches Leistungsquellenpotential angelegt. Mit anderen Worten wird das leitfähige Material 35 des pixelinternen Separationsbereichs 32 mit dem zweiten elektrischen Referenzpotential versorgt, das durch die Kontaktelektrode 42b₁ an die Verdrahtung 43b₁ angelegt wird, und weist ein elektrisches Potential auf, das auf dieses zweite elektrische Referenzpotential festgesetzt ist.

[0136] Wie in **Fig. 11** veranschaulicht, ist ein Floating-Diffusion-Gebiet FD1 des ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21A durch eine Kontaktelektrode 42f₁, die in dem Zwischenschichtisolationsfilm 41 eingebettet ist, elektrisch mit einer Verdrahtung 43f₁ verbunden, die in der Verdrahtungsschicht 43 der ersten Schicht gebildet ist. Diese Verdrahtung 43f₁ ist elektrisch mit einer Eingangsseite eines Leseschaltkreises 15a (einer Gate-Elektrode eines Verstärkungstransistors AMP und einem Source-Gebiet eines Rücksetztransistors RST) der zuvor beschriebenen zwei-

ten Ausführungsform, die in **Fig. 7A** veranschaulicht ist, verbunden.

[0137] Wie in **Fig. 11** veranschaulicht, ist ein Floating-Diffusion-Gebiet FD2 des zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21B durch eine Kontaktelektrode 42f₂, die in dem Zwischenschichtisolationsfilm 41 eingebettet ist, elektrisch mit einer Verdrahtung 43f₂ verbunden, die in der Verdrahtungsschicht der ersten Schicht gebildet ist. Diese Verdrahtung 43f₂ ist elektrisch mit einer Eingangsseite eines Leseschaltkreises 15b (einer Gate-Elektrode des Verstärkungstransistors AMP und einem Source-Gebiet des Rücksetztransistors RST) der zuvor beschriebenen zweiten Ausführungsform, die in **Fig. 7B** veranschaulicht ist, verbunden.

<<Haupteffekt der dritten Ausführungsform>>

[0138] Die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1C gemäß dieser dritten Ausführungsform beinhaltet den Zwischenpixelseparationsbereich 31, der einem speziellen Beispiel für einen „ersten Separationsbereich“ der vorliegenden Technologie entspricht, und den ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21A und den zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21B, die durch diesen Zwischenpixelseparationsbereich 31 unterteilt sind. Ähnlich dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform weist der Zwischenpixelseparationsbereich 31 dieser dritten Ausführungsform eine Konfiguration auf, bei der der gegrabene Teil 33a, der sich in der Dickenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 erstreckt, mit dem Isolationsfilm 53 als ein Isolationsmaterial mit einem niedrigeren Brechungsindex als die Halbleiterschicht 20 gefüllt ist. Aus diesem Grund kann ähnlich der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, im Vergleich zu einem herkömmlichen Zwischenpixelseparationsbereich, in dem der gegrabene Teil 33a mit einem dotierten Polysiliciumfilm als ein leitfähiges Material gefüllt ist, eine Lichtabsorption in dem ersten Zwischenpixelseparationsbereich 31 unterdrückt werden, mit anderen Worten kann eine Lichtreflexion in dem ersten Zwischenpixelseparationsbereich 31a erhöht werden, und auch in einem Fall, in dem der erste fotoelektrische Umwandlungsabschnitt 21A einschließlich der ersten fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24a, die eine fotoelektrische Umwandlung von Nahinfrarotlicht durchführt, und der zweite fotoelektrische Umwandlungsbereich 21B einschließlich der zweiten fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24b, die eine fotoelektrische Umwandlung von sichtbarem Licht durchführt, gemischt sind, können eine Verbesserung einer Quanteneffizienz QE und eine hohe Unterdrückung einer Farbmischung (eine hohe MTF-Charakteristik) erzielt werden.

[0139] Andererseits weist, ähnlich dem pixelinternen Separationsbereich 32 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, der pixelinterne Separationsbereich 32 der dritten Ausführungsform eine Konfiguration auf, bei der das leitfähige Material 35 den gegrabenen Teil 33b füllt, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht 20 erstreckt. Aus diesem Grund ändert sich, ähnlich der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, durch Anlegen eines positiven elektrischen Potentials an das leitfähige Material 35 des pixelinternen Separationsbereichs 32 das Potential der Halbleiterschicht 20 auf der Seitenwand des pixelinternen Separationsbereichs 32 und, wenn eine elektrische Signalladung, die durch fotoelektrische Umwandlung unter Verwendung der fotoelektrischen Einheit 24a erlangt wird, zu dem Floating-Diffusion-Gebiet FD1 übertragen wird, kann bewirkt werden, dass es als eine Hilfselektrode fungiert, die eine Übertragung einer elektrischen Signalladung zu dem Floating-Diffusion-Gebiet FD1 unterstützt, und eine Verbesserung von Übertragungscharakteristiken als Pixelcharakteristiken kann erzielt werden. Dementsprechend kann auch in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1C gemäß dieser ersten Ausführungsform eine Verbesserung der Pixelcharakteristiken erzielt werden.

[0140] Da eine Lichtreflexion in dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 erhöht werden kann, kann außerdem auch in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1C gemäß dieser ersten Ausführungsform eine Miniaturisierung der Breite des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 erzielt werden und kann eine Miniaturisierung sowohl des ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21A (des Pixels 3a) als auch des zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21B (des Pixels 3b) erzielt werden.

[0141] Außerdem beinhaltet, ähnlich der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1C dieser dritten Ausführungsform den Lichtblockierungsfilm 54 auf der Lichteinfallsebene (der Seite der zweiten Fläche S2) der Halbleiterschicht 20, der so konfiguriert ist, dass er eine selektiv verdickte Breite aufweist, um die Floating-Diffusion-Gebiete FD1 und FD2 zu bedecken, das zwischen dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 und dem pixelinternen Separationsbereich 32 angeordnet ist. Dementsprechend können auch in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1C gemäß dieser dritten Ausführungsform, ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, PLS-Charakteristiken (Parasitäre-Lichtempfindlichkeit-Charakteristiken) verbessert werden.

[0142] Außerdem wurde bei der zuvor beschriebenen dritten Ausführungsform ein Fall beschrieben, in dem der pixelinterne Separationsbereich 32, der als eine Hilfselektrode fungiert, in dem ersten foto-

elektrischen Umwandlungsbereich 21A angeordnet ist. Jedoch kann der pixelinterne Separationsbereich 32, der als eine Hilfselektrode fungiert, in dem zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21B angeordnet sein oder kann in sowohl dem ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21A als auch dem zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21B angeordnet sein. Hier wird es, wie bei der dritten Ausführungsform, bevorzugt, dass der pixelinterne Separationsbereich 32, der als eine Hilfselektrode fungiert, in dem ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21A einschließlich der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24a angeordnet ist, die eine fotoelektrische Umwandlung von Nahinfrarotlicht durchführt.

[Vierte Ausführungsform]

[0143] Diese vierte Ausführungsform wird erlangt, indem der pixelinterne Separationsbereich 32 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, die in **Fig. 4** und **5** veranschaulicht ist, in die zuvor beschriebene zweite Ausführungsform eingebaut wird.

[0144] Mit anderen Worten beinhaltet, wie in **Fig. 12** und **13** veranschaulicht, eine Festkörperbildgebungsvorrichtung 1D gemäß der vierten Ausführungsform der vorliegenden Technologie erste Zwischenpixelseparationsbereiche 31a, zweite Zwischenpixelseparationsbereiche 31b und pixelinterne Separationsbereiche 32. Bei dieser vierten Ausführungsform entspricht der erste Zwischenpixelseparationsbereich 31a einem speziellen Beispiel für einen „ersten Separationsbereich“ der vorliegenden Technologie, entspricht der zweite Zwischenpixelseparationsbereich 31b einem speziellen Beispiel für einen „zweiten Separationsbereich“ der vorliegenden Technologie und entspricht der pixelinterne Separationsbereich 32 einem dritten Separationsbereich der vorliegenden Technologie.

[0145] Außerdem beinhaltet die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1D gemäß der vierten Ausführungsform der vorliegenden Technologie erste fotoelektrische Umwandlungsbereiche 21A, die durch die ersten Zwischenpixelseparationsbereiche 31a unterteilt sind, und zweite fotoelektrische Umwandlungsbereiche 21B, die durch die zweiten Zwischenpixelseparationsbereiche 31b unterteilt sind. Der pixelinterne Separationsbereich 32 ist in sowohl dem ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21A als auch dem zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21B angeordnet.

[0146] Wie in **Fig. 13** veranschaulicht, weist der erste fotoelektrische Umwandlungsbereich 21A im Grunde eine Konfiguration ähnlich dem ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21A der zuvor beschriebenen zweiten Ausführungsform auf. Mit

anderen Worten beinhaltet, ähnlich dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 der zuvor beschriebenen zweiten Ausführungsform, der erste fotoelektrische Umwandlungsbereich 21A ein Wannengebiet 22 des p-Typs, einen Halbleiterbereich 23 des n-Typs, ein Floating-Diffusion-Gebiet FD1, eine fotoelektrische Umwandlungseinheit 24a, einen Transfertransistor TRG1 (siehe **Fig. 8**), einen Elementbildungsbereich 20a und einen Beugungsstreuungsabschnitt 51. Der erste fotoelektrische Umwandlungsbereich 21A dieser vierten Ausführungsform beinhaltet einen pixelinternen Separationsbereich 32. Der pixelinterne Separationsbereich 32 ist so angeordnet, dass er separat von dem ersten Zwischenpixelseparationsbereich 31a ist.

[0147] Wie in **Fig. 13** veranschaulicht, weist der zweite fotoelektrische Umwandlungsbereich 21B im Grunde eine Konfiguration ähnlich dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21B der zuvor beschriebenen zweiten Ausführungsform auf. Mit anderen Worten beinhaltet, ähnlich dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 der zuvor beschriebenen zweiten Ausführungsform, der zweite fotoelektrische Umwandlungsbereich 21B ein Wannengebiet 22 des p-Typs, einen Halbleiterbereich 23 des n-Typs, ein Floating-Diffusion-Gebiet FD1, eine fotoelektrische Umwandlungseinheit 24a, einen Transfertransistor TRG1 (siehe **Fig. 8**), einen Elementbildungsbereich 20a und einen Beugungsstreuungsabschnitt 51. Der zweite fotoelektrische Umwandlungsbereich 21B dieser vierten Ausführungsform beinhaltet einen pixelinternen Separationsbereich 32. Der pixelinterne Separationsbereich 32 ist so angeordnet, dass er separat von dem zweiten Zwischenpixelseparationsbereich 31b ist.

<Festsetzung des elektrischen Potentials>

[0148] Wie in **Fig. 13** veranschaulicht, ist ein leitfähiges Material 35 des pixelinternen Separationsbereichs 32, der in dem ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21A enthalten ist, durch eine Kontaktelektrode 42b₁, die über einem Zwischenschichtisolationsfilm 41 und einem Elementseparationsbereich 25 eingebettet ist, elektrisch mit einer Verdrahtung 43b₁ einer Verdrahtungsschicht 43 der ersten Schicht verbunden. Gleichmaßen ist ein leitfähiges Material 35 des pixelinternen Separationsbereichs 32, der in dem zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21B enthalten ist, durch eine Kontaktelektrode 42b₁, die über dem Zwischenschichtisolationsfilm 41 und dem Elementseparationsbereich 25 eingebettet ist, elektrisch mit einer Verdrahtung 43b₁ einer Verdrahtungsschicht 43 der ersten Schicht verbunden. Ähnlich der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform wird ein zweites elektrisches Referenzpotential eines positiven elektrischen Potentials höher als ein erstes elektrische Referenzpotential, das an das Wannengebiet

22 des p-Typs angelegt wird, an eine solche Verdrahtung 43b₁ als ein elektrisches Leistungsquellenpotential angelegt. Mit anderen Worten wird das leitfähige Material 35 des zweiten pixelinternen Separationsbereichs 32 mit dem zweiten elektrischen Referenzpotential versorgt, das durch die Kontaktelektrode 42b₁ an die Verdrahtung 43b₁ angelegt wird, und weist ein elektrisches Potential auf, das dieses zweite elektrische Referenzpotential festgesetzt ist.

[0149] Wie in **Fig. 13** veranschaulicht, ist ein leitfähiges Material 35 des zweiten Zwischenpixelseparationsbereichs 31b durch eine Kontaktelektrode 42b₂, die über dem Zwischenschichtisolationsfilm 41 und dem Elementseparationsbereich 25 eingebettet ist, elektrisch mit einer Verdrahtung 43b₂ verbunden, die in der Verdrahtungsschicht 43 der ersten Schicht gebildet ist. Ähnlich der zuvor beschriebenen zweiten Ausführungsform wird ein drittes elektrisches Referenzpotential mit einem negativen elektrischen Potential, das niedriger als das erste elektrische Referenzpotential ist, das an das Wannengebiet 22 des p-Typs angelegt wird, an diese Verdrahtung 43b₂ als ein elektrisches Leistungsquellenpotential angelegt. Mit anderen Worten wird das leitfähige Material 35 des zweiten Zwischenpixelseparationsbereichs 31b mit dem dritten elektrischen Referenzpotential versorgt, das durch die Kontaktelektrode 42b₂ an die Verdrahtung 43b₂ angelegt wird, und weist ein elektrisches Potential auf, das dieses zweite elektrische Referenzpotential festgesetzt ist.

<<Haupteffekte der vierten Ausführungsform>>

[0150] Die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1D gemäß dieser vierten Ausführungsform beinhaltet den ersten Zwischenpixelseparationsbereich 31a, der einem speziellen Beispiel für einen „ersten Separationsbereich“ der vorliegenden Technologie entspricht, den ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21A, der durch diesen ersten Zwischenpixelseparationsbereich 31a unterteilt ist, den zweiten Zwischenpixelseparationsbereich 31b, der einem speziellen Beispiel für einen „zweiten Separationsbereich“ der vorliegenden Technologie entspricht, und den zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21B, der durch diesen zweiten Zwischenpixelseparationsbereich 31b unterteilt ist. Ähnlich dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 der zuvor beschriebenen zweiten Ausführungsform weist der erste Zwischenpixelseparationsbereich 31a eine Konfiguration auf, bei der der gegrabene Teil 33a₁, der sich in der Dickenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 erstreckt, mit dem Isolationsfilm 53 als ein Isolationsmaterial mit einem Brechungsindex niedriger als die Halbleiterschicht 20 gefüllt ist. Aus diesem Grund können, ähnlich der zuvor beschriebenen zweiten Ausführungsform,

auch in einem Fall, in dem der erste fotoelektrische Umwandlungsbereich 21A einschließlich der ersten fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24a, die eine fotoelektrische Umwandlung von Nahinfrarotlicht durchführt, und der zweite fotoelektrische Umwandlungsbereich 21B einschließlich der zweiten fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24b, die eine fotoelektrische Umwandlung von sichtbarem Licht durchführt, gemischt sind, eine Verbesserung einer Quanteneffizienz QE und eine hohe Unterdrückung einer Farbmischung (eine hohe MTF-Charakteristik) erzielt werden.

[0151] Andererseits weist, ähnlich dem pixelinternen Separationsbereich 32 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, der zweite Zwischenpixelseparationsbereich 31b eine Konfiguration auf, bei der das leitfähige Material 35 den gegrabenen Teil 33a₂ füllt, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht 20 erstreckt. Aus diesem Grund kann, ähnlich der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, durch Anlegen eines negativen elektrischen Potentials an das leitfähige Material 35 des zweiten Zwischenpixelseparationsbereichs 31b die elektrische Sättigungsladungsmenge Q_s in dem zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21B, in dem die zweite fotoelektrische Umwandlungseinheit 24b angeordnet ist, die eine fotoelektrische Umwandlung von sichtbarem Licht durchführt, angehoben werden, wodurch eine Verbesserung der Pixelcharakteristiken erzielt werden kann.

[0152] Ähnlich dem zweiten pixelinternen Separationsbereich 32 der zuvor beschriebenen zweiten Ausführungsform weist außerdem der zweite Zwischenpixelseparationsbereich 31b eine Konfiguration auf, bei der der gegrabene Teil 33a₂, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht 20 erstreckt, mit dem leitfähigen Material 35 gefüllt ist. Aus diesem Grund ändert sich durch Anlegen eines negativen elektrischen Potentials an das leitfähige Material 35 des zweiten Zwischenpixelseparationsbereichs 31b das Potential der Halbleiterschicht 20 auf der Seitenwand des zweiten Zwischenpixelseparationsbereichs 31b und die elektrische Sättigungsladungsmenge Q_s in dem zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21B, in dem die zweite fotoelektrische Umwandlungseinheit 24b angeordnet ist, die eine fotoelektrische Umwandlung von sichtbarem Licht durchführt, kann angehoben werden, wodurch eine Verbesserung der Pixelcharakteristiken erzielt werden kann. Dementsprechend kann auch in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1D gemäß dieser vierten Ausführungsform eine Verbesserung der Pixelcharakteristiken erzielt werden.

[0153] Da eine Lichtreflexion in dem ersten Zwischenpixelseparationsbereich 31a erhöht werden kann, kann außerdem auch in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1D gemäß dieser vierten Ausführungsform eine Miniaturisierung der Breite des ersten Zwischenpixelseparationsbereichs 31a erzielt werden und kann eine Miniaturisierung sowohl des ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21A als auch des zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21B erzielt werden.

[0154] Außerdem beinhaltet, ähnlich der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1D dieser vierten Ausführungsform den Lichtblockierungsfilm 54 auf der Lichteinfallseite (der Seite der zweiten Fläche S₂) der Halbleiterschicht 20, der so konfiguriert ist, dass er eine selektiv verdickte Breite aufweist, um die Floating-Diffusion-Gebiete FD1 und FD2 zu bedecken, das zwischen dem ersten Zwischenpixelseparationsbereich 31a und dem pixelinternen Separationsbereich 32 angeordnet ist. Dementsprechend können auch in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1D gemäß dieser vierten Ausführungsform, ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, PLS-Charakteristiken (Parasitäre-Lichtempfindlichkeit-Charakteristiken) verbessert werden.

[0155] Außerdem wurde bei der zuvor beschriebenen vierten Ausführungsform ein Fall beschrieben, in dem der pixelinterne Separationsbereich 32, der als eine Hilfselektrode fungiert, in sowohl dem ersten als auch zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21A und 21B angeordnet ist. Jedoch kann der pixelinterne Separationsbereich 32, der als eine Hilfselektrode fungiert, in einem beliebigen des ersten und zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21A und 21B angeordnet sein. Hier wird es bevorzugt, dass der pixelinterne Separationsbereich 32, der als eine Hilfselektrode fungiert, in dem ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21A einschließlich der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24a angeordnet ist, die eine fotoelektrische Umwandlung von Nahinfrarotlicht durchführt.

[Fünfte Ausführungsform]

[0156] Fig. 14 ist ein äquivalentes Schaltbild, das ein Konfigurationsbeispiel eines Pixels einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

[0157] Die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1E gemäß der fünften Ausführungsform der vorliegenden Technologie beinhaltet ein Pixel 60, das in Fig. 14 veranschaulicht ist. Obwohl ein Pixel 60 in Fig. 14 veranschaulicht ist, ist, ähnlich dem Pixel 3 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, die in Fig. 1 veranschaulicht ist, das Pixel 60 in sowohl der X-Richtung als auch der Y-Richtung wie-

derholt angeordnet, wodurch ein Pixelarrayteil konfiguriert wird.

[0158] Wie in **Fig. 14** veranschaulicht, beinhaltet das Pixel 60 eine fotoelektrische Umwandlungseinheit (ein fotoelektrisches Umwandlungselement PD) 61, einen ersten Transfertransistor (TRG) 62, einen zweiten Transfertransistor (TRG) 63, eine Speichereinheit 64, ein Floating-Diffusion(FD)-Gebiet 65, einen Verstärkungstransistor (AMP) 66, einen Auswahltransistor (SEL) 67 und einen Rücksetztransistor (RST) 68. Die Speichereinheit 64 ist ein spezielles Beispiel für einen „Elektrische-Ladung-Halteabschnitt“ der vorliegenden Technologie.

[0159] Die fotoelektrische Umwandlungseinheit 61 empfängt Licht, das zu dem Pixel 60 emittiert werden soll, und erzeugt und akkumuliert eine elektrische Ladung, die einer Menge des Lichts entspricht.

[0160] Der erste Transfertransistor 62 wird gemäß einem Übertragungssignal angesteuert, das von einer Vertikalsteuerungseinheit bereitgestellt wird, und, wenn der erste Transfertransistor 62 eingeschaltet wird, wird eine in der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 61 akkumulierte elektrische Ladung zu der Speichereinheit 64 übertragen.

[0161] Der zweite Transfertransistor 63 wird gemäß einem Übertragungssignal angesteuert, das von einer Vertikalsteuerungseinheit bereitgestellt wird, und, wenn der zweite Transfertransistor 63 eingeschaltet wird, wird eine in der Speichereinheit 64 akkumulierte elektrische Signalladung zu dem Floating-Diffusion-Gebiet 65 übertragen. Die Speichereinheit 64 akkumuliert eine elektrische Signalladung, die von der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 61 durch den ersten Transfertransistor 62 übertragen wird.

[0162] Das Floating-Diffusion-Gebiet 65 ist ein Floating-Diffusion-Gebiet mit einer vorbestimmten Kapazität, das an einem Verbindungspunkt zwischen dem zweiten Transfertransistor 63 und einer Gate-Elektrode des Verstärkungstransistors 66 gebildet ist, und akkumuliert eine elektrische Signalladung, die von dem Speicher 64 durch den zweiten Transistor 63 übertragen wird.

[0163] Der Verstärkungstransistor 66 ist mit einer Leistungsquellenleitung Vdd verbunden und gibt ein Pixelsignal mit einem Pegel aus, der einer elektrischen Signalladung entspricht, die in dem Floating-Diffusion-Gebiet 65 akkumuliert ist.

[0164] Der Auswahltransistor 67 wird gemäß einem Auswahlsignal angesteuert, das von der Vertikalsteuerungseinheit bereitgestellt wird, und, wenn der Auswahltransistor 67 eingeschaltet wird, wird ein Zustand ausgebildet, in dem ein von dem Verstär-

kungstransistor 66 ausgegebenes Pixelsignal von dem Verstärkungstransistor 66 durch den Auswahltransistor 67 in eine Vertikalsignalleitung 11 gelesen werden kann.

[0165] Der Rücksetztransistor 68 wird gemäß einem Rücksetzsignal angesteuert, das von der Vertikalsteuerungseinheit bereitgestellt wird, und, wenn der Rücksetztransistor 68 eingeschaltet wird, wird eine in der FD 65 akkumulierte elektrische Ladung durch den Rücksetztransistor 68 zu der Leistungsquelle Vdd entladen und wird das Floating-Diffusion-Gebiet 65 zurückgesetzt.

[0166] In der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1E mit dem auf diese Weise konfigurierten Pixel 60 wird ein globales Verschlussystem genutzt, und eine elektrische Signalladung kann von der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 61 gleichzeitig für sämtliche Pixel 60 zu der Speichereinheit 64 übertragen werden, wodurch Belichtungszeitpunkte sämtlicher Pixel 60 so konfiguriert werden können, dass sie gleich sind. Dementsprechend kann das Auftreten einer Verzerrung in einem Bild vermieden werden.

[0167] Bei dieser fünften Ausführungsform sind, obwohl dies in der Zeichnung nicht ausführlich veranschaulicht ist, wenn unter Bezugnahme auf **Fig. 4** und **5** beschrieben, die fotoelektrische Umwandlungseinheit (ein fotoelektrisches Umwandlungselement PD) 61, der erste Transfertransistor (TRG) 62, der zweite Transfertransistor (TRG) 63, die Speichereinheit 64, das Floating-Diffusion(FD)-Gebiet 65, der Verstärkungstransistor (AMP) 66, der Auswahltransistor (SEL) 67 und der Rücksetztransistor (RST) 68 in dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 montiert, der durch den Zwischenpixelseparationsbereich 31 unterteilt ist. Dieser fotoelektrische Umwandlungsbereich 21 ist selektiv durch den pixelinternen Separationsbereich 32, der so angeordnet ist, dass er separat von dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 ist, in zwei Bereiche separiert, deren Breiten in der Draufsicht in der Y-Richtung sich relativ voneinander unterscheiden. Von zwei Bereichen, die durch den pixelinternen Separationsbereich 32 separiert sind, ist die fotoelektrische Umwandlungseinheit 61 in dem Bereich mit einer größeren Breite in der Y-Richtung angeordnet und ist die Speichereinheit 64 in dem Bereich mit einer kleineren Breite in der Y-Richtung angeordnet.

[0168] Auch in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1E gemäß dieser fünften Ausführungsform können Effekte ähnlich jenen der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform erlangt werden.

[Sechste Ausführungsform]

[0169] Fig. 15 ist ein äquivalentes Schaltbild, das ein Konfigurationsbeispiel eines Pixels einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

[0170] Die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1F gemäß der sechsten Ausführungsform der vorliegenden Technologie beinhaltet ein Pixel 70, das in Fig. 15 veranschaulicht ist. Obwohl ein Pixel 70 in Fig. 15 veranschaulicht ist, ist, ähnlich dem Pixel 3 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, die in Fig. 1 veranschaulicht ist, das Pixel 70 in sowohl der X-Richtung als auch der Y-Richtung wiederholt angeordnet, wodurch ein Pixelarrayteil konfiguriert wird. Die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1F mit diesen Pixeln 70 nutzt ein globales Verschlussystem eines Ladungsdomänentyps.

[0171] Wie in Fig. 15 veranschaulicht, beinhaltet das Pixel 70 zum Beispiel eine fotoelektrische Umwandlungseinheit (ein fotoelektrisches Umwandlungselement PD) 71, einen Transfertransistor (TRG) 72, ein Floating-Diffusion(FD)-Gebiet 73 als einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt und eine Elektrische-Ladung-Spannung-Umwandlungseinheit, einen Rücksetztransistor (RST) 74, einen Rückkopplungsaktivierungstransistor (FBEN) 75, einen Entladungstransistor (OFG) 76, einen Verstärkungstransistor (AMP) 77, einen Auswahltransistor (SEL) 78 und dergleichen. Das Floating-Diffusion-Gebiet 73 entspricht einem speziellen Beispiel für einen „Elektrische-Ladung-Halteabschnitt“ der vorliegenden Technologie.

[0172] Bei dieser Ausführungsform sind der Transfertransistor 72, die FD 73, der Rücksetztransistor 74, der Rückkopplungsaktivierungstransistor 75, der Entladungstransistor 76, der Verstärkungstransistor P77 und der Auswahltransistor 78 als Pixeltransistoren alle MOS-Transistoren des n-Kanal-Leitungstyps. Ansteuerungssignale werden an Gate-Elektroden solcher Pixeltransistoren (72, 74, 75, 76, 77 und 78) geliefert. Jedes Ansteuerungssignal ist ein Impulssignal, in dem ein High-Pegel-Zustand ein aktiver Zustand, das heißt ein Ein-Zustand, ist und ein Low-Pegel-Zustand ein inaktiver Zustand, das heißt ein Aus-Zustand, ist. Nachfolgend wird das Setzen eines Ansteuerungssignals in den aktiven Zustand auch als Einschalten eines Ansteuerungssignals bezeichnet und wird das Setzen eines Ansteuerungssignals in den inaktiven Zustand auch als Ausschalten des Ansteuerungssignals bezeichnet.

[0173] Die fotoelektrische Umwandlungseinheit 71 ist zum Beispiel ein fotoelektrisches Umwandlungselement, das aus einer Fotodiode mit einem pn-

Übergang gebildet ist, Licht von einem Subjekt empfängt, eine elektrische Ladung, die einer Empfangslichtmenge entspricht, durch fotoelektrische Umwandlung erzeugt und die elektrische Ladung akkumuliert.

[0174] Der Transfertransistor 72 ist zwischen der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 71 und dem Floating-Diffusion-Gebiet 73 verbunden und überträgt eine elektrische Signalladung, die in der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 71 akkumuliert wird, gemäß einem Ansteuerungssignal, das an die Gate-Elektrode des Transfertransistors 72 angelegt wird, an das Floating-Diffusion-Gebiet 73.

[0175] Das Floating-Diffusion-Gebiet 73 ist ein Bereich zum vorübergehenden Halten einer elektrischen Signalladung, die in dem Floating-Diffusion-Gebiet 73 akkumuliert wird, um eine globale Verschlussfunktion zu realisieren. Außerdem ist das Floating-Diffusion-Gebiet 73 auch ein Floating-Diffusion-Gebiet, das eine elektrische Signalladung, die von der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 71 durch den Transfertransistor 72 übertragen wird, in ein elektrisches Signal (zum Beispiel ein Spannungssignal) umwandelt und das elektrische Signal ausgibt. Der Rücksetztransistor 74 ist mit dem Floating-Diffusion-Gebiet 73 verbunden und die Vertikalsignalleitung 11 ist durch den Verstärkungstransistor 77 und den Auswahltransistor 78 mit dem Floating-Diffusion-Gebiet verbunden.

[0176] Der Rücksetztransistor 74 weist ein Drain-Gebiet, das mit dem Rückkopplungsaktivierungstransistor 75 verbunden ist, und ein Source-Gebiet, das mit dem Floating-Diffusion-Gebiet FD 73 verbunden ist, auf. Der Rücksetztransistor 74 initialisiert das Floating-Diffusion-Gebiet 73, das heißt setzt dieses zurück, gemäß einem Ansteuerungssignal, das an die Gate-Elektrode angelegt wird.

[0177] Der Rückkopplungsaktivierungstransistor 75 führt eine Steuerung einer Rücksetzspannung durch, die an den Rücksetztransistor 74 angelegt wird.

[0178] Der Entladungstransistor 76 weist ein Drain-Gebiet, das mit der Leistungsquelle Vdd verbunden ist, und ein Source-Gebiet, das mit der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 71 verbunden ist, auf. Eine Kathode der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 71 ist gemeinsam mit dem Source-Gebiet des Entladungstransistor 76 und dem Source-Gebiet des Transfertransistors 72 verbunden. Der Transfertransistor 76 initialisiert die fotoelektrische Umwandlungseinheit 71, das heißt setzt diese zurück, gemäß einem Ansteuerungssignal, das an die Gate-Elektrode davon angelegt wird. „Setzt die fotoelektrische Umwandlungseinheit 71 zurück“ hat eine Bedeutung des Entleerens der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 71.

[0179] Der Verstärkungstransistor 77 weist eine Gate-Elektrode, die mit dem Floating-Diffusion-Gebiet 73 verbunden ist, und ein Drain-Gebiet, das mit der Leistungsquelle Vdd verbunden ist, auf und dient als eine Eingangseinheit eines Source-Folger-Schaltkreises, die eine elektrische Signalladung liest, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit 71 erlangt wird. Mit anderen Worten konfiguriert durch Verbinden des Source-Gebiets des Verstärkungstransistors 77 mit der VSL 117 durch den Auswahltransistor 78 der Verstärkungstransistor 77 einen Source-Folger-Schaltkreis zusammen mit einer Konstantstromquelle, die mit einem Ende der Vertikalsignalleitung 11 verbunden ist.

[0180] Der Auswahltransistor 78 ist zwischen dem Source-Gebiet des Verstärkungstransistors 77 und der Vertikalsignalleitung 11 verbunden und ein Auswahlsignal wird an die Gate-Elektrode des Auswahltransistors 78 geliefert. Der Auswahltransistor 78 erlangt einen leitfähigen Zustand, wenn ein Auswahlsignal davon eingeschaltet wird, und das Pixel 70, in dem der Auswahltransistor 78 angeordnet ist, erlangt einen ausgewählten Zustand. Wenn das Pixel 70 den ausgewählten Zustand erlangt, wird ein Pixelsignal, das von dem Verstärkungstransistor 77 ausgegeben wird, durch den Spaltensignalverarbeitungsschaltkreis 5 (siehe **Fig. 2**) durch die Vertikalsignalleitung 11 gelesen.

[0181] Wenn unter Bezugnahme auf **Fig. 2** beschrieben, sind in dem Pixelarrayteil 2A dieser Ausführungsform zum Beispiel mehrere Pixelansteuerungsleitungen 10 für jede Pixelzeile verdrahtet. Jedes Ansteuerungssignal wird von der Vertikalsteuerungsschaltkreiseinheit 4 durch die mehreren Pixelansteuerungsleitungen 10 an die ausgewählten Pixel 70 geliefert.

[0182] In der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1F mit den auf diese Weise konfigurierten Pixeln 70 wird ein globales Verschlussystem genutzt, kann eine elektrische Signalladung von der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 71 gleichzeitig für sämtliche Pixel 70 zu dem Floating-Diffusion(FD)-Gebiet 73 übertragen werden und können Belichtungszeitpunkte sämtlicher Pixel 70 so konfiguriert werden, dass sie gleich sind. Dementsprechend kann ein Auftreten einer Verzerrung in einem Bild vermieden werden.

[0183] Bei dieser sechsten Ausführungsform sind, obwohl dies nicht ausführlich beschrieben ist, wenn unter Bezugnahme auf **Fig. 4** und **5** beschrieben, die fotoelektrische Umwandlungseinheit (ein fotoelektrisches Umwandlungselement PD) 71, der Transfertransistor (TRG) 72, das Floating-Diffusion(FD)-Gebiet 73, der Rücksetztransistor (RST) 74, der Rückkopplungsaktivierungstransistor (FBEN) 75,

der Entladungstransistor (OFG) 76, der Verstärkungstransistor (AMP) 77 und der Auswahltransistor (SEL) 78 in dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 montiert, der durch den Zwischenpixelseparationsbereich 31 unterteilt ist. Dieser fotoelektrische Umwandlungsbereich 21 ist selektiv durch den pixelinternen Separationsbereich 32, der so angeordnet ist, dass er separat von dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 ist, in zwei Bereiche separiert, deren Breiten in der Draufsicht in der Y-Richtung sich relativ voneinander unterscheiden. Von zwei Bereichen, die durch den pixelinternen Separationsbereich 32 separiert sind, ist die fotoelektrische Umwandlungseinheit 71 in dem Bereich mit einer größeren Breite in der Y-Richtung angeordnet und ist das Floating-Diffusion(FD)-Gebiet 73 in dem Bereich mit einer kleineren Breite in der Y-Richtung angeordnet.

[0184] Auch in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1F gemäß dieser sechsten Ausführungsform können Effekte ähnlich jenen der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform erlangt werden.

[Siebte Ausführungsform]

[0185] **Fig. 16** ist ein äquivalentes Schaltbild, das ein Konfigurationsbeispiel eines Pixels einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer siebten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

[0186] Die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1G gemäß der siebten Ausführungsform der vorliegenden Technologie beinhaltet ein Pixel 90, das in **Fig. 16** veranschaulicht ist. Obwohl ein Pixel 90 in **Fig. 16** veranschaulicht ist, ist, ähnlich dem Pixel 3 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, die in **Fig. 1** veranschaulicht ist, das Pixel 90 in sowohl der X-Richtung als auch der Y-Richtung wiederholt angeordnet, wodurch ein Pixelarrayteil konfiguriert wird. Die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1G mit diesen Pixeln 90 nutzt ein globales Verschlussystem einer Spannungsdomäne.

[0187] Wie in **Fig. 16** veranschaulicht, beinhaltet das Pixel 90 einen Vorherige-Stufe-Schaltkreis 110, Kapazitätselemente 121 und 122, einen Auswahlschaltkreis 130, einen Folgende-Stufe-Rücksetztransistor 141 und einen Folgende-Stufe-Schaltkreis 150.

[0188] Der Vorherige-Stufe-Schaltkreis 110 beinhaltet eine fotoelektrische Umwandlungseinheit (PD) 111, einen Transfertransistor (TRG) 112, einen Rücksetztransistor (RST) 113a, einen Schalttransistor (FDG) 113b, ein Floating-Diffusion-Gebiet (FD) 114, einen Vorherige-Stufe-Verstärkungstransistor (AMP) 115a, einen Vorherige-Stufe-Auswahltransis-

tor 115b und einen Stromquellentransistor 116. Das Floating-Diffusion-Gebiet (FD) 114 entspricht einem speziellen Beispiel für einen „Elektrische-Ladung-Halteabschnitt“ der vorliegenden Technologie.

[0189] Die fotoelektrische Umwandlungseinheit 111 erzeugt eine elektrische Ladung durch fotoelektrische Umwandlung. Der Transfertransistor 112 überträgt eine elektrische Ladung von der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 111 zu dem Floating-Diffusion-Gebiet 114 gemäß einem Übertragungssignal trg von einem Vertikalansteuerungsschaltkreis 4 (siehe **Fig. 2**).

[0190] Der Rücksetztransistor 113 führt eine Initialisierung durch extrahieren einer elektrischen Signalladung von dem Floating-Diffusion-Gebiet 114 gemäß einem FD-Rücksetzsignal rst von dem Vertikalansteuerungsschaltkreis 4 durch. Das Floating-Diffusion-Gebiet 114 akkumuliert eine elektrische Ladung und erzeugt eine Spannung, die einer Menge elektrischer Ladungen entspricht. Der Vorherige-Stufe-Verstärkungstransistor 115a verstärkt einen Pegel der Spannung des Floating-Diffusion-Gebiets 114 und gibt die verstärkte Spannung an den Vorherige-Stufe-Knoten 120 aus.

[0191] Source-Gebiete des Rücksetztransistors 113 und des Vorherige-Stufe-Verstärkungstransistors 115 sind mit einer Leistungsquellenspannung V_{dd} verbunden. Der Stromquellentransistor 116 ist mit dem Drain-Gebiet des Vorherige-Stufe-Verstärkungstransistors 115a verbunden. Dieser Stromquellentransistor 116 stellt einen Strom $id1$ gemäß einer Steuerung des Vertikalansteuerungsschaltkreis 4 bereit.

[0192] Ein Ende von jedem der Kapazitätselemente 121 und 122 ist gemeinsam mit dem Vorherige-Stufe-Knoten 120 verbunden und das andere Ende von jedem davon ist mit dem Auswahlkreis 130 verbunden.

[0193] Der Auswahlkreis 130 beinhaltet einen Auswahltransistor 131 und einen Auswahltransistor 132. Der Auswahltransistor 131 öffnet oder schließt einen Pfad zwischen dem Kapazitätselement 121 und dem Folgende-Stufe-Knoten 140 gemäß einem Auswahlsignal Φ_r von dem Vertikalansteuerungsschaltkreis 4. Der Auswahltransistor 132 öffnet oder schließt einen Pfad zwischen dem Kapazitätselement 122 und dem Folgende-Stufe-Knoten 140 gemäß einem Auswahlsignal Φ_s von dem Vertikalansteuerungsschaltkreis 4.

[0194] Der Folgende-Stufe-Rücksetztransistor 141 initialisiert den Pegel des Folgende-Stufe-Knotens 140 auf ein vorbestimmtes elektrisches Potential V_{reg} gemäß einem Folgende-Stufe-Rücksetzsignal $rstb$ von dem Vertikalansteuerungsschaltkreis 4. Ein

von dem elektrischen Leistungsquellenpotential V_{dd} verschiedenes elektrisches Potential (zum Beispiel ein elektrisches Potential niedriger als V_{dd}) wird auf das elektrische Potential V_{reg} gesetzt.

[0195] Der Folgende-Stufe-Schaltkreis 150 beinhaltet einen Folgende-Stufe-Verstärkungstransistor 151 und einen Folgende-Stufe-Auswahltransistor 152. Der Folgende-Stufe-Verstärkungstransistor 151 verstärkt den Pegel des Folgende-Stufe-Knotens 140. Der Folgende-Stufe-Auswahltransistor 152 gibt ein Signal mit dem Pegel, der durch den Folgende-Stufe-Verstärkungstransistor 151 verstärkt wird, an die Vertikalsignalleitung 11 (siehe **Fig. 2**) als ein Pixelsignal gemäß einem Folgende-Stufe-Auswahlsignal selbst von dem Vertikalscanschaltkreis 4 aus.

[0196] Der Vertikalansteuerungsschaltkreis 4 dieser Ausführungsform liefert das FD-Rücksetzsignal rst mit dem High-Pegel und ein Übertragungssignal trg zu einer Belichtungsstartzeit an sämtliche Pixel. Dementsprechend wird die fotoelektrische Umwandlungseinheit 111 initialisiert. Nachfolgend wird diese Steuerung als „PD-Rücksetzung“ bezeichnet.

[0197] Unmittelbar bevor eine Belichtung endet, stellt der Vertikalansteuerungsschaltkreis 4 das FD-Rücksetzsignal rst mit dem High-Pegel über eine Pulsperiode bereit, während das Folgende-Stufe-Rücksetzsignal $rstb$ und das Auswahlsignal Φ_r in sämtlichen Pixeln auf den High-Pegel gesetzt werden. Dementsprechend wird das Floating-Diffusion-Gebiet 114 initialisiert und wird ein Pegel, der dem Pegel des Floating-Diffusion-Gebiets 114 zu dieser Zeit entspricht, in dem Kapazitätselement 121 gehalten. Nachfolgend wird diese Steuerung als „FD-Rücksetzung“ bezeichnet.

[0198] Nachfolgend werden der Pegel des Floating-Diffusion-Gebiets 114 zu der Zeit einer FD-Rücksetzung und Pegel, die dem Pegel entsprechen (der Haltepegel des Kapazitätselements 121 und der Pegel der Vertikalsignalleitung 11) gemeinsam als „P-Phase“ oder „Rücksetzpegel“ bezeichnet.

[0199] Der Vertikalansteuerungsschaltkreis 4 stellt zur Zeit eines Belichtungsendes das Übertragungssignal trg mit dem High-Pegel über die Pulsperiode bereit, während das Folgende-Stufe-Rücksetzsignal $rstb$ und das Auswahlsignal Φ_s in sämtlichen Pixeln auf den High-Pegel gesetzt werden. Dementsprechend wird eine elektrische Signalladung, die einer Belichtungsmenge entspricht, zu dem Floating-Diffusion-Gebiet 114 übertragen und wird ein Pegel, der dem Pegel des Floating-Diffusion-Gebiets 114 zu dieser Zeit entspricht, in dem Kapazitätselement 122 gehalten.

[0200] Nachfolgend werden der Pegel des Floating-Diffusion-Gebiets 114 zu der Zeit einer Übertragung

einer elektrischen Signalladung und Pegel, die dem Pegel entsprechen (der Haltepegel des Kapazitätselements 122 und der Pegel der Vertikalsignalleitung 11) gemeinsam als „D-Phase“ oder „Signalpegel“ bezeichnet.

[0201] Die Belichtungssteuerung des Beginnens und Beendens der Belichtung zur gleichen Zeit für sämtliche Pixel auf diese Weise wird als ein globales Verschlussystem bezeichnet. Der Vorherige-Stufe-Schaltkreis 110 sämtlicher Pixel erzeugt einen Rücksetzpegel und einen Signalpegel der Reihe nach durch die Belichtungssteuerung. Der Rücksetzpegel wird durch das kapazitive Element 121 gehalten und der Signalpegel wird durch das kapazitive Element 122 gehalten.

[0202] Nach dem Ende der Belichtung wählt der Vertikalansteuerungsschaltkreis 4 sequentiell eine Zeile aus und gibt sequentiell einen Rücksetzpegel und einen Signalpegel der Zeile aus. Wenn der Rücksetzpegel ausgegeben wird, stellt der Vertikalansteuerungsschaltkreis 4 das Auswahlsignal Φ mit dem High-Pegel über eine vorbestimmte Periode bereit, während das FD-Rücksetzsignal rst der ausgewählten Zeile und das Folgende-Stufe-Auswahlsignal selb auf den High-Pegel gesetzt werden. Auf diese Weise wird das Kapazitätselement 121 mit dem Folgende-Stufe-Knoten 140 verbunden und wird der Rücksetzpegel gelesen.

[0203] Der Vertikalansteuerungsschaltkreis 4 stellt das Folgende-Stufe-Rücksetzsignal rstb mit dem High-Pegel über die Pulsperiode bereit, während das FD-Rücksetzsignal rst und das Folgende-Stufe-Auswahlsignal selb der ausgewählten Zeile auf dem High-Pegel gehalten werden. Auf diese Weise wird der Pegel des Folgende-Stufe-Knotens 140 initialisiert. Zu dieser Zeit befinden sich sowohl der Auswahltransistor 331 als auch der Auswahltransistor 132 in einem geöffneten Zustand und sind die Kapazitätselemente 121 und 122 von dem Folgende-Stufe-Knoten 140 getrennt.

[0204] Nach der Initialisierung des Folgende-Stufe-Knotens 140 stellt der Vertikalansteuerungsschaltkreis 4 das Auswahlsignal Φ s mit dem High-Pegel über eine vorbestimmte Periode bereit, während das FD-Rücksetzsignal rst der ausgewählten Zeile und das Folgende-Stufe-Auswahlsignal selb auf dem High-Pegel gehalten werden. Auf diese Weise wird das Kapazitätselement 122 mit dem Folgende-Stufe-Knoten 140 verbunden und wird der Signalpegel gelesen.

[0205] Der Auswahlschaltkreis 130 der ausgewählten Zeile führt sequentiell eine Steuerung zum Verbinden des Kapazitätselements 121 mit dem Folgende-Stufe-Knoten 140, eine Steuerung zum Trennen der Kapazitätselemente 121 und 122 von

dem Folgende-Stufe-Knoten 140 und eine Steuerung zum Verbinden des Kapazitätselements 122 mit dem Folgende-Stufe-Knoten 140 durch die zuvor beschriebene Lesesteuerung durch. Wenn die Kapazitätselemente 121 und 122 von dem Folgende-Stufe-Knoten 140 getrennt sind, initialisiert außerdem der Folgende-Stufe-Rücksetztransistor 141 der ausgewählten Zeile den Pegel des Folgende-Stufe-Knotens 140. Außerdem liest der Folgende-Stufe-Schaltkreis 150 der ausgewählten Zeile sequentiell den Rücksetzpegel und den Signalpegel aus den Kapazitätselementen 121 und 122 durch den Folgende-Stufe-Knoten 140 und gibt den Rücksetzpegel und den Signalpegel an die Vertikalsignalleitung 11 aus.

[0206] Bei dieser siebten Ausführungsform sind, obwohl dies in der Zeichnung nicht ausführlich beschrieben ist, wenn unter Bezugnahme auf **Fig. 4** und **5** beschrieben, die fotoelektrische Umwandlungseinheit (ein fotoelektrisches Umwandlungselement PD) 111, der Transfertransistor (TRG) 112 und das Floating-Diffusion(FD)-Gebiet 114 in dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 montiert, der durch den Zwischenpixelseparationsbereich 31 unterteilt ist. Dieser fotoelektrische Umwandlungsbereich 21 ist selektiv durch den pixelinternen Separationsbereich 32, der so angeordnet ist, dass er separat von dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 ist, in zwei Bereiche separiert, deren Breiten in der Draufsicht in der Y-Richtung sich relativ voneinander unterscheiden. Von zwei Bereichen, die durch den pixelinternen Separationsbereich 32 separiert sind, ist die fotoelektrische Umwandlungseinheit 111 in dem Bereich mit einer größeren Breite in der Y-Richtung angeordnet und ist das Floating-Diffusion(FD)-Gebiet 114 in dem Bereich mit einer kleineren Breite in der Y-Richtung angeordnet.

[0207] Auch in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1G gemäß dieser siebten Ausführungsform können Effekte ähnlich jenen der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform erlangt werden.

[Achte Ausführungsform]

[0208] Bei dieser achten Ausführungsform wird hauptsächlich ein Lichtblockierungskörper 80H beschrieben.

[0209] **Fig. 17** ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster eines Lichtblockierungskörpers eines Pixelarrayteils einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß dieser achten Ausführungsform schematisch veranschaulicht.

[0210] **Fig. 18** ist eine Longitudinalquerschnittansicht, die eine Longitudinalquerschnittstruktur ent-

lang einer in **Fig. 17** veranschaulichten Linie a17-a17 schematisch veranschaulicht.

[0211] **Fig. 19** ist eine Draufsicht, in der ein Teil von **Fig. 18** vergrößert ist. **Fig. 20** ist eine Longitudinalquerschnittansicht, die eine Longitudinalquerschnittstruktur entlang einer in **Fig. 19** veranschaulichten Linie a19-a19 schematisch veranschaulicht.

[0212] **Fig. 17** und **19** sind Draufsichten bei Betrachtung von einer Seite einer zweiten Fläche S2 (einer Lichteinfallsfächenseite) einer in **Fig. 18** und **20** veranschaulichten Halbleiterschicht 20. **Fig. 18** und **20** sind mit Bezug auf **Fig. 5** und **6** der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform vertikal invertiert.

<<Konfiguration der
Festkörperbildgebungsvorrichtung>>

[0213] Die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1H gemäß der achten Ausführungsform der vorliegenden Technologie weist im Grunde eine Konfiguration ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform auf und es gibt Unterschiede hinsichtlich der folgenden Konfigurationen.

[0214] Mit anderen Worten beinhaltet, wie in **Fig. 17** bis **20** veranschaulicht, die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1H gemäß der achten Ausführungsform der vorliegenden Technologie einen Lichtblockierungskörper 80H anstelle des Lichtblockierungsfilms 54 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, die in **Fig. 4** und **5** veranschaulicht ist. Die anderen Konfigurationen sind im Grunde ähnlich der ersten Ausführungsform, die gleichen Bezugszeichen werden der gleichen Konfiguration zugewiesen und eine doppelte Beschreibung wird weggelassen.

[0215] Wie in **Fig. 17** und **18** veranschaulicht, ist der Lichtblockierungskörper 80H dieser achten Ausführungsform auf der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 angeordnet und überlappt in der Draufsicht mit jedem eines zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 und des Floating-Diffusion-Gebiets FD des Inneren des zweiten Bereichs 21b. Der Lichtblockierungskörper 80H ist über dem Inneren und dem Äußeren des zweiten Bereichs 21b in der Dickenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 angeordnet.

[0216] Wie in **Fig. 17** veranschaulicht, beinhaltet der Lichtblockierungskörper 80H erste lineare Teile 81x, die sich in der X-Richtung erstrecken und mit einem vorbestimmten Anordnungsrastrermaß in der Y-Richtung wiederholt angeordnet sind, und zweite lineare Teile 81y, die sich in der Y-Richtung erstrecken und die ersten linearen Teile 81x schneiden und mit einem vorbestimmten Anordnungsrastrermaß in der

X-Richtung wiederholt angeordnet sind. Der erste lineare Teil 81x überlappt in der Draufsicht mit dem ersten Teil 31x des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 und der zweite lineare Teil 81y überlappt in der Draufsicht mit dem zweiten Teil 31y des Zwischenpixelseparationsbereichs 31. Mit anderen Worten weist, ähnlich dem Lichtblockierungsfilm 54 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, auch der Lichtblockierungskörper 80H dieser achten Ausführungsform ein gitterförmiges Ebenenmuster auf, in dem das Ebenenmuster in der Draufsicht die Lichtempfangsfächenseite (die Seite der zweiten Fläche S2) von jedem mehrerer fotoelektrischer Umwandlungsbereiche 21 öffnet, so dass Licht, das auf einen vorbestimmten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 einfällt, nicht in einen nahegelegenen fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 leckt. Eine Breite Xwy des ersten linearen Teils 81x in der Y-Richtung ist so konfiguriert, dass sie größer als eine Breite Ywx des zweiten linearen Teils 81y in der X-Richtung ist.

[0217] Außerdem beinhaltet, wie in **Fig. 19** und **20** veranschaulicht, der Lichtblockierungskörper 80H einen ersten Lichtblockierungsteil 82a, der auf der Außenseite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 angeordnet ist und in der Draufsicht mit dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 überlappt, und einen zweiten Lichtblockierungsteil 82b, der von diesem ersten Lichtblockierungsteil 82a zu dem Inneren des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 hervorsticht. Dieser erste Lichtblockierungsteil 82a und der zweite Lichtblockierungsteil 82b sind in dem ersten linearen Teil 81x konfiguriert. Mit anderen Worten beinhaltet der erste lineare Teil 81x den ersten Lichtblockierungsteil 82a und den zweiten Lichtblockierungsteil 82b.

[0218] Wie bei der ersten Ausführungsform beschrieben, erstreckt sich hier der pixelinterne Separationsbereich 32 in der Draufsicht zum Beispiel in der X-Richtung und ist so angeordnet, dass er separat von dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 (dem ersten Teil 31x und dem zweiten Teil 31y) ist. Der pixelinterne Separationsbereich 32 ist so angeordnet, dass er von dem zentralen Teil des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 in der Draufsicht in der Y-Richtung zu der Seite des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 geneigt ist und den fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 selektiv in zwei Bereiche (einen ersten Bereich 21a und einen zweiten Bereich 21b) separiert (unterteilt), deren Breiten in der Y-Richtung in der Draufsicht voneinander relativ verschieden sind. Von zwei Bereichen (dem ersten Bereich 21a und dem zweiten Bereich 21b), die durch den pixelinternen Separationsbereich 32 separiert sind, ist die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 in dem ersten Bereich 21a mit einer größeren Breite in der Y-Richtung angeordnet und ist

das Floating-Diffusion-Gebiet FD in dem zweiten Bereich 21b mit einer kleineren Breite in der Y-Richtung angeordnet. Mit anderen Worten separiert der pixelinterne Separationsbereich 32 den fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 in einer Richtung (der Y-Richtung) in den ersten Bereich 21a und den zweiten Bereich 21b.

[0219] Wie in **Fig. 20** veranschaulicht, durchquert der zweite Lichtblockierungsteil 82b die zweite Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 in der Dickenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20. Der zweite Lichtblockierungsteil 82b ist separat von jedem des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 und des pixelinternen Separationsbereichs 32 in der Anordnungsrichtung (der Y-Richtung) des ersten Bereichs 21a und des zweiten Bereichs 21b.

[0220] Außerdem ist der zweite Lichtblockierungsteil 82b innerhalb eines gegrabenen Teils 33h, der über dem Isolationsfilm 53 und der Halbleiterschicht 20 angeordnet ist, durch den Isolationsfilm 33h₁ angeordnet. Der Isolationsfilm 33h₁ ist hauptsächlich zum Zweck des elektrischen Isolierens und Separierens des zweiten Lichtblockierungsteils 82b und der Halbleiterschicht 20 voneinander angeordnet. Obwohl in **Fig. 20** der Isolationsfilm 33h₁ über der Halbleiterschicht 20 von dem Isolationsfilm 53 angeordnet ist, kann der Isolationsfilm 33h₁ nur auf der Seite der Halbleiterschicht 20 angeordnet sein.

[0221] Wie in **Fig. 20** veranschaulicht, ist der erste Lichtblockierungsteil 82a auf einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 des Isolationsfilms 53 angeordnet. Andererseits erreicht der zweite Lichtblockierungsteil 82b das Innere des zweiten Bereichs 21b (das Innere der Halbleiterschicht 20), indem er durch den Isolationsfilm 53 hindurch verläuft.

[0222] Wie in **Fig. 19** und **20** veranschaulicht, erstreckt sich der Lichtblockierungskörper 80H über zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen 21, die aneinander in der X-Richtung innerhalb einer zweidimensionalen Ebene angrenzen, ist aber nicht darauf beschränkt. Der erste Lichtblockierungsteil 82a erstreckt sich kontinuierlich über zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen 21, die ebenfalls aneinander in der X-Richtung angrenzen. Andererseits ist der zweite Lichtblockierungsteil 82b so angeordnet, dass er separat für jeden fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 ist, die in der X-Richtung ausgerichtet sind. Mit anderen Worten erstreckt sich im Unterschied zu dem ersten Lichtblockierungsteil 82a der zweite Lichtblockierungsteil 82b nicht kontinuierlich über zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen 21, die in der Y-Richtung aneinander angrenzen.

[0223] Der zweite Lichtblockierungsteil 82b erstreckt sich in der Draufsicht in der X-Richtung zusammen mit dem pixelinternen Separationsbereich 32. Es wird bevorzugt, dass eine Länge des zweiten Lichtblockierungsteils 82b in der X-Richtung gleich einer Länge des pixelinternen Separationsbereichs 32 in der X-Richtung ist oder länger als eine Länge des pixelinternen Separationsbereichs 32 in der X-Richtung ist. Bei dieser achten Ausführungsform ist die Länge des zweiten Lichtblockierungsteils 82b in der X-Richtung länger als die Länge des pixelinternen Separationsbereichs 32 in der X-Richtung.

[0224] Der erste Lichtblockierungsteil 82a blockiert, hauptsächlich in dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21, Licht auf einer Außenseite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 und unterdrückt eine Ankunft von Licht bei dem Floating-Diffusion-Gebiet FD, das auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 angeordnet ist. Andererseits blockiert der zweite Lichtblockierungsteil 82b, in dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21, Licht in einem Innenteil der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 und unterdrückt eine Ankunft von Licht bei dem Floating-Diffusion-Gebiet FD, das auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 angeordnet ist. Mit anderen Worten blockiert der Lichtblockierungskörper 80H Licht, das in den zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 auf der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 eindringt (darauf einfällt) und unterdrückt eine Ankunft von Licht bei dem Floating-Diffusion-Gebiet FD, das auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 angeordnet ist, innerhalb des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21.

[0225] Als der Lichtblockierungskörper 80H wird bevorzugt ein Metallfilm aus zum Beispiel Titan (Ti), Wolfram (W), Aluminium (Al) oder dergleichen oder ein Legierungsfilm als ein Material mit einer überlegenen Lichtblockierungseigenschaft und mit einem optischen Reflexionsgrad höher als ein Siliciumoxidfilm oder ein Siliciumfilm verwendet. Bei dieser achten Ausführungsform wird als der Lichtblockierungskörper 80H zum Beispiel ein Wolfram(W)-Film verwendet.

[0226] Hier entsprechen bei dieser achten Ausführungsform der Zwischenpixelseparationsbereich 31, der pixelinterne Separationsbereich 32 und das Floating-Diffusion-Gebiet FD einem „ersten Separationsbereich“, einem „zweiten Separationsbereich“ bzw. einem „Elektrische-Ladung-Halteabschnitt“ der vorliegenden Technologie.

<<Verfahren zum Herstellen der Festkörperbildgebungsvorrichtung>>

[0227] Als Nächstes wird ein Verfahren zum Herstellen der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1H gemäß der achten Ausführungsform der vorliegenden Technologie unter Bezugnahme auf **Fig. 22A** bis **22I** beschrieben.

[0228] Bei dieser achten Ausführungsform wird eine Herstellung des Lichtblockierungskörpers 80H, die in dem Verfahren zum Herstellen der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1H enthalten ist, speziell beschrieben.

[0229] Zuerst wird, wie in **Fig. 22A** veranschaulicht, zusammen mit dem Bilden eines fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 ein Elementseparationsbereich 25, ein gegrabener Teil 33a, ein pixelinterner Separationsbereich 32 und dergleichen auf der Halbleiterschicht 20 eine Mehrschichtverdrahtungsschicht 40 auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 gebildet.

[0230] Der pixelinterne Separationsbereich 32 beinhaltet einen Separationsisolationfilm 34, der entlang einer Seitenwand des Inneren des gegrabenen Teils 33b angeordnet ist, der sich in der Tiefenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 erstreckt, und ein leitfähiges Material 35, das diesen gegrabenen Teil 33b durch den Separationsisolationfilm 34 füllt.

[0231] Der gegrabene Teil 33a dient als eine Basis für den Zwischenpixelseparationsbereich 31, der in **Fig. 22F** veranschaulicht ist. Ähnlich dem gegrabenen Teil 33b des pixelinternen Separationsbereichs 32 erstreckt sich der gegrabene Teil 33a in der Tiefenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 und ist mit dem leitfähigen Material 35 durch den Separationsisolationfilm 34 auf der Innenseite gefüllt. Der gegrabene Teil 33a unterteilt den fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 für jeden fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21. Die gegrabenen Teile 33a und 33b werden zum Beispiel in demselben Prozess gebildet.

[0232] Der fotoelektrische Umwandlungsbereich 21 beinhaltet einen Elementbildungsbereich 20a, ein Wannengebiet 22 des p-Typs, einen Halbleiterbereich 23 des n-Typs, eine fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 (PD), einen Elementseparationsbereich (einen Feldseparationsbereich) 25, Pixeltransistoren (AMP, SEL, RST und TR), die in dem Elementbildungsbereich 20a gebildet sind, und dergleichen. Außerdem beinhaltet der fotoelektrische Umwandlungsbereich 21 ein Floating-Diffusion-Gebiet FD, einen pixelinternen Separationsbereich 32 und einen ersten Bereich 21a und einen

zweiten Bereich 21b, die durch diesen pixelinternen Separationsbereich 32 separiert sind.

[0233] Das Wannengebiet 22 des p-Typs wird in dem ersten Bereich 21a und dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 gebildet. Der Elementbildungsbereich 20a, der Halbleiterbereich 23 des n-Typs und die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 werden in dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 gebildet. Dann wird das Floating-Diffusion-Gebiet FD auf der Seite der ersten Oberfläche S1 der Halbleiterschicht 20 in dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 gebildet. Als die Halbleiterschicht 20 wird zum Beispiel ein Halbleitersubstrat des p-Typs, das aus monokristallinem Silicium gebildet ist, verwendet, aber die Halbleiterschicht 20 ist nicht darauf beschränkt.

[0234] Als Nächstes wird, nachdem eine Mehrschichtverdrahtungsschicht 40 auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 gebildet wurde, die Dicke der Halbleiterschicht 20 dünn ausgebildet, zum Beispiel durch Abtragen der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 unter Verwendung eines CMP-Verfahrens, wie in **Fig. 22B** veranschaulicht, wird der pixelinterne Separationsbereich 32 von der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 freigelegt und werden der Separationsisolationfilm 34 und das leitfähige Material 35 des Inneren des gegrabenen Teils 33a freigelegt.

[0235] Als Nächstes wird, nachdem der pixelinterne Separationsbereich 32 und der Separationsisolationfilm 34 und das leitfähige Material 35 des Inneren des gegrabenen Teils 33a von der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 freigelegt wurden, wie in **Fig. 22C** veranschaulicht, in dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 ein Beugungsstreuungsabschnitt 51 auf der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 gebildet.

[0236] Als Nächstes werden, nachdem der Beugungsstreuungsabschnitt 51 gebildet wurde, wie in **Fig. 22D** veranschaulicht, der Separationsisolationfilm 34 und das leitfähige Material 35 des Inneren des gegrabenen Teils 33a selektiv entfernt. Durch Verwenden einer bekannten Fotolithografiertechnologie und einer anisotropen Trockenätzungstechnologie können der Separationsisolationfilm 34 und das leitfähige Material 35 des Inneren des gegrabenen Teils 33a selektiv entfernt werden.

[0237] Als Nächstes wird, nachdem der Separationsisolationfilm 34 und das leitfähige Material 35 des Inneren des gegrabenen Teils 33a selektiv entfernt wurden, wie in **Fig. 22E** veranschaulicht, ein Festladungsfilm 52, der die Innenwand (eine Seiten-

wand und eine untere Wand) des gegrabenen Teils 33a und die zweite Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 bedeckt, als ein Film gebildet. Der Festladungsfilm 52 auf der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 wird über dem ersten Bereich 21a und dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 gebildet und der Beugungsstreuungsabschnitt 51 des ersten Bereichs 21a wird mit dem Festladungsfilm 52 bedeckt.

[0238] Als Nächstes wird, nachdem der Festladungsfilm 52 gebildet wurde, wie in **Fig. 22F** veranschaulicht, ein Isolationsfilm 53 auf der gesamten Fläche der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 einschließlich des Inneren des gegrabenen Teils 33a gebildet. Zum Beispiel kann, nachdem ein Siliciumoxidfilm unter Verwendung eines CVD-Verfahrens gebildet wurde, ein Isolationsfilm 53 durch Planarisieren der Oberflächenseite des Siliciumoxidfilms unter Verwendung eines CMP-Verfahrens durch Abtragen gebildet werden.

[0239] In diesem Prozess wird ein Zwischenpixelseparationsbereich 31 gebildet, in dem der Isolationsfilm 53 innerhalb des gegrabenen Teils 33a durch den Festladungsfilm 52 eingebettet ist, und ein fotoelektrischer Umwandlungsbereich 21, dessen Peripherie durch diesen Zwischenpixelseparationsbereich 31 und das Innere unterteilt wird, wird durch den pixelinternen Separationsbereich 32 in den ersten Bereich 21a und den zweiten Bereich 21b separiert.

[0240] Als Nächstes wird, nachdem der Isolationsfilm 53 gebildet wurde, wie in **Fig. 22G** veranschaulicht, zusammen mit dem Bilden eines gegrabenen Teils 33h, der sich von der Oberfläche des Isolationsfilms 53 zu dem Inneren des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 erstreckt, ein Isolationsfilm 33h₁, der die Innenwand (die Seitenwand und die untere Wand) des gegrabenen Teils 33a bedeckt, gebildet. Der gegrabene Teil 33h kann durch Verwenden einer bekannten Fotolithografiertechnologie und einer anisotropen Trockenätztechnologie gebildet werden. Als der Isolationsfilm 33h₁ kann zum Beispiel ein Siliciumoxidfilm verwendet werden und dieser Siliciumoxidfilm kann unter Verwendung eines Abscheidungsverfahrens oder eines thermischen Oxidationsverfahrens gebildet werden.

[0241] Als Nächstes wird, nachdem der gegrabene Teil 33h und der Isolationsfilm 33h₁ gebildet wurden, wie in **Fig. 22H** veranschaulicht, ein Lichtblockierungsfilm 82 auf der gesamten Fläche auf dem Isolationsfilm 53 einschließlich des Inneren des gegrabenen Teils 33h gebildet. Der Lichtblockierungsfilm 82 kann zum Beispiel durch Bilden eines Metallfilms oder eines Legierungsfilms aus Titan (Ti), Wolfram (W), Aluminium (Al) oder dergleichen mit einer über-

legenden Lichtblockierungseigenschaft und mit einem optischen Reflexionsgrad höher als ein Siliciumoxidfilm oder ein Siliciumfilm unter Verwendung einer bekannten Filmbildungstechnologie gebildet werden. Der Lichtblockierungsfilm 82 wird über mehreren fotoelektrischen Umwandlungsbereichen 21 gebildet und wird derart gebildet, dass er den ersten Bereich 21a und den zweiten Bereich 21b von jedem der mehreren fotoelektrischen Umwandlungsbereiche 21 in der Draufsicht bedeckt und den gegrabenen Teil 33h₁ des zweiten Bereichs 21b von jedem davon einbettet. Der Lichtblockierungsfilm 82 in einem eingebetteten Teil 33h wird durch den Isolationsfilm 33h gebildet.

[0242] Als Nächstes wird durch Strukturieren des Lichtblockierungsfilms 82, wie in **Fig. 22I** veranschaulicht, ein Lichtblockierungskörper 80H, der den zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 und das Floating-Diffusion-Gebiet FD bedeckt und sich über dem Inneren und Äußeren des zweiten Bereichs 21b in der Dickenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 erstreckt, gebildet. Die Strukturierung des Lichtblockierungsfilms 82 kann unter Verwendung einer bekannten Fotolithografiertechnologie und einer anisotropen Trockenätztechnologie durchgeführt werden.

[0243] In diesem Prozess beinhaltet der Lichtblockierungskörper 80H einen ersten Lichtblockierungsteil 82a, der auf einer Außenseite des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 (einer Außenseite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20) durch den Isolationsfilm 53 in der Dickenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 angeordnet ist und mit dem zweiten Bereich 21b und das Floating-Diffusion-Gebiet FD in der Draufsicht überlappt, und einen zweiten Lichtblockierungsteil 82b, der durch den Isolationsfilm 53 und den Festladungsfilm 52 von diesem ersten Lichtblockierungsteil 82a hindurch verläuft und zu dem Inneren des zweiten Bereichs 21b hervorsteht. Wenn unter Bezugnahme auf **Fig. 17** beschrieben, beinhaltet der Lichtblockierungskörper 80H erste lineare Teile 81x, die sich in der X-Richtung erstrecken und mit einem vorbestimmten Anordnungsrastrermaß in der Y-Richtung wiederholt angeordnet sind, und zweite lineare Teile 81y, die sich in der Y-Richtung erstrecken und die ersten linearen Teile 81x schneiden und mit einem vorbestimmten Anordnungsrastrermaß in der X-Richtung wiederholt angeordnet sind. Der Lichtblockierungskörper 80H wird in einem gitterförmigen Ebenenmuster gebildet, das in der Draufsicht mit dem gitterförmigen Ebenenmuster des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 überlappt. Der erste Lichtblockierungsteil 82a und der zweite Lichtblockierungsteil 82b werden in dem ersten linearen Teil 81x gebildet.

[0244] Als Nächstes werden, nachdem der Lichtblockierungskörper 80H gebildet wurde, durch Bilden eines Farbfilters 55 und einer Mikrolinse 56 auf einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 des Lichtblockierungskörpers 80H in dieser Reihenfolge in **Fig. 17** bis 20 veranschaulichte Zustände ausgebildet.

[0245] Außerdem wird in der Festkörperbildungsvorrichtung 1H durch Unterteilen eines Halbleiterwafers einschließlich der Halbleiterschicht 20 und der Mehrschichtverdrahtungsschicht 40 für jeden Chipbildungsbereich der in **Fig. 1** veranschaulichte Zustand des Halbleiterchips 2 ausgebildet.

<Funktion des Lichtblockierungskörpers>

[0246] Als Nächstes wird die Funktion des Lichtblockierungskörpers 80H unter Bezugnahme auf **Fig. 21B** und 6 beschrieben. Wie in **Fig. 21B** veranschaulicht, wird in einem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 (einem Pixel 3) Emissionslicht 57H, das zu der Mikrolinse 56 emittiert wird, zu schrägem Licht 57H₁, wird durch die Mikrolinse 56, das Farbfilter 55, den Isolationsfilm 53, den Festladungsfilm 52, den Beugungsstreuungsabschnitt 51 und dergleichen transmittiert und dringt von der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 in den ersten Bereich 21a (die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 (PD)) des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 ein (fällt in diesen ein). Das schräge Licht 57H₁, das in den ersten Bereich 21a eingedrungen ist, erreicht (wird emittiert zu) den pixelinternen Separationsbereich 32 von der Seite des ersten Bereichs 21a.

[0247] Da das schräge Licht 57H₁ den pixelinternen Separationsbereich 32 erreicht, während es schräges Licht gibt, das an dem pixelinternen Separationsbereich 32 reflektiert wird und zu dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 zurückkehrt, gibt es schräges Licht, das durch den pixelinternen Separationsbereich 32 transmittiert wird und in den zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 eindringt. Insbesondere ist im Fall des pixelinternen Separationsbereichs 32 einschließlich eines Siliciumfilms als das leitfähige Material 35 die Lichtblockierungseigenschaft des Siliciumfilms ungenügend und dementsprechend gibt es Bedenken, dass das schräge Licht 57H₁ in den zweiten Bereich 21b eindringen kann.

[0248] Wenn unter Bezugnahme auf den Lichtblockierungsfilm 54 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform beschrieben, die in **Fig. 6** veranschaulicht ist, erreicht hier, wie bei dem in **Fig. 6** veranschaulichten Lichtblockierungsfilm 54, falls der zweite Lichtblockierungsteil 82b dieser achten Ausführungsform, die in **Fig. 21B** veranschaulicht ist, nicht enthalten ist, das schräge Licht 57H₁, das in

den zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 eingedrungen ist, das Floating-Diffusion-Gebiet FD, das auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 in dem zweiten Bereich 21b angeordnet ist. Das Erreichen dieses Floating-Diffusion-Gebiets FD durch das schräge Licht 57H₁ weist einen Einfluss auf die Parasitäre-Lichtempfindlichkeit-Charakteristiken auf und dementsprechend ist es wichtig, das Eindringen des schrägen Lichts in den zweiten Bereich 21b so weit wie möglich zu unterdrücken.

[0249] Im Gegensatz dazu beinhaltet, wie in **Fig. 21B** veranschaulicht, der Lichtblockierungskörper 80H dieser achten Ausführungsform den zweiten Lichtblockierungsteil 82b, der von dem ersten Lichtblockierungsteil 82a zu dem Inneren des zweiten Bereichs 21b hervorsticht. Aus diesem Grund wird schräges Licht 75a, das durch den pixelinternen Separationsbereich 32 von dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 transmittiert wurde, an dem zweiten Lichtblockierungsteil 82b reflektiert und kehrt zu dem ersten Bereich 21a zurück. Mit anderen Worten kann der Lichtblockierungskörper 80H dieser achten Ausführungsform schräges Licht 75H₁, das von der Seite des ersten Bereichs 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 durch den pixelinternen Separationsbereich 32 transmittiert wurde, unter Verwendung des zweiten Lichtblockierungsteils 82b blockieren und eine Ankunft des schrägen Lichts 75H₁ bei dem Floating-Diffusion-Gebiet FD unterdrücken.

[0250] Außerdem wird das schräge Licht 75H₁, das durch den pixelinternen Separationsbereich 32 von der Seite des ersten Bereichs 21a transmittiert wurde, an dem zweiten Lichtblockierungsteil 82b reflektiert und kehrt zu dem ersten Bereich 21a zurück, und dementsprechend kann eine Verbesserung der Quanteneffizienz QE erzielt werden.

[0251] Außerdem wird, wie in **Fig. 21B** veranschaulicht, in zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen 21 (21X₁, 21X₂), die in der Draufsicht durch den Zwischenpixelseparationsbereich 31 aneinander angrenzen, schräges Licht 57H₂, das von der Seite des ersten Bereichs 21a eines fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21X₁ durch den Zwischenpixelseparationsbereich 31 transmittiert wurde, an dem zweiten Lichtblockierungsteil 82b des Lichtblockierungskörpers 80H in dem zweiten Bereich 21b des anderen fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21X₂ reflektiert und kehrt zu dem ersten Bereich 21a (der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24 (FD)) des einen fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21X₁ zurück. Aus diesem Grund kann die Verbesserung der Quanteneffizienz ferner erzielt werden.

[0252] Außerdem kann das schräge Licht 57H₂, das durch den Zwischenpixelseparationsbereich 31 von

der Seite des ersten Bereichs 21a des einen fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21X₁ transmittiert wurde, zu dem ersten Bereich 21a des einen fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21X₁ zurückkehren und dementsprechend kann eine gemischte Farbe zwischen zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen 21 (zwischen Pixeln 3), die aneinander angrenzen, ebenfalls unterdrückt werden.

[0253] Außerdem wird, wie in **Fig. 21B** veranschaulicht, da der Lichtblockierungskörper 80H dieser achten Ausführungsform auch den ersten Lichtblockierungsteil 82a beinhaltet, der auf einer Außenseite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 angeordnet ist und mit dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 in der Draufsicht überlappt, ähnlich dem Lichtblockierungsfilm 54 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, Licht, das in den zweiten Bereich 21b von der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 in dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 eindringt, durch den ersten Lichtblockierungsteil 82a blockiert und kann eine Ankunft von Licht bei dem Floating-Diffusion-Gebiet FD unterdrückt werden.

<<Haupteffekte der achten Ausführungsform>>

[0254] Als Nächstes werden Haupteffekte dieser achten Ausführungsform beschrieben. Ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform beinhaltet die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1H gemäß dieser achten Ausführungsform die Zwischenpixelseparationsbereiche 31 und die pixelinternen Separationsbereiche 32. Dementsprechend können auch in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1H gemäß dieser achten Ausführungsform, ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, eine Verbesserung der Quanteneffizienz QE und eine Unterdrückung einer Farbmischung (MTF) als Pixelcharakteristiken erzielt werden und kann eine Verbesserung von Übertragungscharakteristiken als Pixelcharakteristiken erzielt werden.

[0255] Außerdem beinhaltet der Lichtblockierungskörper 80H dieser achten Ausführungsform den ersten Lichtblockierungsteil 82a, der auf der Außenseite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 angeordnet ist und in der Draufsicht mit dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 überlappt. Aus diesem Grund wird, ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, Licht, das von der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 in dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 in den zweiten Bereich 21b eindringt, durch den ersten Lichtblockierungsteil

82a blockiert, kann eine Ankunft von Licht bei dem Floating-Diffusion-Gebiet FD unterdrückt werden und können Parasitäre-Lichtempfindlichkeit-Charakteristiken (PLS) verbessert werden.

[0256] Außerdem beinhaltet der Lichtblockierungskörper 80H dieser achten Ausführungsform den zweiten Lichtblockierungsteil 82b, der von dem ersten Lichtblockierungsteil 82a zu dem Inneren des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 hervorsticht. Aus diesem Grund wird das schräge Licht 75H₁, das durch den pixelinternen Separationsbereich 32 von der Seite des ersten Bereichs 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 transmittiert wird, durch den zweiten Lichtblockierungsteil 82b blockiert, kann eine Ankunft des schrägen Lichts 75H₁ bei dem Floating-Diffusion-Gebiet FD unterdrückt werden und kann in Kombination mit einem Effekt des Verbesserns der Parasitäre-Lichtempfindlichkeit-Charakteristiken gemäß dem ersten Lichtblockierungsteil 82a eine weitere Verbesserung der Parasitäre-Lichtempfindlichkeit-Charakteristiken (PLS) erzielt werden.

[0257] Außerdem wird das schräge Licht 75H₁, das durch den pixelinternen Separationsbereich 32 von der Seite des ersten Bereichs 21a transmittiert wurde, an dem zweiten Lichtblockierungsteil 82b reflektiert und kehrt zu dem ersten Bereich 21a zurück, und dementsprechend kann eine Verbesserung der Quanteneffizienz QE ebenso erzielt werden.

[0258] Fes Weiteren wird in zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen 21 (21X₁, 21X₂), die in der Draufsicht durch den Zwischenpixelseparationsbereich 31 aneinander angrenzen, schräges Licht 57H₂, das von der Seite des ersten Bereichs 21a eines fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21X₁ durch den Zwischenpixelseparationsbereich 31 transmittiert wurde, an dem zweiten Lichtblockierungsteil 82b des Lichtblockierungskörpers 80H in dem zweiten Bereich 21b des anderen fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21X₂ reflektiert und kehrt zu dem ersten Bereich 21a (der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24 (FD)) des einen fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21X₁ zurück. Dementsprechend kann gemäß der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1H gemäß dieser achten Ausführungsform in Kombination mit einem Effekt der Quanteneffizienz QE gemäß einer Lichtreflexion in dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 eine Verbesserung der Quanteneffizienz QE erzielt werden.

[0259] Außerdem ist gemäß der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1H gemäß dieser achten Ausführungsform das schräge Licht 57H₂, das durch den Zwischenpixelseparationsbereich 31 von der Seite des ersten Bereichs 21a eines fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21X₁ transmittiert wurde, so konfiguriert, dass es dazu in der Lage ist, zu dem

ersten Bereich 21a des einen fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21X₁ zurückzukehren, und dementsprechend kann in Kombination mit einem Effekt einer Unterdrückung einer Farbmischung gemäß einer Lichtreflexion in dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 ferner eine Unterdrückung einer Farbmischung erzielt werden.

[0260] Wenn unter Bezugnahme auf **Fig. 21A** beschrieben, hängt ein Effekt einer Unterdrückung der Ankunft von schrägem Licht (57H₁, 57H₂) bei dem Floating-Diffusion-Gebiet FD hauptsächlich von einer Einbettungslänge L₂, in der der zweite Lichtblockierungsteil 82b innerhalb des zweiten Bereichs 21b eingebettet ist, in einer Gesamtlänge L₁, in der der zweite Lichtblockierungsteil 82b von dem ersten Lichtblockierungsteil 82a zu einem Spitzenende hervorsteht, das zu dem zweiten Bereich 21b (der Halbleiterschicht 20) hervorsteht, ab (ist proportional dazu). Andererseits weisen die Gesamtlänge L₁ des zweiten Lichtblockierungsteils 82b und die Breite W1 davon in der Y-Richtung Einflüsse auf eine Herstellungsausbeute auf. Dementsprechend wird es bevorzugt, dass die Gesamtlänge L₁ des zweiten Lichtblockierungsteils 82b in der Z-Richtung oder die Einbettungslänge L₂ davon unter Berücksichtigung des Effekts einer Unterdrückung der Ankunft des schrägen Lichts (57H₁, 57H₂) bei dem Floating-Diffusion-Gebiet FD und der Herstellungsausbeute um 1/2 der Dicke der Halbleiterschicht 20 oder mehr separat von dem Floating-Diffusion-Gebiet FD ist.

[0261] Außerdem kann, obwohl bei dieser achten Ausführungsform der zweite Lichtblockierungsteil 82b in der Y-Richtung separat von sowohl dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 als auch dem pixelinternen Separationsbereich 32 ist, der zweite Lichtblockierungsteil 82b in Kontakt mit dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 und/oder dem pixelinternen Separationsbereich 32 gebracht werden.

<<Modifiziertes Beispiel der achten Ausführungsform>>

<Modifiziertes Beispiel 8-1>

[0262] Bei der zuvor beschriebenen achten Ausführungsform wurde der erste Lichtblockierungsteil 82a, der sich in der X-Richtung mit einer konstanten Breite in der Y-Richtung erstreckt, als eine Konfiguration des Lichtblockierungskörpers 80H beschrieben. Jedoch ist die vorliegende Technologie nicht auf die zuvor beschriebene achte Ausführungsform beschränkt.

[0263] Wie zum Beispiel in **Fig. 23** veranschaulicht, kann die Breite Xwy des ersten Lichtblockierungsteils 82a in der Y-Richtung so konfiguriert sein, dass

sie teilweise schmal ist. In diesem Fall kann die Breite Xwy eines Teils, in dem der erste Lichtblockierungsteil 82a in der Draufsicht nicht mit dem Floating-Diffusion-Gebiet FD überlappt, schmal sein.

<Modifiziertes Beispiel 8-2>

[0264] Bei der zuvor beschriebenen achten Ausführungsform wurde der Lichtblockierungskörper 80H einschließlich des ersten linearen Teils 81x, des zweiten linearen Teils 81y, des ersten Lichtblockierungsteils 82a und des zweiten Lichtblockierungsteils 82b beschrieben. Jedoch ist die vorliegende Technologie nicht auf die zuvor beschriebene achte Ausführungsform beschränkt. Wie zum Beispiel in **Fig. 24** veranschaulicht, kann als die Konfiguration des Lichtblockierungskörpers 80H eine Konfiguration genutzt werden, bei der der erste lineare Teil 81x und der zweite lineare Teil 81y weggelassen sind und ein erster Lichtblockierungsteil 82a und ein zweiter Lichtblockierungsteil 82b allein enthalten sind.

<Modifiziertes Beispiel 8-3>

[0265] Bei der zuvor beschriebenen achten Ausführungsform wurde als die Konfiguration des Lichtblockierungskörpers 80H ein Fall beschrieben, in dem sich der erste Lichtblockierungsteil 82a kontinuierlich über zwei fotoelektrische Umwandlungsbereiche 21 erstreckt, die in der X-Richtung aneinander angrenzen. Jedoch ist die vorliegende Technologie nicht auf die zuvor beschriebene achte Ausführungsform beschränkt.

[0266] Wie zum Beispiel in **Fig. 25** veranschaulicht, kann eine Konfiguration genutzt werden, bei der der erste Lichtblockierungsteil 82a in jedem von zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen 21 verteilt ist, die in der X-Richtung aneinander angrenzen.

<Modifiziertes Beispiel 8-4>

[0267] Obwohl bei der zuvor beschriebenen achten Ausführungsform ein Fall beschrieben wurde, in dem die vorliegende Technologie auf die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1H einschließlich des Festladungsfilms 52 angewandt wird, wie in **Fig. 26** veranschaulicht, kann die vorliegende Technologie auch auf eine Festkörperbildgebungsvorrichtung 1H ohne den Festladungsfilm angewandt werden.

[Neunte Ausführungsform]

[0268] Bei dieser neunten Ausführungsform wird, ähnlich der zuvor beschriebenen achten Ausführungsform, hauptsächlich ein Lichtblockierungskörper 80I beschrieben.

[0269] **Fig. 27** ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster eines Lichtblockierungskörpers eines Pixelar-

rayteils einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß dieser neunten Ausführungsform schematisch veranschaulicht.

[0270] Fig. 28 ist eine Longitudinalquerschnittansicht, die eine Longitudinalquerschnittstruktur entlang einer in Fig. 27 veranschaulichten Linie a27-a27 schematisch veranschaulicht.

[0271] Fig. 27 ist eine Draufsicht bei Betrachtung von einer Seite einer zweiten Fläche S2 (einer Lichteinfallsfächenseite) einer in Fig. 28 veranschaulichten Halbleiterschicht 20. Fig. 28 ist mit Bezug auf Fig. 5 und 6 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform vertikal invertiert.

<<Konfiguration der
Festkörperbildgebungsvorrichtung>>

[0272] Eine Festkörperbildgebungsvorrichtung 11 gemäß der neunten Ausführungsform der vorliegenden Technologie weist im Grunde eine Konfiguration ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform auf und es gibt Unterschiede hinsichtlich der folgenden Konfigurationen.

[0273] Mit anderen Worten beinhaltet, wie in Fig. 27 und 28 veranschaulicht, die Festkörperbildgebungsvorrichtung 11 gemäß der neunten Ausführungsform der vorliegenden Technologie einen Lichtblockierungskörper 80I anstelle des Lichtblockierungsfilms 54 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, die in Fig. 5 und 6 veranschaulicht ist. In Bezug auf diesen Lichtblockierungskörper 80I ist eine Länge L_5 (siehe Fig. 29B) eines pixelinternen Separationsbereichs 32 in der Z-Richtung kürzer als die Länge des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 in der Z-Richtung. Mit anderen Worten weist der pixelinterne Separationsbereich 32 dieser neunten Ausführungsform die Länge L_5 auf, die sich von der Seite der ersten Fläche S1 zu der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 erstreckt, um kürzer als jene des pixelinternen Separationsbereichs 32 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform sein soll, die in Fig. 5 und 6 zu sein. Die anderen Komponenten sind jenen der ersten Ausführungsform als Ganzes ähnlich, die gleichen Bezugszeichen werden den gleichen Komponenten zugewiesen und eine doppelte Beschreibung wird weggelassen.

[0274] Wie in Fig. 27 und 28 veranschaulicht, ist der Lichtblockierungskörper 80I dieser neunten Ausführungsform auf der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 angeordnet und überlappt in der Draufsicht mit einem zweiten Bereichs 21b eines fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 und einem Floating-Diffusion-Gebiets FD. Der Lichtblockierungskörper 80I überlappt in der Draufsicht

mit dem pixelinternen Separationsbereich 32 und ist über dem Inneren und Äußeren der Halbleiterschicht 20 auf der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 angeordnet.

[0275] Obwohl dies in Fig. 27 nicht ausführlich veranschaulicht ist, beinhaltet, wenn unter Bezugnahme auf Fig. 17 der zuvor achten Ausführungsform beschrieben, ähnlich dem Lichtblockierungskörper 80H der zuvor beschriebenen achten Ausführungsform, der Lichtblockierungskörper 80I erste lineare Teile 81x, die sich in der X-Richtung erstrecken und mit einem vorbestimmten Anordnungsrastrermaß in der Y-Richtung wiederholt angeordnet sind, und zweite lineare Teile 81y, die diese ersten linearen Teile 81x schneiden, sich in der Y-Richtung erstrecken und mit einem vorbestimmten Anordnungsrastrermaß in der X-Richtung wiederholt angeordnet sind. Der erste lineare Teil 81x überlappt in der Draufsicht mit einem ersten Teil 31x des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 und der zweite lineare Teil 81y überlappt in der Draufsicht mit einem zweiten Teil 31y des Zwischenpixelseparationsbereichs 31. Mit anderen Worten ist in bei dem Lichtblockierungskörper 80I dieser neunten Ausführungsform, ähnlich dem Lichtblockierungsfilm 80H der zuvor beschriebenen achten Ausführungsform, ein gitterförmiges Ebenenmuster gebildet, in dem ein Ebenenmuster in der Draufsicht die Lichtempfangsfächenseite (die Seite der zweiten Fläche S2) von jedem mehrerer fotoelektrischer Umwandlungsbereiche 21 öffnet, so dass Licht, das auf einen vorbestimmten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 einfällt, nicht in einen nahegelegenen fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 leckt. Eine Breite X_{wy} des ersten linearen Teils 81x in der Y-Richtung ist so konfiguriert, dass sie größer als eine Breite Y_{wx} des zweiten linearen Teils 81y in der X-Richtung ist.

[0276] Wie in Fig. 27 und 28 veranschaulicht, beinhaltet der Lichtblockierungskörper 80I einen ersten Lichtblockierungsteil 82a, der auf der Außenseite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 angeordnet ist und in der Draufsicht mit dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 und dem Floating-Diffusion-Gebiet FD überlappt, und einen zweiten Lichtblockierungsteil 82c, der in der Draufsicht mit dem pixelinternen Separationsbereich 32 überlappt und von dem ersten Lichtblockierungsteil 82a zu dem Inneren der Halbleiterschicht 20 hervorsteht. Dieser erste Lichtblockierungsteil 82a und zweite Lichtblockierungsteil 82c sind in dem ersten linearen Teil 81x konfiguriert. Mit anderen Worten beinhaltet der erste lineare Teil 81x dieser neunten Ausführungsform den ersten Lichtblockierungsteil 82a und den zweiten Lichtblockierungsteil 82c.

[0277] Wie in Fig. 28 veranschaulicht, ist der zweite Lichtblockierungsteil 82c innerhalb eines gegrabe-

nen Teils 33i als ein dritter gegrabener Teil angeordnet, der sich von der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 durch den Festladungsfilm 52 zu dem pixelinternen Separationsbereich 32 hin erstreckt. Der pixelinterne Separationsbereich 32 dieser neunten Ausführungsform, wie in **Fig. 29A** veranschaulicht, weist eine Länge L_5 in der Z-Richtung entlang der Dickenrichtung der Halbleiterschicht 20 auf, die kürzer als eine Länge des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 in der Z-Richtung sein soll. Außerdem ist die Länge L_5 des pixelinternen Separationsbereichs 32 der neunten Ausführungsform in der Z-Richtung kürzer als die Länge des pixelinternen Separationsbereichs 32 der ersten Ausführungsform in der Z-Richtung. Der pixelinterne Separationsbereich 32 dieser neunten Ausführungsform erstreckt sich von dem Elementseparationsbereich 25 der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 zu der Seite der zweiten Fläche S2 hin und ist separat von der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20.

[0278] Wie in **Fig. 29A** veranschaulicht, durchquert der gegrabene Teil 33i die zweite Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 von einer oberen Oberfläche einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 des Isolationsfilms 53 und erreicht ein Spitzenende des pixelinternen Separationsbereichs 32. Der zweite Lichtblockierungsteil 82c erstreckt sich von dem ersten Lichtblockierungsteil 82a zu dem Spitzenende des pixelinternen Separationsbereichs 32 und ist innerhalb des gegrabenen Teils 33i durch den Festladungsfilm 52 angeordnet.

[0279] Der Festladungsfilm 52 innerhalb des gegrabenen Teils 33i ist entlang der Seitenwand und der unteren Wand des gegrabenen Teils 33i angeordnet. Der Festladungsfilm 52 auf der Seitenwand des gegrabenen Teils 33i isoliert die Halbleiterschicht 20 und den zweiten Lichtblockierungsteil 82c des Lichtblockierungskörpers 80I elektrisch voneinander und separiert diese voneinander. Außerdem isoliert der Festladungsfilm 52 auf der unteren Wand des gegrabenen Teils 33i den zweiten Lichtblockierungsteil 82c des Lichtblockierungskörpers 80I und das leitfähige Material 35 des pixelinternen Separationsbereichs 32 elektrisch voneinander und separiert diese voneinander.

[0280] Hier erstreckt sich, wie in **Fig. 29A** veranschaulicht, der pixelinterne Separationsbereich 32 dieser neunten Ausführungsform von dem Elementseparationsbereich 25 zu dem gegrabenen Teil 33i. Die Länge L_5 des pixelinternen Separationsbereichs 32 dieses Falls ist eine Entfernung von der unteren Fläche des Elementseparationsbereichs 25 zu dem gegrabenen Teil 33i. Obwohl dies in der Zeichnung nicht veranschaulicht ist, wird, falls sich der pixelinterne Separationsbereich 32 von der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 zu dem gegrabenen Teil

33i erstreckt, eine Entfernung von der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 zu dem gegrabenen Teil 33i die Länge L_5 des pixelinternen Separationsbereichs 32.

[0281] Außerdem kann eine Fläche der Halbleiterschicht 20, die in Kontakt mit der unteren Fläche des Elementseparationsbereichs (eines Feldseparationsbereichs) 25 gebracht wird, als die erste Fläche S1 betrachtet werden.

[0282] Wie in **Fig. 29A** veranschaulicht, weisen der pixelinterne Separationsbereich 32 und der gegrabene Teil 33i unterschiedliche Breiten (W_2 und W_3) des ersten Bereichs 21a und des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 in einer Richtung entlang der Anordnungsrichtung (einen Richtung) auf. Obwohl bei dieser neunten Ausführungsform die Breite W_2 des gegrabenen Teils 33i größer als die Breite W_3 des pixelinternen Separationsbereichs 32 ist, kann die Breite W_3 des pixelinternen Separationsbereichs 32 so konfiguriert sein, dass sie größer als die Breite W_2 des gegrabenen Teils 33i ist. Mit anderen Worten wird es von dem Blickpunkt der Strukturierungsgenauigkeit und Charakteristiken bevorzugt, „ $W_2 > W_3$ “ oder „ $W_2 < W_3$ “ zu erfüllen.

[0283] Wie in **Fig. 27** und **28** veranschaulicht, erstreckt sich der Lichtblockierungskörper 80I über zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen 21, die aneinander in der X-Richtung innerhalb einer zweidimensionalen Ebene angrenzen, ist aber nicht darauf beschränkt. Auch der erste Lichtblockierungsteil 82a erstreckt sich kontinuierlich über zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen 21, die aneinander in der X-Richtung angrenzen. Andererseits ist der zweite Lichtblockierungsteil 82c so angeordnet, dass er separat für jeden fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 ist, die in der X-Richtung ausgerichtet sind. Mit anderen Worten erstreckt sich im Unterschied zu dem ersten Lichtblockierungsteil 82a der zweite Lichtblockierungsteil 82c nicht kontinuierlich über zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen 21, die in der Y-Richtung aneinander angrenzen.

[0284] Der zweite Lichtblockierungsteil 82c erstreckt sich in der Draufsicht in der X-Richtung zusammen mit dem pixelinternen Separationsbereich 32. Es wird bevorzugt, dass die Länge des zweiten Lichtblockierungsteils 82c in der X-Richtung gleich der Länge des pixelinternen Separationsbereichs 32 in der X-Richtung ist oder größer als die Länge des pixelinternen Separationsbereichs 32 in der X-Richtung ist. Bei dieser neunten Ausführungsform ist die Länge des zweiten Lichtblockierungsteils 82c in der X-Richtung größer als die Länge des pixelinternen Separationsbereichs 32 in der X-Richtung.

[0285] Der erste Lichtblockierungsteil 82a blockiert, hauptsächlich in dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21, Licht auf der Außenseite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 und unterdrückt eine Ankunft von Licht bei dem Floating-Diffusion-Gebiet FD, das auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 angeordnet ist. Andererseits blockiert der zweite Lichtblockierungsteil 82c hauptsächlich in dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 hauptsächlich Licht auf der Innenseite der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 und unterdrückt eine Ankunft von Licht bei dem Floating-Diffusion-Gebiet FD, das auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 angeordnet ist.

[0286] Mit anderen Worten blockiert der Lichtblockierungskörper 80I Licht, das in den zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 auf der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 eindringt (darauf einfällt) und unterdrückt eine Ankunft von Licht bei dem Floating-Diffusion-Gebiet FD, das auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 angeordnet ist, innerhalb des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21.

[0287] Als der Lichtblockierungskörper 80I wird bevorzugt ein Metallfilm aus zum Beispiel Titan (Ti), Wolfram (W), Aluminium (Al) oder dergleichen oder ein Legierungsfilm als ein Material mit einer überlegenen Lichtblockierungseigenschaft und mit einem optischen Reflexionsgrad höher als ein Siliciumoxidfilm oder ein Siliciumfilm verwendet. Bei dieser neunten Ausführungsform wird als der Lichtblockierungskörper 80I zum Beispiel ein Wolfram(W)-Film verwendet.

[0288] Hier entspricht bei dieser neunten Ausführungsform der Zwischenpixelseparationsbereich 31 einem „ersten Separationsbereich“ der vorliegenden Technologie und entspricht der pixelinterne Separationsbereich 32 einem „zweiten Separationsbereich“ der vorliegenden Technologie. Außerdem entsprechen bei dieser neunten Ausführungsform der gegrabene Teil 33a, der gegrabene Teil 33b und der gegrabene Teil 33i einem „ersten gegrabenen Teil“, einem „zweiten gegrabenen Teil“ und einem „dritten gegrabenen Teil“ der vorliegenden Technologie. Des Weiteren entspricht bei dieser neunten Ausführungsform eine Anordnungsrichtung des ersten Bereichs 21a und des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 „einer Richtung“ der vorliegenden Technologie.

<<Verfahren zum Herstellen der
Festkörperbildgebungsvorrichtung>>

[0289] Als Nächstes wird ein Verfahren zum Herstellen der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1I gemäß

der neunten Ausführungsform der vorliegenden Technologie unter Bezugnahme auf **Fig. 30A** bis **30H** beschrieben.

[0290] Auch bei dieser neunten Ausführungsform wird eine Herstellung des Lichtblockierungskörpers 80I, die in dem Verfahren zum Herstellen der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1I enthalten ist, speziell beschrieben.

[0291] Zuerst wird, wie in **Fig. 30A** veranschaulicht, zusammen mit dem Bilden eines fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 ein Elementseparationsbereich 25, ein gegrabener Teil 33a, ein pixelinterner Separationsbereich 32 und dergleichen auf der Halbleiterschicht 20 eine Mehrschichtverdrahtungsschicht 40 auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 gebildet.

[0292] Der pixelinterne Separationsbereich 32 beinhaltet einen Separationsisolationfilm 34, der entlang einer Seitenwand des gegrabenen Teils 33b angeordnet ist, der sich in der Tiefenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 erstreckt, und einen Siliciumfilm als ein leitfähiges Material 35, das diesen gegrabenen Teil 33b durch den Separationsisolationfilm 34 füllt. Dieser pixelinterne Separationsbereich 32 weist eine Länge L_4 (siehe **Fig. 29A**) in der Z-Richtung auf, die von der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 zu der zweiten Fläche S2 wächst, so dass sie kürzer als eine Länge des pixelinternen Separationsbereichs 32 in der Z-Richtung ist, die in **Fig. 22A** der zuvor beschriebenen achten Ausführungsform repräsentiert ist. Der gegrabene Teil 33a wird die Basis für den Zwischenpixelseparationsbereich 31, der in **Fig. 30F** veranschaulicht ist. Ähnlich dem gegrabenen Teil 33b des pixelinternen Separationsbereichs 32 erstreckt sich der gegrabene Teil 33a in der Tiefenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 und weist das Innere mit dem leitfähigen Material 35 durch den Separationsisolationfilm 34 gefüllt auf. Der gegrabene Teil 33a unterteilt den fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 für jeden fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21. Die gegrabenen Teile 33a und 33b dieser neunten Ausführungsform weisen unterschiedliche Z-Richtung-Längen auf, dementsprechend unterscheiden sie sich von der zuvor beschriebenen achten Ausführungsform und werden in separaten Prozessen gebildet.

[0293] Der fotoelektrische Umwandlungsbereich 21 beinhaltet einen Elementbildungsbereich 20a, ein Wannengebiet 22 des p-Typs, einen Halbleiterbereich 23 des n-Typs, eine fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 (PD), einen Elementseparationsbereich (einen Feldseparationsbereich) 25, Pixeltransistoren (AMP, SEL, RST und TR), die in dem Elementbildungsbereich 20a gebildet sind, und dergleichen. Der fotoelektrische Umwandlungsbe-

reich 21 beinhaltet ein Floating-Diffusion-Gebiet FD, einen pixelinternen Separationsbereich 32 und einen ersten Bereich 21a und einen zweiten Bereich 21b, die durch diesen pixelinternen Separationsbereich 32 separiert sind.

[0294] Das Wannengebiet 22 des p-Typs wird in dem ersten Bereich 21a und dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 gebildet. Der Elementbildungsbereich 20a, der Halbleiterbereich 23 des n-Typs und die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 werden in dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 gebildet. Das Floating-Diffusion-Gebiet FD wird auf der Seite der ersten Oberfläche S1 der Halbleiterschicht 20 in dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 gebildet. Als die Halbleiterschicht 20 wird zum Beispiel ein Halbleitersubstrat des p-Typs, das aus monokristallinem Silicium gebildet ist, verwendet, aber die Halbleiterschicht ist nicht darauf beschränkt.

[0295] Als Nächstes wird, nachdem eine Mehrschichtverdrahtungsschicht 40 auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 gebildet wurde, die Dicke der Halbleiterschicht 20 dünn ausgebildet, zum Beispiel durch Abtragen der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 unter Verwendung eines CMP-Verfahrens, und werden, wie in **Fig. 30B** veranschaulicht, der Separationsisolationsfilm 34 und das leitfähige Material 35 des Inneren des gegrabenen Teils 33a freigelegt.

[0296] Als Nächstes wird, nachdem der Separationsisolationsfilm 34 und das leitfähige Material 35 des Inneren des gegrabenen Teils 33a freigelegt wurden, wie in **Fig. 30C** veranschaulicht, in dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 zusammen mit dem Bilden eines Beugungsstreuungsabschnitts 51 auf der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 ein gegrabener Teil 33i gebildet, der von der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 zu dem Spitzenende in dem pixelinternen Separationsbereich 32 reicht und in der Draufsicht mit dem pixelinternen Separationsbereich 32 überlappt. Die Form und die Abmessung dieses gegrabenen Teils 33i regeln eine Form und eine Abmessung des zweiten Lichtblockierungsteils 82c des Lichtblockierungskörpers 80I, der in **Fig. 30H** veranschaulicht ist. Bei dieser neunten Ausführungsform wird zum Beispiel die Breite W_2 des gegrabenen Teils 33i so gebildet, dass sie größer als die Breite W_3 des pixelinternen Separationsbereichs 32 ist, ist aber nicht darauf beschränkt. Die Bildung des gegrabenen Teils 33i wird unter Verwendung einer bekannten Fotolithografiertechnologie und einer anisotropen Trockenätztechnologie durchgeführt. Obwohl der gegrabene Teil 33i und der Beugungsstreuungsabschnitt 51 in separaten Prozessen gebildet werden, kann ein beliebiger des gegrabenen

Teils 33i und des Beugungsstreuungsabschnitts 51 zuerst gebildet werden.

[0297] Als Nächstes werden, nachdem der Beugungsstreuungsabschnitt 51 und der gegrabene Teil 33i gebildet wurden, wie in **Fig. 30D** veranschaulicht, der Separationsisolationsfilm 34 und das leitfähige Material 35 des Inneren des gegrabenen Teils 33a selektiv entfernt. Der Separationsisolationsfilm 34 und der Leitfähiges-Material-Film 35 des Inneren des gegrabenen Teils 33a können selektiv unter Verwendung einer bekannten Fotolithografiertechnologie und einer anisotropen Trockenätztechnologie entfernt werden.

[0298] Als Nächstes wird, nachdem der Separationsisolationsfilm 34 und der Leitfähiges-Material-Film 35 des Inneren des gegrabenen Teils 33a selektiv entfernt wurden, wie in **Fig. 30E** veranschaulicht, ein Festladungsfilm 52, der eine Innenwand (eine Seitenwand und eine untere Wand) des Inneren von jedem der gegrabenen Teile 33a und 33i und die zweite Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 bedeckt, gebildet. Der Festladungsfilm 52 auf der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 wird über dem ersten Bereich 21a und dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 gebildet und der Beugungsstreuungsabschnitt 51 des ersten Bereichs 21a wird mit dem Festladungsfilm 52 bedeckt.

[0299] Als Nächstes wird, nachdem der Festladungsfilm 52 gebildet wurde, wie in **Fig. 30F** veranschaulicht, ein Isolationsfilm 53 auf der gesamten Fläche der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 einschließlich des Inneren von jedem der gegrabenen Teile 33a und 33i gebildet. Nachdem zum Beispiel ein Siliciumoxidfilm unter Verwendung eines CVD-Verfahrens gebildet wurde, kann der Isolationsfilm 53 durch Abtragen und Planarisieren der Oberflächenseite dieses Siliciumoxidfilms unter Verwendung eines CMP-Verfahrens gebildet werden.

[0300] In diesem Prozess wird ein Zwischenpixelseparationsbereich 31 gebildet, in dem der Isolationsfilm 53 innerhalb des gegrabenen Teils 33a durch den Festladungsfilm 52 eingebettet wird, und die Peripherie dieses Zwischenpixelseparationsbereichs 31 wird unterteilt, wodurch ein fotoelektrischer Umwandlungsbereich 21 gebildet wird, dessen Inneres durch den pixelinternen Separationsbereich 32 in einen ersten Bereich 21a und einen zweiten Bereich 21b separiert wird.

[0301] Als Nächstes werden, nachdem der Isolationsfilm 53 gebildet wurde, der Isolationsfilm 53 auf dem gegrabenen Teil 33i und der Isolationsfilm 53 des Inneren des gegrabenen Teils 33i selektiv entfernt. Die selektive Entfernen dieses Isolationsfilms 53 wird unter Verwendung einer bekannten Fotolitho-

grafietechnologie und einer anisotropen Trockenätztechnologie durchgeführt.

[0302] Als Nächstes wird, nachdem der Isolationsfilm 53 selektiv entfernt wurde, wie in **Fig. 30G** veranschaulicht, ein Lichtblockierungsfilm 82 auf der gesamten Fläche des Isolationsfilms 53 einschließlich des Inneren des gegrabenen Teils 33i gebildet. Der Lichtblockierungsfilm 82 kann zum Beispiel durch Bilden eines Metallfilms oder eines Legierungsfilms aus Titan (Ti), Wolfram (W), oder dergleichen mit einem optischen Reflexionsgrad höher als ein Siliciumoxidfilm oder ein Siliciumfilm unter Verwendung einer bekannten Filmbildungstechnologie gebildet werden. Der Lichtblockierungsfilm 82 wird über mehreren fotoelektrischen Umwandlungsbereichen 21 gebildet und wird derart gebildet, dass er den ersten Bereich 21a und den zweiten Bereich 21b von jedem der mehreren fotoelektrischen Umwandlungsbereiche 21 in der Draufsicht bedeckt und den gegrabenen Teil 33i des zweiten Bereichs 21b von jedem davon einbettet. Der Lichtblockierungsfilm 82 in dem eingebetteten Teil 33i wird durch den Festladungsfilm 52 gebildet.

[0303] Als Nächstes wird der Lichtblockierungsfilm 82 strukturiert und wird, wie in **Fig. 30H** veranschaulicht, der Lichtblockierungskörper 80l, der den zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 bedeckt und sich über dem Inneren und Äußeren der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 erstreckt, gebildet. Die Strukturierung des Lichtblockierungsfilms 82 kann unter Verwendung einer bekannten Fotolithografiertechnologie und einer anisotropen Trockenätztechnologie durchgeführt werden.

[0304] In diesem Prozess beinhaltet der Lichtblockierungskörper 80l einen ersten Lichtblockierungsteil 82a, der auf der Außenseite des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 (der Außenseite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20) durch den Isolationsfilm 53 angeordnet ist und in der Draufsicht mit dem zweiten Bereich 21b und dem Floating-Diffusion-Gebiet FD überlappt, und einen zweiten Lichtblockierungsteil 82c, der von diesem ersten Lichtblockierungsteil 82a durch den Isolationsfilm 53 hindurch verläuft und zu dem Inneren der Halbleiterschicht 20 hervorsteht. Wenn unter Bezugnahme auf **Fig. 17** beschrieben, beinhaltet der Lichtblockierungskörper 80l erste lineare Teile 81x, die sich in der X-Richtung erstrecken und wiederholt mit einem vorbestimmten Anordnungsrastrermaß in der Y-Richtung angeordnet sind, und zweite lineare Teile 81y, die sich in der Y-Richtung erstrecken und die ersten linearen Teile 81x schneiden und sind wiederholt mit einem vorbestimmten Anordnungsrastrermaß in der X-Richtung angeordnet. Der Lichtblockierungskörper 80l wird in einem gitterförmigen Ebenenmuster gebildet, das in der Draufsicht mit

dem gitterförmigen Ebenenmuster des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 überlappt. Die ersten Lichtblockierungsteile 82a und die zweiten Lichtblockierungsteile 82c werden in dem ersten linearen Teil 81x gebildet.

[0305] Als Nächstes wird, nachdem der Lichtblockierungskörper 80l gebildet wurde, durch Bilden eines Farbfilters 55 und einer Mikrolinse 56 auf einer Seite gegenüber der Halbleiterschicht 20 des Lichtblockierungskörpers 80l in dieser Reihenfolge ein in **Fig. 27** und **28** veranschaulichter Zustand ausgebildet.

[0306] Außerdem wird auch in der Festkörperbildungsvorrichtung 11 gemäß dieser neunten Ausführungsform durch Unterteilen eines Halbleiterwafers einschließlich der Halbleiterschicht 20 und der Mehrschichtverdrahtungsschicht 40 für jeden Chipbildungsbereich der in **Fig. 1** veranschaulichte Zustand des Halbleiterchips 2 ausgebildet.

<Funktion des Lichtblockierungskörpers>

[0307] Als Nächstes wird die Funktion des Lichtblockierungskörpers 80l unter Bezugnahme auf **Fig. 29B** und **6** beschrieben.

[0308] Wie in **Fig. 29B** veranschaulicht, wird in einem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 (einem Pixel 3) Emissionslicht 57l, das zu der Mikrolinse 56 emittiert wird, zu schrägem Licht 57l₁, wird durch die Mikrolinse 56, das Farbfilter 55, den Isolationsfilm 53, den Festladungsfilm 52, den Beugungsstreuungsabschnitt 51 und dergleichen transmittiert (geht durch diese hindurch) und dringt von der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 in den ersten Bereich 21a (die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 (PD)) des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 ein (fällt in diesen ein). Das schräge Licht 57l₁, das in den ersten Bereich 21a eingedrungen ist, erreicht (wird emittiert zu) den zweiten Lichtblockierungsteil 82c des Lichtblockierungskörpers 80l von der Seite des ersten Bereichs 21a.

[0309] Wenn unter Bezugnahme auf den Lichtblockierungsfilm 54 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform beschrieben, die in **Fig. 6** veranschaulicht ist, erreicht (wird emittiert zu) hier, ähnlich dem in **Fig. 6** veranschaulichten Lichtblockierungsfilm 54, falls der zweite Lichtblockierungsteil 82c dieser neunten Ausführungsform, die in **Fig. 29B** veranschaulicht ist, nicht enthalten ist, das schräge Licht 57l₁, das in den zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 eingedrungen ist, den pixelinternen Separationsbereich 32 von der Seite des ersten Bereichs 21a.

[0310] Da das schräge Licht $57I_1$ den pixelinternen Separationsbereich 32 erreicht, während es schräges Licht gibt, das an dem pixelinternen Separationsbereich 32 reflektiert wird und zu dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 zurückkehrt, gibt es auch schräges Licht, das durch den pixelinternen Separationsbereich 32 transmittiert wird und in den zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 eindringt. Insbesondere weist in dem Fall des pixelinternen Separationsbereichs 32 einschließlich eines Siliciumfilms als das leitfähige Material 35 der Siliciumfilm eine ungenügende Lichtblockierungseigenschaft auf und dementsprechend gibt es Bedenken, dass das schräge Licht $57I_1$ in den zweiten Bereich 21b eindringen kann.

[0311] Falls das schräge Licht $57I_1$ in den zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 eingedrungen ist, erreicht das schräge Licht $57I_1$ das Floating-Diffusion-Gebiet FD, das auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 in dem zweiten Bereich 21b angeordnet ist. Da die Ankunft des schrägen Lichts $57H_1$ bei diesem Floating-Diffusion-Gebiets FD einen Einfluss auf die Parasitäre-Lichtempfindlichkeit-Charakteristiken aufweist, ist es wichtig, das Eindringen von schrägem Licht in den zweiten Bereich 21b so weit wie möglich zu unterdrücken.

[0312] Im Gegensatz dazu beinhaltet, wie in **Fig. 29B** veranschaulicht, der Lichtblockierungskörper 80I dieser neunten Ausführungsform den zweiten Lichtblockierungsteil 82c, der mit in der Draufsicht dem pixelinternen Separationsbereich 32 überlappt und von dem ersten Lichtblockierungsteil 82a der Außenseite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 zu dem Inneren der Halbleiterschicht 20 hervorsticht. Aus diesem Grund erreicht (wird emittiert zu) das schräge Licht $57H_1$, das in den ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 eingedrungen ist, den zweiten Lichtblockierungsteil 82c des Lichtblockierungskörpers 80I von der Seite des ersten Bereichs 21a und wird an dem zweiten Lichtblockierungsteil 82c reflektiert, um zu dem zweiten Bereich 21b zurückzukehren. Mit anderen Worten blockiert der Lichtblockierungskörper 80I dieser neunten Ausführungsform das schräge Licht $57I_1$, das in den zweiten Bereich 21b von der Seite des ersten Bereichs 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 eingedrungen ist, in dem zweiten Lichtblockierungsteil 82c und kann eine Ankunft des schrägen Lichts $57I_1$ bei dem Floating-Diffusion-Gebiet FD unterdrücken.

[0313] Da außerdem das schräge Licht $57I_1$, das den zweiten Lichtblockierungsteil 82c des Lichtblockierungskörpers 80I von der Seite des ersten Bereichs 21a erreicht hat (zu diesem emittiert wurde), an dem zweiten Lichtblockierungsteil 82c

reflektiert wird, um zu dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 zurückzukehren, kann eine Verbesserung der Quanteneffizienz QE ebenfalls erzielt werden.

[0314] Außerdem wird, wie in **Fig. 29B** veranschaulicht, schräges Licht $57I_2$, das den Zwischenpixelseparationsbereich 31 von der Seite des ersten Bereichs 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 erreicht hat (zu diesem emittiert wurde), hauptsächlich an dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 reflektiert, um zu dem ersten Bereich 21a (der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24 (PD)) zurückzukehren.

[0315] Außerdem wird, wie in **Fig. 29B** veranschaulicht, da der Lichtblockierungskörper 80I dieser neunten Ausführungsform auch den ersten Lichtblockierungsteil 82a beinhaltet, der auf der Außenseite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 angeordnet ist und mit dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 in der Draufsicht überlappt, ähnlich dem Lichtblockierungsfilm 54 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, Licht, das in den zweiten Bereich 21b von der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 in dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 eingedrungen ist, durch den ersten Lichtblockierungsteil 82a blockiert und kann eine Ankunft von Licht bei dem Floating-Diffusion-Gebiet FD unterdrückt werden.

<<Haupteffekte der neunten Ausführungsform>>

[0316] Als Nächstes werden Haupteffekte dieser neunten Ausführungsform beschrieben. Ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform beinhaltet die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1I gemäß dieser neunten Ausführungsform den Zwischenpixelseparationsbereich 31 und den pixelinternen Separationsbereich 32. Dementsprechend können auch in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1I gemäß dieser neunten Ausführungsform, ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, eine Verbesserung der Quanteneffizienz QE als eine Pixelcharakteristik und eine hohe Unterdrückung einer Farbmischung (MTF) erzielt werden und kann eine Verbesserung von Übertragungscharakteristiken als Pixelcharakteristiken erzielt werden.

[0317] Außerdem beinhaltet der Lichtblockierungskörper 80I dieser neunten Ausführungsform den ersten Lichtblockierungsteil 82a, der auf der Außenseite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 angeordnet ist und in der Draufsicht mit dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 überlappt. Aus diesem Grund wird, ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A der zuvor

beschriebenen ersten Ausführungsform, Licht, das in den zweiten Bereich 21b von der Seite der zweiten Fläche S2 (der Lichteinfallseite) der Halbleiterschicht 20 in dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 eingedrungen ist, durch den ersten Lichtblockierungsteil 82a blockiert, kann eine Ankunft von Licht bei dem Floating-Diffusion-Gebiet FD unterdrückt werden und können Parasitäre-Lichtempfindlichkeit-Charakteristiken (PLS) verbessert werden können.

[0318] Außerdem beinhaltet der Lichtblockierungskörper 80I dieser neunten Ausführungsform den zweiten Lichtblockierungsteil 82c, der in der Draufsicht mit dem pixelinternen Separationsbereich 32 überlappt und von dem ersten Lichtblockierungsteil 82a zu dem Inneren der Halbleiterschicht 20 hervorsteht. Aus diesem Grund wird schräges Licht $57I_1$, das von der Seite des ersten Bereichs 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 in den zweiten Bereich 21b eingedrungen ist, durch den zweiten Lichtblockierungsteil 82c blockiert, kann die Ankunft des schrägen Lichts $57I_1$ bei dem Floating-Diffusion-Gebiet FD unterdrückt werden und kann in Kombination mit einem Effekt einer Verbesserung der Parasitäre-Lichtempfindlichkeit-Charakteristiken (PLS) unter Verwendung des ersten Lichtblockierungsteils 82a ferner eine stärkere Verbesserung der Parasitäre-Lichtempfindlichkeit-Charakteristiken (PLS) erzielt werden.

[0319] Außerdem wird das schräge Licht $75I_1$, das auf den zweiten Lichtblockierungsteil 82c des Lichtblockierungskörpers 80I von der Seite des ersten Bereichs 21a einfällt, an dem zweiten Lichtblockierungsteil 82c reflektiert, um zu dem ersten Bereich 21a zurückzukehren, und dementsprechend kann ebenfalls eine Verbesserung der Quanteneffizienz QE erzielt werden.

[0320] Außerdem hängt, wenn unter Bezugnahme auf Fig. 29A beschrieben, ein Effekt einer Unterdrückung der Ankunft des schrägen Lichts $57I_1$ bei dem Floating-Diffusion-Gebiet FD von einer Einbettungslänge L_4 , in der der zweite Lichtblockierungsteil 82c hauptsächlich innerhalb der Halbleiterschicht 20 eingebettet ist, von einer Gesamtlänge L_3 , mit der der zweite Lichtblockierungsteil 82c von dem ersten Lichtblockierungsteil 82a zu einem Spitzenende hervorsteht, das zu der Halbleiterschicht 20 hervorsteht, ab (ist proportional dazu).

[0321] Andererseits ist eine Funktion des pixelinternen Separationsbereichs 32 zum Unterstützen einer Übertragung einer elektrischen Signalladung zu dem Floating-Diffusion-Gebiet FD als eine Hilfselektrode hauptsächlich proportional zu der Länge L_5 des pixelinternen Separationsbereichs 32 in der Z-Richtung. Dementsprechend wird es, falls zum Beispiel eine Lichtblockierungseigenschaft hervorgehoben wird,

bevorzugt, dass die Einbettungslänge L_4 des zweiten Lichtblockierungsteils 82c so konfiguriert ist, dass sie größer als die Länge L_5 des pixelinternen Separationsbereichs 32 ist ($L_4 > L_5$), und wird es, falls eine Transmission hervorgehoben wird, bevorzugt, dass die Länge L_5 des pixelinternen Separationsbereichs 32 so konfiguriert ist, dass sie größer als die Einbettungslänge L_4 des zweiten Lichtblockierungsteils 82c ist ($L_5 > L_4$).

[0322] Außerdem kann, obwohl bei der zuvor beschriebenen neunten Ausführungsform ein Fall beschrieben wurde, in dem die vorliegende Technologie auf die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1I einschließlich des Festladungsfilms 52 angewandt wird, die vorliegende Technologie auch auf eine Festkörperbildgebungsvorrichtung 1I ohne einen Festladungsfilm angewandt werden.

[10. Ausführungsform]

[0323] Bei dieser 10. Ausführungsform wird, ähnlich der zuvor beschriebenen achten Ausführungsform, hauptsächlich ein Lichtblockierungskörper 80J beschrieben. Fig. 31 ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster eines Lichtblockierungskörpers eines Pixelarrayteils einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß dieser 10. Ausführungsform schematisch veranschaulicht.

[0324] Fig. 32 ist eine Longitudinalquerschnittansicht, die eine Longitudinalquerschnittstruktur entlang einer in Fig. 31 veranschaulichten Linie a31-a31 schematisch veranschaulicht.

[0325] Außerdem ist Fig. 31 eine Draufsicht bei Betrachtung von einer Seite einer zweiten Fläche S2 (einer Lichteinfallseite) einer in Fig. 32 veranschaulichten Halbleiterschicht 20. Fig. 32 ist mit Bezug auf Fig. 5 und 6 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform vertikal invertiert.

<<Konfiguration der Festkörperbildgebungsvorrichtung>>

[0326] Die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1J gemäß der 10. Ausführungsform der vorliegenden Technologie weist im Grunde eine Konfiguration ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform auf und es gibt folgende abweichende Konfigurationen.

[0327] Mit anderen Worten beinhaltet, wie in Fig. 31 und 32 veranschaulicht, die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1J gemäß der 10. Ausführungsform der vorliegenden Technologie einen Lichtblockierungskörper 80J anstelle des Lichtblockierungsfilms 54 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, die in Fig. 5 und 6 veranschaulicht ist. In Bezug auf

diesen Lichtblockierungskörper 80J ist ferner ein Isolationsfilm 53J enthalten, der zwischen einem Isolationsfilm 53 und einem Farbfilter 55 angeordnet ist. Die anderen Komponenten sind jenen der ersten Ausführungsform als Ganzes ähnlich, die gleichen Bezugszeichen werden den gleichen Komponenten zugewiesen und eine doppelte Beschreibung wird weggelassen.

[0328] Wie in **Fig. 31** und **32** veranschaulicht, ist der Lichtblockierungskörper 80J dieser neunten Ausführungsform auf der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 angeordnet und überlappt in der Draufsicht mit einem zweiten Bereichs 21b eines fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 und einem Floating-Diffusion-Gebiets FD. Der Lichtblockierungskörper 80J ist über dem Inneren und Äußeren des Isolationsfilms 53 in einer Dickenrichtung (der Z-Richtung) des Isolationsfilms 53 angeordnet.

[0329] Obwohl dies in **Fig. 31** nicht ausführlich veranschaulicht ist, beinhaltet, wenn unter Bezugnahme auf **Fig. 17** der zuvor achten Ausführungsform beschrieben, ähnlich dem Lichtblockierungskörper 80H der zuvor beschriebenen achten Ausführungsform, der Lichtblockierungskörper 80J erste lineare Teile 81x, die sich in der X-Richtung erstrecken und mit einem vorbestimmten Anordnungsastermaß in der Y-Richtung wiederholt angeordnet sind, und zweite lineare Teile 81y, die diese ersten linearen Teile 81x schneiden, sich in der Y-Richtung erstrecken und mit einem vorbestimmten Anordnungsastermaß in der X-Richtung wiederholt angeordnet sind. Der erste lineare Teil 81x überlappt in der Draufsicht mit einem ersten Teil 31x des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 und der zweite lineare Teil 81y überlappt in der Draufsicht mit einem zweiten Teil 31y des Zwischenpixelseparationsbereichs 31. Mit anderen Worten ist in bei dem Lichtblockierungskörper 80J dieser 10. Ausführungsform, ähnlich dem Lichtblockierungsfilm 80H der zuvor beschriebenen achten Ausführungsform, ein gitterförmiges Ebenenmuster gebildet, in dem ein Ebenenmuster in der Draufsicht die Lichtempfangsflächenseite (die Seite der zweiten Fläche S2) von jedem mehrerer fotoelektrischer Umwandlungsbereiche 21 öffnet, so dass Licht, das auf einen vorbestimmten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 einfällt, nicht in einen nahegelegenen fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 leckt. Eine Breite Xwy des ersten linearen Teils 81x in der Y-Richtung ist so konfiguriert, dass sie größer als eine Breite Ywx des zweiten linearen Teils 81y in der X-Richtung ist.

[0330] Wie in **Fig. 31** und **32** veranschaulicht, beinhaltet der Lichtblockierungskörper 80J einen ersten Lichtblockierungsteil 82a, der auf einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 des Isolationsfilms 53 angeordnet ist und mit dem zweiten

Bereich des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 und dem Floating-Diffusion-Gebiet FD in der Draufsicht überlappt, einen zweiten Lichtblockierungsteil 82d₁, der mit dem pixelinternen Separationsbereich 32 in der Draufsicht überlappt und von dem ersten Lichtblockierungsteil 82a zu dem Inneren des Isolationsfilms 53 hervorsteht, und einen dritten Lichtblockierungsteil 82d₂, der in der Draufsicht mit dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 überlappt und von dem ersten Lichtblockierungsteil 82a zu dem Inneren des Isolationsfilms 53 hervorsteht. Dieser erste Lichtblockierungsteil 82a, zweite Lichtblockierungsteil 82d₁ und dritte Lichtblockierungsteil 82d₂ sind in dem ersten linearen Teil 81x konfiguriert. Mit anderen Worten beinhaltet der erste lineare Teil 81x dieser 10. Ausführungsform den ersten bis dritten Lichtblockierungsteil 82a, 82d₁ und 82d₂.

[0331] Wie in **Fig. 32** veranschaulicht, ist der erste Lichtblockierungsteil 82a des Lichtblockierungskörpers 80J mit einem Isolationsfilm 53J bedeckt, der auf einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 des Isolationsfilms 53 angeordnet ist. Mit anderen Worten ist der Lichtblockierungskörper 80J in einer Isolationsschicht enthalten, die die Isolationsfilme 53 und 53J beinhaltet. Der Isolationsfilm 53J besteht zum Beispiel aus einem Siliciumoxidfilm.

[0332] Wie in **Fig. 32** veranschaulicht, ist der zweite Lichtblockierungsteil 82d₁ des Lichtblockierungskörpers 80J in einem gegrabenen Teil 53d₁ des Isolationsfilms 53 angeordnet. Der dritte Lichtblockierungsteil 82d₂ des Lichtblockierungskörpers 80J ist in einem gegrabenen Teil 53d₂ des Isolationsfilms 53 angeordnet. Der zweite Lichtblockierungsteil 82d₁ und der gegrabene Teil 53d₁ und der dritte Lichtblockierungsteil 82d₂ und der gegrabene Teil 53d₂ sind so angeordnet, dass sie in einer Anordnungsrichtung (der Y-Richtung) des ersten Bereichs 21a und des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 separat voneinander sind.

[0333] Wie in **Fig. 32** veranschaulicht, ist jeder des ersten Lichtblockierungsteils 82a, des zweiten Lichtblockierungsteils 82d₁ und des dritten Lichtblockierungsteils 82d₂ des Lichtblockierungskörpers 80J auf einer Seite eines zweiten Bereichs 21b des ersten Bereichs 21a in der Anordnungsrichtung (der Y-Richtung) des ersten Bereichs 21a und des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 angeordnet. Insbesondere ist jeder des ersten Lichtblockierungsteils 82a und des zweiten Lichtblockierungsteils 82d₁ auf einer Seite eines zweiten Bereichs 21b eines Grenzflächenteils If₁ zwischen dem ersten Bereichs 21a und dem pixelinternen Separationsbereich 32 in der Draufsicht positioniert, und jeder des ersten Lichtblockierungsteils 82a und des dritten Lichtblockierungsteils 82d₂ ist auf einer Seite eines zweiten Bereichs 21b eines Grenz-

flächenteils lf_2 zwischen dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 zwischen zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen 21, die in der Y-Richtung aneinander angrenzen, und dem ersten Bereichs 21a positioniert, der in Kontakt mit diesem Zwischenpixelseparationsbereich 31 gebracht wurde. Mit anderen Worten überlappt der Lichtblockierungskörper 80J in der Draufsicht mit jedem des pixelinternen Separationsbereichs (des zweiten Separationsbereichs) 32 und des Zwischenpixelseparationsbereichs (des ersten Separationsbereichs) 31 und ist auf der Seite des zweiten Bereichs 21b des ersten Bereichs 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 in der Anordnungsrichtung (der Y-Richtung) des ersten Bereichs 21a und des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 angeordnet.

[0334] Obwohl dies nicht ausführlich veranschaulicht ist, erstreckt sich in **Fig. 31**, ähnlich den zweiten Lichtblockierungsteilen 82b und 82c der zuvor beschriebenen achten und neunten Ausführungsform, jeder des zweiten und dritten Lichtblockierungsteils 82d₁ und 82d₂ in der Draufsicht auch in der X-Richtung zusammen mit dem pixelinternen Separationsbereich 32. Es wird bevorzugt, dass eine Länge von jedem des zweiten und dritten Lichtblockierungsteils 82d₁ und 82d₂ in der X-Richtung äquivalent zu einer Länge des pixelinternen Separationsbereichs 32 in der X-Richtung ist oder größer als die Länge des pixelinternen Separationsbereichs 32 in der X-Richtung ist. Bei dieser achten Ausführungsform ist die Länge von jedem von 82d₁ und 82d₂ in der X-Richtung größer als der pixelinterne Separationsbereich 32 in der X-Richtung.

[0335] Der erste Lichtblockierungsteil 82a blockiert hauptsächlich in dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 Licht in einem Außenteil einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 des Isolationsfilms 53 und unterdrückt eine Ankunft von Licht bei dem Floating-Diffusion-Gebiet FD, das auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 angeordnet ist. Andererseits blockieren der zweite und dritte Lichtblockierungsteil 82d₂ und 82d₃ Licht in einem Innenteil des Isolationsfilms 53 und unterdrücken eine Ankunft von Licht bei dem Floating-Diffusion-Gebiet FD, das auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 angeordnet ist.

[0336] Mit anderen Worten blockiert der Lichtblockierungskörper 80J Licht, das in den zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 auf der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 eindringt (darauf einfällt) und unterdrückt eine Ankunft von Licht bei dem Floating-Diffusion-Gebiet FD, das auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 angeordnet ist, inner-

halb des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21.

[0337] Als der Lichtblockierungskörper 80J wird bevorzugt ein Metallfilm aus zum Beispiel Titan (Ti), Wolfram (W), Aluminium (Al) oder dergleichen oder ein Legierungsfilm mit einer überlegenen Lichtblockierungseigenschaft und mit einem optischen Reflexionsgrad höher als ein Siliciumoxidfilm oder ein Siliciumfilm verwendet. Bei dieser 10. Ausführungsform wird als der Lichtblockierungskörper 80J zum Beispiel ein Wolfram(W)-Film verwendet.

[0338] Hier entspricht bei dieser 10. Ausführungsform der Zwischenpixelseparationsbereich 31 einem „ersten Separationsbereich“ der vorliegenden Technologie und entspricht der pixelinterne Separationsbereich 32 einem „zweiten Separationsbereich“ der vorliegenden Technologie. Außerdem entspricht bei dieser 10. Ausführungsform die Anordnungsrichtung des ersten Bereichs 21a und des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 „einer Richtung“ der vorliegenden Technologie.

[0339] Wie in **Fig. 31** veranschaulicht, erstreckt sich der Lichtblockierungskörper 80J über zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen 21, die aneinander in der X-Richtung innerhalb einer zweidimensionalen Ebene angrenzen, ist aber nicht darauf beschränkt. Der erste Lichtblockierungsteil 82a erstreckt sich kontinuierlich über zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen 21, die ebenfalls aneinander in der X-Richtung angrenzen.

<<Verfahren zum Herstellen der
Festkörperbildgebungsvorrichtung>>

[0340] Als Nächstes wird ein Verfahren zum Herstellen der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1J gemäß der 10. Ausführungsform der vorliegenden Technologie unter Bezugnahme auf **Fig. 34A** bis **34E** beschrieben.

[0341] Auch bei dieser achten Ausführungsform wird eine Herstellung des Lichtblockierungskörpers 80I, die in dem Verfahren zum Herstellen der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1I enthalten ist, speziell beschrieben.

[0342] Zuerst werden Prozesse ähnlich jenen der zuvor beschriebenen achten Ausführungsform durchgeführt und es werden, wie in **Fig. 34A** veranschaulicht, Komponenten bis zu dem Isolationsfilm 53 gebildet.

[0343] Als Nächstes werden, wie in **Fig. 34B** veranschaulicht, in dem Isolationsfilm 53 ein gegrabener Teil 53d₁, der in der Draufsicht mit dem pixelinternen Separationsbereich 32 überlappt, und ein gegrabe-

ner Teil 53d₂, der in der Draufsicht mit dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 überlappt, gebildet. Jeder der gegrabenen Teile 53d₁ und 53d₂ wird durch selektives Ätzen des Isolationsfilms 53 unter Verwendung einer bekannten Fotolithografiertechnologie und einer anisotropen Trockenätztechnologie gebildet. Jeder der gegrabenen Teile 53d₁ und 53d₂ wird so gebildet, dass er auf der Seite des zweiten Bereichs 21b des ersten Bereichs 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 positioniert ist.

[0344] Als Nächstes wird, nachdem jeder der gegrabene Teile 53d₁ und 53d₂ gebildet wurde, wie in **Fig. 34C** veranschaulicht, ein Lichtblockierungsfilm 82 auf der gesamten Fläche auf dem Isolationsfilm 53 einschließlich eines Innenteils von jedem der gegrabenen Teile 53d₁ und 53d₂ gebildet. Der Lichtblockierungsfilm 82 kann zum Beispiel durch Bilden eines Metallfilms aus Titan (Ti), Wolfram (W), Aluminium (Al) oder dergleichen oder eines Legierungsfilms mit einem optischen Reflexionsgrad höher als ein Siliciumoxidfilm oder ein Siliciumfilm unter Verwendung einer bekannten Filmbildungstechnologie gebildet werden. Der Lichtblockierungsfilm 82 wird über mehreren fotoelektrischen Umwandlungsbereichen 21 gebildet und wird so gebildet, dass die gegrabenen Teile 53d₁ und 53d₂ von jedem der fotoelektrischen Umwandlungsbereiche 21 eingebettet werden.

[0345] Als Nächstes wird, nachdem der Lichtblockierungsfilm 82 gebildet wurde, durch Strukturieren des Lichtblockierungsfilms 82, wie in **Fig. 34D** veranschaulicht, ein Lichtblockierungskörper 80J, der den zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 bedeckt und sich über dem Inneren und Äußeren des Isolationsfilms 53 der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 erstreckt, gebildet. Die Strukturierung des Lichtblockierungsfilms 82 kann unter Verwendung einer bekannten Fotolithografiertechnologie und einer anisotropen Trockenätztechnologie durchgeführt werden.

[0346] In diesem Prozess beinhaltet der Lichtblockierungskörper 80J einen ersten Lichtblockierungsteil 82a, der auf einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 des Isolationsfilms 53 angeordnet ist und mit dem zweiten Bereich des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 in der Draufsicht überlappt, einen zweiten Lichtblockierungsteil 82d₁, der mit dem pixelinternen Separationsbereich 32 in der Draufsicht überlappt und von dem ersten Lichtblockierungsteil 82a zu dem Inneren des Isolationsfilms 53 hervorsteht, und einen dritten Lichtblockierungsteil 82d₂, der in der Draufsicht mit dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 überlappt und von dem ersten Lichtblockierungsteil 82a zu dem Inneren des Isolationsfilms 53 hervorsteht. Wenn unter Bezugnahme auf **Fig. 17** beschrieben, beinhaltet der Lichtblockierungskörper 80J erste lineare

Teile 81x, die sich in der X-Richtung erstrecken und mit einem vorbestimmten Anordnungsrastrermaß in der Y-Richtung wiederholt angeordnet sind, und zweite lineare Teile 81y, die sich in der Y-Richtung erstrecken und die ersten linearen Teile 81x schneiden und mit einem vorbestimmten Anordnungsrastrermaß in der X-Richtung wiederholt angeordnet sind. Der Lichtblockierungskörper 80J wird in einem gitterförmigen Ebenenmuster gebildet, das in der Draufsicht mit dem gitterförmigen Ebenenmuster des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 überlappt. Der erste Lichtblockierungsteil 82a, der zweite Lichtblockierungsteil 82d₁ und der dritte Lichtblockierungsteil 82d₂ werden in dem ersten linearen Teil 81x gebildet.

[0347] Als Nächstes wird, nachdem der Lichtblockierungskörper 80J gebildet wurde, wie in **Fig. 34E** veranschaulicht, auf einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 des Isolationsfilms 53 ein Isolationsfilm 53J gebildet, der den Lichtblockierungskörper 80J bedeckt.

[0348] Danach wird auf einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 des Isolationsfilms 53J durch Bilden eines Farbfilters 55, einer Mikrolinse 56 und dergleichen in dieser Reihenfolge ein in **Fig. 31** und **32** veranschaulichter Zustand ausgebildet.

[0349] Außerdem wird auch in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1J gemäß dieser 10. Ausführungsform durch Unterteilen eines Halbleiterwafers einschließlich der Halbleiterschicht 20 und der Mehrschichtverdrahtungsschicht 40 für jeden Chipbildungsbereich der in **Fig. 1** veranschaulichte Zustand des Halbleiterchips 2 ausgebildet.

<Funktion des Lichtblockierungskörpers>

[0350] Als Nächstes wird die Funktion des Lichtblockierungskörpers 80J unter Bezugnahme auf **Fig. 33** und **6** beschrieben.

[0351] Wie in **Fig. 33** veranschaulicht, wird in einem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 (einem Pixel 3) schräges Licht 57J₁, das radial von der Mikrolinse 56 emittiert wird, durch das Farbfilter 55, den Isolationsfilm 53J und den Isolationsfilm 53 transmittiert und erreicht (wird emittiert zu) den zweiten Lichtblockierungsteil 82d₁ des Lichtblockierungskörpers 80J. Dann wird das schräge Licht 57J₁, das den zweiten Lichtblockierungsteil 82d₁ erreicht hat, an dem zweiten Lichtblockierungsteil 82d₁ reflektiert und dringt in den ersten Bereich 21a (die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 (PD)) des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 von der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 ein. Mit anderen Worten blockiert der Lichtblockierungskörper 80J dieser 10. Ausführungsform das schräge

Licht 57J₁, das von der Peripherie des ersten Lichtblockierungsteils 82a des Lichtblockierungskörpers 80J in den zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 eindringt, unter Verwendung des zweiten Lichtblockierungsteils 82d₁ und kann eine Ankunft des schrägen Lichts 57J₁ bei dem Floating-Diffusion-Gebiet FD unterdrücken.

[0352] Hier kann, wenn unter Bezugnahme auf den Lichtblockierungsfilm 54 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform beschrieben, die in **Fig. 5** veranschaulicht ist, wie in **Fig. 5** veranschaulicht, durch Konfigurieren des Lichtblockierungsfilms 54 so, dass er eine erste Ausbuchtungsstruktur aufweist, die von der Seite des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 in die Seite des ersten Bereichs 21a in der Draufsicht eindringt, schräges Licht blockiert werden, das von der Peripherie des Lichtblockierungsfilms 54 in den zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 eindringt.

[0353] Falls jedoch der Lichtblockierungsfilm 54 so konfiguriert ist, dass er die zuvor beschriebene erste Ausbuchtungsstruktur aufweist, nimmt die Menge an Licht, das in den ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 eindringt, ab und wird die Quanteneffizienz QE niedrig.

[0354] Im Gegensatz dazu kann der Lichtblockierungskörper 80J dieser 10. Ausführungsform schräges Licht 57J₁, das in den zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 von der Peripherie des ersten Lichtblockierungsteils 82a eindringt, unter Verwendung des zweiten Lichtblockierungsteils 82d₁ blockieren, der von dem ersten Lichtblockierungsteil 82a zu dem Inneren des Isolationsfilms 53 hervorsteht, und dementsprechend muss der erste Lichtblockierungsteil 82a im Gegensatz zu dem in **Fig. 5** veranschaulichten Lichtblockierungsfilm 54 keine erste Ausbuchtungsstruktur aufweisen. Dementsprechend kann der Lichtblockierungskörper 80J dieser 10. Ausführungsform schräges Licht 57J₁ blockieren, das von der Peripherie des ersten Lichtblockierungsteils 82d₂ in den zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 eindringt, während die Menge an Licht sichergestellt wird, das in den ersten Bereich 21a (die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 (PD)) des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 eindringt.

[0355] Außerdem wird das schräge Licht 75J₁, das den zweiten Lichtblockierungsteil 82d₁ des Lichtblockierungskörpers 80J erreicht hat, an diesem zweiten Lichtblockierungsteil 82d₁ reflektiert und dringt in den ersten Bereich 21a ein, und dementsprechend kann eine Verbesserung der Quanteneffizienz QE ebenfalls erzielt werden.

[0356] Außerdem wird, wie in **Fig. 33** veranschaulicht, in zwei Pixeln 3 (3X₁ und 3X₂), die aneinander in der Y-Richtung angrenzen, schräges Licht 57J₂, das radial von der Mikrolinse 56 eines Pixels 3X₁ emittiert wird, durch das Farbfilter 55, den Isolationsfilm 53J und den Isolationsfilm 53 transmittiert und erreicht (wird emittiert zu) den dritten Lichtblockierungsteil 82d₂ des Lichtblockierungskörpers 80J des anderen Pixels 3X₂. Dann wird das schräge Licht 57J₂, das den dritten Lichtblockierungsteil 82d₂ des Lichtblockierungskörpers 80J des anderen Pixels 3X₂ erreicht hat, an diesem zweiten Lichtblockierungsteil 82d₂ reflektiert und dringt in den ersten Bereich 21a (die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 (PD)) des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 eines Pixels 3X₁ von der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 ein. Mit anderen Worten blockiert der Lichtblockierungskörper 80J dieser 10. Ausführungsform schräges Licht 57J₂, das in den zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 des anderen Pixels 3X₂ von einem Pixel 3X₁ eindringt, unter Verwendung des dritten Lichtblockierungsteils 82d₂ und kann eine Ankunft des schrägen Lichts 57J₂ bei dem Floating-Diffusion-Gebiet FD unterdrücken.

[0357] Hier kann, wenn unter Bezugnahme auf den Lichtblockierungsfilm 54 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform beschrieben, die in **Fig. 5** veranschaulicht ist, wie in **Fig. 5** veranschaulicht, in zwei Pixeln 3 (3X₁ und 3X₂), die in der Y-Richtung aneinander angrenzen, durch Konfigurieren einer zweiten Ausbuchtungsstruktur, in der der Lichtblockierungsfilm 54 des anderen Pixels 3X₂ von der Seite des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 des anderen Pixels 3X₂ zu der Seite des ersten Bereichs 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 eines Pixels 3X₁ in der Draufsicht hervorsteht, schräges Licht blockiert werden, das von dem einen Pixel 3X₁ in den zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 des anderen Pixels 3X₂ eindringt.

[0358] Falls jedoch der Lichtblockierungsfilm 54 des anderen Pixels 3X₂ so konfiguriert ist, dass er die zuvor beschriebene zweite Ausbuchtungsstruktur aufweist, nimmt, ähnlich dem Fall der zuvor beschriebenen ersten Ausbuchtungsstruktur, die Menge an Licht, das in den ersten Bereich 21a (die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 (PD)) des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 eines Pixels 3X₁ eindringt, ab und wird die Quanteneffizienz QE niedrig.

[0359] Im Gegensatz dazu kann durch Verwenden des dritten Lichtblockierungsteils 82d₂, der von dem ersten Lichtblockierungsteil 82a zu dem Inneren des Isolationsfilms 53 hervorsteht, in zwei Pixeln 3 (3X₁ und 3X₂), die in der Y-Richtung aneinander angrenzen, schräges Licht 57J₂, das von einem Pixel 3X₁ in

den zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 des anderen Pixels $3X_2$ eindringt, blockiert werden und dementsprechend muss der Lichtblockierungskörper 80J dieser 10. Ausführungsform im Gegensatz zu dem in **Fig. 5** veranschaulichten Lichtblockierungsfilm 54 nicht so konfiguriert sein, dass er die zweite Ausbuchtungsstruktur aufweist. Dementsprechend kann der Lichtblockierungskörper 80J dieser 10. Ausführungsform das schräge Licht $57J_2$ unterdrücken, das von einem Pixel $3X_1$ in den zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 des anderen Pixels $3X_2$ eindringt, während die Menge an Licht sichergestellt wird, das in den ersten Bereich 21a (die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 (PD)) des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 des einen Pixels $3X_1$ eindringt.

[0360] Außerdem wird das schräge Licht $75J_2$, das den dritten Lichtblockierungsteil $82d_2$ des Lichtblockierungskörpers 80J des anderen Pixels $3X_2$ von einem Pixel $3X_1$ erreicht hat, an diesem dritten Lichtblockierungsteil $82d_2$ reflektiert und dringt in den ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 des einen Pixels $3X_1$ ein und dementsprechend kann eine Verbesserung der Quanteneffizienz QE des einen Pixels $3X_1$ ebenfalls erzielt werden.

[0361] Wie zuvor wird es bevorzugt, dass jeder des ersten Lichtblockierungsteils $82a$, des zweiten Lichtblockierungsteils $82d_1$ und des dritten Lichtblockierungsteils $82d_2$ des Lichtblockierungskörpers 80J in der Draufsicht mit dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 in der Anordnungsrichtung (der Y- Richtung) des ersten Bereichs 21a und des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 überlappt und auf der Seite des zweiten Bereichs 21b des ersten Bereichs 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 positioniert ist.

[0362] Da das schräge Licht $57J_1$ und $57J_2$ in den zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 einfacher proportional zu der Filmdicke des Isolationsfilms 53 eindringen kann, muss außerdem in dem Fall des in **Fig. 5** veranschaulichten Lichtblockierungsfilms 54 eine Breite eines Teils, der in der Draufsicht mit dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 in der Y-Richtung überlappt, gemäß der Filmdicke des Isolationsfilms 53 vergrößert werden. Im Gegensatz dazu kann in dem Fall des Lichtblockierungskörpers 80J dieser ersten Ausführungsform durch Ändern einer Länge (einer Höhe, einer Tiefe) sowohl des zweiten Lichtblockierungsteils $82d_1$ als auch des dritten Lichtblockierungsteils $82d_2$ in der Z-Richtung gemäß der Filmdicke des Isolationsfilms 53 ein Eindringen des schrägen Lichts $57J_1$ und $57J_2$ in den zweiten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbe-

reichs 21 unterdrückt werden, ohne das Eindringen von Licht in den ersten Bereich 21a (die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 (PD)) des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 zu beeinflussen.

<<Haupteffekte der 10. Ausführungsform>>

[0363] Als Nächstes werden die Haupteffekte dieser 10. Ausführungsform beschrieben. Ähnlich der Festkörperbildgebungs Vorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform beinhaltet die Festkörperbildgebungs Vorrichtung 1J gemäß dieser 10. Ausführungsform den Zwischenpixelseparationsbereich 31 und den pixelinternen Separationsbereich 32. Dementsprechend können auch in der Festkörperbildgebungs Vorrichtung 1J gemäß dieser 10. Ausführungsform, ähnlich der Festkörperbildgebungs Vorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, eine Verbesserung der Quanteneffizienz QE als eine Pixelcharakteristik und eine Unterdrückung einer Farbmischung (MTF) erzielt werden und kann eine Verbesserung von Übertragungscharakteristiken als Pixelcharakteristiken erzielt werden.

[0364] Außerdem beinhaltet der Lichtblockierungskörper 80J dieser 10. Ausführungsform den ersten Lichtblockierungsteil $82a$, der auf einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 des Isolationsfilms 53 angeordnet ist und mit dem pixelinternen Separationsbereich 32 in der Draufsicht überlappt. Aus diesem Grund wird, ähnlich der Festkörperbildgebungs Vorrichtung 1A der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, Licht, das in den zweiten Bereich 21b von der Seite der zweiten Fläche S_2 (der Lichteinfallseite) der Halbleiterschicht 20 in dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 eindringt, unter Verwendung des ersten Lichtblockierungsteils $82a$ blockiert und kann eine Ankunft von Licht bei dem Floating-Diffusion-Gebiet FD, das in dem zweiten Bereich 21b angeordnet ist, unterdrückt werden, wodurch Parasitäre- Lichtempfindlichkeit-Charakteristiken (PLS) verbessert werden können.

[0365] Außerdem beinhaltet der Lichtblockierungskörper 80J dieser 10. Ausführungsform den zweiten Lichtblockierungsteil $82d_1$, der in der Draufsicht mit dem pixelinternen Separationsbereich 32 überlappt und von dem ersten Lichtblockierungsteil $82a$ zu dem Inneren des Isolationsfilms 53 hervorsteht. Aus diesem Grund wird das schräge Licht $57J_1$, das in den zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 von der Peripherie des ersten Lichtblockierungsteils $82a$ des Lichtblockierungskörpers 80J eindringt, unter Verwendung des zweiten Lichtblockierungsteils $82d_1$ blockiert und kann eine Ankunft des schrägen Lichts $57J_1$ bei dem Floating-Diffusion-Gebiet FD, das in dem zweiten Bereich 21b angeordnet ist, unterdrückt werden

und kann in Kombination mit dem Effekt einer Verbesserung der Parasitäre-Lichtempfindlichkeit-Charakteristiken gemäß dem ersten Lichtblockierungsteil 82a eine weitere Verbesserung der Parasitäre-Lichtempfindlichkeit-Charakteristiken (PLS) erzielt werden.

[0366] Außerdem wird das schräge Licht 75a, das den zweiten Lichtblockierungsteil 82d₁ des Lichtblockierungskörpers 80J erreicht hat, an diesem zweiten Lichtblockierungsteil 82d₁ reflektiert und dringt in den ersten Bereich 21a (die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 (PD)) ein, wodurch ebenfalls eine Verbesserung der Quanteneffizienz QE erzielt werden kann.

[0367] Außerdem beinhaltet der Lichtblockierungskörper 80J dieser 10. Ausführungsform den dritten Lichtblockierungsteil 82d₂, der mit dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 in der Draufsicht überlappt und von dem ersten Lichtblockierungsteil 82a zu dem Inneren des Isolationsfilms 53 hervorsticht. Aus diesem Grund wird in zwei Pixeln 3 (3X₁ und 3X₂), die in der Y-Richtung aneinander angrenzen, schräges Licht 57J₂, das von einem Pixel 3X₁ in den zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 des anderen Pixels 3X₂ eindringt, unter Verwendung des dritten Lichtblockierungsteils 82d₂ blockiert, und eine Ankunft von schrägem Licht 57J₁ bei dem Floating-Diffusion-Gebiet FD, das in dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 des anderen Pixels 3X₂ angeordnet ist, kann unterdrückt werden und es kann in Kombination mit dem Effekt einer Unterdrückung einer Farbmischung gemäß einer Reflexion von Licht an dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 ferner eine stärkere Unterdrückung einer Farbmischung erzielt werden.

[0368] Da das schräge Licht 57J₂, das den dritten Lichtblockierungsteil 82d₂ des Lichtblockierungskörpers 80J des anderen Pixels 3X₂ von einem Pixel 3X₁ erreicht hat, an diesem dritten Lichtblockierungsteil 82d₂ reflektiert wird und in den ersten Bereich 21a (die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 (PD)) des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 des einen Pixels 3X₁ eindringt, kann ferner eine weitere Verbesserung der Quanteneffizienz QE ebenfalls erzielt werden.

[0369] Des Weiteren kann, obwohl bei der zuvor beschriebenen 10. Ausführungsform ein Fall beschrieben wurde, in dem die vorliegende Technologie auf die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1J einschließlich des Festladungsfilms 52 angewandt wird, die vorliegende Technologie auch auf eine Festkörperbildgebungsvorrichtung 1J ohne den Festladungsfilm angewandt werden.

[11. Ausführungsform]

[0370] Bei dieser 11. Ausführungsform wird hauptsächlich ein Lichtreflexionskörper 85K beschrieben.

[0371] Fig. 35 ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster eines Lichtblockierungskörpers und eines Lichtreflexionskörpers eines Pixelarrayteils einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß dieser 11. Ausführungsform schematisch veranschaulicht.

[0372] Fig. 36 ist eine Longitudinalquerschnittansicht, die eine Longitudinalquerschnittsstruktur entlang einer in Fig. 35 veranschaulichten Linie a35-a35 schematisch veranschaulicht.

[0373] Außerdem ist Fig. 35 eine Draufsicht bei Betrachtung von der Seite der zweiten Fläche S2 (der Lichteinfallsfächenseite) der in Fig. 36 veranschaulichten Halbleiterschicht 20. Fig. 36 ist mit Bezug auf Fig. 5 und 6 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform vertikal invertiert.

<<Konfiguration der Festkörperbildgebungsvorrichtung>>

[0374] Eine Festkörperbildgebungsvorrichtung 1K gemäß der 11. Ausführungsform der vorliegenden Technologie weist im Grunde eine Konfiguration ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform auf und es gibt Unterschiede hinsichtlich der folgenden Konfigurationen.

[0375] Mit anderen Worten beinhaltet, wie in Fig. 35 und 36 veranschaulicht, die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1K gemäß der 11. Ausführungsform der vorliegenden Technologie ferner den Lichtreflexionskörper 85K, der so angeordnet ist, dass er in der Draufsicht mit einem pixelinternen Separationsbereich 32 auf einer Seite einer zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 überlappt, und einen Brechungsindex niedriger als die Halbleiterschicht 20 aufweist. In Bezug auf diesen Lichtreflexionskörper 85K ist eine Länge L₅ (siehe Fig. 37A) des pixelinternen Separationsbereichs 32 in der Z-Richtung kürzer als eine Länge eines Zwischenpixelseparationsbereichs 31 in der Z-Richtung. Mit anderen Worten weist der pixelinterne Separationsbereich 32 dieser 11. Ausführungsform eine Länge L₅ auf, die sich von der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 zu der Seite der zweiten Fläche S2 erstreckt, um kürzer als jene des pixelinternen Separationsbereichs 32 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform zu sein, die in Fig. 5 und 6 beschrieben ist. Die anderen Komponenten sind jenen der ersten Ausführungsform als Ganzes ähnlich, die gleichen Bezugszeichen werden den gleichen Komponenten zugewiesen und eine doppelte Beschreibung wird weggelassen.

[0376] Wie in **Fig. 36** veranschaulicht, beinhaltet der Lichtreflexionskörper 85K einen Isolationsfilm 53, der innerhalb eines gegrabenen Teils 33K als ein dritter gegrabener Teil angeordnet, der sich von der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 durch einen Festladungsfilm 52 zu dem pixelinternen Separationsbereich 32 erstreckt. Als der Isolationsfilm 53 kann zum Beispiel ein Siliciumoxidfilm verwendet werden. Der Siliciumoxidfilm weist einen Brechungsindex niedriger als ein Halbleitermaterial, wie etwa Si, SiGe, InGaAs oder dergleichen, auf.

[0377] Der Festladungsfilm 52 ist über einem gegrabenen Teil 33a, der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 und dem gegrabenen Teil 33K angeordnet. Der Festladungsfilm 52 in dem gegrabenen Teil 33K ist entlang einer Innenfläche (einer Seitenwand und einer unteren Wand) des Inneren des gegrabenen Teils 33K angeordnet.

[0378] Hier ist innerhalb des gegrabenen Teils 33K eine Filmdicke des Festladungsfilms 52 relativ zu der Filmdicke des Isolationsfilms 53 sehr klein. In **Fig. 36** ist die Filmdicke des Festladungsfilms größer als ein tatsächliches Verhältnis eingezeichnet, um ein problemloses Verständnis der Konfiguration des Festladungsfilms 52 zu ermöglichen. Dementsprechend können der Isolationsfilm 53 und der Festladungsfilm 52 zusammen als der Lichtreflexionskörper 85K betrachtet werden.

[0379] Der Festladungsfilm 52 beinhaltet zum Beispiel einen Film aus Hafniumoxid (HfO_2), Zirkoniumoxid (ZrO_2), Tantaloxid (Ta_2O_5) oder dergleichen als einen dielektrischen Film, der eine negative feste Ladung erzeugt. Ein solcher dielektrischer Film weist einen Brechungsindex niedriger als ein Halbleitermaterial, wie etwa Si, SiGe, InGaAs oder dergleichen, auf. Dementsprechend können auch von diesem Punkt aus der Isolationsfilm 53 und der Festladungsfilm 52 zusammen als der Lichtreflexionskörper 85K betrachtet werden.

[0380] Außerdem weist als ein Beispiel, zum Beispiel im Fall von Licht einer Wellenlänge von 940 nm, Silicium zum Beispiel einen Brechungsindex von etwa 3,62 auf, weist Siliciumoxid zum Beispiel einen Brechungsindex von etwa 1,45 auf und weist die Luft zum Beispiel einen Brechungsindex von etwa 1,00 auf. Außerdem weist als ein weiteres Beispiel, zum Beispiel im Fall einer Wellenlänge von 550 nm, Silicium zum Beispiel einen Brechungsindex von etwa 4,08 auf, weist Siliciumoxid zum Beispiel einen Brechungsindex von etwa 1,46 auf und weist die Luft zum Beispiel einen Brechungsindex von etwa 1,00 auf.

[0381] Wie in **Fig. 37A** veranschaulicht, weist der pixelinterne Separationsbereich 32 dieser 11. Ausführungsform eine Länge L_5 in der Z-Richtung ent-

lang der Dickenrichtung der Halbleiterschicht 20 auf, die kürzer als eine Länge des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 in der Z-Richtung sein soll. Außerdem ist die Länge L_5 des pixelinternen Separationsbereichs 32 dieser 11. Ausführungsform in der Z-Richtung kürzer als die Länge des pixelinternen Separationsbereichs 32 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform in der Z-Richtung. Der pixelinterne Separationsbereich 32 dieser 11. Ausführungsform erstreckt sich von dem Elementseparationsbereich 25 der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 zu der Seite der zweiten Fläche S2 hin und ist separat von der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20.

[0382] Wie in **Fig. 37A** veranschaulicht, erstrecken sich der gegrabene Teil 33K und der Lichtreflexionskörper 85K von der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 zu einem Spitzenende des pixelinternen Separationsbereichs 32 hin und erreichen das Spitzenende des pixelinternen Separationsbereichs 32. Bei dieser 11. Ausführungsform enden der Lichtreflexionskörper 85K und der pixelinterne Separationsbereich 32 an einer Position, an der sich Spitzenenden davon in Kontakt miteinander innerhalb der Halbleiterschicht 20 befinden.

[0383] Hier erstreckt sich, wie in **Fig. 37A** veranschaulicht, der pixelinterne Separationsbereich 32 dieser 11. Ausführungsform von dem Elementseparationsbereich 25 über den gegrabenen Teil 33K. Die Länge L_5 des pixelinternen Separationsbereichs 32 dieses Falls ist eine Entfernung von der unteren Fläche des Elementseparationsbereichs 25 zu dem gegrabenen Teil 33K. Obwohl dies in der Zeichnung nicht veranschaulicht ist, wird, falls sich der pixelinterne Separationsbereich 32 von der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 über den gegrabenen Teil 33i erstreckt, eine Entfernung von der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 zu dem gegrabenen Teil 33i die Länge L_5 des pixelinternen Separationsbereichs 32.

[0384] Außerdem kann eine Fläche der Halbleiterschicht 20, die in Kontakt mit der unteren Fläche des Elementseparationsbereichs (eines Feldseparationsbereichs) 25 gebracht wird, als die erste Fläche S1 betrachtet werden.

[0385] Wie in **Fig. 37A** veranschaulicht, weisen der pixelinterne Separationsbereich 32 und der gegrabene Teil 33K unterschiedliche Breiten (W_3 und W_4) davon in einer Richtung (der Y-Richtung) entlang der Anordnungsrichtung (einer Richtung) des ersten Bereichs 21a und des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 auf. Bei dieser 11. Ausführungsform ist die Breite W_4 des gegrabenen Teils 33K so konfiguriert, dass sie größer als die Breite W_3 des pixelinternen Separationsbereichs 32 ist, kann die Breite W_3 des pixelinternen Separa-

tionsbereichs 32 so konfiguriert sein, dass sie größer als die Breite W_4 des gegrabenen Teils 33K ist. Mit anderen Worten wird es von dem Blickpunkt der Strukturierungsgenauigkeit und Charakteristiken bevorzugt, „ $W_4 > W_3$ “ oder „ $W_4 < W_3$ “ zu erfüllen.

[0386] Obwohl dies in **Fig. 35** nicht ausführlich veranschaulicht ist, beinhaltet, wenn unter Bezugnahme auf **Fig. 17** der zuvor achten Ausführungsform beschrieben, ähnlich dem Lichtblockierungskörper 80H der zuvor beschriebenen achten Ausführungsform, der Lichtblockierungsfilm 54 erste lineare Teile 81x, die sich in der X-Richtung erstrecken und wiederholt mit einem vorbestimmten Anordnungsrastermaß in der Y-Richtung angeordnet sind, und zweite lineare Teile 81y, die sich in der Y-Richtung erstrecken und die ersten linearen Teile 81x schneiden und wiederholt mit einem vorbestimmten Anordnungsrastermaß in der X-Richtung angeordnet sind. Der erste lineare Teil 81x überlappt in der Draufsicht mit dem ersten Teil 31x des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 und der zweite lineare Teil 81y überlappt in der Draufsicht mit dem zweiten Teil 31y des Zwischenpixelseparationsbereichs 31. Mit anderen Worten ist, ähnlich dem Lichtblockierungskörper 80H der zuvor beschriebenen achten Ausführungsform, auch in dem Lichtblockierungsfilm 54 dieser 11. Ausführungsform ein gitterförmiges Ebenenmuster gebildet, in dem ein Ebenenmuster in der Draufsicht die Lichtempfangsflächenseite (die Seite der zweiten Fläche S2) von jedem mehrerer fotoelektrischer Umwandlungsbereiche 21 öffnet, so dass Licht, das auf einen vorbestimmten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 einfällt, nicht in einen nahegelegenen fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 leckt. Eine Breite X_{wy} des ersten linearen Teils 81x in der Y-Richtung ist so konfiguriert, dass sie größer als eine Breite Y_{wx} des zweiten linearen Teils 81y in der X-Richtung ist.

[0387] Wie in **Fig. 36** veranschaulicht, ist der Lichtblockierungsfilm 54 auf einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 des Isolationsfilms 53 angeordnet und überlappt in der Draufsicht mit dem pixelinternen Separationsbereich 32. Außerdem ist der Lichtblockierungsfilm 54 in dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 so angeordnet, dass er in der Draufsicht den zweiten Bereich 21b zwischen dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 und dem pixelinternen Separationsbereich 32, insbesondere das Wannengebiet 22 des p-Typs und das Floating-Diffusion-Gebiet FD, bedeckt. Mit anderen Worten ist das Floating-Diffusion-Gebiet FD an einer Position angeordnet, die in der Draufsicht mit dem Lichtblockierungsfilm 54 überlappt. Als dieser Lichtblockierungsfilm 54 wird zum Beispiel ein Wolfram(W)-Film mit einer Lichtblockierungseigenschaft verwendet.

[0388] Bei dieser 11. Ausführungsform entspricht hier der Zwischenpixelseparationsbereich 31 einem

speziellen Beispiel für einen „ersten Separationsbereich“ der vorliegenden Technologie und entspricht der pixelinterne Separationsbereich 32 einem speziellen Beispiel für einen „zweiten Separationsbereich“ der vorliegenden Technologie. Außerdem entsprechen bei dieser 11. Ausführungsform der gegrabene Teil 33a, der gegrabene Teil 33b und der gegrabene Teil 33K speziellen Beispielen für einen „ersten gegrabenen Teil“, einen „zweiten gegrabenen Teil“ bzw. einen „dritten gegrabenen Teil“ der vorliegenden Technologie. Des Weiteren entspricht bei dieser 11. Ausführungsform die Anordnungsrichtung des ersten Bereichs 21a und des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 einem speziellen Beispiel für „eine Richtung“ der vorliegenden Technologie und entspricht der Lichtblockierungsfilm 54 einem speziellen Beispiel für einen „Lichtblockierungskörper“.

<<Verfahren zum Herstellen der Festkörperbildgebungsvorrichtung>>

[0389] Als Nächstes wird ein Verfahren zum Herstellen der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1K gemäß der 11. Ausführungsform der vorliegenden Technologie unter Bezugnahme auf **Fig. 38A** bis **38F** beschrieben.

[0390] Bei dieser 11. Ausführungsform wird eine Herstellung des Lichtreflexionskörpers 85K, die in dem Verfahren zum Herstellen der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1I enthalten ist, speziell beschrieben.

[0391] Zuerst werden Prozesse ähnlich jenen der zuvor beschriebenen achten Ausführungsform durchgeführt und werden, wie in **Fig. 38A** veranschaulicht, Prozesse bis zu dem Prozess zum Bilden eines Beugungsstreuungsabschnitts 51 auf der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 in dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 durchgeführt.

[0392] Als Nächstes werden, nachdem der Beugungsstreuungsabschnitt 51 gebildet wurde, wie in **Fig. 38B** veranschaulicht, der Separationsisolationsfilm 34 und das leitfähige Material 35 des Inneren des gegrabenen Teils 33a selektiv entfernt. Durch Verwenden einer bekannten Fotolithografiertechnologie und einer anisotropen Trockenätzungstechnologie können der Separationsisolationsfilm 34 und das leitfähige Material 35 des Inneren des gegrabenen Teils 33a selektiv entfernt werden.

[0393] Als Nächstes wird, nachdem der Separationsisolationsfilm 34 und das leitfähige Material 35 selektiv entfernt wurden, wie in **Fig. 38C** veranschaulicht, eine Maske M1 mit einem Öffnungsteil M1a, in dem der pixelinterne Separationsbereich 32 freigelegt ist, auf der Seite der zweiten Fläche S2 der Halb-

leiterschicht 20 zum Beispiel unter Verwendung einer Fotolithografiertechnologie gebildet. Jeder des ersten Bereichs 21a und des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 weist die Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 auf, die mit der Maske M1 bedeckt ist, und das Innere des gegrabenen Teils 33a ist mit einem Teil der Maske M1 gefüllt.

[0394] Als Nächstes wird die Maske M1 als eine Ätzmaske verwendet und das leitfähige Material 35 und der Separationsisolationsfilm 34, die von dem Öffnungsteil M1a der Maske M1 freigelegt sind, werden selektiv geätzt, wodurch ein gegrabener Teil 33K gebildet wird, wie in **Fig. 3D** veranschaulicht ist.

[0395] In diesem Prozess erstreckt sich der gegrabene Teil 33K von der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 zu der Seite der ersten Fläche S1 mit einer Überlappung des pixelinternen Separationsbereichs 32 in der Draufsicht und ist in einem Zustand gebildet, in dem er sich in Kontakt mit dem Spitzenende des pixelinternen Separationsbereichs 32 befindet. Während der gegrabene Teil 33K mit einer vorbestimmten Tiefe gebildet wird, wird die Länge des pixelinternen Separationsbereichs 32 umgekehrt proportional zu der Tiefe dieses gegrabenen Teils 33K verkürzt.

[0396] Als Nächstes wird, nachdem die Maske M1 entfernt wurde, wie in **Fig. 38E** veranschaulicht, ein Festladungsfilm 52, der entlang der Innenwand (der Seitenwand und der unteren Wand) des Inneren von jedem der gegrabenen Teile 33a und 33K bedeckt und die zweite Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 bedeckt, gebildet. Der Festladungsfilm 52 wird über dem ersten Bereich 21a und dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 auf der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 gebildet und der Beugungsstreuungsabschnitt 51 des ersten Bereichs 21a wird mit dem Festladungsfilm 52 bedeckt.

[0397] Als Nächstes wird, nachdem der Festladungsfilm 52 gebildet wurde, wie in **Fig. 38F** veranschaulicht, ein Isolationsfilm 53 auf der gesamten Fläche der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 einschließlich des Inneren von jedem der gegrabenen Teile 33a und 33K gebildet. Zum Beispiel kann, nachdem ein Siliciumoxidfilm unter Verwendung eines CVD-Verfahrens gebildet wurde, ein Isolationsfilm 53 durch Planarisieren der Oberflächenseite des Siliciumoxidfilms unter Verwendung eines CMP-Verfahrens durch Abtragen gebildet werden.

[0398] In diesem Prozess wird ein Zwischenpixelseparationsbereich 31 gebildet, in dem der Isolationsfilm 53 innerhalb des gegrabenen Teils 33a durch den Festladungsfilm 52 eingebettet ist, und ein foto-

elektrischer Umwandlungsbereich 21, dessen Peripherie durch diesen Zwischenpixelseparationsbereich 31 und das Innere unterteilt wird, wird durch den pixelinternen Separationsbereich 32 in den ersten Bereich 21a und den zweiten Bereich 21b separiert.

[0399] Außerdem wird in diesem Prozess ein Lichtreflexionskörper 85K einschließlich des Festladungsfilms 52 und des Isolationsfilms 53 innerhalb des gegrabenen Teils 33K gebildet.

[0400] Als Nächstes wird, nachdem der Isolationsfilm 53 gebildet wurde, auf einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 dieses Isolationsfilms 53 durch Bilden des Lichtblockierungsfilms 54, des Farbfilters 55, der Mikrolinse 56 und dergleichen in dieser Reihenfolge ein in **Fig. 31** und **32** veranschaulichter Zustand ausgebildet.

[0401] Außerdem wird auch in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1K gemäß dieser 11. Ausführungsform durch Unterteilen eines Halbleiterwafers einschließlich der Halbleiterschicht 20 und der Mehrschichtverdrahtungsschicht 40 für jeden Chipbildungsbereich der in **Fig. 1** veranschaulichte Zustand des Halbleiterchips 2 ausgebildet.

<Funktion des Lichtreflexionskörpers>

[0402] Als Nächstes wird die Funktion des Lichtreflexionskörpers 80K unter Verwendung von **Fig. 37B** und **6** beschrieben.

[0403] Wie in **Fig. 37B** veranschaulicht, wird in einem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 (einem Pixel 3) schräges Licht 57K₁, das radial von der Mikrolinse 56 emittiert wird, durch das Farbfilter 55, den Isolationsfilm 53, den Festladungsfilm 52 und den Beugungsstreuungsabschnitt 51 und dergleichen transmittiert (geht durch diese hindurch) und dringt von der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 in den ersten Bereich 21a (die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 (PD)) des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 ein (fällt auf diesen ein). Das schräge Licht 57K₁, das in den ersten Bereich 21a eingedrungen ist, erreicht (wird emittiert zu) dann den Lichtreflexionskörper 85K von der Seite des ersten Bereichs 21a. Dann wird das schräge Licht 57K₁, das den Lichtreflexionskörper 85K erreicht hat, an dem Lichtreflexionskörper 85K reflektiert und kehrt zu dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 zurück. Mit anderen Worten reflektiert der Lichtreflexionskörper 85K dieser 11. Ausführungsform das schräge Licht 57K₁, das in den zweiten Bereich 21b von der Seite des ersten Bereichs 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 eindringt, an dem Lichtreflexionskörper 85K und kann eine Ankunft des schrägen Lichts 57K₁ bei dem Floating-Diffusion-Gebiet

FD unterdrücken, das in dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 angeordnet ist.

[0404] Außerdem wird das schräge Licht $57K_1$, das den Lichtreflexionskörper 85K von der Seite des ersten Bereichs 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 erreicht hat (zu diesem emittiert wurde), an diesem Lichtreflexionskörper 85K reflektiert und kehrt zu dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 zurück, und dementsprechend kann eine Verbesserung der Quanteneffizienz QE ebenfalls erzielt werden.

[0405] Außerdem wird das schräge Licht $57K_2$, das radial von der Mikrolinse 56 emittiert wird, durch das Farbfilter 55, den Isolationsfilm 53, den Festladungsfilm 52, den Beugungsstreuungsabschnitt 51 und dergleichen transmittiert (geht durch diese hindurch) und dringt von der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 in den ersten Bereich 21a (die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 (PD)) des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 ein (fällt in diesen ein). Dann wird das schräge Licht $57K_2$, das in den ersten Bereich 21a eingedrungen ist, an dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 reflektiert und kehrt zu dem ersten Bereich 21b (der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24 (PD)) zurück.

[0406] Hier kann durch Anordnen des Lichtreflexionskörpers 85K ein Eindringen des schrägen Lichts $57K_1$ in den zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 unterdrückt werden und dementsprechend nimmt eine Gesamtmenge von Licht ab, das von dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 in den zweiten Bereich 21b eingedrungen ist.

[0407] Fig. 37C ist ein Diagramm, das eine Korrelation zwischen einem Transmissionsgrad in dem pixelinternen Separationsbereich 32 und einer Länge L_6 (siehe Fig. 37A) des Lichtreflexionskörpers 85K (ein Diagramm, das eine Isolationsfilmlängenabhängigkeit des Transmissionsgrads) veranschaulicht. Der pixelinterne Separationsbereich 32 beinhaltet einen Siliciumfilm mit einer ungenügenden Lichtblockierungseigenschaft als das leitfähige Material 35 und der Lichtreflexionskörper 85K beinhaltet einen Isolationsfilm 53, dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht 20 ist.

[0408] Aus Fig. 37C kann zum Beispiel durch Substituieren eines Bereichs bis zu einer Tiefe von 1,5 μm oder mehr von der zweiten Fläche (der Lichteinfallfläche) S2 der Halbleiterschicht 20 durch den Lichtreflexionskörper 85K der Transmissionsgrad von Licht (einer Wellenlänge von 632 nm), das von dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 in den zweiten Bereich 21b eindringt, um 50 % oder mehr verringert werden.

[0409] Dementsprechend wird es bevorzugt, dass die Länge L_6 des Lichtreflexionskörpers, der sich von der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 zu der ersten Fläche S1 erstreckt, 1,5 μm oder mehr beträgt.

<<Haupteffekte der 11. Ausführungsform>>

[0410] Als Nächstes werden die Haupteffekte dieser 11. Ausführungsform beschrieben. Ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform beinhaltet die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1K gemäß dieser 11. Ausführungsform den Zwischenpixelseparationsbereich 31 und den pixelinternen Separationsbereich 32. Dementsprechend können auch in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1K gemäß dieser 11. Ausführungsform, ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, eine Verbesserung der Quanteneffizienz QE und eine hohe Unterdrückung einer Farbmischung (MTF) als Pixelcharakteristiken erzielt werden und kann eine Verbesserung von Übertragungscharakteristiken als Pixelcharakteristiken erzielt werden.

[0411] Außerdem beinhaltet die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1K gemäß dieser 11. Ausführungsform den Lichtblockierungsfilm 54, der auf der Außenseite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 angeordnet ist und in der Draufsicht mit dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 überlappt. Aus diesem Grund wird, ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, Licht, das in den zweiten Bereich 21b von der Seite der zweiten Fläche S2 (der Lichteinfallfläche) der Halbleiterschicht 20 in dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 eingedrungen ist, durch den ersten Lichtblockierungsteil 82a blockiert, und kann eine Ankunft von Licht bei dem Floating-Diffusion-Gebiet FD unterdrückt werden, wodurch Parasitäre-Lichtempfindlichkeit-Charakteristiken (PLS) verbessert werden können.

[0412] Mit anderen Worten beinhaltet die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1K gemäß der 11. Ausführungsform den Lichtreflexionskörper 85K, der so angeordnet ist, dass er mit dem pixelinternen Separationsbereich 32 in der Draufsicht auf der Seite der zweiten Fläche S2 (der Lichteinfallfläche) der Halbleiterschicht 20 überlappt, und einen Brechungsindex niedriger als die Halbleiterschicht 20 aufweist. Aus diesem Grund kann, da das schräge Licht $57K_1$, das den Lichtreflexionskörper 85K von der Seite des ersten Bereichs 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 erreicht hat, an dem Lichtreflexionskörper 85K reflektiert wird und zu dem ersten Bereich 21a zurückkehrt, eine Ankunft

des schrägen Lichts 57I₁ bei dem Floating-Diffusion-Gebiet FD, das in dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 angeordnet ist, unterdrückt werden und kann in Kombination mit dem Effekt einer Verbesserung der Parasitäre-Lichtempfindlichkeit-Charakteristiken gemäß dem Lichtblockierungsfilm 54 eine weitere Verbesserung der Parasitäre-Lichtempfindlichkeit-Charakteristiken (PLS) erzielt werden.

[0413] Außerdem wird das schräge Licht 75K₁ an dem Lichtreflexionskörper 85K reflektiert und kehrt zu dem ersten Bereich 21a zurück und dementsprechend kann eine Verbesserung der Quanteneffizienz QE ebenfalls erzielt werden.

<<Modifiziertes Beispiel der 11. Ausführungsform>>

<Modifiziertes Beispiel 11-1>

[0414] Obwohl bei der zuvor beschriebenen 11. Ausführungsform der Lichtreflexionskörper 85K einschließlich des Isolationsfilms 53 und des Festladungsfilms 52 beschrieben wurde, ist die vorliegende Technologie nicht auf den Lichtreflexionskörper 85K der zuvor beschriebenen 11. Ausführungsform beschränkt.

[0415] Wie zum Beispiel in **Fig. 39** veranschaulicht, kann ein Lichtreflexionskörper 85K₁ einschließlich eines Hohlraumteils 53K₁ verwendet werden, der mit der Luft gefüllt ist, deren Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht 20 und eines Festladungsfilms 52 ist. In diesem Fall kann ein Zwischenpixelseparationsbereich 31K einschließlich eines Hohlraumteils 53K₂, der mit der Luft gefüllt ist, deren Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht 20 und eines Festladungsfilms 52 ist, als ein erster Separationsbereich verwendet werden.

<Modifiziertes Beispiel 11-2>

[0416] Außerdem wurde bei der zuvor beschriebenen 11. Ausführungsform ein Fall beschrieben, in dem die Länge des Lichtreflexionskörpers 85K in der X-Richtung als eine Länge eingestellt wird, für die der Lichtreflexionskörper und eine Gate-Elektrode des Transfertransistors TRG einander in der Draufsicht überlappen. Jedoch ist die vorliegende Technologie nicht auf den Lichtreflexionskörper 85K der 11. Ausführungsform beschränkt.

[0417] Zum Beispiel kann, wie in **Fig. 40** und **41** veranschaulicht, die Länge des Lichtreflexionskörpers 85K in der X-Richtung als eine Länge eingestellt werden, für die die Gate-Elektrode 37 des Transfertransistors TRG und der Lichtreflexionskörper 85K einander in der Draufsicht überlappen.

[0418] Obwohl dies in der Zeichnung nicht veranschaulicht ist, kann außerdem, wenn unter Bezugnahme auf **Fig. 40** beschrieben, jeder von zwei Zwischenpixelseparationsbereichen 31, die in der X-Richtung separat voneinander sind, unter Zwischenpixelseparationsbereichen 31, die einen fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 umgeben, und der Lichtreflexionskörper 85K zusammen integriert sein.

<Modifiziertes Beispiel 11-3>

[0419] Außerdem wurde bei der zuvor beschriebenen 11. Ausführungsform ein Fall beschrieben, in dem der pixelinterne Separationsbereich 32 an dem Spitzenende des Lichtreflexionskörpers 85K in der Dickenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 endet. Jedoch ist die vorliegende Technologie nicht auf den Lichtreflexionskörper 85K der zuvor beschriebenen 11. Ausführungsform beschränkt.

[0420] Zum Beispiel kann, wie in **Fig. 42** veranschaulicht, eine Konfiguration genutzt werden, bei der der Lichtreflexionskörper 85K weiter zu einer Seite eines ersten Bereichs 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 als der pixelinterne Separationsbereich 32 in der Y-Richtung (einen Richtung) verschoben (versetzt) ist und das leitfähige Material 35 des pixelinternen Separationsbereichs 32 zwischen dem Lichtreflexionskörper 85K und dem zweiten Bereich 21b angeordnet ist. Mit anderen Worten kann eine Konfiguration genutzt werden, bei der der Lichtreflexionskörper 85K auf einer Seite eines ersten Bereichs 21a des pixelinternen Separationsbereichs 32 in der Anordnungsrichtung (der Y-Richtung) des ersten Bereichs 21a und des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 angeordnet ist und der Siliciumfilm 35 als das leitfähige Material 35 des pixelinternen Separationsbereichs 32 zwischen dem Lichtreflexionskörper 85K und dem zweiten Bereich 21b angeordnet ist.

[0421] In diesem Fall wird eine Konfiguration ausgebildet, bei der das leitfähige Material 35 des pixelinternen Separationsbereichs 32 im Vergleich zu der zuvor beschriebenen 11. Ausführungsform ferner näher an der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 ist, und dementsprechend kann im Vergleich zu der 11. Ausführungsform eine Verbesserung von Übertragungseigenschaften elektrischer Ladungen erzielt werden.

<Modifiziertes Beispiel 11-4>

[0422] Außerdem kann, obwohl bei der zuvor beschriebenen 11. Ausführungsform der Lichtreflexionskörper 85K einschließlich des Isolationsfilms 53 und des Festladungsfilms 52 beschrieben wurde, wie in **Fig. 43** veranschaulicht, der Lichtreflexionskörper

85K so konfiguriert sein, dass er den Festladungsfilm 52 nicht beinhaltet.

[12. Ausführungsform]

[0423] Bei dieser 12. Ausführungsform wird hauptsächlich eine Anordnung eines fotoelektrischen Umwandlungsbereichs beschrieben.

[0424] Fig. 44 ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster eines Separationsbereichs in einem Pixelarrayteil einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß dieser 12. Ausführungsform schematisch veranschaulicht.

[0425] Fig. 45 ist eine Longitudinalquerschnittansicht, die eine Longitudinalquerschnittstruktur entlang einer in Fig. 44 veranschaulichten Linie a44-a44 schematisch veranschaulicht.

[0426] Fig. 46 ist eine Longitudinalquerschnittansicht, in der ein Teil von Fig. 45 vergrößert ist.

[0427] Bei dieser 12. Ausführungsform entspricht ein Zwischenpixelseparationsbereich 31 einem speziellen Beispiel für einen „ersten Separationsbereich“ der vorliegenden Technologie und entspricht ein pixelinterner Separationsbereich 32 einem speziellen Beispiel für einen „zweiten Separationsbereich“ der vorliegenden Technologie. Außerdem entsprechen bei dieser 12. Ausführungsform ein Isolationsfilm 53 und ein leitfähiges Material 35 jeweils speziellen Beispielen für ein „Isolationsmaterial“ und ein „leitfähiges Material“ der vorliegenden Technologie. Außerdem entsprechen bei dieser 12. Ausführungsform ein gegrabener Teil 33a, ein gegrabener Teil 33b und ein gegrabener Teil 33L speziellen Beispielen für einen „ersten gegrabenen Teil“, einen „zweiten gegrabenen Teil“ bzw. einen „dritten gegrabenen Teil“ der vorliegenden Technologie. Ferner entsprechen bei dieser 12. Ausführungsform ein fotoelektrischer Umwandlungsbereich 21L₁ und ein fotoelektrischer Umwandlungsbereich 21L₂ speziellen Beispielen für einen „ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereich“ bzw. einen „zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich“. Außerdem entspricht eine Anordnungsrichtung eines ersten Bereichs 21a und eines zweiten Bereichs 21b der fotoelektrischen Umwandlungsbereiche 21L₁ und 21L₂ einem speziellen Beispiel für „eine Richtung“ der vorliegenden Technologie.

<<Konfiguration der Festkörperbildgebungsvorrichtung>>

[0428] Die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1L gemäß der 12. Ausführungsform der vorliegenden Technologie weist im Grunde eine Konfiguration ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform auf und es gibt folgende abweichende Konfigurationen.

rungsform auf und es gibt folgende abweichende Konfigurationen.

[0429] Mit anderen Worten beinhaltet, wie in Fig. 44 und 45 veranschaulicht, die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1L gemäß dieser 12. Ausführungsform eine fotoelektrische Umwandlungszelle (eine fotoelektrische Umwandlungsbereichsgruppe) 16 einschließlich eines fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21L₁ und eines fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21L₂, die so durch den Zwischenpixelseparationsbereich 31 unterteilt sind, dass sie in der Y-Richtung ausgerichtet sind. Außerdem beinhaltet die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1L gemäß dieser 12. Ausführungsform einen zelleinternen Zwischenpixelseparationsbereich 31L, der den fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21L₁ und den fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21L₂ voneinander separiert. Die anderen Konfigurationen sind jenen gemäß der ersten Ausführungsform als Ganzes ähnlich.

[0430] Wie in Fig. 44 veranschaulicht, beinhaltet die fotoelektrische Umwandlungszelle 16 zwei fotoelektrische Umwandlungsbereiche 21L₁ und 21L₂, die in einer 1x2-Anordnung angeordnet sind, in der es einen fotoelektrischen Umwandlungsbereich in der X-Richtung gibt und es zwei fotoelektrische Umwandlungsbereiche in der Y-Richtung gibt. Die fotoelektrischen Umwandlungszellen 16 sind wiederholt in jeder der X-Richtung und der Y-Richtung angeordnet und bilden einen Pixelarrayteil ähnlich dem in Fig. 1 veranschaulichten Pixelarrayteil 2A. Jeder der fotoelektrischen Umwandlungsbereiche 21L₁ und 21L₂, die in der fotoelektrischen Umwandlungszelle 16 enthalten sind, ist einzeln in Entsprechung mit einem Pixel 3 angeordnet.

[0431] Wie in Fig. 45 veranschaulicht, weist jeder des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21L₁ und des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21L₂, die in der fotoelektrischen Umwandlungszelle 16 enthalten sind, eine Konfiguration ähnlich dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform auf. Mit anderen Worten beinhaltet jeder des ersten und zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21L₁ und 21L₂ einen pixelinternen Separationsbereich 32, ein Wannengebiet 22 des p-Typs, das in der Halbleiterschicht 20 angeordnet ist, einen Halbleiterbereich 23 des n-Typs, der innerhalb des Wannengebiet 22 des p-Typs angeordnet ist, eine fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 (PD) und ein Floating-Diffusion-Gebiet FD. Außerdem beinhaltet jeder des ersten und zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21L₁ und 21L₂ einen Elementbildungsbereich 20a, einen pixelinternen Separationsbereich 32 und einen Beugungsstreuungsabschnitt 51.

[0432] Wie in **Fig. 44** veranschaulicht, sind in dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 erste Teile 31x, die sich in der X-Richtung erstrecken, wiederholt in der Y-Richtung für jeweils eine fotoelektrische Umwandlungszelle 16 (für jeweils zwei fotoelektrische Umwandlungsbereiche 21L₁ und 21L₂) angeordnet und sind zweite Teile, 31y die sich in der Y-Richtung erstrecken, wiederholt in der X-Richtung für jeweils eine fotoelektrische Umwandlungszelle 16 (für jeweils einen fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21L₁ oder 21L₂) angeordnet. Mit anderen Worten weist, ähnlich der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform der Zwischenpixelseparationsbereich 31 ein Ebenenmuster in der Draufsicht auf, das ein Ebenenmuster einer Gitterform sein soll. In jeder fotoelektrischen Umwandlungszelle 16 sind beide Y-Richtung-Endseiten von zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen 21L₁ und 21L₂, die in der Y-Richtung ausgerichtet sind, durch zwei erste Teile 31x des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 unterteilt, die aneinander angrenzen, und sind beide X-Richtung-Endseiten von zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen 21L₁ und 21L₂, die in der Y-Richtung ausgerichtet sind, durch zwei zweite Teile 31y des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 unterteilt, die aneinander angrenzen. Außerdem sind in jeder fotoelektrischen Umwandlungszelle 16 der fotoelektrische Umwandlungsbereich 21L₁ und der fotoelektrische Umwandlungsbereich 21L₂ durch den zelleninternen Zwischenpixelseparationsbereich 31L, der sich in der X-Richtung erstreckt, separiert (unterteilt).

[0433] Wie in **Fig. 44** und **45** veranschaulicht, separiert, ähnlich dem pixelinternen Separationsbereich 32 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, der pixelinterne Separationsbereich 32 jeden der fotoelektrischen Umwandlungsbereiche 21L₁ und 21L₂ in einen ersten Bereich 21a und einen zweiten Bereich 21b in der Y-Richtung. In dem ersten Bereich 21a sind ein Wannengebiet 22 des p-Typs, ein Halbleiterbereich 23 des n-Typs, eine fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 (PD), ein Elementbildungsbereich 20a, ein Beugungsstreuungsabschnitt 51 und dergleichen angeordnet. In dem zweiten Bereich 21b sind ein Wannengebiet 22 des p-Typs, ein Floating-Diffusion-Gebiet FD und dergleichen angeordnet. Ähnlich der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform sind in dem Elementbildungsbereich 20a Pixeltransistoren (AMP, SEL, RST und TRG) angeordnet.

[0434] Um zu ermöglichen, dass die Zeichnung einfacher zu betrachten sind, ist hier, ähnlich zu **Fig. 4** und **5** der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, nur der Transfertransistor TRG unter den Pixeltransistoren in **Fig. 44** veranschaulicht und eine Veranschaulichung der Pixeltransistoren ist in **Fig. 45** weggelassen.

[0435] Wie in **Fig. 44** und **45** veranschaulicht, gibt es einen Unterschied der Anordnungsreihenfolge des ersten Bereichs 21a und des zweiten Bereichs 21b in der Y-Richtung (einen Richtung) zwischen dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21L₁ und dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21L₂. Insbesondere sind, wenn sie zu der gleichen Orientierung (Richtung) in der Y-Richtung gerichtet sind, der erste Bereich 21a und der zweite Bereich 21b in dieser Reihenfolge in dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21L₁ angeordnet und sind der zweite Bereich und der erste Bereich in dieser Reihenfolge in dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21L₂ angeordnet. Mit anderen Worten grenzen in der fotoelektrischen Umwandlungszelle 16 die zweiten Bereiche 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21L₁ und des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21L₂ durch den zelleninternen Zwischenpixelseparationsbereich 31L in der Draufsicht aneinander an. Mit anderen Worten beinhaltet die fotoelektrische Umwandlungszelle 16 erste und zweite fotoelektrische Umwandlungsbereiche 21L₁ und 21L₂, von denen die zweiten Bereiche 21b so angeordnet sind, dass sie in der Y-Richtung durch den zelleninternen Zwischenpixelseparationsbereich 31L in der Draufsicht aneinander angrenzen.

<Zelleninterner Zwischenpixelseparationsbereich>

[0436] Wie in **Fig. 46** veranschaulicht, erstreckt sich der zelleninterne Zwischenpixelseparationsbereich 31L in der Dickenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20. Der zelleninterne Zwischenpixelseparationsbereich 31L weist eine Endseite, die mit dem Elementseparationsbereich 25 verbunden ist, und die andere Endseite, die separat von der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 ist, auf.

[0437] Der zelleninterne Zwischenpixelseparationsbereich 31L beinhaltet einen Isolationsfilm 27 als ein Isolationsmaterial, das in dem gegrabenen Teil 33L angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 erstreckt, und weist einen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht 20 auf. Der gegrabene Teil 33L weist eine Endseite, die mit dem Elementseparationsbereich 25 verbunden ist, und die andere Endseite, die separat von der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 ist, auf.

[0438] Der Isolationsfilm 27 des Inneren des zelleninternen Zwischenpixelseparationsbereichs 31L wird in demselben Prozess wie jener des Isolationsfilms 27 des Elementseparationsbereichs 25 gebildet. Als der Isolationsfilm 27 kann zum Beispiel ein Siliciumoxidfilm verwendet werden. Der Siliciumoxidfilm weist einen Brechungsindex auf, der niedriger als jener eines Halbleitermaterials, wie etwa Si, SiGe, InGaAs oder dergleichen, sein soll.

[0439] Wie in **Fig. 46A** veranschaulicht, weisen der zelleninterne Zwischenpixelseparationsbereich 31L und der Zwischenpixelseparationsbereich 31 unterschiedliche Breiten (W_7 und W_8) in einer Richtung entlang der Anordnungsrichtung (einen Richtung) des ersten Bereichs 21a und des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 auf. Insbesondere ist die Breite W_7 des zelleninternen Zwischenpixelseparationsbereichs 31L so konfiguriert, dass sie kleiner als die Breite W_8 des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 ($W_7 < W_8$) ist.

[0440] In dem zelleninternen Zwischenpixelseparationsbereich 31L und dem pixelinternen Separationsbereich 32 ist die Breite W_7 des zelleninternen Zwischenpixelseparationsbereichs 31L so konfiguriert, dass sie kleiner als die Breite W_3 des pixelinternen Separationsbereichs 32 ($W_7 < W_3$) ist.

[0441] Die Breite des gegrabenen Teils 33L ist so konfiguriert, dass sie kleiner als die Breite von jedem der gegrabenen Teile 33a und 33b ist.

[0442] Wie in **Fig. 46A** veranschaulicht, weisen der zelleninterne Zwischenpixelseparationsbereich 31L, der Zwischenpixelseparationsbereich 31 und der pixelinterne Separationsbereich 32 unterschiedliche Längen (L_7 , L_8 und L_5) in der Dickenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 auf. Insbesondere ist die Länge L_7 des zelleninternen Zwischenpixelseparationsbereichs 31L so konfiguriert, dass sie kleiner als die Länge L_8 des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 und die Länge L_5 des pixelinternen Separationsbereichs 32 ist. Eine Tiefe des gegrabenen Teils 33L in der Z-Richtung ist so konfiguriert, dass sie kleiner als eine Tiefe von jedem der gegrabenen Teile 33a und 33b in der Z-Richtung ist.

[0443] Der zelleninterne Zwischenpixelseparationsbereich 31L erstreckt sich von dem Elementseparationsbereich 25 zu der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 und ist separat von der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20. Die Länge L_7 des zelleninternen Zwischenpixelseparationsbereichs 31L dieses Falls ist eine Entfernung von der unteren Fläche des Elementseparationsbereichs 25 zu dem Spitzenende. Obwohl dies in der Zeichnung nicht veranschaulicht ist, wird, falls sich der zelleninterne Zwischenpixelseparationsbereich 31L von der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 zu der zweiten Fläche S2 hin erstreckt, eine Entfernung von der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 zu dem Spitzenende die Länge L_7 des zelleninternen Zwischenpixelseparationsbereichs 31L.

[0444] Außerdem kann eine Fläche der Halbleiterschicht 20, die in Kontakt mit der unteren Fläche des Elementseparationsbereichs (des Feldseparationsbereichs) 25 gebracht wird, auch als eine erste Fläche S1 betrachtet werden.

[0445] Der gegrabene Teil 33a des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 und der gegrabene Teil 33b des pixelinternen Separationsbereichs 32 weisen die gleichen Gestaltungswerte für Längen und Breiten auf. Andererseits weisen der gegrabene Teil 33L des zelleninternen Zwischenpixelseparationsbereichs 31L und die gegrabenen Teile 33a und 33b unterschiedliche Längen und Breiten auf. Mit anderen Worten wird der gegrabene Teil 33L des zelleninternen Zwischenpixelseparationsbereichs 31L in einem Prozess gebildet, der verschieden von jenem des gegrabenen Teils 33a des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 und des gegrabenen Teils 33b des pixelinternen Separationsbereichs 32 ist.

[0446] Wie in **Fig. 45** und **46B** veranschaulicht, ist der Lichtblockierungsfilm 54 auf der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 angeordnet. Der Lichtblockierungsfilm 54 überlappt mit dem zweiten Bereich 21b von jedem von zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen 21L₁ und 21L₂ und ist kontinuierlich über dem zweiten Bereich 21b von jedem davon angeordnet.

<<Verfahren zum Herstellen der
Festkörperbildgebungsvorrichtung>>

[0447] Als Nächstes wird ein Verfahren zum Herstellen der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1L gemäß der 12. Ausführungsform der vorliegenden Technologie unter Bezugnahme auf **Fig. 47A** bis **47H** beschrieben.

[0448] Bei dieser 12. Ausführungsform wird eine Herstellung des zelleninternen Zwischenpixelseparationsbereichs 31L, die in dem Verfahren zum Herstellen der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1L enthalten ist, speziell beschrieben.

[0449] Zuerst werden, wie in **Fig. 47A** veranschaulicht, in der Halbleiterschicht 20 gegrabene Teile 33a und 33b gebildet, die sich von der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 zu der zweiten Fläche S2 hin erstrecken.

[0450] Der gegrabene Teil 33a unterteilt die fotoelektrische Umwandlungszelle 16, die zwei fotoelektrische Umwandlungsbereiche 21L₁ und 21L₂ beinhaltet, die so ausgerichtet sind, dass sie in der Y-Richtung aneinander angrenzen. Mit anderen Worten unterteilt der gegrabene Teil 33a Peripherie von zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen 21L₁ und 21L₂, die so ausgerichtet sind, dass sie in der Y-Richtung aneinander angrenzen. Der gegrabene Teil 33b unterteilt jeden der zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereiche 21L₁ und 21L₂ in einen ersten Bereich 21a und einen zweiten Bereich 21b. Jeder der gegrabenen Teile 33a und 33b kann unter Verwendung einer bekannten Fotolithografiertechno-

logie und einer anisotropen Trockenätztechnologie gebildet werden.

[0451] In diesem Prozess werden die zweiten Bereiche 21b der fotoelektrischen Umwandlungsbereiche 21L₁ und 21L₂ so ausgerichtet, dass sie in der Y-Richtung durch einen Gegrabener-Teil-Bildungsbereich 33L₁ aneinander angrenzen, in dem ein gegrabener Teil 33L (siehe **Fig. 47C**) in einem anschließenden Prozess gebildet wird. Mit anderen Worten wurde ein Raum zwischen den zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen 21L₁ und 21L₂ noch nicht unterteilt und die zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereiche 21L₁ und 21L₂ sind durch den Gegrabener-Teil-Bildungsbereich 33L₁ miteinander verbunden.

[0452] Außerdem wurden in diesem Prozess in dem ersten Bereich 21a von jedem der fotoelektrischen Umwandlungsbereiche 21L₁ und 21L₂ das Wannengebiet 22 des p-Typs, der Halbleiterbereich 23 des n-Typs, die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 (PD) und dergleichen bereits gebildet. In dem zweiten Bereich 21b von jedem der fotoelektrischen Umwandlungsbereiche 21L₁ und 21L₂ wurde das Wannengebiet 22 des p-Typs bereits gebildet.

[0453] Hier wird bei der Herstellung der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1L dieser Ausführungsform ein Dünnungsprozess (siehe **Fig. 47F**) zum Verrin- gern der Dicke der Halbleiterschicht 20 durchgeführt. Dementsprechend wird eine Tiefe von jedem der gegrabenen Teile 33a und 33b in der Z-Richtung (der Dickenrichtung der Halbleiterschicht 20) so gebildet, dass sie tiefer als eine Dünnungslinie S3 ist, die die Dicke der Halbleiterschicht 20 repräsentiert, die in dem Dünnungsprozess gebildet wird.

[0454] Als Nächstes wird, nachdem jeder der gegrabenen Teile 33a und 33b gebildet wurde, ein Waschprozess durchgeführt. In diesem Waschprozess wurde ein Raum zwischen dem zweiten Bereich 21b eines fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21L₁ und dem zweiten Bereich 21b des anderen fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21L₂ von den zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen 21L₁ und 21L₂, die miteinander in der Y-Richtung ausgerichtet sind, noch nicht unterteilt, und die zweiten Bereiche befinden sich in dem Zustand, in dem sie miteinander verbunden sind.

[0455] Als Nächstes werden, nachdem der Waschprozess durchgeführt wurde, wie in **Fig. 47B** veranschaulicht, ein Separationsisolationfilm 34 und ein leitfähiges Material 35 selektiv innerhalb der gegrabenen Teile 33a und 33b gebildet. Der Separationsisolationfilm 34 wird entlang der Innenwand (der Seitenwand und der unteren Wand) von jedem der gegrabenen Teile 33a und 33b gebildet. Das leitfähige Material 35 wird innerhalb jedes der gegrabenen

Teile 33a und 33b durch den Separationsisolationfilm 34 gebildet. Der Separationsisolationfilm 34 und das leitfähige Material 35 des Inneren der gegrabenen Teile 33a und 33b können zum Beispiel durch Bilden des Separationsisolationfilms 34 und des leitfähigen Materials 35 auf der gesamten Fläche auf der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 einschließlich der Innenwand (der Seitenwand und der unteren Wand) von jedem der gegrabenen Teile 33a und 33b in dieser Reihenfolge und anschließend selektives Entfernen des leitfähigen Materials 35 und des Separationsisolationfilms 34, die auf der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 angeordnet sind, in dieser Reihenfolge unter Verwendung eines CMP-Verfahrens oder dergleichen gebildet werden. Als der Separationsisolationfilm 34 kann zum Beispiel ein Siliciumoxidfilm verwendet werden. Als das leitfähige Material 35 kann zum Beispiel ein dotierter Polysiliciumfilm verwendet werden, der durch Einführen von Fremdstoffen, die einen Widerstandswert reduzieren, während einer Abscheidung oder nach einer Abscheidung erlangt wird.

[0456] In diesem Prozess wird ein pixelinterner Separationsbereich 32 einschließlich des Separationsisolationfilms 34 und des leitfähigen Materials 35 innerhalb des gegrabenen Teils 33b gebildet. Dann werden der erste Bereich 21a und der zweite Bereich 21b von jedem der fotoelektrischen Umwandlungsbereiche 21L₁ und 21L₂ durch den pixelinternen Separationsbereich 32 unterteilt und separiert.

[0457] Als Nächstes wird, wie in **Fig. 47C** veranschaulicht, ein gegrabener Teil 33L, der sich von der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 zu der zweiten Fläche S2 erstreckt, in dem Gegrabener-Teil-Bildungsbereich 33L₁ des Inneren der fotoelektrischen Umwandlungszelle 16 gebildet. Der gegrabene Teil 33L wird so gebildet, dass er dünner als die Tiefe der gegrabenen Teile 33a und 33b ist, und wird so gebildet, dass er dünner als die Dünnungslinie S3 der Halbleiterschicht 20 ist. Mit anderen Worten wird der gegrabene Teil 33L so gebildet, dass er eine Tiefe separat von der Dünnungslinie S3 der Halbleiterschicht 20 aufweist. Der gegrabene Teil 33L kann unter Verwendung einer bekannten Fotolithografiertechnologie und einer anisotropen Trockenätztechnologie gebildet werden.

[0458] In diesem Prozess werden der zweite Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21L₁ und der zweite Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21L₂ durch den gegrabenen Teil 33L unterteilt und separiert und grenzen durch diesen gegrabenen Teil 33L aneinander an.

[0459] Außerdem wird in diesem Prozess der gegrabene Teil 33L in einem Prozess gebildet, der sich von

jenem der gegrabenen Teile 33a und 33b unterscheidet und dementsprechend können eine Breite und eine Tiefe in einer Kurze-Seite-Richtung so gebildet werden, dass sie andere Größen als die gegrabenen Teile 33a und 33b aufweisen. Bei dieser Ausführungsform werden die Breite und die Tiefe des gegrabenen Teils 33L in der Kurze-Seite-Richtung so gebildet, dass sie Größen kleiner als die gegrabenen Teile 33a und 33b aufweisen.

[0460] Als Nächstes wird, nachdem der gegrabene Teil 33L gebildet wurde, ein Waschprozess durchgeführt. In diesem Waschprozess wurden der Separationsisolationfilm 34 und das leitfähige Material 35 bereits in jedem der gegrabenen Teile 33a und 33b angeordnet.

[0461] Als Nächstes werden, nachdem der Waschprozess durchgeführt wurde, wie in **Fig. 47D** veranschaulicht, auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 ein Elementbildungsbereich 20a und ein Elementseparationsbereich 25 gebildet und wird ein zelleninterner Zwischenpixelseparationsbereich 31L gebildet, in dem der Isolationfilm 27 innerhalb des gegrabenen Teils 33L eingebettet ist.

[0462] Der Elementbildungsbereich 20a wird durch den Elementseparationsbereich 25 unterteilt und wird durch Bilden dieses Elementseparationsbereichs 25 in dem ersten Bereich 21a von jedem der fotoelektrischen Umwandlungsbereiche 21L₁ und 21L₂ gebildet.

[0463] Jeder des Elementseparationsbereichs 25 und des zelleinternen Zwischenpixelseparationsbereichs 31L kann zum Beispiel durch Bilden eines flachen Kerbenteils (eines Feldkerbenteils) 26, der von der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 zu der Seite der zweiten Fläche S2 abgesenkt ist, danach Bilden eines Isolationfilms 27, der zum Beispiel aus einem Siliciumoxidfilm gebildet wird, auf der gesamten Fläche auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 einschließlich des Inneren des flachen Kerbenteils 26 und des Inneren des gegrabenen Teils 33L und anschließend Entfernen des Isolationfilms 27, der auf der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 angeordnet ist, unter Verwendung eines CMP-Verfahrens gebildet werden, so dass der Isolationfilm 27 innerhalb sowohl des flachen Kerbenteils 26 als auch des gegrabenen Teils 33L verbleibt. Als der Isolationfilm 27 wird zum Beispiel ein Siliciumoxidfilm mit einem Brechungsindex niedriger als ein Halbleitermaterial, wie etwa Si, SiGe, InGaAs oder dergleichen, verwendet.

[0464] In diesem Prozess wird ein zelleninterner Zwischenpixelseparationsbereich 31L gebildet, in dem der Isolationfilm 27 innerhalb des gegrabenen Teils 33L angeordnet ist und eine Z-Richtung-Länge

L₇ aufweist, die kürzer als die Z-Richtung-Tiefe des gegrabenen Teils 33a und die Z-Richtung-Länge L₅ des pixelinternen Separationsbereichs 32 sein soll. Der zweite Bereich 2b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21L₁ und der zweite Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21L₂ werden durch den zelleninternen Zwischenpixelseparationsbereich 31L unterteilt und separiert.

[0465] Obwohl dies in der Zeichnung nicht veranschaulicht ist, werden Pixeltransistoren (AMP, SEL, RST und TRG) in dem Elementbildungsbereich 20a von jedem der fotoelektrischen Umwandlungsbereiche 21L₁ und 21L₂ gebildet und wird, wie in **Fig. 47D** veranschaulicht, ein Floating-Diffusion-Gebiet FD in dem zweiten Bereich 21b von jedem der fotoelektrischen Umwandlungsbereiche 21L₁ und 21L₂ gebildet. Das Floating-Diffusion-Gebiet FD wird auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 in dem zweiten Bereich 21b von jedem der fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21L₁ und 21L₂ gebildet.

[0466] Als Nächstes wird, wie in **Fig. 47E** veranschaulicht, eine Mehrschichtverdrahtungsschicht 40 auf der Seite der ersten Oberfläche S1 der Halbleiterschicht 20 gebildet. Danach wird ein Dünnungsprozess zum Verringern der Dicke der Halbleiterschicht 20 durch Abtragen der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 zum Beispiel unter Verwendung des CMP-Verfahrens durchgeführt und werden, wie in **Fig. 47F** veranschaulicht, der Separationsisolationfilm 34 und das leitfähige Material 35, die innerhalb des gegrabenen Teils 33a angeordnet sind, freigelegt und werden der Separationsisolationfilm 34 und das leitfähige Material 35 des pixelinternen Separationsbereichs 32 freigelegt. Das Dünnen der Halbleiterschicht 20 wird bis zu der Dünnungsline S3 durchgeführt, die in **Fig. 47E** veranschaulicht ist.

[0467] In diesem Prozess wird ein zelleninterner Zwischenpixelseparationsbereich 31L gebildet, der sich von der unteren Fläche des Elementseparationsbereichs 25 der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 zu der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 erstreckt und ein Spitzenende aufweist, das von der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 separiert werden soll. Außerdem wird in diesem Prozess ein pixelinterner Separationsbereich 32 gebildet, der sich von der unteren Fläche des Elementseparationsbereichs 25 der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 zu der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 erstreckt und ein Spitzenende aufweist, das die zweite Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 erreicht.

[0468] Als Nächstes wird, wie in **Fig. 47G** veranschaulicht, in dem ersten Bereich 21a von jedem der fotoelektrischen Umwandlungsbereiche 21L₁

und 21L₂ ein Beugungsstreuungsabschnitt 51 auf der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 gebildet und der Separationsisolationsfilm 34 und das leitfähige Material 35 des Inneren des gegrabenen Teils 33a werden selektiv entfernt. Obwohl der Prozess zum Bilden des Beugungsstreuungsabschnitts 51 in einem Prozess durchgeführt wird, der von dem Entfernungsprozess des selektiven Entfernens des Separationsisolationsfilms 34 und des leitfähigen Materials 35 verschieden ist, kann ein beliebiger der Prozesse zuerst durchgeführt werden. Der Separationsisolationsfilm 34 und das leitfähige Material 35 des Inneren des gegrabenen Teils 33a können selektiv durch Verwenden einer bekannten Fotolithografiertechnologie und einer anisotropen Trockenätztechnologie entfernt werden.

[0469] Als Nächstes wird, wie in **Fig. 47H** veranschaulicht, ein Festladungsfilm 52 gebildet. Der Festladungsfilm 52 wird über dem ersten Bereich 21a und dem zweiten Bereich 21b von jedem der fotoelektrischen Umwandlungsbereiche 21L₁ und 21L₂ auf der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 gebildet und wird entlang der Seitenwand und der unteren Wand des gegrabenen Teils 33a und einer Unebenheit des Beugungsstreuungsabschnitts 51 gebildet.

[0470] Als Nächstes wird, nachdem der Festladungsfilm 52 gebildet wurde, wie in **Fig. 47H** veranschaulicht, ein Isolationsfilm 53 auf der gesamten Fläche der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 einschließlich des Inneren des gegrabenen Teils 33a gebildet. Zum Beispiel kann, nachdem ein Siliciumoxidfilm unter Verwendung eines CVD-Verfahrens gebildet wurde, ein Isolationsfilm 53 durch Planarisieren der Oberflächenseite des Siliciumoxidfilms unter Verwendung eines CMP-Verfahrens durch Abtragen gebildet werden.

[0471] In diesem Prozess wird ein Zwischenpixelseparationsbereich 31 gebildet, in dem der Isolationsfilm 53 innerhalb des gegrabenen Teils 33a durch den Festladungsfilm 52 eingebettet wird, und eine fotoelektrische Umwandlungszelle 16 wird gebildet, deren Peripherie durch diesen Zwischenpixelseparationsbereich 31 unterteilt wird. Das Innere jeder fotoelektrischen Umwandlungszelle 16 wird durch den pixelinternen Separationsbereich 32 in einen ersten Bereich 21a und einen zweiten Bereich 21b in der Y-Richtung separiert und jeder zweite Bereich 21b beinhaltet zwei fotoelektrische Umwandlungsbereiche 21L₁ und 21L₂, die durch den zelleninternen Zwischenpixelseparationsbereich 31L aneinander angrenzen sind und in der Y-Richtung ausgerichtet sind.

[0472] Als Nächstes wird, wie in **Fig. 45** und **46B** veranschaulicht, der Lichtblockierungsfilm 54 auf einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht

20 des Isolationsfilms 53 gebildet. Der Lichtblockierungsfilm 54 wird so gebildet, dass er mit dem zweiten Bereich 21b von jedem der zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen 21L₁ und 21L₂ überlappt und kontinuierlich über den zweiten Bereich 21b von jedem davon ist.

[0473] Danach wird durch Bilden eines Farbfilters 55 und einer Mikrolinse 56 auf einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 des Lichtblockierungsfilms 54 in dieser Reihenfolge ein in **Fig. 44** bis **46B** veranschaulichter Zustand ausgebildet.

[0474] Außerdem wird auch in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1L gemäß dieser 12. Ausführungsform durch Unterteilen eines Halbleiterwafers einschließlich der Halbleiterschicht 20 und der Mehrschichtverdrahtungsschicht 40 für jeden Chipbildungsbereich der in **Fig. 1** veranschaulichte Zustand des Halbleiterchips 2 ausgebildet.

<<Merkmale der fotoelektrischen
Umwandlungszelle>>

[0475] Als Nächstes werden Merkmale der fotoelektrischen Umwandlungszelle 16 unter Bezugnahme auf ein Vergleichsbeispiel beschrieben.

[0476] **Fig. 48** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen optischen Penetrationspfad von schrägem Licht bei Vergleichsbeispiel 12-1 schematisch veranschaulicht.

[0477] **Fig. 49** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen optischen Penetrationspfad von schrägem Licht bei einer 12. Ausführungsform schematisch veranschaulicht.

[0478] Wie in **Fig. 48** veranschaulicht, dringt, falls der Lichtblockierungsfilm 54 so angeordnet ist, dass er mit dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 überlappt, das schräge Licht hauptsächlich in den zweiten Bereich 21b unmittelbar unterhalb des Lichtblockierungsfilms 54 unter Verwendung einer Endteilstseite des Lichtblockierungsfilms 54 in einer Breitenrichtung (der Y-Richtung) als ein optischer Penetrationspfad 57L ein. Da der Lichtblockierungsfilm 54 zwei Endteile in der Breitenrichtung (Y-Richtung) aufweist, gibt es auch zwei optische Penetrationspfade 57L in der Y-Richtung für einen Lichtblockierungsfilm 54.

[0479] Bei Vergleichsbeispiel 12-1 ist in jedem von zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen 21, die so ausgerichtet sind, dass sie in der Y-Richtung aneinander angrenzen, die Anordnungsreihenfolge gleich, in der der erste Bereich 21a und der zweite Bereich 21b in der Y-Richtung ausgerichtet sind. Aus diesem Grund gibt es einen Lichtblockierungsfilm 54 für jeden zweiten Bereich 21b und gibt es

zwei optische Penetrationspfade 57L für jeden zweiten Bereich 21b.

[0480] Im Gegensatz dazu sind, wie in **Fig. 49** veranschaulicht, in der fotoelektrischen Umwandlungszelle 16 gemäß dieser 12. Ausführungsform in zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen $21L_1$ und $21L_2$, die so ausgerichtet sind, dass sie in der Y-Richtung aneinander angrenzen, der zweite Bereich 21b eines fotoelektrischen Umwandlungsbereichs $21L_1$ und der zweite Bereich 21b des anderen fotoelektrischen Umwandlungsbereichs $21L_2$ so ausgerichtet, dass sie in der Y-Richtung durch den zelleninternen Zwischenpixelseparationsbereich 31L aneinander angrenzen. Aus diesem Grund kann der Lichtblockierungsfilm 54 so angeordnet werden, dass er kontinuierlich über den zweiten Bereichen 21b der zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereiche $21L_1$ und $21L_2$ ist, kann ein Lichtblockierungsfilm 54 durch diese zwei zweiten Bereiche 21b gemeinsam genutzt werden. In dem Lichtblockierungsfilm 54, der durch diese zwei zweiten Bereiche 21b gemeinsam genutzt wird, werden zwei optische Penetrationspfade 57L für zwei zweite Bereiche 21b gebildet und es wird im Wesentlichen ein optischer Penetrationspfad 57L für einen zweiten Bereich 21b gebildet, wodurch im Vergleich zu Vergleichsbeispiel 12-1 das Eindringen von schrägem Licht in einen zweiten Bereich 21b weiter unterdrückt werden kann.

[0481] Da der Lichtblockierungsfilm 54 kontinuierlich über dem zweiten Bereich 21b von jedem der zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereiche $21L_1$ und $21L_2$ angeordnet werden kann, kann außerdem in dem zelleninternen Zwischenpixelseparationsbereich 31L von einem Isolationswiderstand und einem Lichtblockierungswiderstand der Isolationswiderstand hervorgehoben werden, und dementsprechend kann im Vergleich zu einem Zwischenpixelseparationsbereich 31, für den sowohl der Isolationswiderstand als auch der Lichtblockierungswiderstand hervorgehoben werden müssen, die Breite W_7 in der Kurze-Seite-Richtung (einer Richtung orthogonal zu der Ausdehnungsrichtung) so konfiguriert werden, dass sie schmal ist.

[0482] Des Weiteren kann die Breite W_7 des zelleninternen Zwischenpixelseparationsbereichs 31L so konfiguriert werden, dass sie schmal ist, kann ein Pixelrastermaß in der Y-Richtung verschmälert werden und kann der Bereich des Pixelarrayteils in der Y-Richtung reduziert werden oder kann die Anzahl an Pixeln in der Y-Richtung innerhalb desselben Bereichs erhöht werden. Dementsprechend kann ein Bildsensor mit einer hohen Auflösung bereitgestellt werden, der eine kleine Größe aufweist.

[0483] Außerdem kann durch willkürliches Anordnen der fotoelektrischen Umwandlungszelle 16 durch Ändern ihrer Orientierung um 90° der Bereich

des Pixelarrayteils in sowohl der X-Richtung als auch der Y-Richtung reduziert werden.

[0484] Da der Lichtblockierungsfilm 54 kontinuierlich über den zweiten Bereichen 21b der zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereiche $21L_1$ und $21L_2$ angeordnet werden kann, kann außerdem eine Konfiguration konfiguriert werden, in der der zelleninterne Zwischenpixelseparationsbereich 31L von der zweiten Fläche S2 der Seite des Lichtblockierungsfilms 54 der Halbleiterschicht 20 separiert ist.

[0485] Des Weiteren kann durch Bilden des gegrabenen Teils 33L, der die Länge L_7 des zelleninternen Zwischenpixelseparationsbereichs 31L in der Z-Richtung definiert, und des gegrabenen Teils 33a, der die Länge L_8 des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 in der Z-Richtung definiert, in verschiedenen Prozessen der gegrabene Teil 33L mit einer Tiefe in der Z-Richtung, die kleiner als die Tiefe des gegrabenen Teils 33a in der Z-Richtung sein soll, gebildet werden und kann der zelleninterne Zwischenpixelseparationsbereich 31L, der von der zweiten Fläche S2 der Seite des Lichtblockierungsfilms 54 der Halbleiterschicht 20 separiert ist, gebildet werden.

<Vorteile des Prozesses>

[0486] Als Nächstes werden unter Bezugnahme auf Vergleichsbeispiel 12-2 Vorteile in der fotoelektrischen Umwandlungszelle 16 beschrieben, die erlangt werden, falls der gegrabene Teil 33L und der gegrabene Teil 33a in unterschiedlichen Prozessen gebildet werden.

[0487] **Fig. 50** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die einen Fall veranschaulicht, in dem ein gegrabener Teil (ein dritter gegrabener Teil) 33L, der die Länge L_7 des zelleninternen Zwischenpixelseparationsbereichs 31L in der Z-Richtung definiert, und ein gegrabener Teil (ein erster gegrabener Teil) 33a, der die Länge L_8 des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 in der Z-Richtung definiert, in dem gleichen Prozess wie bei Vergleichsbeispiel 12-2 gebildet werden.

[0488] Da der gegrabene Teil 33b, der die Länge L_5 des pixelinternen Separationsbereichs 32 in der Z-Richtung definiert, allgemein in demselben Prozess wie der gegrabene Teil 33a gebildet wird, der die Länge L_8 des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 in der Z-Richtung definiert, wird eine Beschreibung hier weggelassen und werden besonders die gegrabenen Teile 33L und 33a beschrieben.

[0489] Obwohl die gegrabenen Teile 33L und 33a auf eine aufgeteilte Weise beschrieben werden, kann hier außerdem, falls die gegrabenen Teile 33L und 33a in demselben Prozess gebildet werden, der

gegrabene Teil 33L durch den gegrabenen Teil 33a substituiert werden.

[0490] Wie in **Fig. 50** veranschaulicht, sind, falls der gegrabene Teil 33L und der gegrabene Teil 33a in der Halbleiterschicht 20 in demselben Prozess gebildet werden, Tiefen des gegrabenen Teils 33L und des gegrabenen Teils 33a beinahe gleich. Ein Raum zwischen zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen $21L_1$ und $21L_2$, die so ausgerichtet sind, dass sie in der Y-Richtung aneinander angrenzen, wird durch den gegrabenen Teil 33L unterteilt und die Peripherie von jedem dieser zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereiche $21L_1$ und $21L_2$ wird durch den gegrabenen Teil 33a unterteilt.

[0491] Nachdem diese gegrabenen Teile 33L und 33a gebildet wurden, wird ein Waschprozess durchgeführt, obwohl dies in der Zeichnung nicht veranschaulicht ist.

[0492] In diesem Waschprozess wird bei Vergleichsbeispiel 12-2 von zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen $21L_1$ und $21L_2$, die so ausgerichtet sind, dass sie in der Y-Richtung aneinander angrenzen, ein Raum zwischen dem zweiten Bereich $21b$ eines fotoelektrischen Umwandlungsbereichs $21L_1$ und dem zweiten Bereich $21b$ des anderen fotoelektrischen Umwandlungsbereichs $21L_2$ durch den gegrabenen Teil 33L unterteilt und wird die Peripherie von jedem dieser zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereiche $21L_1$ und $21L_2$ durch den gegrabenen Teil 33a unterteilt. Aus diesem Grund werden in dem Waschprozess nach der Bildung des gegrabenen Teils 33a in der Halbleiterschicht 20 gemäß einer Kapillarkraft (Oberflächenspannung) aufgrund von Verdunstung einer Reinigungslösung diese zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereiche $21L_1$ und $21L_2$, die so ausgerichtet sind, dass sie in der Y-Richtung aneinander angrenzen, verbogen, um zu der Seite des gegrabenen Teils 33a (einer Richtung eines in **Fig. 50** veranschaulichten Pfeils R_1) zwischen dem zweiten Bereich $21b$ von einem dieser zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereiche $21L_1$ und $21L_2$ und dem zweiten Bereich $21b$ des anderen abzufallen. Gemäß dieser Verbiegung tritt ein Breitenverschmälerungsphänomen auf, bei dem eine Breite einer Öffnungsseite (der Seite der ersten Fläche $S1$ der Halbleiterschicht 20) des gegrabenen Teils 33a zwischen dem zweiten Bereich $21b$ von einem dieser zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen $21L_1$ und $21L_2$ und dem zweiten Bereich $21b$ des anderen schmaler als ein Gestaltungswert wird. Falls dieses Breitenverschmälerungsphänomen aufgetreten ist, wird es schwierig, einen Film in das Innere des gegrabenen Teils 33L einzubetten, und das Breitenverschmälerungsphänomen wird ein Faktor zum Reduzieren einer Produktausbeute.

[0493] In den letzten wurde, um die Quanteneffizienz QE zu verbessern, in einer Vorrichtung, die Nahinfrarotlicht verarbeitet, eine Vergrößerung der Dicke der Halbleiterschicht 20 und eine Verlängerung der optischen Pfadlänge des Inneren der Halbleiterschicht 20 überprüft. Jedoch nimmt das Aspektverhältnis des gegrabenen Teils gemäß einer Zunahme der Dicke der Halbleiterschicht 20 zu (wird höher) und ein Abfall des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 zu der Seite des gegrabenen Teils 33a wird beachtlich.

[0494] Im Gegensatz dazu werden bei dieser 12. Ausführungsform, wie zuvor beschrieben, eine Bildung des gegrabenen Teils 33L und eine Bildung des gegrabenen Teils 33a in unterschiedlichen Prozessen durchgeführt.

[0495] Mit anderen Worten wird, wie in **Fig. 47A** veranschaulicht, wenn der gegrabene Teil 33a gebildet wird, der gegrabene Teil 33L nicht gebildet. Nachdem der gegrabene Teil 33a gebildet wurde, wird, ähnlich dem Vergleichsbeispiel, obwohl der Waschprozess durchgeführt wird, in diesem Waschprozess der gegrabene Teil 33L zwischen dem zweiten Bereich $21b$ eines fotoelektrischen Umwandlungsbereichs $21L_1$ von zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen $21L_1$ und $21L_2$ und dem zweiten Bereich $21b$ des anderen fotoelektrischen Umwandlungsbereichs $21L_2$ nicht gebildet. Aus diesem Grund kann in dem Waschprozess nach der Bildung des gegrabenen Teils 33a in der Halbleiterschicht 20 das Verbiegen (Abfallen) der fotoelektrischen Umwandlungsbereiche $21L_1$ und $21L_2$ gemäß einer Kapillarkraft (Oberflächenspannung) aufgrund von Verdunstung einer Reinigungslösung unterdrückt werden.

[0496] Wenn unter Bezugnahme auf **Fig. 47C** beschrieben, wurden nach dem Bilden des gegrabenen Teils 33L zwischen zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen $21L_1$ und $21L_2$, die so ausgerichtet sind, dass sie in der Y-Richtung aneinander angrenzen, wenn der Waschprozess durchgeführt wird, der Separationsisolationsfilm 34 und das leitfähige Material 35 bereits innerhalb des gegrabenen Teils 33a gebildet, und dementsprechend kann Verbiegen (Abfallen) der fotoelektrischen Umwandlungsbereiche $21L_1$ und $21L_2$ gemäß einer Kapillarkraft (Oberflächenspannung) aufgrund von Verdunstung einer Reinigungslösung unterdrückt werden.

[0497] Dementsprechend kann bei dieser 12. Ausführungsform im Vergleich zu dem Fall des Vergleichsbeispiels 12-2 eine Verbesserung einer Herstellungsproduktausbeute erzielt werden.

[0498] Da der gegrabene Teil 33L und der gegrabene Teil 33a in unterschiedlichen Prozesse gebildet werden, kann außerdem die Tiefe des gegrabenen

Teils 33L so konfiguriert werden, dass sie mit Bezug auf die Tiefe des gegrabenen Teils 33a flach ist, und ein zelleninterner Zwischenpixelseparationsbereich 31L, dessen Länge L_7 in der Z-Richtung kürzer als die Länge L_8 (siehe Fig. 46) des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 in der Z-Richtung ist, kann gebildet werden. Des Weiteren kann die Breite des gegrabenen Teils 33L in der Kurze-Seite-Richtung so konfiguriert werden, dass sie schmaler als die Breite des gegrabenen Teils 33a in der Kurze-Seite-Richtung ist, und ein zelleninterner Zwischenpixelseparationsbereich 31L, dessen Breite W_7 in der Kurze-Seite-Richtung schmaler als die Breite W_8 des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 in der Kurze-Seite-Richtung ist, kann gebildet werden.

<<Effekte der 12. Ausführungsform>>

[0499] Als Nächstes werden Haupteffekte dieser 12. Ausführungsform beschrieben. Die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1L gemäß dieser 12. Ausführungsform beinhaltet, ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform den Zwischenpixelseparationsbereich 31, den zelleninternen Zwischenpixelseparationsbereich 31L und den pixelinternen Separationsbereich 32. Dementsprechend können auch in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1L gemäß dieser 12. Ausführungsform, ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, eine Verbesserung der Quanteneffizienz QE und eine hohe Unterdrückung einer Farbmischung (MTF) als Pixelcharakteristiken erzielt werden und kann eine Verbesserung von Übertragungscharakteristiken als Pixelcharakteristiken erzielt werden.

[0500] Außerdem beinhaltet die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1L gemäß dieser 12. Ausführungsform, ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, den Lichtblockierungsfilm 54. Dementsprechend kann auch in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1L gemäß dieser 12. Ausführungsform, ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, eine Ankunft (Emission) von Licht bei dem Floating-Diffusion-Gebiet FD unterdrückt werden und können die Parasitäre-Lichtempfindlichkeits-Charakteristiken (PLS) verbessert werden.

[0501] Außerdem sind in der fotoelektrischen Umwandlungszelle 16 gemäß dieser 12. Ausführungsform der zweite Bereich 21b eines fotoelektrischen Umwandlungsbereichs $21L_1$ von zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen $21L_1$ und $21L_2$, die so ausgerichtet sind, dass sie in der Y-Richtung aneinander angrenzen, und der zweite Bereich 21b des anderen fotoelektrischen Umwandlungsbereichs $21L_2$ so angeordnet, dass sie durch den zell-

einternen Zwischenpixelseparationsbereich 31L in der Y- Richtung aneinander angrenzen. Aus diesem Grund kann der Lichtblockierungsfilm 54 kontinuierlich über dem zweiten Bereich 21b von jedem von zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen $21L_1$ und $21L_2$ angeordnet werden und ein Lichtblockierungsfilm 54 kann durch die zwei zweiten Bereiche 21b gemeinsam genutzt werden. In dem Lichtblockierungsfilm 54, der durch die zwei zweiten Bereiche 21b gemeinsam genutzt wird, werden zwei optische Penetrationspfade 57L für die zwei zweiten Bereiche 21b gebildet, wird im Wesentlichen ein optischer Penetrationspfad 57L für einen zweiten Bereich 21b gebildet und dementsprechend kann im Vergleich zu Vergleichsbeispiel 12-1 das Eindringen von schrägem Licht in einen zweiten Bereich 21b weiter unterdrückt werden. Dementsprechend kann gemäß der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1L gemäß dieser 12. Ausführungsform in Kombination mit einem Effekt einer Verbesserung der Parasitäre-Lichtempfindlichkeit-Charakteristiken gemäß einer Lichtreflexion des Lichtblockierungsfilms 54 eine weitere Verbesserung der Parasitäre-Lichtempfindlichkeit-Charakteristiken (PLS) erzielt werden.

[0502] Da der Lichtblockierungsfilm 54 kontinuierlich über dem zweiten Bereich 21b von jedem der zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereiche $21L_1$ und $21L_2$ angeordnet werden kann, kann außerdem in dem zelleninternen Zwischenpixelseparationsbereich 31L von einem Isolationswiderstand und einem Lichtblockierungswiderstand der Isolationswiderstand hervorgehoben werden, und dementsprechend kann im Vergleich zu einem Zwischenpixelseparationsbereich 31, für den sowohl der Isolationswiderstand als auch der Lichtblockierungswiderstand hervorgehoben werden müssen, die Breite W_7 in der Kurze-Seite-Richtung (einer Richtung orthogonal zu der Ausdehnungsrichtung) so konfiguriert werden, dass sie schmal ist.

[0503] Des Weiteren kann die Breite W_7 des zelleninternen Zwischenpixelseparationsbereichs 31L so konfiguriert werden, dass sie schmal ist, kann ein Pixelrastermaß in der Y- Richtung verschmälert werden und kann der Bereich des Pixelarrayteils in der Y- Richtung reduziert werden oder kann die Anzahl an Pixeln in der Y- Richtung innerhalb desselben Bereichs erhöht werden. Dementsprechend kann ein Bildsensor mit einer hohen Auflösung bereitgestellt werden, der eine kleine Größe aufweist.

[0504] Außerdem kann durch willkürliches Anordnen der fotoelektrischen Umwandlungszelle 16 durch Ändern ihrer Orientierung um 90° der Bereich des Pixelarrayteils in sowohl der X-Richtung als auch der Y- Richtung reduziert werden.

[0505] Da der Lichtblockierungsfilm 54 kontinuierlich über den zweiten Bereichen 21b der zwei foto-

elektrischen Umwandlungsbereiche $21L_1$ und $21L_2$ angeordnet werden kann, kann außerdem eine Konfiguration konfiguriert werden, in der der zelleninterne Zwischenpixelseparationsbereich 31L von der zweiten Fläche S2 der Seite des Lichtblockierungsfilms 54 der Halbleiterschicht 20 separiert ist.

[0506] Des Weiteren kann durch Bilden des gegrabenen Teils 33L, der die Länge L_7 des zelleninternen Zwischenpixelseparationsbereichs 31L in der Z-Richtung definiert, und des gegrabenen Teils 33a, der die Länge L_8 des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 in der Z-Richtung definiert, in verschiedenen Prozessen ein Verbiegen (Abfallen) der fotoelektrischen Umwandlungsbereiche $21L_1$ und $21L_2$ gemäß einer Kapillarkraft (Oberflächenspannung) aufgrund von Verdunstung einer Reinigungslösung unterdrückt werden. Dementsprechend kann gemäß dem Verfahren zum Herstellen der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1L gemäß dieser 12. Ausführungsform eine Verbesserung einer Herstellungsproduktionsausbeute erzielt werden.

<<Modifizierte Beispiele der 12. Ausführungsform>>

<Modifiziertes Beispiel 12-1>

[0507] Obwohl bei der zuvor beschriebenen 12. Ausführungsform ein Fall beschrieben wurde, in dem der zelleninterne Zwischenpixelseparationsbereich 31L einschließlich des Isolationsfilms 27 als der zelleninterne Zwischenpixelseparationsbereich verwendet wird, ist die vorliegende Technologie nicht auf den zelleninternen Zwischenpixelseparationsbereich 31L der 12. Ausführungsform beschränkt.

[0508] Zum Beispiel kann, wie in **Fig. 51** veranschaulicht, ein zelleninterner Zwischenpixelseparationsbereich $31L_1$ einschließlich eines Halbleiterbereichs 58 des n-Typs, der ein Leitfähigkeitstyp entgegengesetzt zu dem Wannengebiet des p-Typs ist, verwendet werden.

<Modifiziertes Beispiel 12-2>

[0509] Obwohl ein Fall, in dem der Lichtblockierungsfilm 54 verwendet wird, bei der zuvor beschriebenen 12. Ausführungsform beschrieben wurde, ist die vorliegende Technologie außerdem nicht auf den Lichtblockierungsfilm 54 der zuvor beschriebenen Ausführungsform beschränkt.

[0510] Zum Beispiel kann, wie in **Fig. 52** veranschaulicht, anstelle des Lichtblockierungsfilms 54 der Lichtblockierungskörper 80H der zuvor beschriebenen achten Ausführungsform verwendet werden, die in **Fig. 20** veranschaulicht ist.

[0511] In diesem Fall ist der Lichtblockierungskörper 80H so konfiguriert, dass er einen ersten Lichtblockierungsteil 82a, der auf der Außenseite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 angeordnet ist und in der Draufsicht mit dem zweiten Bereich 21b von jedem von zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen $21L_1$ und $21L_2$ überlappt, und einen zweiten Lichtblockierungsteil 82b beinhaltet, der von diesem ersten Lichtblockierungsteil 82a zu dem Inneren des zweiten Bereichs 21b von jedem der zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereiche $21L_1$ und $21L_2$ hervorsticht.

<Modifiziertes Beispiel 12-3>

[0512] Außerdem kann, wie in **Fig. 53** veranschaulicht, anstelle des Lichtblockierungsfilms 54 der Lichtblockierungskörper 80I der zuvor beschriebenen neunten Ausführungsform verwendet werden, die in **Fig. 28** veranschaulicht ist.

[0513] In diesem Fall ist der Lichtblockierungskörper 80I so konfiguriert, dass er einen ersten Lichtblockierungsteil 82a, der auf der Außenseite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 angeordnet ist und in der Draufsicht mit dem zweiten Bereich 21b von jedem von zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen $21L_1$ und $21L_2$ überlappt, einen zweiten Lichtblockierungsteil 82c₁, der in der Draufsicht mit dem pixelinternen Separationsbereich 32 eines fotoelektrischen Umwandlungsbereichs $21L_1$ von den zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen $21L_1$ und $21L_2$ überlappt und von dem ersten Lichtblockierungsteil 82a zu dem Inneren der zweiten Halbleiterschicht 20 hervorsticht, und einen zweiten Lichtblockierungsteil 82c₂ beinhaltet, der in der Draufsicht mit dem pixelinternen Separationsbereich 32 des anderen fotoelektrischen Umwandlungsbereichs $21L_2$ von den zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen $21L_1$ und $21L_2$ überlappt und von dem ersten Lichtblockierungsteil 82a zu dem Inneren der Halbleiterschicht 20 hervorsticht.

<Modifiziertes Beispiel 12-4>

[0514] Außerdem kann, wie in **Fig. 54** veranschaulicht, anstelle des Lichtblockierungsfilms 54 der Lichtblockierungskörper 80J der zuvor beschriebenen 10. Ausführungsform verwendet werden, die in **Fig. 32** veranschaulicht ist.

[0515] In diesem Fall ist der Lichtblockierungskörper 80J so konfiguriert, dass er einen ersten Lichtblockierungsteil 82a, der auf einer Seite gegenüber der Halbleiterschicht 20 des Isolationsfilms 53 angeordnet ist und in der Draufsicht mit dem zweiten Bereich 21b von jedem von zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen $21L_1$ und $21L_2$ überlappt, einen zweiten Lichtblockierungsteil 82d₁, der in der Draufsicht mit dem pixelinternen Separationsbereich 32 eines

fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21L₁ von zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen 21L₁ und 21L₂ überlappt und von dem ersten Lichtblockierungsteil 82a zu dem Inneren des Isolationsfilms 53 hervorsteht, und einen dritten Lichtblockierungsteil 82d₂ beinhaltet, der in der Draufsicht mit dem pixelinternen Separationsbereich 32 des anderen fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21L₂ von den zwei fotoelektrischen Umwandlungsbereichen 21L₁ und 21L₂ überlappt, in der Draufsicht mit dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 überlappt und von dem ersten Lichtblockierungsteil 82a zu dem Inneren des Isolationsfilms 53 hervorsteht.

<Modifiziertes Beispiel 12-5>

[0516] Außerdem können, obwohl dies in der Zeichnung nicht veranschaulicht ist, der Lichtblockierungsfilm 54 und der Lichtreflexionskörper 85K der zuvor beschriebenen 11. Ausführungsform verwendet werden, die in **Fig. 37B** veranschaulicht ist.

<Modifiziertes Beispiel 12-6>

[0517] Außerdem kann, obwohl bei der zuvor beschriebenen 12. Ausführungsform die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1L einschließlich des Festladungsfilms 52 beschrieben wurde, die vorliegende Technologie auch auf die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1L ohne den Festladungsfilm angewandt werden.

[13. Ausführungsform]

[0518] Bei dieser 13. Ausführungsform wird hauptsächlich ein pixelinterner Separationsbereich beschrieben.

[0519] **Fig. 55** ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster eines Separationsbereichs (eines Zwischenpixelseparationsbereichs und eines pixelinternen Separationsbereichs) in einem Pixelarrayteil einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß der 13. Ausführungsform schematisch veranschaulicht.

[0520] **Fig. 56** ist eine Longitudinalquerschnittansicht, die eine Longitudinalquerschnittstruktur entlang einer in **Fig. 55** veranschaulichten Linie a55-a55 schematisch veranschaulicht.

[0521] **Fig. 57** ist eine Longitudinalquerschnittansicht, in der ein Teil von **Fig. 56** vergrößert ist.

[0522] Bei dieser 13. Ausführungsform entspricht ein Zwischenpixelseparationsbereich 31 einem speziellen Beispiel für einen „ersten Separationsbereich“ der vorliegenden Technologie und entspricht ein pixelinterner Separationsbereich 32M einem speziellen Beispiel für einen „zweiten Separationsbereich“ der vorliegenden Technologie. Außerdem entspre-

chen bei dieser 13. Ausführungsform ein erster Isolator 58M₁ und ein zweiter Isolator 58M₂ einem speziellen Beispiel für einen „Isolator“ der vorliegenden Technologie. Ferner entsprechen bei dieser 12. Ausführungsform ein gegrabener Teil 33a und ein gegrabener Teil 33M speziellen Beispielen für einen „ersten gegrabenen Teil“ bzw. einen „zweiten gegrabenen Teil“. Außerdem entspricht eine Anordnungsrichtung eines ersten Bereichs 21a und eines zweiten Bereichs 21b eines fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 einem speziellen Beispiel für „eine Richtung“ der vorliegenden Technologie.

<<Konfiguration der Festkörperbildgebungsvorrichtung>>

[0523] Wie in **Fig. 55** bis **57** veranschaulicht, weist die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1M gemäß der 13. Ausführungsform der vorliegenden Technologie im Grunde eine Konfiguration ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform auf und es gibt folgende abweichende Konfigurationen.

[0524] Mit anderen Worten beinhaltet, wie in **Fig. 55** bis **57** veranschaulicht, die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1M gemäß dieser 13. Ausführungsform anstelle des pixelinternen Separationsbereichs 32 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, die in **Fig. 4** bis **6** veranschaulicht ist, einen pixelinternen Separationsbereich 32M. Die anderen Konfigurationen sind jenen der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform als Ganzes ähnlich.

[0525] Wie in **Fig. 55** und **56** veranschaulicht, ist der pixelinterne Separationsbereich 32M, ähnlich dem pixelinternen Separationsbereich 32 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, zum Beispiel so angeordnet, dass er sich in der Draufsicht der X-Richtung erstreckt, und ist so angeordnet, dass er von einem Zwischenpixelseparationsbereich 31 (einem ersten Teil 31x und einem zweiten Teil 31y) separiert ist. Der pixelinterne Separationsbereich 32M ist so angeordnet, dass er von dem zentralen Teil des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 in der Draufsicht in der Y-Richtung zu der Seite des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 abweicht und den fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 selektiv in zwei Bereiche (einen ersten Bereich 21a und einen zweiten Bereich 21b) separiert (unterteilt), deren Breiten in der Y-Richtung in der Draufsicht voneinander relativ verschieden sind. Von den zwei Bereichen (dem ersten Bereich 21a und dem zweiten Bereich 21b), die durch den pixelinternen Separationsbereich 32M separiert sind, ist eine fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 in dem ersten Bereich 21a angeordnet, dessen Breite in der Y-Richtung breit ist, und ist ein Floating-Diffusion-Gebiet FD in dem zweiten Bereich 21b angeordnet, dessen Breite in der Y-Richtung schmal ist. Mit ande-

ren Worten separiert der pixelinterne Separationsbereich 32 den fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 in einer Richtung (der Y-Richtung) in den ersten Bereich 21a und den zweiten Bereich 21b. Das Floating-Diffusion-Gebiet FD wird auf einer Seite einer ersten Fläche S1 einer Halbleiterschicht 20 in dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 angeordnet.

[0526] Der pixelinterne Separationsbereich 32M erstreckt sich in der Dickenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 und weist eine Endseite, die mit einem Elementseparationsbereich 25 verbunden ist, und die andere Seite, die eine zweite Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 erreicht, auf. Der pixelinterne Separationsbereich 32M dieser 13. Ausführungsform weist eine Konfiguration eines Longitudinalquerschnitts auf, die verschieden von jener des pixelinternen Separationsbereichs 32 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform sein soll.

[0527] Wie in **Fig. 57** veranschaulicht, beinhaltet der pixelinterne Separationsbereich 32M einen Isolator 58M, der entlang einer Seitenwand des Inneren eines gegrabenen Teils 33M angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 erstreckt, und einen Brechungsindex niedriger als die Halbleiterschicht 20 aufweist, und ein leitfähiges Material 35, das diesen gegrabenen Teil 33M durch den Isolator 58M füllt. Der Isolator 58M ist auf jeder der Seite des ersten Bereichs 21a und der Seite des zweiten Bereichs 21b des leitfähigen Materials 35 in einer Anordnungsrichtung (der Y-Richtung) des ersten Bereichs 21a und des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 angeordnet.

[0528] Hier kann der Isolator 58M der Seite des ersten Bereichs 21a des leitfähigen Materials 35 als ein erster Isolator 58M₁ bezeichnet werden und kann der Isolator 58M der Seite des zweiten Bereichs 21b des leitfähigen Materials 35 als ein zweiter Isolator 58M₂ bezeichnet werden.

[0529] Sowohl der gegrabene Teil 33M, das leitfähige Material 35 als auch der Isolator 58 erstrecken sich von dem Elementseparationsbereich 25, der auf der Seite der ersten Fläche der Halbleiterschicht 20 angeordnet ist zu der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20.

[0530] Wie in **Fig. 57** veranschaulicht, ist das leitfähige Material 35 elektrisch von dem ersten Bereich 21a durch den ersten Isolator 58M₁ separiert, der auf der Seite des ersten Bereichs 21a des leitfähigen Materials 35 in der Y-Richtung angeordnet ist. Außerdem ist das leitfähige Material 35 elektrisch von dem zweiten Bereich 21b durch den zweiten Isolator 58M₂ separiert, der auf der Seite des zweiten Bereichs 21a

des leitfähigen Materials 35 in der Y-Richtung angeordnet ist.

[0531] Das leitfähige Material 35 des pixelinternen Separationsbereichs 32M weist eine Konfiguration auf, die dem leitfähigen Material 35 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform ähnlich ist. Mit anderen Worten weist auch das leitfähige Material 35 des pixelinternen Separationsbereichs 32M eine Endseite auf, die durch eine Kontaktelektrode 42b₁ elektrisch mit einer Verdrahtung 43b₁ verbunden ist. Auch wird das leitfähige Material 35 des pixelinternen Separationsbereichs 32M mit einem zweiten elektrischen Referenzpotential versorgt, das durch die Kontaktelektrode 42b₁ an die Verdrahtung 43b₁ angelegt wird, und weist das elektrische Potential auf, das auf dieses zweite elektrische Referenzpotential festgesetzt ist.

[0532] Wie in **Fig. 57** veranschaulicht, ist in dem pixelinternen Separationsbereich 32M eine Filmdicke t1 des ersten Isolators 58M₁ auf der Seite des ersten Bereichs 21a des leitfähigen Materials 35 größer als eine Filmdicke t2 des zweiten Isolators 58M₂ auf der Seite des zweiten Bereichs 21b des leitfähigen Materials 35 (t1 > t2). Mit anderen Worten ist in dem pixelinternen Separationsbereich 32M die Filmdicke t1 des ersten Isolators 58M₁ zwischen dem leitfähigen Material 35 und dem ersten Bereich 21a größer als die Filmdicke des zweiten Isolators 58M₂ zwischen dem leitfähigen Material 35 und dem zweiten Bereich 21b in der Draufsicht (t1 > t2). Mit anderen Worten ist in dem pixelinternen Separationsbereich 32M innerhalb des gegrabenen Teils 33M das leitfähige Material 35 so angeordnet, dass es in der Draufsicht von der Seite des ersten Bereichs 21a zu der Seite des zweiten Bereichs 21b abweicht.

[0533] Zum Beispiel wird die Filmdicke t1 des ersten Isolators 58M₁ auf etwa 50 nm eingestellt und wird die Filmdicke t2 des zweiten Isolators 58M₂ auf etwa 10 nm eingestellt, aber die Dicken sind nicht darauf beschränkt.

[0534] Wie in **Fig. 57** veranschaulicht, weist der erste Isolator 58M₁ zum Beispiel eine Mehrschichtstruktur einschließlich eines Festladungsfilms 52, eines Isolationsfilms 53, eines Festladungsfilms 52 und eines Isolationsfilms 36 auf, die von der Seite des ersten Bereichs 21a zu der Seite des zweiten Bereichs 21b in der Y-Richtung ausgerichtet sind, ist aber nicht darauf beschränkt. Im Gegensatz dazu weist der zweite Isolator 58M₂ eine Einzelschichtstruktur auf, die zum Beispiel einen Separationsfilm 34 in der Y-Richtung beinhaltet.

[0535] Jeder des Isolationsfilms 53, des Separationsfilms 34 und des Isolationsfilms 36 besteht zum Beispiel aus einem Siliciumoxidfilm. Dieser Siliciumoxidfilm weist einen Brechungsindex

niedriger als ein Halbleitermaterial, wie etwa Si, SiGe, InGaAs oder dergleichen, auf.

[0536] Der Festladungsfilm 52 beinhaltet zum Beispiel einen Film aus Hafniumoxid (HfO_2), Zirkoniumoxid (ZrO_2), Tantaloxid (Ta_2O_5) oder dergleichen als einen dielektrischen Film, der eine negative feste Ladung erzeugt. Ein solcher dielektrischer Film weist einen Brechungsindex niedriger als ein Halbleitermaterial, wie etwa Si, SiGe, InGaAs oder dergleichen, auf. Außerdem ist eine Filmdicke des Festladungsfilms 52 relativ zu der Filmdicke des Isolationsfilms 53 sehr klein. In **Fig. 57** ist die Filmdicke des Festladungsfilms 52 größer als ein tatsächliches Verhältnis eingezeichnet, um ein problemloses Verständnis der Konfiguration des Festladungsfilms 52 zu ermöglichen.

[0537] Dementsprechend kann der erste Isolator 58M₁ einschließlich des Festladungsfilms 52 zusammen mit den Isolationsfilmen 53 und 36 als eine Schicht mit einem Brechungsindex niedriger als die Halbleiterschicht 20 betrachtet werden.

[0538] Außerdem weist als ein Beispiel, zum Beispiel im Fall von Licht einer Wellenlänge von 940 nm, Silicium zum Beispiel einen Brechungsindex von etwa 3,62 auf, weist Siliciumoxid zum Beispiel einen Brechungsindex von etwa 1,45 auf und weist die Luft zum Beispiel einen Brechungsindex von etwa 1,00 auf. Außerdem weist als ein weiteres Beispiel, zum Beispiel im Fall einer Wellenlänge von 550 nm, Silicium zum Beispiel einen Brechungsindex von etwa 4,08 auf, weist Siliciumoxid zum Beispiel einen Brechungsindex von etwa 1,46 auf und weist die Luft zum Beispiel einen Brechungsindex von etwa 1,00 auf.

[0539] Wie in **Fig. 55** und **57** veranschaulicht, weisen der pixelinterne Separationsbereich 32M und der Zwischenpixelseparationsbereich 31 unterschiedliche Breiten in der Kurze-Seite-Richtung auf. Insbesondere ist die Breite W_9 des pixelinternen Separationsbereichs 32M größer als die Breite W_8 des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 ($W_9 > W_8$).

<<Verfahren zum Herstellen der
Festkörperbildgebungsvorrichtung>>

[0540] Als Nächstes wird ein Verfahren zum Herstellen der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1M gemäß der 13. Ausführungsform der vorliegenden Technologie unter Bezugnahme auf **Fig. 59A** bis **59I** beschrieben.

[0541] Bei dieser 13. Ausführungsform wird eine Herstellung des Zwischenpixelseparationsbereichs 32M, die in dem Verfahren zum Herstellen der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1M enthalten ist, speziell beschrieben.

[0542] Zuerst werden, wie in **Fig. 59A** veranschaulicht, in der Halbleiterschicht 20 gegrabene Teile 33a und 33M gebildet, die sich von der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 zu der zweiten Fläche S2 hin erstrecken.

[0543] Der gegrabene Teil 33a unterteilt den fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21L. Der gegrabene Teil 33M unterteilt den fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 in einen ersten Bereich 21a und einen zweiten Bereich 21b, die in der Y-Richtung ausgerichtet sind. Jeder der gegrabenen Teile 33a und 33M kann unter Verwendung einer bekannten Fotolithografiertechnologie und einer anisotropen Trockenätztechnologie gebildet werden. Eine Breite des gegrabenen Teils 33M in der Kurze-Seite-Richtung (der Y-Richtung) ist so gebildet, dass sie größer als eine Breite des gegrabenen Teils 33a in der Kurze-Seite-Richtung ist.

[0544] In diesem Prozess wurden in dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 das Wannengebiet 22 des p-Typs, der Halbleiterbereich 23 des n-Typs, die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 (PD) und dergleichen bereits gebildet. In dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21L wurde das Wannengebiet 22 des p-Typs bereits gebildet.

[0545] Hier wird bei der Herstellung der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1M dieser 13. Ausführungsform ein Dünnungsprozess (siehe **Fig. 59F**) zum Verringern der Dicke der Halbleiterschicht 20 durchgeführt. Dementsprechend wird eine Tiefe von jedem der gegrabenen Teile 33a und 33M in der Z-Richtung (der Dickenrichtung der Halbleiterschicht 20) so gebildet, dass sie tiefer als eine Dünnungslinie S3 ist, die die Dicke der Halbleiterschicht 20 repräsentiert, die in dem Dünnungsprozess gebildet wird.

[0546] Als Nächstes werden, nachdem die gegrabenen Teile 33a und 33M gebildet wurden, wie in **Fig. 59B** veranschaulicht, innerhalb von jedem der gegrabenen Teile 33a und 33M ein Separationsisolationsfilm 34 und ein leitfähiges Material 35 in dieser Reihenfolge gebildet. Der Separationsisolationsfilm 34 wird so gebildet, dass er eine Filmdicke aufweist, die sich entlang einer Seitenwand und einer unteren Wand des Inneren von jedem der gegrabenen Teile 33a und 33M erstreckt. Als der Separationsisolationsfilm 34 wird zum Beispiel ein Siliciumoxidfilm unter Verwendung eines CVD-Verfahrens abgeschieden und gebildet. Das leitfähige Material 35 wird mit einer Filmdicke gebildet, für die das Innere in dem gegrabenen Teil 33a eingebettet ist, und erstreckt sich entlang der Seitenwand und der unteren Wand des Inneren in dem gegrabenen Teil 33M. Als das leitfähige Material 35 wird zum Beispiel ein dotierter Polysiliciumfilm, in den Fremdstoffe zum Reduzieren eines Widerstandswerts eingeführt wur-

den, unter Verwendung eines CVD-Verfahrens abgeschieden und gebildet. Der Separationsisolationsfilm 34 und das leitfähige Material 35 werden auch auf der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 gebildet.

[0547] In diesem Prozess werden innerhalb des gegrabenen Teils 33M, von der Seite des ersten Bereichs 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 zu der Seite des zweiten Bereichs 21b, ein Separationsisolationsfilm 34, ein leitfähiges Material 35, ein Raumteil (ein Spaltteil), ein leitfähiges Material 35 und ein Separationsisolationsfilm 34 in einer Mehrschichtform ausgerichtet und angeordnet.

[0548] Als Nächstes wird, nachdem der Separationsisolationsfilm 34 und das leitfähige Material 35 gebildet wurden, wie in **Fig. 59C** veranschaulicht, ein Isolationsfilm 36 innerhalb des gegrabenen Teils 33M durch den Separationsisolationsfilm 34 und das leitfähige Material 35 gebildet. Als der Isolationsfilm 36 wird zum Beispiel ein Siliciumoxidfilm mit einer Filmdicke zum Einbetten des Inneren des gegrabenen Teils 33M unter Verwendung eines CVD-Verfahrens abgeschieden und gebildet. Der Isolationsfilm 36 wird auch auf der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 gebildet.

[0549] In diesem Prozess werden innerhalb des gegrabenen Teils 33M, von der Seite des ersten Bereichs 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 zu der Seite des zweiten Bereichs 21b, ein Separationsisolationsfilm 34, ein leitfähiges Material 35, ein Isolationsfilm 36, ein leitfähiges Material 35 und ein Separationsisolationsfilm 34 in einer Mehrschichtform ausgerichtet und angeordnet. Das leitfähige Material 35 der Seite des ersten Bereichs 21a wird als eine Hilfselektrode verwendet. Der Separationsisolationsfilm 34 der Seite des ersten Bereichs 21a wird als ein zweiter Isolator 58M₂ verwendet.

[0550] Als Nächstes wird, nachdem der Isolationsfilm 34 gebildet wurde, wie in **Fig. 59D** veranschaulicht, jeder des Isolationsfilms 36, des leitfähigen Materials 35 und des Separationsisolationsfilms 34 auf der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 selektiv entfernt, so dass der Separationsisolationsfilm 34 und das leitfähige Material 35 innerhalb von jedem der gegrabenen Teile 33a und 33M verbleiben. Der Isolationsfilm 36, das leitfähige Material 35 und der Separationsisolationsfilm 34 können unter Verwendung eines CMP-Verfahrens oder eines Rückätzverfahrens selektiv entfernt werden.

[0551] Als Nächstes werden, nachdem jeder des Isolationsfilms 36, des leitfähigen Material 35 und des Separationsisolationsfilms 34 selektiv entfernt wurde, wie in **Fig. 59E** veranschaulicht ist, ein Elementbildungsbereich 20a und ein Elementseparationsbereich 25 auf der ersten Fläche S1 der Halb-

leiterschicht 20 gebildet. Der Elementbildungsbereich 20a wird durch den Elementseparationsbereich 25 unterteilt und wird in dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 gebildet.

[0552] Der Elementseparationsbereichs 25 kann zum Beispiel durch Bilden eines flachen Kerbenteils (eines Feldkerbenteils) 26, der von der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 zu der Seite der zweiten Fläche S2 abgesenkt ist, anschließend Bilden eines Isolationsfilms 27, der zum Beispiel aus einem Siliciumoxidfilm gebildet wird, auf der gesamten Fläche auf der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 einschließlich des Inneren des flachen Kerbenteils 26 und anschließend selektives Entfernen des Isolationsfilms 27 auf der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 unter Verwendung des CMP-Verfahrens gebildet werden, so dass der Isolationsfilm 27 innerhalb des flachen Kerbenteils 26 verbleibt. Als der Isolationsfilm 27 kann zum Beispiel ein Siliciumoxidfilm verwendet werden, dessen Brechungsindex niedriger als jener eines Halbleitermaterials, wie etwa Si, SiGe, InGaAs oder dergleichen, ist.

[0553] In diesem Prozess wird der Elementseparationsbereich 25 so gebildet, dass er in der Draufsicht mit jedem des gegrabenen Teils 33a und des gegrabenen Teils 33M überlappt.

[0554] Als Nächstes werden, obwohl dies in der Zeichnung nicht veranschaulicht ist, nachdem der Elementbildungsbereich 20a und der Elementseparationsbereich 25 gebildet wurden, Pixeltransistoren (AMP, SEL, RST und TRG) in dem Elementbildungsbereich 20a gebildet und wird, wie in **Fig. 59E** veranschaulicht, ein Floating-Diffusion-Gebiet FD in dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 gebildet. Das Floating-Diffusion-Gebiet FD wird auf der Seite der ersten Oberfläche S1 der Halbleiterschicht 20 in dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 gebildet.

[0555] Als Nächstes wird, wie in **Fig. 59F** veranschaulicht, eine Mehrschichtverdrahtungsschicht 40 auf der Seite der ersten Oberfläche S1 der Halbleiterschicht 20 gebildet. Danach werden durch vertikales Invertieren der Halbleiterschicht 20 und Durchführen eines Dünnungsprozesses zum Verringern der Dicke der Halbleiterschicht 20 durch Abtragen der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 zum Beispiel unter Verwendung eines CMP-Verfahrens, wie in **Fig. 59G** veranschaulicht, der Separationsisolationsfilm 34 und das leitfähige Material 35, die innerhalb des gegrabenen Teils 33a angeordnet sind, freigelegt und werden der Separationsisolationsfilm 34 und das leitfähige Material 35 freigelegt, die innerhalb des gegrabenen Teils 33M angeordnet sind. Das Dünnen der Halbleiterschicht 20 wird bis zu

einer Dünnungslinie S3 durchgeführt, die in **Fig. 59F** veranschaulicht ist.

[0556] Als Nächstes wird, wie in **Fig. 59H** veranschaulicht, ein Beugungsstreuungsabschnitt 51 auf der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 in dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 gebildet und werden der Separationsisolationsfilm 34 und das leitfähige Material 35, die innerhalb des gegrabenen Teils 33a angeordnet sind, und der Separationsisolationsfilm 34 und das leitfähige Material 35 der Seite des ersten Bereichs 21a des Inneren des gegrabenen Teils 33M selektiv entfernt. Obwohl der Prozess zum Bilden des Beugungsstreuungsabschnitts 51 separat von dem Prozess zum selektiven Entfernen des Separationsisolationsfilms 34 und des leitfähigen Materials 35 durchgeführt wird, kann ein beliebiger der Prozesse zuerst durchgeführt werden. Der Separationsisolationsfilm 34 und das leitfähige Material 35 können unter Verwendung einer bekannten Fotolithografiertechnologie und einer anisotropen Trockenätztechnologie selektiv entfernt werden.

[0557] In diesem Prozess wird der Isolationsfilm 36, der innerhalb des gegrabenen Teils 33M angeordnet ist, auf der Seite des zweiten Bereichs 21b geätzt und eine Filmdicke davon wird etwas dünn.

[0558] Als Nächstes wird, wie in **Fig. 59I** veranschaulicht, ein Festladungsfilm 52 gebildet. Der Festladungsfilm 52 wird über dem ersten Bereich 21a und dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 auf der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 gebildet und wird gemäß der Seitenwand und der unteren Wand des Inneren von jedem der gegrabenen Teile 33a und 33M und einer Unebenheit des Beugungsstreuungsabschnitts 51 gebildet.

[0559] Als Nächstes wird, nachdem der Festladungsfilm 52 gebildet wurde, wie in **Fig. 59J** veranschaulicht, ein Isolationsfilm 53 auf der gesamten Fläche der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 einschließlich des Inneren von jedem der gegrabenen Teile 33a und 33M gebildet. Zum Beispiel kann, nachdem ein Siliciumoxidfilm unter Verwendung eines CVD-Verfahrens gebildet wurde, ein Isolationsfilm 53 durch Planarisieren der Oberflächenseite des Siliciumoxidfilms unter Verwendung eines CMP-Verfahrens durch Abtragen gebildet werden.

[0560] In diesem Prozess wird ein Zwischenpixelseparationsbereich 31 einschließlich des Festladungsfilms 52 und des Isolationsfilms 53 innerhalb des gegrabenen Teils 33a gebildet.

[0561] Außerdem wird in diesem Prozess, wenn unter Bezugnahme auf **Fig. 57** beschrieben, ein ers-

ter Isolator 58M₁ gebildet, der einen Isolationsfilm 36, einen Festladungsfilm 52, einen Isolationsfilm 53 und einen Festladungsfilm 52 beinhaltet, die in einer Mehrschichtform von der Seite des leitfähigen Materials 35 zu der Seite des zweiten Bereichs 21a auf der Seite des ersten Bereichs 21a des leitfähigen Materials 35 innerhalb des gegrabenen Teils 33M sequentiell ausgerichtet sind, und eine Filmdicke t1 aufweist, die größer als die Filmdicke t2 des zweiten Isolators 58M₂ sein soll. Dann wird ein pixelinterner Separationsbereich 32M einschließlich eines ersten Isolators 58M₁, eines leitfähigen Materials 35 und eines zweiten Isolators 58M₂ gebildet, die in einer Mehrschichtform von der Seite des ersten Bereichs 21a zu der Seite des zweiten Bereichs 21b sequentiell ausgerichtet sind.

[0562] Außerdem weist in diesem Prozess der pixelinterne Separationsbereich 32M eine Breite W₉ in der Kurze-Seite-Richtung auf, die größer als eine Breite W₈ des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 in der Kurze-Seite-Richtung sein soll.

[0563] Als Nächstes wird, wie in **Fig. 56** und **57B** veranschaulicht, der Lichtblockierungsfilm 54 auf einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 des Isolationsfilms 53 gebildet. Der Lichtblockierungsfilm 54 wird so gebildet, dass er mit dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21L überlappt.

[0564] Danach wird durch Bilden eines Farbfilters 55 und einer Mikrolinse 56 auf einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 des Lichtblockierungsfilms 54 in dieser Reihenfolge ein in **Fig. 44** bis **46B** veranschaulichter Zustand ausgebildet.

[0565] Außerdem wird auch in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1M gemäß dieser 13. Ausführungsform durch Unterteilen eines Halbleiterwafers einschließlich der Halbleiterschicht 20 und der Mehrschichtverdrahtungsschicht 40 für jeden Chipbildungsbereich der in **Fig. 1** veranschaulichte Zustand des Halbleiterchips 2 ausgebildet.

<<Lichtreflexionsfunktion des pixelinternen
Separationsbereichs>>

[0566] Als Nächstes wird eine Lichtreflexionsfunktion des pixelinternen Separationsbereichs 32M unter Bezugnahme auf **Fig. 57** und **58** beschrieben. **Fig. 58** ist ein Diagramm, das eine Korrelation zwischen einem optischen Reflexionsgrad an einem Grenzflächenteil If₁ zwischen dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 und dem pixelinternen Separationsbereich 32M und einer Filmdicke t1 des ersten Isolators 58M₁ auf der Seite des ersten Bereichs 21a des pixelinternen Separationsbereichs 32M veranschaulicht. Hier ist der Reflexionsgrad der vertikalen Achse ein Refle-

xionsgrad, falls einfallendes Licht zu dem Grenzflächenteil lf_1 zwischen dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 und dem pixelinternen Separationsbereich 32M mit 45° bis 85° emittiert wird.

[0567] In Fig. 58 ist B Daten von Licht eines blauen Wellenlängenbandes, ist G Daten von Licht eines grünen Wellenlängenbandes, ist R Daten von Licht eines roten Wellenlängenbandes und ist NIR Daten von Licht eines Nahinfrarotwellenlängenbandes.

[0568] Wie in Fig. 57 veranschaulicht, weist Licht 57M, das von der Seite der zweiten Fläche S2 (einer Lichteinfallsfächenseite) der Halbleiterschicht 20 einfällt, einen Einfallswinkel von 45° oder mehr mit Bezug auf den Grenzflächenteil lf_1 zwischen dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 und dem pixelinternen Separationsbereich 32 auf. Außerdem wird der fotoelektrische Umwandlungsbereich 21 unter Verwendung eines Halbleitermaterials (zum Beispiel Silicium) gebildet, das Licht absorbiert und allgemein einen großen (hohen) Brechungsindex aufweist. Auf diese Weise werden im Fall einer Lichtreflexion mit einem großen Einfallswinkel in einem Medium mit einem hohen Brechungsindex Totalreflexionsbedingungen erfüllt. Tatsächlich erfüllen Silicium (Si) mit einem Transmissionsgrad von „ $n = 3$ bis 4 “ und Siliciumoxid (SiO_2) mit einem Transmissionsgrad von „ $n = 1,5$ “ Totalreflexionsbedingungen für einen Einfallswinkel von 20 bis 30° oder mehr. Obwohl in einem Fall, in dem die Dicke $t1$ des ersten Isolators $58M_1$ des pixelinternen Separationsbereichs 32M klein mit Bezug auf die Wellenlänge von Licht 57M ist, eine evaneszente Komponente transmittiert wird und in die Seite des zweiten Bereichs 21b eindringt, wird die evaneszente Komponente kleiner, wenn die Filmdicke $t1$ des ersten Isolators $58M_1$ auf der Seite des ersten Bereichs 21a des leitfähigen Materials 35 dicker wird.

[0569] Wenn andererseits eine elektrische Signalladung, die durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 fotoelektrisch umgewandelt wurde, zu dem Floating-Diffusion-Gebiet FD transmittiert wird, fungiert 32M der pixelinterne Separationsbereich 32M durch Ändern des Potentials der Halbleiterschicht 20 der Seitenwand des pixelinternen Separationsbereichs 32M durch Anlegen eines positiven elektrischen Potentials an das leitfähige Material 35 des pixelinternen Separationsbereichs als eine Hilfselektrode, die eine Übertragung einer elektrischen Signalladung zu dem Floating-Diffusion-Gebiet FD (eine Übertragungsleistungsfähigkeit in dem zweiten Bereich 21b) unterstützt. Um die Übertragungsleistungsfähigkeit in diesem zweiten Bereich 21b zu verbessern, wird es bevorzugt, dass die Filmdicke $t2$ des zweiten Isolators $58M_2$ auf der Seite des zweiten Bereichs 21b des leitfähigen Materials 35 klein ist. Dementsprechend wird durch Konfigurieren der

Filmdicke $t1$ des ersten Isolators $58M_1$, der auf der Seite des ersten Bereichs 21a des leitfähigen Materials 35 positioniert ist, derart, dass sie größer als die Filmdicke $t2$ des zweiten Isolators $58M_2$ ist, der auf der Seite des zweiten Bereichs 21b des leitfähigen Materials 35 positioniert ist, der Reflexionsgrad an dem Grenzflächenteil lf_1 zwischen dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 und dem pixelinternen Separationsbereich 32M verbessert und kann eine Übertragung einer elektrischen Signalladung, die durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 des ersten Bereichs 21a fotoelektrisch umgewandelt wurde, zu dem Floating-Diffusion-Gebiet FD verbessert werden.

[0570] Wie in Fig. 58 veranschaulicht, wird im Fall eines beliebigen Wellenlängenbandes der optische Reflexionsgrad an dem Grenzflächenteil lf_1 durch die Abhängigkeit von der Filmdicke $t1$ des ersten Isolators $58M_1$ verbessert. Die Verbesserung des optischen Reflexionsgrades wird gesättigt, wenn die Filmdicke $t1$ des ersten Isolators $58M_1$ nahe 50 nm ist. Obwohl es umso besser ist, je größer die Filmdicke $t1$ des ersten Isolators $58M_1$ ist, wird, wenn die Filmdicke $t1$ des ersten Isolators $58M_1$ größer wird, das Volumen des zweiten Bereichs 21a (der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24 (PD)) des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 kleiner, und dementsprechend gibt es einen Einfluss auf einer Reduktion der Empfindlichkeit. Dementsprechend beträgt die Filmdicke $t1$ des ersten Isolators $58M_1$ bevorzugt etwa 50 nm .

[0571] Ein Unterschied zwischen der Filmdicke $t1$ des ersten Isolators $58M_1$ und der Filmdicke $t2$ des zweiten Isolators $58M_2$ unterscheidet sich von einem Abmessungsfehler aufgrund einer Verarbeitungsunregelmäßigkeit während eines Herstellungsprozesses.

[0572] Außerdem kann, obwohl bei dieser 13. Ausführungsform der erste Isolator $58M_1$ den Festladungsfilm 52 beinhaltet, auch in einem Fall, in dem der Festladungsfilm 52 nicht enthalten ist, oder einem Fall, in dem ein Dielektrikum, wie etwa ein Siliciumnitrid(Si_3N_4)-Film, eine Luftschicht oder dergleichen enthalten ist, ein ähnlicher Effekt einer Verbesserung eines optischen Reflexionsgrades erlangt werden.

<<Haupteffekte der 13. Ausführungsform>>

[0573] Als Nächstes werden Haupteffekte dieser 13. Ausführungsform beschrieben. Die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1M gemäß dieser 13. Ausführungsform beinhaltet, ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform den Zwischenpixelseparationsbereich 31 und den pixelinternen Separationsbereich 32M. Dementsprechend

können auch in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1M gemäß dieser 13. Ausführungsform, ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, eine Verbesserung der Quanteneffizienz QE und eine hohe Unterdrückung einer Farbmischung (MTF) als Pixelcharakteristiken erzielt werden und kann eine Verbesserung von Übertragungscharakteristiken als Pixelcharakteristiken erzielt werden.

[0574] Außerdem beinhaltet die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1L gemäß dieser 13. Ausführungsform, ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, den Lichtblockierungsfilm 54. Dementsprechend kann auch in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1M gemäß dieser 12. Ausführungsform, ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, eine Ankunft (Emission) von Licht bei dem Floating-Diffusion-Gebiet FD unterdrückt werden und können die Parasitäre-Lichtempfindlichkeit-Charakteristiken (PLS) verbessert werden.

[0575] Des Weiteren ist in dem pixelinternen Separationsbereich 32M dieser 13. Ausführungsform die Filmdicke t_1 des ersten Isolators $58M_1$ auf der Seite des ersten Bereichs 21a des leitfähigen Materials 35 so konfiguriert, dass sie größer als die Filmdicke t_2 des zweiten Isolators $58M_2$ auf der Seite des zweiten Bereichs 21b des leitfähigen Materials 35 ist. Dementsprechend nimmt, weil der optische Reflexionsgrad an dem Grenzflächenteil lf_1 zwischen dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 und dem pixelinternen Separationsbereich 32M verbessert wird, die Menge an Licht, das durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 (PD) des ersten Bereichs 21a absorbiert wird, zu und kann eine Verbesserung der Quanteneffizienz QE (Empfindlichkeit) erzielt werden, kann ein Eindringen von Licht in den zweiten Bereich 21b unterdrückt werden und kann eine Ankunft (Emission) von Licht bei dem Floating-Diffusion-Gebiet FD unterdrückt werden. Dementsprechend kann gemäß der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1M gemäß dieser 13. Ausführungsform in Kombination mit dem Effekt einer Verbesserung der Parasitäre-Lichtempfindlichkeit-Charakteristiken gemäß einer Lichtblockierung des Lichtblockierungsfilms 54 ferner eine stärkere Verbesserung der Parasitäre-Lichtempfindlichkeit-Charakteristiken (PLS) erzielt werden und kann eine Verbesserung der Quanteneffizienz QE (Empfindlichkeit) erzielt werden.

<<Modifiziertes Beispiel der 13. Ausführungsform>>

[0576] Obwohl bei der zuvor beschriebenen 13. Ausführungsform der erste Isolator $58M_1$ einschließlich des Festladungsfilms 52 beschrieben wurde,

kann, wie in **Fig. 60** veranschaulicht, der erste Isolator $58M_1$ so konfiguriert sein, dass er den Festladungsfilm 52 nicht beinhaltet.

[0577] Außerdem kann, obwohl bei der zuvor beschriebenen 13. Ausführungsform die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1M einschließlich des Festladungsfilms 52 beschrieben wurde, die vorliegende Technologie auch auf eine Festkörperbildgebungsvorrichtung 1M ohne den Festladungsfilm angewandt werden.

[14. Ausführungsform]

[0578] Bei dieser 14. Ausführungsform wird hauptsächlich ein Beispiel beschrieben, bei dem die vorliegende Technologie auf eine Festkörperbildgebungsvorrichtung angewandt wird, die eine fotoelektrische Umwandlung von Nahinfrarotlicht durchführt.

[0579] **Fig. 61** ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster eines Separationsbereichs (eines Zwischenpixelseparationsbereichs 31 und eines pixelinternen Separationsbereichs 32) in einem Pixelarrayteil 2A einer Festkörperbildgebungsvorrichtung 1N gemäß der 14. Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[0580] **Fig. 62** ist eine Longitudinalquerschnittansicht, die eine Longitudinalquerschnittstruktur entlang einer in **Fig. 61** veranschaulichten Linie a61-a61 schematisch veranschaulicht.

[0581] **Fig. 63** ist eine Longitudinalquerschnittansicht, in der ein Teil von **Fig. 62** vergrößert ist und vertikal invertiert ist.

[0582] **Fig. 64** ist ein Diagramm, das eine Interferenz zwischen Reflexionslicht $57N_1$, das in dem pixelinternen Separationsbereich 32 reflektiert wird, und Rückkehrlicht $57N_2$, das in dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 reflektiert wird, schematisch veranschaulicht.

<<Konfiguration der Festkörperbildgebungsvorrichtung>>

[0583] Wie in **Fig. 61** und **62** veranschaulicht, weist die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1N gemäß der 14. Ausführungsform der vorliegenden Technologie eine Konfiguration auf, die im Grunde ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform ist, und weist eine unterschiedliche Konfiguration eines fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 auf.

[0584] Mit anderen Worten wird in dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 dieser 14. Ausführungsform, die in **Fig. 61** und **62** veranschaulicht ist,

eine Breite W_b eines zweiten Bereichs 21b in der Y-Richtung gemäß einer Art (einer Wellenlänge) von Licht eingestellt, das durch eine fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 (PD) eines ersten Bereichs 21a fotoelektrisch umgewandelt wurde. Die Breite W_b des zweiten Bereichs 21b wird derart eingestellt, dass ein optischer Reflexionsgrad in einem Grenzflächenteil lf_1 zwischen dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 und einer Seitenwand des pixelinternen Separationsbereichs 32 ansteigt.

[0585] Hier ist die Breite W_b des zweiten Bereichs 21b in der Y-Richtung eine Breite in einer Anordnungsrichtung des ersten Bereichs 21a und des zweiten Bereichs 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21.

[0586] Insbesondere erreicht, wie in **Fig. 63** veranschaulicht, Einfallslight 57N, das von der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 in den ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 eingefallen (eingedrungen) ist, einen Grenzflächenteil lf_1 (eine Seitenwand der Seite des ersten Bereichs 21a des pixelinternen Separationsbereichs 32) zwischen dem ersten Bereich 21a und dem pixelinternen Separationsbereich 32. Als das Einfallslight 57N, das diesen Grenzflächenteil lf_1 erreicht, wie in **Fig. 64** veranschaulicht, gibt es Reflexionslight 57N₁, das an dem Grenzflächenteil lf_1 reflektiert wird, und Rückkehrlicht 57N₂, das durch den pixelinternen Separationsbereich 32 transmittiert wird, ferner an dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 reflektiert wird und zu dem ersten Bereich 21a zurückkehrt. Durch Einstellen der Breite W_b des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 derart, dass eine Phasendifferenz zwischen diesem Reflexionslight 57N₁ und dem Rückkehrlicht 57N₂ ein ganzzahliges Vielfaches ($\lambda/4n$) des Einfallslights 57N wird, steigt ein optischer Reflexionsgrad an dem Grenzflächenteil lf_1 zwischen dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 und der Seitenwand des pixelinternen Separationsbereichs 32 an.

[0587] Bei dieser 14. Ausführungsform wandelt zum Beispiel in dem gesamten fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 (PD) Nahinfrarotlicht (NIR) mit der Wellenlänge von 800 nm fotoelektrisch in eine elektrische Signalladung um, ist aber nicht darauf beschränkt. Die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1N gemäß dieser 14. Ausführungsform, wie in **Fig. 62** und **63** veranschaulicht, beinhaltet nicht das Farbfilter 55 der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, die in **Fig. 5** und **6** veranschaulicht ist. Die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1N gemäß dieser 14. Ausführungsform beinhaltet einen Planarisierungsfilm 59, der so angeordnet ist, dass er den Lichtblo-

ckierungsfilm 54 zwischen dem Isolationsfilm 53 und der Mikrolinse 56 bedeckt.

[0588] **Fig. 65** ist ein Diagramm, das eine Korrelation zwischen einer Breite W_b des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 und einem optischen Reflexionsgrad an einer Seitenwand des ersten Bereichs 21a des pixelinternen Separationsbereichs 32 (dem Grenzflächenteil lf_1 zwischen dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 und der Seitenwand des pixelinternen Separationsbereichs 32) in Nahinfrarotlicht veranschaulicht.

[0589] Eine Beziehung zwischen der Breite W_b des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 und dem optischen Reflexionsgrad an dem Grenzflächenteil lf_1 ist so, wie in **Fig. 65** veranschaulicht, und der optische Reflexionsgrad an dem Grenzflächenteil lf_1 ist maximal, wenn die Breite W_b des zweiten Bereichs 21b 350 nm beträgt.

[0590] Dementsprechend kann durch Einstellen der Breite W_b des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 derart, dass eine Phasendifferenz zwischen diesem Reflexionslight 57N₁ und dem Rückkehrlicht 57N₂ ein ganzzahliges Vielfaches ($\lambda/4n$) des Einfallslights 57N wird, der optische Reflexionsgrad des Einfallslights 57N an dem Grenzflächenteil lf_1 zwischen dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 und der Seitenwand des pixelinternen Separationsbereichs 32 erhöht werden.

[0591] Da der optische Reflexionsgrad an dem Grenzflächenteil lf_1 zwischen dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 und der Seitenwand des pixelinternen Separationsbereichs 32 erhöht werden kann, nimmt außerdem eine Lichtkomponente, die durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 (PD) absorbiert wird, die in dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 angeordnet ist, zu und kann eine Verbesserung der Empfindlichkeit der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1N erzielt werden. Da der optische Reflexionsgrad an dem Grenzflächenteil lf_1 zwischen dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 und der Seitenwand des pixelinternen Separationsbereichs 32 erhöht werden kann, kann des Weiteren eine Ankunft (Emission) des Einfallslights 57N bei dem Floating-Diffusion-Gebiet FD unterdrückt werden, das in dem zweiten Bereich angeordnet ist, und kann in Kombination mit dem Effekt des Verbesserns der Parasitäre-Lichtempfindlichkeit-Charakteristiken gemäß der Lichtblockierung des Lichtblockierungsfilms 54 ferner eine stärkere Verbesserung der Parasitäre-Lichtempfindlichkeit-Charakteristiken (PLS) erzielt werden.

[0592] Außerdem weist, wie in **Fig. 63** veranschaulicht, der pixelinterne Separationsbereich 32 eine Konfiguration auf, bei der der Separationsisolationfilm 34 auf sowohl der Seite des ersten Bereichs 21a als auch der Seite des zweiten Bereichs 21b des leitfähigen Materials 35 angeordnet ist. Ähnlich der zuvor beschriebenen 13. Ausführungsform kann dieser Separationsisolationfilm 34 als ein einziger Isolator betrachtet werden. Dementsprechend weist der pixelinterne Separationsbereich 32 eine Konfiguration auf, bei der das leitfähige Material 35 auf jeder der Seite des ersten Bereichs und der Seite des zweiten Bereichs des Inneren des gegrabenen Teils 33b durch einen Isolator einschließlich des Separationsisolationfilms 34 angeordnet ist.

[15. Ausführungsform]

[0593] Obwohl bei der zuvor beschriebenen 14. Ausführungsform die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1N beschrieben wurde, die hauptsächlich eine fotoelektrische Umwandlung von Nahinfrarotlicht durchführt, wird bei dieser 15. Ausführungsform ein Beispiel beschrieben, bei dem die vorliegende Technologie auf eine Festkörperbildgebungsvorrichtung angewandt wird, die eine fotoelektrische Umwandlung von Licht einer Wellenlänge von Rot, Licht einer Wellenlänge von Grün, Licht einer Wellenlänge von Blau und Nahinfrarotlicht durchführt.

[0594] **Fig. 66** ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster eines Separationsbereichs (eines Zwischenpixelseparationsbereichs 31 und eines pixelinternen Separationsbereichs 32) eines Pixelarrayteils 2A der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1P gemäß der 15. Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[0595] **Fig. 67** ist eine Longitudinalquerschnittansicht, die eine Longitudinalquerschnittstruktur entlang einer in **Fig. 66** veranschaulichten Linie a66-a66 schematisch veranschaulicht.

[0596] **Fig. 68** ist eine Longitudinalquerschnittansicht, die eine Longitudinalquerschnittstruktur entlang einer in **Fig. 66** veranschaulichten Linie b66-b66 schematisch veranschaulicht.

[0597] **Fig. 69** ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster eines Lichtblockierungskörpers schematisch veranschaulicht.

<<Konfiguration der Festkörperbildgebungsvorrichtung>>

[0598] Wie in **Fig. 66** und **68** veranschaulicht, weist die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1P gemäß der 15. Ausführungsform der vorliegenden Technologie eine Konfiguration auf, die im Grunde ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der

zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform ist, und weist eine unterschiedliche Konfiguration eines Pixelarrayteils 2A auf.

[0599] Wie in **Fig. 66** veranschaulicht, beinhaltet der Pixelarrayteil 2A dieser 15. Ausführungsform mehrere fotoelektrische Umwandlungsbereiche 21, die in Entsprechung mit mehreren Pixeln 3 angeordnet sind, die in einem Matrixmuster angeordnet sind. Die mehreren fotoelektrischen Umwandlungsbereiche 21 beinhalten zwei oder mehr Arten von fotoelektrischen Umwandlungsbereichen 21, deren Breiten der zweiten Bereiche 21b sich in der Y-Richtung voneinander unterscheiden. Bei dieser 15. Ausführungsform beinhalten die mehreren fotoelektrischen Umwandlungsbereiche 21 vier Arten von fotoelektrischen Umwandlungsbereichen 21 (21P₁, 21P₂, 21P₃ und 21P₄), deren Breiten der zweiten Bereiche 21b sich in der Y-Richtung voneinander unterscheiden, aber sie sind nicht darauf beschränkt.

[0600] Der fotoelektrische Umwandlungsbereich 21P₁, der in **Fig. 66** und **67** veranschaulicht ist, führt eine fotoelektrische Umwandlung von Licht der Wellenlänge von Rot (R) unter Verwendung einer fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24 (PD) eines ersten Bereichs 21a durch. In diesem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21P₁ wird die Breite Wb₁ des zweiten Bereichs 21b in der Y-Richtung so eingestellt, dass der optische Reflexionsgrad, mit dem Licht der Wellenlänge von Rot in einem Grenzflächenteil If₁ zwischen dem ersten Bereich 21a und der Seitenwand des pixelinternen Separationsbereichs 32 reflektiert wird, erhöht wird.

[0601] Der fotoelektrische Umwandlungsbereich 21P₂, der in **Fig. 66** und **67** veranschaulicht ist, führt eine fotoelektrische Umwandlung von Licht der Wellenlänge von Grün (G) unter Verwendung einer fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24 (PD) eines ersten Bereichs 21a durch. In diesem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21P₂ wird die Breite Wb₂ des zweiten Bereichs 21b in der Y-Richtung so eingestellt, dass der optische Reflexionsgrad, mit dem Licht der Wellenlänge von Grün reflektiert wird, in einem Grenzflächenteil If₁ zwischen dem ersten Bereich 21a und der Seitenwand des pixelinternen Separationsbereichs 32 erhöht wird. Die Breite Wb₂ des zweiten Bereichs 21b dieses fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21P₂ ist kleiner als die Breite Wb₁ des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21P₁ (Wb₂ < Wb₁).

[0602] Der fotoelektrische Umwandlungsbereich 21P₃, der in **Fig. 66** und **68** veranschaulicht ist, führt eine fotoelektrische Umwandlung von Licht der Wellenlänge von Blau (B) unter Verwendung einer fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24 (PD) eines ersten Bereichs 21a durch. In diesem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21P₃ wird die Breite

Wb_3 des zweiten Bereichs 21b in der Y-Richtung so eingestellt, dass der optische Reflexionsgrad, mit dem Licht der Wellenlänge von Blau reflektiert wird, in dem Grenzflächenteil lf_1 zwischen dem ersten Bereich 21a und der Seitenwand des pixelinternen Separationsbereichs 32 erhöht wird. Die Breite Wb_3 des zweiten Bereichs 21b dieses fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21P₃ ist kleiner als die Breite Wb_2 des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21P₂ ($Wb_3 < Wb_2$).

[0603] Der fotoelektrische Umwandlungsbereich 21P₄, der in **Fig. 66** und **68** veranschaulicht ist, führt eine fotoelektrische Umwandlung von Nahinfrarotlicht (NIR) unter Verwendung einer fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24 (PD) eines ersten Bereichs 21a durch. In diesem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21P₄ wird die Breite Wb_4 des zweiten Bereichs 21b in der Y-Richtung so eingestellt, dass der optische Reflexionsgrad, mit dem Nahinfrarotlicht in dem Grenzflächenteil lf_1 zwischen dem ersten Bereich 21a und der Seitenwand des pixelinternen Separationsbereichs 32 reflektiert wird, erhöht wird. Die Breite Wb_4 des zweiten Bereichs 21b dieses fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21P₄ ist kleiner als die Breite Wb_3 des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21P₂ ($Wb_4 < Wb_3$).

[0604] Mit anderen Worten werden Breiten (Wb_1 , Wb_2 , Wb_3 und Wb_4) der zweiten Bereiche 21b der fotoelektrischen Umwandlungsbereiche 21P₁ bis 21P₄ so eingestellt, dass der optische Reflexionsgrad an dem Grenzflächenteil lf_1 angehoben wird. Die Breiten der zweiten Bereiche 21b ($Wb_1 > Wb_2 > Wb_3 > Wb_4$) der fotoelektrischen Umwandlungsbereiche 21P₁ bis 21P₄ unterscheiden sich voneinander.

[0605] Bezüglich des optischen Reflexionsgrads an dem Grenzflächenteil lf_1 von jedem der fotoelektrischen Umwandlungsbereiche 21P₁ bis 21P₄ wird, wenn unter Bezugnahme auf **Fig. 64** der zuvor beschriebenen 14. Ausführungsform beschrieben, ähnlich der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, durch Einstellen der Breite (Wb_1 , Wb_2 , Wb_3 und Wb_4) des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 derart, dass eine Phasendifferenz zwischen Reflexionslicht 57N₁ und Rückkehrlicht 57N₂ ein ganzzahliges Vielfaches ($\lambda/4n$) des Einfallslichts 57N wird, der optische Reflexionsgrad an dem Grenzflächenteil lf_1 zwischen dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 und der Seitenwand des pixelinternen Separationsbereichs 32 erhöht.

[0606] **Fig. 70** ist ein Diagramm, das eine Korrelation zwischen einer Breite Wb_1 , Wb_2 , Wb_3 und Wb_4) des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 und einem optischen Reflexionsgrad an einer Seitenwand der Seite des

ersten Bereichs 21a des pixelinternen Separationsbereichs 32 (einem Grenzflächenteil lf_1 zwischen dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 und der Seitenwand des pixelinternen Separationsbereichs 21b) in Licht (R) mit der Wellenlänge von Rot, Licht (G) mit der Wellenlänge von Grün, Licht (B) mit der Wellenlänge von Blau und Nahinfrarotlicht (NIR) veranschaulicht.

[0607] In den fotoelektrischen Umwandlungsbereichen 21P₁ bis 21P₄, sind Beziehungen zwischen Breiten (Wb_1 , Wb_2 , Wb_3 und Wb_4) der zweiten Bereiche 21b und dem optischen Reflexionsgrad des Grenzflächenteils lf_1 so, wie in **Fig. 69** veranschaulicht, ist der optische Reflexionsgrad des Grenzflächenteils lf_1 in dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21P₁ maximal, wenn die Breite Wb_1 des zweiten Bereichs 21b 400 nm beträgt, ist der optische Reflexionsgrad des Grenzflächenteils lf_1 in dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21P₂ maximal, wenn die Breite Wb_2 des zweiten Bereichs 21b 390 nm beträgt, ist der optische Reflexionsgrad des Grenzflächenteils lf_1 in dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21P₃ maximal, wenn die Breite Wb_3 des zweiten Bereichs 21b 360 nm beträgt, und ist der optische Reflexionsgrad des Grenzflächenteils lf_1 in dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21P₄ maximal, wenn die Breite Wb_4 des zweiten Bereichs 21b 400 nm beträgt.

[0608] Dementsprechend kann in den fotoelektrischen Umwandlungsbereichen 21P₁ bis 21P₄ durch Einstellen der Breite (Wb_1 , Wb_2 , Wb_3 und Wb_4) des zweiten Bereichs 21b von jedem der fotoelektrischen Umwandlungsbereiche 21 derart, dass eine Phasendifferenz zwischen dem Reflexionslicht 57N₁ und dem Rückkehrlicht 57N₂ ein ganzzahliges Vielfaches ($\lambda/4n$) des Einfallslichts 57N wird, der optische Reflexionsgrad des Einfallslichts 57N an dem Grenzflächenteil lf_1 zwischen dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 und der Seitenwand des pixelinternen Separationsbereichs 32 des ersten Bereichs 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 erhöht werden. In den fotoelektrischen Umwandlungsbereichen 21P₁ bis 21P₄ unterscheiden sich die Breiten (Wb_1 , Wb_2 , Wb_3 und Wb_4) der zweiten Bereiche 21b in der Y-Richtung voneinander.

[0609] Außerdem nimmt in den fotoelektrischen Umwandlungsbereichen 21P₁ bis 21P₄, da der optische Reflexionsgrad an dem Grenzflächenteil lf_1 zwischen dem ersten Bereich 21a und der Seitenwand des pixelinternen Separationsbereichs 32 erhöht werden kann, die Komponente von Licht, das durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 (PD) absorbiert wird, die in dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 angeordnet ist, zu und kann die Verbesserung der Empfind-

lichkeit der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1P erzielt werden. Da der optische Reflexionsgrad an dem Grenzflächenteil lf_1 zwischen dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 und der Seitenwand des pixelinternen Separationsbereichs 32 erhöht werden kann, kann außerdem eine Ankunft (Emission) von Einfallslcht 57N bei dem Floating-Diffusion-Gebiet FD unterdrückt werden, das in dem zweiten Bereich angeordnet ist, und kann in Kombination mit einem Effekt der Verbesserung der Parasitäre-Lichtempfindlichkeit-Charakteristiken gemäß der Lichtreflexion des Lichtblockierungsfilms 54 ferner eine stärkere Verbesserung der Parasitäre-Lichtempfindlichkeit-Charakteristiken (PLS) erzielt werden.

[0610] Hier wird es, wie in **Fig. 69** veranschaulicht, bevorzugt, dass auch die Breite des Lichtblockierungsfilms 54 in der Y-Richtung gemäß der Breite (Wb_1 , Wb_2 , Wb_3 oder Wb_4) des zweiten Bereichs 21b von jedem der fotoelektrischen Umwandlungsbereiche 21P₁ bis 21P₄ in der Y- Richtung geändert wird. Bei dieser 15. Ausführungsform werden, da die Breiten der zweiten Bereiche 21b der fotoelektrischen Umwandlungsbereiche 21P₁ bis 21P₄ so gebildet werden, dass $Wb_1 > Wb_2 > Wb_3 > Wb_4$ gilt, wenn die Breite des Lichtblockierungsfilm 54 in dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21P₁ als Ws_1 bezeichnet wird, die Breite des Lichtblockierungsfilm 54 in dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21P₂ als Ws_2 bezeichnet wird, die Breite des Lichtblockierungsfilm 54 in dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21P₃ als Ws_3 bezeichnet wird und die Breite des Lichtblockierungsfilm 54 in dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21P₄ als Ws_4 bezeichnet wird, die Breiten der Lichtblockierungsfilme 54 der fotoelektrischen Umwandlungsbereiche 21p₁ bis 21p₄ so gebildet, dass $Wb_1 > Wb_2 > Wb_3 > Wb_4$ gilt.

[0611] Außerdem ist, wie in **Fig. 67** und **68** veranschaulicht, auch bei dieser 15. Ausführungsform der pixelinterne Separationsbereich 32 so gebildet, dass er eine Konfiguration aufweist, bei der ein Separationsisolationsfilm 34 auf sowohl der Seite des ersten Bereichs 21a als auch der Seite des zweiten Bereichs 21b des leitfähigen Materials 35 angeordnet ist. Ähnlich der zuvor beschriebenen 13. Ausführungsform kann dieser Separationsisolationsfilm 34 als ein einziger Isolator betrachtet werden. Dementsprechend wird der pixelinterne Separationsbereich 32 so gebildet, dass er eine Konfiguration aufweist, bei der ein leitfähiges Material 35, das durch einen Isolator einschließlich des Separationsisolationsfilms 34 auf jeder der Seite des ersten Bereichs und der Seite des zweiten Bereichs des Inneren des gegrabenen Teils 33b angeordnet ist. Außerdem kann, obwohl bei dieser 15. Ausführungsform die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1P einschließlich des pixelinternen Separationsbereichs 32 als ein zweiter

Separationsbereich beschrieben wurde, die vorliegende Technologie auch auf eine Festkörperbildgebungsvorrichtung einschließlich eines pixelinternen Separationsbereichs 32M der zuvor beschriebenen 14. Ausführungsform angewandt werden, die in **Fig. 57** veranschaulicht ist.

[16. Ausführungsform]

[0612] Bei dieser 16. Ausführungsform wird ein Ausbuchtungsteil, der von einem pixelinternen Separationsbereich zu einer Seite eines zweiten Bereichs eines fotoelektrischen Umwandlungsbereichs hervorsteht, als ein Dielektrikum beschrieben, in dem ein Isolationsfilm durch einen Festladungsfilm in einem gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in einer Tiefenrichtung einer Halbleiterschicht erstreckt.

[0613] **Fig. 71** ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster eines Separationsbereichs in einem Pixelarrayteil einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer 16. Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[0614] **Fig. 72** ist eine Longitudinalquerschnittansicht, die eine Longitudinalquerschnittstruktur entlang einer in **Fig. 71** veranschaulichten Linie a71-a71 schematisch veranschaulicht.

[0615] **Fig. 73** ist eine Longitudinalquerschnittansicht, die eine Longitudinalquerschnittstruktur entlang einer in **Fig. 71** veranschaulichten Linie b71-b71 schematisch veranschaulicht.

[0616] Bei dieser 16. Ausführungsform entspricht ein Zwischenpixelseparationsbereich 31 einem speziellen Beispiel für einen „ersten Separationsbereich“ der vorliegenden Technologie und entspricht ein pixelinterner Separationsbereich 32 einem speziellen Beispiel für einen „zweiten Separationsbereich“ der vorliegenden Technologie. Außerdem entsprechen bei dieser 16. Ausführungsform ein gegrabener Teil 33a, ein gegrabener Teil 33b und ein gegrabener Teil 33Q speziellen Beispielen für einen „ersten gegrabenen Teil“, einen „zweiten gegrabenen Teil“ bzw. einen „dritten gegrabenen Teil“ der vorliegenden Technologie. Des Weiteren entspricht bei dieser 16. Ausführungsform eine Anordnungsrichtung eines ersten Bereichs 21a und eines zweiten Bereichs 21b eines fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 einem speziellen Beispiel für „eine Richtung“ der vorliegenden Technologie und entspricht ein Ausbuchtungsteil 31Q einem speziellen Beispiel für ein „Dielektrikum“ der vorliegenden Technologie.

<<Konfiguration der Festkörperbildgebungsvorrichtung>>

[0617] Wie in **Fig. 71** bis **73** veranschaulicht, weist eine Festkörperbildgebungsvorrichtung 1Q gemäß

der 16. Ausführungsform der vorliegenden Technologie im Grunde eine Konfiguration ähnlich der Festkörperbildgebungsanordnung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform auf und es gibt folgende abweichende Konfigurationen.

[0618] Mit anderen Worten beinhaltet, wie in **Fig. 71** bis **73** veranschaulicht, die Festkörperbildgebungsanordnung 1Q gemäß der 16. Ausführungsform der vorliegenden Technologie ferner den Ausbuchtungsteil 31Q als ein Dielektrikum, das von dem pixelinternen Separationsbereich 32 zu der Seite des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 hervorsteht. Die anderen Konfigurationen sind jenen der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform als Ganzes ähnlich.

[0619] Wie in **Fig. 71** bis **73** beschrieben, ist der Ausbuchtungsteil 31Q wiederholt mit einem vorbestimmten Anordnungsrastermaß in einer Longitudinalrichtung (der X-Richtung) angeordnet, in der sich der pixelinterne Separationsbereich 32 in einer zweidimensionalen Ebene erstreckt. Mit anderen Worten sind auf der Seite des pixelinternen Separationsbereichs 32 des zweiten Bereichs 21b die Ausbuchtungsteile 31Q, die von dem pixelinternen Separationsbereich 32 hervorstehen, entlang der Longitudinalrichtung des pixelinternen Separationsbereichs 32 verteilt. Mit anderen Worten weist die Seite des zweiten Bereichs 21b des pixelinternen Separationsbereichs 32 eine unebene Form auf, in der ein Teil zwischen den Ausbuchtungsteilen 31Q ein konkaver Teil wird.

[0620] Wie in **Fig. 72** veranschaulicht, beinhaltet der Ausbuchtungsteil 31Q einen Festladungsfilm 52, der entlang einer Innenwand (einer Seitenwand und einer unteren Wand) eines gegrabenen Teils 33Q innerhalb des gegrabenen Teils 33Q angeordnet ist, der sich in einer Dickenrichtung (der Z-Richtung) einer Halbleiterschicht 20 erstreckt, und einen Isolationsfilm 53, der innerhalb des gegrabenen Teils 33Q durch den Festladungsfilm 52 angeordnet ist.

[0621] Der Ausbuchtungsteil 31Q erstreckt sich in der Dickenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 und weist eine Endseite, die mit einem Elementseparationsbereich 25 verbunden ist, und die andere Endseite, die eine zweite Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 erreicht, auf. Der Ausbuchtungsteil 31Q weist eine Konfiguration eines Longitudinalquerschnitts auf, die dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 ähnlich ist.

[0622] Der gegrabene Teil 33Q ist mit dem gegrabenen Teil 33b des pixelinternen Separationsbereichs 32 verbunden, um mit diesem integriert zu werden.

[0623] Der Festladungsfilm 52 ist über dem Zwischenpixelseparationsbereich 31, einem Beugungs-

diffusionsabschnitt 51 und dem Ausbuchtungsteil 31Q angeordnet. Der Festladungsfilm 52 des Ausbuchtungsteils 31Q ist auf der Seite des pixelinternen Separationsbereichs 32 und der Seite des zweiten Bereichs 21b des Isolationsfilms 53 in einer Anordnungsrichtung (der Y-Richtung) des ersten Bereichs 21a und des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 angeordnet. Außerdem ist der Festladungsfilm 52 des Ausbuchtungsteils 31Q, wie in **Fig. 71** veranschaulicht, auf beiden Seiten des Isolationsfilms 53 in der Longitudinalrichtung (der X-Richtung) des pixelinternen Separationsbereichs 32 in der Draufsicht angeordnet. Mit anderen Worten ist der Festladungsfilm 52 des Ausbuchtungsteils 31Q in der Draufsicht auf beiden Seiten des Isolationsfilms 53 in der X-Richtung und beiden Seiten in der Y-Richtung angeordnet und umgibt die Peripherie des Isolationsfilms 53. Der Festladungsfilm 52 des Ausbuchtungsteils 31Q grenzt auf drei Seiten an die Halbleiterschicht 20 an, die erhalten werden, indem die Seite des ersten Bereichs 21a (die Seite des pixelinternen Separationsbereichs 32) von vier Seiten des Isolationsfilms 53 in der X-Richtung und der Y-Richtung in der Draufsicht ausgeschlossen wird.

[0624] Auf diese Weise wird durch Anordnen des Ausbuchtungsteils 31Q auf der Seite des zweiten Bereichs 21b des pixelinternen Separationsbereichs 32 in dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 die Fläche des Festladungsfilms 52, der an die Halbleiterschicht 20 angrenzt (dieser zugewandt ist), erhöht. Mit anderen Worten wird eine Fläche eines Grenzflächenteils der Halbleiterschicht 20 und des Festladungsfilms 52 erhöht. Ein Bezugszeichen 57Q, das in **Fig. 71** repräsentiert ist, ist eine Elektrische-Ladungs-Übertragungsleitung, durch die der Transfertransistor TRG eine elektrische Signalladung von dem ersten Bereich 21a zu dem zweiten Bereich 21b überträgt.

[0625] Außerdem ist die Breite des zweiten Bereichs des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 in der Y-Richtung auf einer Seite, auf der kein Ausbuchtungsteil 31Q vorhanden ist, kleiner als auf einer Seite, auf der der Ausbuchtungsteil 31Q vorhanden ist.

<<Verfahren zum Herstellen der
Festkörperbildgebungsanordnung>>

[0626] Als Nächstes wird ein Verfahren zum Herstellen der Festkörperbildgebungsanordnung 1Q gemäß der 16. Ausführungsform der vorliegenden Technologie unter Bezugnahme auf **Fig. 74A** bis **74G** beschrieben.

[0627] Bei dieser 16. Ausführungsform wird eine Herstellung des Ausbuchtungsteils 31Q, die in dem Verfahren zum Herstellen der Festkörperbildge-

bungsvorrichtung 1Q enthalten ist, speziell beschrieben.

[0628] Zuerst wird ein Prozess ähnlich jenem der zuvor beschriebenen achten 8th Ausführungsform durchgeführt und werden, wie in **Fig. 74A** veranschaulicht, Komponenten bis zu einem Beugungsstreuungsabschnitts 51 auf der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 in dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 gebildet.

[0629] Als Nächstes wird, nachdem ein Beugungsstreuungsabschnitt 51 gebildet wurde, wie in **Fig. 74B** veranschaulicht, eine Maske M3 mit einem Öffnungsteil M3a, der die Seite des pixelinternen Separationsbereichs 32 des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 freilegt, zum Beispiel unter Verwendung einer Fotolithografiertechnologie auf der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 gebildet. Die Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 mit Ausnahme eines Teils des zweiten Bereichs 21b wird mit der Maske M3 bedeckt.

[0630] Als Nächstes wird, nachdem die Maske M3 gebildet wurde, durch Verwenden der Maske M3 als eine Ätzmaske, der zweite Bereich 21b, der von dem Öffnungsteil M3a der Maske M3 freigelegt ist, selektiv geätzt, und es wird, wie in **Fig. 74C** veranschaulicht, ein gegrabener Teil 33Q gebildet. Der gegrabene Teil 33Q steht von dem pixelinternen Separationsbereich 32 zu der Seite des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 her und wird mit einer Tiefe gebildet, die den Elementseparationsbereich 25 der Seite der ersten Fläche S1 von der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 erreicht. Außerdem werden mehrere gegrabene Teile 33Q so gebildet, dass sie in der Longitudinalrichtung (der X-Richtung) des pixelinternen Separationsbereichs 32 verteilt sind. Außerdem ist der gegrabene Teil 33Q mit dem gegrabenen Teil 33b des pixelinternen Separationsbereichs 32 verbunden und integriert, so dass der Separationsisolationfilm 34 des pixelinternen Separationsbereichs 32 von dem Inneren des gegrabenen Teils 33Q freigelegt wird.

[0631] Als Nächstes wird, nachdem die Maske M3 entfernt wurde, wie in **Fig. 74D** veranschaulicht, eine Maske M4 mit einem Öffnungsteil M4a, in dem der Separationsisolationfilm 34 und das leitfähige Material 35 des Inneren des gegrabenen Teils 33a freigelegt sind, zum Beispiel unter Verwendung einer Fotolithografiertechnologie auf der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 gebildet. In jedem des ersten Bereichs 21a und des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 ist die Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 mit der Maske M4 bedeckt, und

das Innere des gegrabenen Teils 33Q ist in einem Teil der Maske M4 gefüllt.

[0632] Als Nächstes werden durch Verwenden der Maske M4 als eine Ätzmaske, wie in **Fig. 74E** veranschaulicht, der Separationsisolationfilm 34 und das leitfähige Material 35 des Inneren des gegrabenen Teils 33a selektiv entfernt. Der Separationsisolationfilm 34 und das leitfähige Material 35 des Inneren des gegrabenen Teils 33a können selektiv unter Verwendung einer bekannten Fotolithografiertechnologie und einer anisotropen Trockenätztechnologie entfernt werden.

[0633] Als Nächstes wird, nachdem die Maske M4 entfernt wurde, wie in **Fig. 74F** veranschaulicht, ein Festladungsfilm 52, der sich entlang der Innenwand (der Seitenwand und der unteren Wand) des Inneren von jedem der gegrabenen Teile 33a und 33Q erstreckt und die zweite Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 bedeckt, gebildet. Der Festladungsfilm 52 auf der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 wird über dem ersten Bereich 21a und dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 gebildet und der Beugungsstreuungsabschnitt 51 des ersten Bereichs 21a wird mit dem Festladungsfilm 52 bedeckt.

[0634] Als Nächstes wird, nachdem der Festladungsfilm 52 gebildet wurde, wie in **Fig. 74G** veranschaulicht, ein Isolationfilm 53 auf der gesamten Fläche der Seite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 einschließlich des Inneren von jedem der gegrabenen Teile 33a und 33Q gebildet. Zum Beispiel kann, nachdem ein Siliciumoxidfilm unter Verwendung eines CVD-Verfahrens gebildet wurde, ein Isolationfilm 53 durch Planarisieren der Oberflächenseite des Siliciumoxidfilms unter Verwendung eines CMP-Verfahrens durch Abtragen gebildet werden.

[0635] In diesem Prozess wird ein Zwischenpixelseparationsbereich 31 gebildet, in dem der Isolationfilm 53 in dem Inneren des gegrabenen Teils 33a durch den Festladungsfilm 52 eingebettet ist, und ein fotoelektrischer Umwandlungsbereich 21, dessen Peripherie durch diesen Zwischenpixelseparationsbereich 31 und das Innere unterteilt wird, wird durch den pixelinternen Separationsbereich 32 in einen ersten Bereich 21a und einen zweiten Bereich 21b separiert.

[0636] Außerdem wird in diesem Prozess ein Ausbuchtungsteil 31Q gebildet, der von dem pixelinternen Separationsbereich 32 zu der Seite des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 in der Draufsicht hervorsteht und in dem der Isolationfilm 53 innerhalb des gegrabenen Teils 33Q durch den Festladungsfilm 52 eingebettet ist.

[0637] Als Nächstes wird, nachdem der Isolationsfilm 53 gebildet wurde, auf einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 dieses Isolationsfilms 53 durch Bilden des Lichtblockierungsfilms 54, des Farbfilters 55, der Mikrolinse 56 und dergleichen in dieser Reihenfolge ein in **Fig. 31** und **32** veranschaulichter Zustand ausgebildet.

[0638] Außerdem wird auch in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1Q gemäß dieser 16. Ausführungsform durch Unterteilen eines Halbleiterwafers einschließlich der Halbleiterschicht 20 und der Mehrschichtverdrahtungsschicht 40 für jeden Chipbildungsbereich der in **Fig. 1** veranschaulichte Zustand des Halbleiterchips 2 ausgebildet.

<<Haupteffekte der 16. Ausführungsform>>

[0639] Als Nächstes werden die Haupteffekte dieser 16. Ausführungsform beschrieben. Ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform beinhaltet die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1Q gemäß dieser 16. Ausführungsform den Zwischenpixelseparationsbereich 31 und den pixelinternen Separationsbereich 32. Dementsprechend können auch in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1Q gemäß dieser 16. Ausführungsform, ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, eine Verbesserung der Quanteneffizienz QE und eine hohe Unterdrückung einer Farbmischung (MTF) als Pixelcharakteristiken erzielt werden und kann eine Verbesserung von Übertragungscharakteristiken als Pixelcharakteristiken erzielt werden.

[0640] Außerdem beinhaltet die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1Q gemäß dieser 16. Ausführungsform den Lichtblockierungsfilm 54, der auf der Außenseite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 angeordnet ist und mit dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 in der Draufsicht überlappt. Dementsprechend wird, ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, Licht, das in den zweiten Bereich 21b von der Seite der zweiten Fläche S2 (der Lichteinfallsfächenseite) der Halbleiterschicht 20 in dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 eingedrungen ist, durch den Lichtblockierungsfilm 54 blockiert, und kann eine Ankunft von Licht bei dem Floating-Diffusion-Gebiet FD unterdrückt werden, wodurch Parasitäre-Lichtempfindlichkeit-Charakteristiken (PLS) verbessert werden können.

[0641] Außerdem beinhaltet die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1Q gemäß dieser 16. Ausführungsform den Ausbuchtungsteil 31Q, der in der Draufsicht von dem pixelinternen Separationsbe-

reich 32 zu der Seite des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 hervorsteht. In dem Ausbuchtungsteil 31Q ist der Isolationsfilm 53 in dem gegrabenen Teil 33Q angeordnet, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht 20 durch den Festladungsfilm 52 erstreckt. Aus diesem Grund kann in dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 eine Fläche des Festladungsfilms 52, der an die Halbleiterschicht 20 angrenzt (dieser zugewandt ist), erhöht werden, und die Elektrische-Ladung-Akkumulationskapazität zum vorübergehenden Speichern einer elektrischen Signalladung in dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 kann erhöht werden.

[0642] In den letzten Jahren bestand auf dem Markt eine Nachfrage nach einem hochauflösenden Bildsensor und eine Entwicklung eines Bildsensors, in dem Pixel 3 miniaturisiert sind, ist fortgeschritten. Zur Miniaturisierung der Pixel 3 muss der fotoelektrische Umwandlungsbereich 21 der Halbleiterschicht 20 miniaturisiert werden. Jedoch nimmt gemäß einer Miniaturisierung des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 die Fläche des zweiten Bereichs 21b ab und wird die Elektrische-Ladung-Akkumulationskapazität des zweiten Bereichs 21b verringert. Um die Fläche des zweiten Bereichs 21b beizubehalten, nimmt dementsprechend die Fläche des ersten Bereichs 21a ab und nimmt das Volumen der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24 (PD) ab, die in dem ersten Bereich 21a angeordnet ist. Gemäß der Abnahme des Volumens der fotoelektrischen Umwandlungseinheit 24 nimmt die Sättigungssignalmenge Qs ab. Mit anderen Worten gibt es eine Kompromissbeziehung zwischen der Sättigungssignalmenge Qs in dem ersten Bereich 21a und der Elektrische-Ladung-Akkumulationskapazität des zweiten Bereichs 21b.

[0643] Im Gegensatz dazu wird in dieser Festkörperbildgebungsvorrichtung 1Q dieser 16. Ausführungsform durch Anordnen des Ausbuchtungsteils 31Q auf der Seite des zweiten Bereichs 21b des pixelinternen Separationsbereichs 32 die Elektrische-Ladung-Akkumulationskapazität des zweiten Bereichs 21b erhöht. Mit anderen Worten kann die Elektrische-Ladung-Akkumulationskapazität ohne Vergrößern der Fläche des zweiten Bereichs 21b erhöht werden und dementsprechend kann der Kompromiss zwischen der Sättigungssignalmenge Qs in dem ersten Bereich 21a und der Elektrische-Ladung-Akkumulationskapazität des zweiten Bereichs 21b abgeschwächt werden. Dementsprechend ist die vorliegende Technologie auch zum Realisieren eines hochauflösenden Bildsensors wirksam.

[0644] Außerdem kann, wie in **Fig. 75** veranschaulicht, der Ausbuchtungsteil 31Q an einem Endteil der anderen Seite, die eine Seite gegenüber einem End-

teil einer Seite ist, auf der der Transfertransistor TRG angeordnet ist, von beiden Endteilen in der Longitudinalrichtung (der X-Richtung) des pixelinternen Separationsbereichs 32 in der Draufsicht angeordnet sein.

[17. Ausführungsform]

[0645] Bei dieser 17. Ausführungsform wird als ein Dielektrikum, in dem ein Isolationsfilm durch einen Festladungsfilm in einem gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in einer Tiefenrichtung einer Halbleiterschicht erstreckt, ein Ausbuchtungsteil beschrieben, der von einem Zwischenpixelseparationsbereich zu einer Seite eines zweiten Bereichs eines fotoelektrischen Umwandlungsbereichs hervorsteht.

[0646] Fig. 76 ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster eines Separationsbereichs in einem Pixelarrayteil einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer 17. Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[0647] Fig. 77 ist eine Longitudinalquerschnittansicht, die eine Longitudinalquerschnittstruktur entlang einer in Fig. 76 veranschaulichten Linie a76-a76 schematisch veranschaulicht.

[0648] Fig. 78 ist eine Longitudinalquerschnittansicht, die eine Longitudinalquerschnittstruktur entlang einer in Fig. 76 veranschaulichten Linie b76-b76 schematisch veranschaulicht.

[0649] Bei dieser 17. Ausführungsform entspricht ein Zwischenpixelseparationsbereich 31 einem speziellen Beispiel für einen „ersten Separationsbereich“ der vorliegenden Technologie und entspricht ein pixelinterner Separationsbereich 32 einem speziellen Beispiel für einen „zweiten Separationsbereich“ der vorliegenden Technologie. Außerdem entsprechen bei dieser 16. Ausführungsform ein gegrabener Teil 33a, ein gegrabener Teil 33b und ein gegrabener Teil 33R speziellen Beispielen für einen „ersten gegrabenen Teil“, einen „zweiten gegrabenen Teil“ bzw. einen „dritten gegrabenen Teil“ der vorliegenden Technologie. Außerdem entspricht bei dieser 17. Ausführungsform eine Anordnungsrichtung eines ersten Bereichs 21a und eines zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 einem speziellen Beispiel für „eine Richtung“ der vorliegenden Technologie und entspricht ein Ausbuchtungsteil 31R einem speziellen Beispiel für ein „Dielektrikum“ der vorliegenden Technologie.

[0650] Wie in Fig. 76 bis 78 veranschaulicht, weist die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1R gemäß der 17. Ausführungsform der vorliegenden Technologie im Grunde eine Konfiguration ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1Q gemäß der zuvor

beschriebenen 16. Ausführungsform auf und es gibt folgende abweichende Konfigurationen.

[0651] Mit anderen Worten beinhaltet, wie in Fig. 76 bis 78 veranschaulicht, die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1R gemäß der 17. Ausführungsform der vorliegenden Technologie in dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 ferner einen Ausbuchtungsteil 31R, der von dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 auf einer Seite gegenüber der Seite des pixelinternen Separationsbereichs 32 des zweiten Bereichs 21b zu der Seite des zweiten Bereichs 21b hervorsteht. Die anderen Konfigurationen sind jenen gemäß der 16. Ausführungsform als Ganzes ähnlich.

[0652] Wie in Fig. 76 bis 78 beschrieben, ist der Ausbuchtungsteil 31R wiederholt mit einem vorbestimmten Anordnungsrastermaß in einer Longitudinalrichtung (der X-Richtung) angeordnet, in der sich der Zwischenpixelseparationsbereich 31 in einer zweidimensionalen Ebene erstreckt. Mit anderen Worten sind in der Anordnungsrichtung (der Y-Richtung) des ersten Bereichs 21a und des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 auf der Seite des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 des zweiten Bereichs 21b die Ausbuchtungsteile 31R, die von dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 zu der Seite des zweiten Bereichs 21b hervorsteht, entlang der Longitudinalrichtung (der X-Richtung) des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 verteilt. Mit anderen Worten ist die Seite des zweiten Bereichs 21b des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 so gebildet, dass sie eine unebene Form aufweist, in der ein Raum zwischen den Ausbuchtungsteilen 31R ein konkaver Teil wird.

[0653] Wie in Fig. 77 veranschaulicht, beinhaltet der Ausbuchtungsteil 31R einen Festladungsfilm 52, der entlang der Innenwand (der Seitenwand und der unteren Wand) des Inneren des gegrabenen Teils 33R angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 erstreckt, und einen Isolationsfilm 53, der innerhalb des gegrabenen Teils 33R durch den Festladungsfilm 52 angeordnet ist. Der Festladungsfilm 52 des Ausbuchtungsteils 31R ist kontinuierlich gebildet, wobei er mit dem Festladungsfilm 52 des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 integriert ist. Auch der Isolationsfilm 53 des Ausbuchtungsteils 31R ist kontinuierlich gebildet, wobei er mit dem Isolationsfilm 53 des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 integriert ist.

[0654] Der Ausbuchtungsteil 31R erstreckt sich in der Dickenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 und weist eine Endseite, die mit einem Elementseparationsbereich 25 verbunden ist, und die andere Endseite, die eine zweite Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 erreicht, auf.

[0655] Der gegrabene Teil 33R ist mit dem gegrabenen Teil 33a des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 verbunden, um mit diesem integriert zu werden.

[0656] Der Festladungsfilm 52 ist über dem Zwischenpixelseparationsbereich 31, einem Beugungsdiffusionsabschnitt 51 und den Ausbuchtungsteilen 31Q und 31R angeordnet. Der Festladungsfilm 52 des Ausbuchtungsteils 31R ist auf der Seite des zweiten Bereichs 21b des Isolationsfilms 53 in der Anordnungsrichtung (der Y-Richtung) des ersten Bereichs 21a und des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 angeordnet. Außerdem ist der Festladungsfilm 52 des Ausbuchtungsteils 31R, wie in **Fig. 76** veranschaulicht, auf beiden Seiten des Isolationsfilms 53 in der Longitudinalrichtung (der X-Richtung) des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 in der Draufsicht angeordnet. Mit anderen Worten grenzt der Festladungsfilm 52 des Ausbuchtungsteils 31R auf drei Seiten an die Halbleiterschicht 20 an (ist dieser zugewandt), die erhalten werden, indem die Seite des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 von vier Seiten des Isolationsfilms 53 in der X-Richtung und der Y-Richtung in der Draufsicht ausgeschlossen wird.

[0657] Auf diese Weise kann durch Anordnen des Ausbuchtungsteils 31R auf der Seite des zweiten Bereichs 21b in dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 auf einer Seite gegenüber dem Zwischenpixelseparationsbereich 32 des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21, in dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 die Fläche des Festladungsfilms 52, der an die Halbleiterschicht 20 angrenzt (dieser zugewandt ist), erhöht werden. Dementsprechend kann gemäß der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1R gemäß dieser 17. Ausführungsform in Kombination mit einer Flächenzunahme des Grenzflächenteils zwischen der Halbleiterschicht 20 und dem Festladungsfilm 52 gemäß dem Ausbuchtungsteil 31Q die Elektrische-Ladung-Akkumulationskapazität des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 ferner weiter erhöht werden.

[0658] Außerdem ist es, obwohl bei dieser 17. Ausführungsform ein Fall beschrieben wurde, in dem sowohl der Ausbuchtungsteil 31Q als auch der Ausbuchtungsteil 31R angeordnet sind, offensichtlich, dass möglicherweise nur der Ausbuchtungsteil 31R angeordnet ist.

[0659] Außerdem wurde bei dieser 17. Ausführungsform ein Fall beschrieben, in dem der Ausbuchtungsteil 31R in dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 auf einer Seite gegenüber der Seite des pixelinternen Separationsbereichs 32 des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 angeordnet ist. Jedoch kann sich der Aus-

buchtungsteil 31R in dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 befinden. Außerdem kann von beiden Endteilen des pixelinternen Separationsbereichs 32 in der Longitudinalrichtung (der X-Richtung) in der Draufsicht der Ausbuchtungsteil 31R in dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 angeordnet sein, der in der Draufsicht an den anderen Endteil einer Seite gegenüber einem Endteil einer Seite angrenzt, auf der der Transfertransistor TRG angeordnet ist.

[18. Ausführungsform]

[0660] Bei dieser 18. Ausführungsform wird als ein Dielektrikum, in dem ein Isolationsfilm durch einen Festladungsfilm in einem gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in einer Tiefenrichtung einer Halbleiterschicht erstreckt, ein Inselteil beschrieben, der separat von sowohl einem Zwischenpixelseparationsbereich als auch einem pixelinternen Separationsbereich ist.

[0661] **Fig. 79** ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster eines Separationsbereichs in einem Pixelarrayteil einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß der 18. Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[0662] **Fig. 80** ist eine Longitudinalquerschnittansicht, die eine Longitudinalquerschnittstruktur entlang einer in **Fig. 79** veranschaulichten Linie a79-a79 schematisch veranschaulicht.

[0663] Bei dieser 18. Ausführungsform entspricht ein Zwischenpixelseparationsbereich 31 einem speziellen Beispiel für einen „ersten Separationsbereich“ der vorliegenden Technologie und entspricht ein pixelinterner Separationsbereich 32 einem speziellen Beispiel für einen „zweiten Separationsbereich“ der vorliegenden Technologie. Außerdem entsprechen bei dieser 18. Ausführungsform ein gegrabener Teil 33a, ein gegrabener Teil 33b und ein gegrabener Teil 33S speziellen Beispielen für einen „ersten gegrabenen Teil“, „zweiten gegrabenen Teil“ bzw. „dritten gegrabenen Teil“ der vorliegenden Technologie. Außerdem entspricht bei dieser 18. Ausführungsform eine Anordnungsrichtung eines ersten Bereichs 21a und eines zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 einem speziellen Beispiel für „eine Richtung“ der vorliegenden Technologie und entspricht ein Inselteil 31S einem speziellen Beispiel für ein „Dielektrikum“ der vorliegenden Technologie.

[0664] Wie in **Fig. 79** und **80** veranschaulicht, weist die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1S gemäß der 18. Ausführungsform der vorliegenden Technologie im Grunde eine Konfiguration ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1R gemäß der zuvor

beschriebenen 17. Ausführungsform auf und es gibt folgende abweichende Konfigurationen.

[0665] Mit anderen Worten beinhaltet, wie in **Fig. 79** und **80** veranschaulicht, die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1S gemäß der 18. Ausführungsform der vorliegenden Technologie in dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 ferner Inselteile 31S, die separat sowohl dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 als auch dem pixelinternen Separationsbereich 32 sind. Die anderen Konfigurationen sind jenen gemäß der 17. Ausführungsform als Ganzes ähnlich.

[0666] Wie in **Fig. 79** bis **80** veranschaulicht, sind die Inselteile 31S so angeordnet, dass sie zwischen einem Endteil der anderen Seite, das heißt einer Seite in der Draufsicht gegenüber einem Endteil einer Seite, auf der ein Transfertransistor TRG angeordnet ist, von beiden Endteilen des pixelinternen Separationsbereichs 32 in der Longitudinalrichtung (der X-Richtung) in der Draufsicht und dem Zwischenpixelseparationsbereich 31, der an den Endteil der anderen Seite angrenzt, verteilt sind.

[0667] Wie in **Fig. 80** veranschaulicht, beinhaltet der Inselteil 31S einen Festladungsfilm 52, der entlang der Innenwand (der Seitenwand und der unteren Wand) des Inneren des gegrabenen Teils 33S angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 erstreckt, und einen Isolationsfilm 53, der innerhalb des gegrabenen Teils 33S durch den Festladungsfilm 52 angeordnet ist. Der Festladungsfilm 52 des Inselteils 31S ist kontinuierlich gebildet, wobei er mit dem Festladungsfilm 52 von jedem des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 und des pixelinternen Separationsbereichs 32 integriert ist. Der Inselteil 31S ist von den gegrabenen Teilen 33a und 33b von jedem des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 und des pixelinternen Separationsbereichs 32 separiert.

[0668] Der Inselteil 31S erstreckt sich in der Dickenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 und weist eine Endseite, die mit einem Elementseparationsbereich 25 verbunden ist, und die andere Endseite, die eine zweite Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 erreicht, auf.

[0669] Der Festladungsfilm 52 ist über dem Zwischenpixelseparationsbereich 31, einem Beugungsdiffusionsabschnitt 51, den Ausbuchtungsteilen 31Q und 31R und dem Inselteil 31S angeordnet. Der Festladungsfilm 52 des Inselteils 31S ist auf der Seite des zweiten Bereichs 21b des Isolationsfilms 53 in der Anordnungsrichtung (der Y-Richtung) des ersten Bereichs 21a und des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 angeordnet. Außerdem ist der Festladungsfilm 52 des Inselteils 31S, wie in **Fig. 79** veranschaulicht,

auf beiden Seiten des Isolationsfilms 53 in der Longitudinalrichtung (der X-Richtung) des Zwischenpixelseparationsbereichs 31 in der Draufsicht angeordnet. Mit anderen Worten grenzt der Festladungsfilm 52 des Inselteils 31S an die Halbleiterschicht 20 auf vier Seiten des Isolationsfilms 53 in der X-Richtung und der Y-Richtung in der Draufsicht an (ist dieser zugewandt).

[0670] Auf diese Weise kann durch Anordnen des Inselteils 31S zwischen der anderen Endseite des pixelinternen Separationsbereichs 32 in der Longitudinalrichtung (der X-Richtung) und dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 in der Draufsicht in dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 die Fläche des Festladungsfilms 52, der an die Halbleiterschicht 20 angrenzt (dieser zugewandt ist), erhöht werden. Dementsprechend kann gemäß der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1S gemäß dieser 18. Ausführungsform in Kombination mit einer Flächenzunahme des Grenzflächenanteils zwischen der Halbleiterschicht 20 und dem Festladungsfilm 52 gemäß den Ausbuchtungsteilen 31Q und 31R die Elektrische-Ladung-Akkumulationskapazität des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 ferner weiter erhöht werden.

[0671] Außerdem können, obwohl bei dieser 18. Ausführungsform ein Fall beschrieben wurde, in dem der Inselteil 31S und sowohl der Ausbuchtungsteil 31Q als auch der Ausbuchtungsteil 31R angeordnet sind, beliebige des Ausbuchtungsteils 31Q und des Ausbuchtungsteils 31R und des Inselteils 31S miteinander kombiniert werden. Des Weiteren kann nur der Inselteil 31S angeordnet werden. Außerdem kann der Inselteil 31S in der Draufsicht innerhalb des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 angeordnet werden.

[19. Ausführungsform]

[0672] Bei dieser 19. Ausführungsform wird eine Festkörperbildgebungsvorrichtung einer Zwei-Ebenen-Struktur beschrieben, in der zwei Halbleiterschichten gestapelt sind.

[0673] **Fig. 81** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Longitudinalquerschnittsstruktur einer Festkörperbildgebungsvorrichtung 1T gemäß der 19. Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[0674] Bei dieser 19. Ausführungsform entspricht eine Halbleiterschicht 20 einem speziellen Beispiel für eine „erste Halbleiterschicht“ der vorliegenden Technologie und entspricht eine Halbleiterschicht 92 einem speziellen Beispiel für eine „zweite Halbleiterschicht“ der vorliegenden Technologie.

<<Konfiguration der
Festkörperbildgebungsvorrichtung>>

[0675] Wie in **Fig. 81** veranschaulicht, weist die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1T gemäß der 19. Ausführungsform der vorliegenden Technologie im Grunde eine Konfiguration ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform auf und es gibt folgende abweichende Konfigurationen.

[0676] Mit anderen Worten beinhaltet, wie in **Fig. 5** veranschaulicht, die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform die Mehrschichtverdrahtungsschicht 40 auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20. Die Pixeltransistoren (AMP, SEL und RST), die in dem in **Fig. 3** veranschaulichten Leseschaltkreis 15 enthalten sind, sind in dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 der Halbleiterschicht 20 angeordnet.

[0677] Im Gegensatz dazu beinhaltet, wie in **Fig. 81** veranschaulicht, die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1T gemäß der 19. Ausführungsform der vorliegenden Technologie auf einer Seite einer ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 als eine erste Halbleiterschicht die Halbleiterschicht 92 als eine zweite Halbleiterschicht durch eine Isolationsschicht 91. Die Pixeltransistoren (AMP, SEL und RST), die in dem in **Fig. 3** veranschaulichten Leseschaltkreis 15 enthalten sind, sind in der Halbleiterschicht 92 angeordnet. In **Fig. 81** sind der Verstärkungstristor AMP und der Auswahltransistor SEL unter den in dem Leseschaltkreis 15 enthaltenen Pixeltransistoren veranschaulicht.

[0678] Wie in **Fig. 81** veranschaulicht, ist auf einer Seite gegenüber der Seite der Isolationsschicht 91 der Halbleiterschicht 92 ein Zwischenschichtisolationsschicht 94 angeordnet. Die Halbleiterschicht 92 ist mit dem Zwischenschichtisolationsschicht 94 bedeckt. Jeder der Pixeltransistoren (AMP, SEL und RST), die in dem Leseschaltkreis 15 enthalten sind (siehe **Fig. 3**), ist auf einer Elementbildungsfläche auf einer Seite gegenüber der Seite der Isolationsschicht 91 der Halbleiterschicht 92 angeordnet und ist mit dem Zwischenschichtisolationsschicht 94 bedeckt.

[0679] Auf einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 92 des Zwischenschichtisolationsschicht 94 ist eine Verdrahtungsschicht 96 angeordnet. In der Verdrahtungsschicht 96 sind verschiedene Verdrahtungen gebildet. In **Fig. 81** sind Verdrahtungen 96b₁, 96f und 96s veranschaulicht.

[0680] Wie in **Fig. 81** veranschaulicht, verläuft die Verdrahtung 96b₁ durch den Zwischenschichtisolationsschicht 94, die Halbleiterschicht 92, die Isolationsschicht 91 und den Elementseparationsbereich 25,

ist elektrisch mit einer Kontaktelektrode (Durchgangsstopfen) 95b₁ verbunden, die das leitfähige Material 35 des pixelinternen Separationsbereichs 32 erreicht, und ist ferner durch diese Kontaktelektrode 95b₁ elektrisch mit dem leitfähigen Material 35 des pixelinternen Separationsbereichs 32 verbunden. Diese Verdrahtung 96b₁ wird mit einem zweiten elektrischen Referenzpotential eines positiven elektrischen Potentials höher als ein erstes elektrisches Referenzpotential, das an ein Wannengebiet 22 des p-Typs angelegt wird, als ein elektrisches Leistungsquellenpotential versorgt. Mit anderen Worten wird das leitfähige Material 35 des pixelinternen Separationsbereichs 32 mit dem zweiten elektrischen Referenzpotential versorgt, das durch die Kontaktelektrode 95b₁ an die Verdrahtung 96b₁ angelegt wird, und weist ein elektrisches Potential auf, das auf dieses zweite elektrische Referenzpotential festgesetzt ist. Als das zweite elektrische Referenzpotential werden zum Beispiel 2,7 V angelegt. Die Kontaktelektrode 95b₁ verläuft durch ein Durchgangsloch der Halbleiterschicht 92 und ist durch den Zwischenschichtisolationsschicht 94 innerhalb des Durchgangslochs elektrisch von der Halbleiterschicht 92 isoliert und separiert.

[0681] Wie in **Fig. 81** veranschaulicht, ist die Verdrahtung 96f elektrisch mit der Kontaktelektrode (Durchgangsstopfen) 95f verbunden, die das Floating-Diffusion-Gebiet FD des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 erreicht, indem sie durch den Zwischenschichtisolationsschicht 94, die Halbleiterschicht 92 und die Isolationsschicht 91 hindurch verläuft, und ist ferner durch diese Kontaktelektrode 95f elektrisch mit dem Floating-Diffusion-Gebiet FD verbunden. Außerdem ist die Verdrahtung 96f durch die Kontaktelektrode 95a, die in dem Zwischenschichtisolationsschicht 94 eingebettet ist, elektrisch mit einer Gate-Elektrode 93a des Verstärkungstristors AMP verbunden. Mit anderen Worten ist das Floating-Diffusion-Gebiet FD elektrisch mit einer Eingangsstufenseite (der Gate-Elektrode 93a des Verstärkungstristors AMP und einem Source-Gebiet des Rücksetztransistors RST) des Leseschaltkreises 15 verbunden. Die Kontaktelektrode 95f verläuft durch das Durchgangsloch der Halbleiterschicht 92 hindurch und ist durch den Zwischenschichtisolationsschicht 94 des Inneren des Durchgangslochs elektrisch von der Halbleiterschicht 92 isoliert und separiert.

[0682] Wie in **Fig. 81** veranschaulicht, ist die Verdrahtung 96s durch eine Kontaktelektrode 95s, die in dem Zwischenschichtisolationsschicht 94 eingebettet ist, elektrisch mit einem Source-Gebiet des Auswahltransistors SEL verbunden. Die Verdrahtung 96s ist elektrisch mit einer Vertikalsignalleitung 11 (VSL) verbunden, die in **Fig. 3** veranschaulicht ist.

[0683] Auch in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1T der Zwei-Ebenen-Struktur gemäß dieser 19. Ausführungsform können Effekte ähnlich jenen der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform erlangt werden.

[0684] Außerdem kann, obwohl bei dieser 19. Ausführungsform ein Fall beschrieben wurde, in dem die vorliegende Technologie auf eine Festkörperbildgebungsvorrichtung einer Zwei-Ebenen-Struktur angewandt wird, in der zwei Halbleiterschichten gestapelt sind, die vorliegende Technologie auch auf eine Festkörperbildgebungsvorrichtung einer Mehrebenenstruktur angewandt werden, in der drei oder mehr Halbleiterschichten gestapelt sind. Des Weiteren kann die vorliegende Technologie gemäß der zweiten Ausführungsform bis zur 18. Ausführungsform auch auf eine Festkörperbildgebungsvorrichtung angewandt werden, in der zwei oder mehr Halbleiterschichten gestapelt sind.

[20. Ausführungsform]

[0685] Bei dieser 20. Ausführungsform wird ein Beispiel beschrieben, bei dem ein Lichtreflexionskörper der vorliegenden Technologie auf eine Festkörperbildgebungsvorrichtung einer Zwei-Ebenen-Struktur angewandt wird, in der zwei Halbleiterschichten gestapelt sind.

[0686] Fig. 82 ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Longitudinalquerschnittsstruktur einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß der 20. Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[0687] Fig. 83A ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster eines in Fig. 82 veranschaulichten Lichtreflexionskörpers schematisch veranschaulicht.

[0688] Fig. 83B ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Reflexion von Licht gemäß dem Lichtreflexionskörper schematisch veranschaulicht.

[0689] In Fig. 82 und 83B ist zur einfachen Betrachtung der Zeichnungen eine Schraffur teilweise weggelassen, die einen Querschnitt repräsentiert. Außerdem ist in Fig. 82 und 83B, obwohl eine Gate-Elektrode 37 eines Transfertransistors TRG veranschaulicht ist, die Position dieser Gate-Elektrode 37 zum besseren Verständnis der Konfiguration absichtlich mit Bezug auf jene geändert, die in Fig. 83A veranschaulicht ist.

[0690] In Fig. 82 ist eine Veranschaulichung des Beugungsstreuungsabschnitts 51, des Festladungsfilms 52, des Farbfilters 55, der Mikrolinse 56 und dergleichen, die in Fig. 5 und 6 veranschaulicht sind, weggelassen.

[0691] Außerdem ist Fig. 83B mit Bezug auf Fig. 82 vertikal invertiert. Bei dieser 20. Ausführungsform entspricht eine Halbleiterschicht 20 einem speziellen Beispiel für eine „erste Halbleiterschicht“ der vorliegenden Technologie und entsprechen Halbleiterabschnitte 204a und 204b einer Inselform einem speziellen Beispiel für eine „zweite Halbleiterschicht“ der vorliegenden Technologie.

<<Konfiguration der Festkörperbildgebungsvorrichtung>>

[0692] Wie in Fig. 82 veranschaulicht, weist die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1U gemäß der 20. Ausführungsform der vorliegenden Technologie im Grunde eine Konfiguration ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform auf und es gibt folgende abweichende Konfigurationen.

[0693] Mit anderen Worten beinhaltet, wie in Fig. 5 veranschaulicht, die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform die Mehrschichtverdrahtungsschicht 40 auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20. Die Pixeltransistoren (AMP, SEL und RST), die in dem in Fig. 3 veranschaulichten Leseschaltkreis 15 enthalten sind, sind in dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 der Halbleiterschicht 20 angeordnet.

[0694] Im Gegensatz dazu beinhaltet, wie in Fig. 82 veranschaulicht, die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1U gemäß der 20. Ausführungsform der vorliegenden Technologie einen Mehrschichtkörper (einen Laminierungskörper) 200, der auf einer Seite einer ersten Fläche S1 einer Halbleiterschicht 20 als eine erste Halbleiterschicht durch einen Zwischenschichtisolationfilm 41 angeordnet ist. Die Pixeltransistoren (AMP, SEL und RST), die in dem in Fig. 3 veranschaulichten Leseschaltkreis 15 enthalten sind, sind in dem Mehrschichtkörper 200 angeordnet.

[0695] Wie in Fig. 82 veranschaulicht, beinhaltet der Mehrschichtkörper 200 einen Lichtreflexionskörper 213, der so angeordnet ist, dass er in der Draufsicht mit einem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 überlappt, und Halbleiterabschnitte 204a und 204b einer Inselform als eine zweite Halbleiterschicht, die auf einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 dieses Lichtreflexionskörpers 213 angeordnet sind. Mit anderen Worten weist die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1U gemäß dieser 20. Ausführungsform eine Zwei-Ebenen-Struktur auf, in der die Halbleiterschicht 20, die eine erste Halbleiterschicht ist, und die Halbleiterabschnitte 204a und 204b der Inselform, die eine zweite Halbleiterschicht bilden, gestapelt sind.

[0696] Außerdem beinhaltet der Mehrschichtkörper 200 ferner einen Stopperfilm 202, der auf einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 des Zwischenschichtisolationfilms 41 angeordnet ist, und einen Isolationsfilm 203, der auf einer Seite gegenüber der Seite des Zwischenschichtisolationfilms 41 des Stopperfilms 202 angeordnet ist. Die Halbleiterabschnitte 204a und 204b der Inselform sind auf einer Seite gegenüber der Seite des Stopperfilms 202 des Isolationsfilms 203 angeordnet.

[0697] Außerdem beinhaltet der Mehrschichtkörper 200 ferner einen Isolationsfilm 206, der auf einer Seite gegenüber der Seite des Stopperfilms 202 des Isolationsfilms 203 angeordnet ist, so dass er die Halbleiterabschnitte 204a und 204b der Inselform bedeckt, und einen Isolationsfilm 208, der auf der Seite des Isolationsfilms 203 dieses Isolationsfilms 206 angeordnet ist.

[0698] Des Weiteren beinhaltet der Mehrschichtkörper 200 eine Verdrahtungsschicht 209, die in dem Isolationsfilm 208 angeordnet ist, und einen Deckfilm 210, der auf einer Seite gegenüber der Seite des Isolationsfilms 206 des Isolationsfilms 208 angeordnet ist, so dass er die Verdrahtungsschicht 209 bedeckt.

[0699] Außerdem beinhaltet der Mehrschichtkörper 200 einen Schutzfilm 212, der auf einer Seite gegenüber der Seite des Isolationsfilms 208 des Deckfilms 210 angeordnet ist und entlang einer Innenwand (einer Seitenwand und einer unteren Wand) eines Öffnungsteils (gegrabenen Teils) 211 angeordnet ist, der sich von dem Isolationsfilm 210 zu der Halbleiterschicht 20 hin erstreckt, und einen Isolationsfilm 215, der auf einer Seite gegenüber der Seite des Deckfilms 210 dieses Separationsisolationfilms 217 angeordnet ist und so angeordnet ist, dass er das Innere des Öffnungsteils 211 einbettet.

[0700] Obwohl dies nicht ausführlich veranschaulicht ist, ist der in **Fig. 82** veranschaulichte Zwischenschichtisolationfilm 41 auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 angeordnet, so dass er die Gate-Elektrode 37 des Transfertransistors TRG bedeckt.

[0701] Die Halbleiterabschnitte 204a und 204b der Inselform, die in **Fig. 82** veranschaulicht sind, sind in derselben Schicht gebildet. Mit anderen Worten werden die Halbleiterabschnitte 204a und 204b durch Strukturieren einer Halbleiterschicht gebildet. Als die Halbleiterschicht (die Halbleiterabschnitte 204a und 204b) kann ein Halbleiter eines Si-Substrats, eines SiGe-Substrats, eines InGaAs-Substrats oder dergleichen verwendet werden. Bei dieser 20. Ausführungsform wird zum Beispiel ein Halbleitersubstrat des p-Typs verwendet, das aus monokristallinem Silicium gebildet ist.

[0702] In dem Halbleiterabschnitt 204a der Inselform ist als ein Pixeltransistor, der in dem Leseschaltkreis 15 enthalten ist, zum Beispiel ein Verstärkungstransistor AMP angeordnet. Außerdem ist in dem Halbleiterabschnitt 204b der Inselform als ein Pixeltransistor, der in dem Leseschaltkreis 15 enthalten ist, zum Beispiel ein Rücksetztransistor RST angeordnet. Obwohl dies in der Zeichnung nicht veranschaulicht ist, kann ein Auswahltransistor als ein Pixeltransistor, der in dem Leseschaltkreis 15 enthalten ist, in dem Halbleiterabschnitt 204a der Inselform mit einer seriellen Verbindung zu dem Verstärkungstransistor AMP angeordnet sein oder kann in einem anderen Halbleiterabschnitt einer Inselform angeordnet sein.

[0703] In der in **Fig. 82** veranschaulichten Verdrahtungsschicht 209 sind verschiedene Verdrahtungen gebildet. In **Fig. 82** sind Verdrahtungen 209b₁, 209f, 209r und 209t veranschaulicht.

[0704] Wie in **Fig. 82** veranschaulicht, ist die Verdrahtung 209b₁ elektrisch mit einer Kontaktelektrode (Durchgangstopfen) 207b₁ verbunden, die durch die Isolationsfilme 206 und 203, den Stopperfilm 202 und den Zwischenschichtisolationfilm 41 hindurch verläuft und das leitfähige Material 35 des pixelinternen Separationsbereichs 32 erreicht, und ist ferner durch diese Kontaktelektrode 207b₁ elektrisch mit dem leitfähigen Material 35 des pixelinternen Separationsbereichs 32 verbunden. Ein zweites elektrisches Referenzpotential eines positiven elektrischen Potentials höher als ein erstes elektrisches Referenzpotential, das an das Wannengebiet 22 des p-Typs angelegt wird, wird an diese Verdrahtung 209b₁ als ein elektrisches Leistungsquellenpotential angelegt. Mit anderen Worten wird das leitfähige Material 35 des zweiten pixelinternen Separationsbereichs 32 mit dem zweiten elektrischen Referenzpotential versorgt, das durch die Kontaktelektrode 95b₁ an die Verdrahtung 96b₁ angelegt wird, und weist ein elektrisches Potential auf, das dieses zweite elektrische Referenzpotential festgesetzt ist. Als das zweite elektrische Referenzpotential werden zum Beispiel 2,7 V angelegt.

[0705] Wie in **Fig. 82** veranschaulicht, ist die Verdrahtung 209f elektrisch mit einer Kontaktelektrode (Durchgangstopfen) 207f verbunden, die durch die Isolationsfilme 206 und 203, den Stopperfilm 202 und den Zwischenschichtisolationfilm 41 hindurch verläuft und das Floating-Diffusion-Gebiet FD des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 erreicht, und ist ferner durch diese Kontaktelektrode 207f elektrisch mit dem Floating-Diffusion-Gebiet FD verbunden. Außerdem ist die Verdrahtung 209f durch eine Kontaktelektrode (eingebetteten Stopfen) 207a, die in dem Isolationsfilm 206 eingebettet ist, elektrisch mit der Gate-Elektrode 205a des Verstärkungstransistors AMP verbunden.

Mit anderen Worten ist das Floating-Diffusion-Gebiet FD elektrisch mit einer Eingangsstufenseite des Leseschaltkreises 15 (der Gate-Elektrode 205a des Verstärkungstransistors AMP und einem Source-Gebiet des Rücksetztransistors RST) verbunden.

[0706] Die Verdrahtung 209r ist durch die Kontaktelektrode 207r, die in dem Isolationsfilm 206 eingebettet ist, elektrisch mit der Gate-Elektrode 205r des Rücksetztransistors RST verbunden.

[0707] Die Verdrahtung 209t ist elektrisch mit der Kontaktelektrode (Durchgangsstopfen) 207t verbunden, die durch die Isolationsfilme 206 und 203, den Stopperfilm 202 und den Zwischenschichtisolationsfilm 41 hindurch verläuft und die Gate-Elektrode 37 des Transfertransistors TRG erreicht, und ist ferner durch diese Kontaktelektrode 207t elektrisch mit der Gate-Elektrode 37 des Transfertransistors TRG verbunden.

[0708] Wie in **Fig. 82** veranschaulicht, ist der Lichtreflexionskörper 213 innerhalb des Öffnungsteils 211 mit einer Überlappung des ersten Bereichs 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 in der Draufsicht angeordnet. Der Lichtreflexionskörper 213 ist in der Dickenrichtung (Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 auf einer Seite einer Halbleiterschicht 20 der Halbleiterabschnitte 204a und 204b der Inselform positioniert und ist auf einer Seite weiterer Halbleiterabschnitte 204a und 204b der Inselform als die Seite der Halbleiterschicht 20 positioniert. Mit anderen Worten ist der Lichtreflexionskörper 213 in einer Schicht zwischen der Halbleiterschicht 20 und den Halbleiterabschnitten 204a und 204b der Inselform hinsichtlich einer Schichtform (Schichten) angeordnet. Wie in **Fig. 83A** veranschaulicht, weist der Lichtreflexionskörper 213 eine Plattenform auf, die sich in einer zweidimensionalen Form erstreckt.

[0709] Als der Lichtreflexionskörper 213 ist bevorzugt ein Metallmaterial mit einem optischen Reflexionsgrad höher als ein Isolationsmaterial enthalten, das in dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 enthalten ist. Außerdem ist als der Lichtreflexionskörper 213 bevorzugt ein Metallmaterial mit einem optischen Reflexionsgrad höher als die Halbleiterabschnitte 204a und 204b der Inselform, die die zweite Halbleiterschicht sind, und mit einer niedrigen Lichtabsorptionsrate enthalten. Als solche Metallmaterialien gibt es zum Beispiel Kupfer (Cu), Aluminium (Al) und dergleichen. Sowohl Cu als auch Al weisen einen optischen Reflexionsgrad höher als Siliciumoxid oder Silicium auf und weisen niedrige Lichtabsorptionsraten auf. Bei dieser 20. Ausführungsform wird zum Beispiel der Lichtreflexionskörper 213 verwendet, der Cu beinhaltet.

[0710] Der Lichtreflexionskörper 213, wie in **Fig. 83B** veranschaulicht, reflektiert Licht 57T, das

von der zweiten Fläche S2 (der Lichteinfallfläche) der Halbleiterschicht 20 eingefallen ist und durch den ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 zu dem ersten Bereich 21a transmittiert wurde. Mit anderen Worten wird Licht 57U, das von der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 eingefallen ist und durch den ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 transmittiert wurde (durch diesen hindurchgegangen ist), an dem Lichtreflexionskörper 213 reflektiert und kehrt zu dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 zurück. In dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs ist die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 (PD) angeordnet.

<<Verfahren zum Herstellen der Festkörperbildgebungsvorrichtung>>

[0711] Als Nächstes wird ein Verfahren zum Herstellen der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1U gemäß der 20. Ausführungsform der vorliegenden Technologie unter Verwendung von **Fig. 84A** bis **84J** beschrieben.

[0712] Auch in **Fig. 84A** bis **84J** ist zur einfachen Betrachtung der Zeichnungen eine Schraffur teilweise weggelassen, die einen Querschnitt repräsentiert. Außerdem ist auch in **Fig. 84** und **84J**, obwohl eine Gate-Elektrode 37 eines Transfertransistors TRG veranschaulicht ist, die Position dieser Gate-Elektrode 37 zum besseren Verständnis der Konfiguration absichtlich mit Bezug auf jene geändert, die in **Fig. 83A** veranschaulicht ist.

[0713] Bei dieser 20. Ausführungsform wird eine Herstellung des Lichtreflexionskörpers 213, die in dem Verfahren zum Herstellen der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1U enthalten ist, speziell beschrieben.

[0714] Zuerst werden, wenn unter Bezugnahme auf **Fig. 5** der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform beschrieben, in der Halbleiterschicht 20 ein fotoelektrischer Umwandlungsbereich 21, ein Zwischenpixelseparationsbereich 31, ein pixelinterner Separationsbereich 32, ein Floating-Diffusion-Gebiet FD, ein Transfertransistor TRG (nicht veranschaulicht) und dergleichen gebildet.

[0715] Als Nächstes werden, wie in **Fig. 84A** veranschaulicht, auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 ein Zwischenschichtisolationsfilm 41 und ein Stopperfilm 202 in dieser Reihenfolge gebildet. Als der Zwischenschichtisolationsfilm 41 wird zum Beispiel ein Siliciumoxidfilm verwendet. Als der Stopperfilm 202 wird zum Beispiel ein Siliciumnitrid(SiN)-Film oder ein Siliciumoxinitrid (SiON)-Film mit einer Transparenz und mit einer Selektivität für einen Siliciumoxidfilm, falls der Siliciu-

moxidfilm geätzt wird, verwendet. Der Siliciumoxidfilm, der Siliciumnitridfilm und der Siliciumoxinitridfilm können zum Beispiel unter Verwendung eines CVD-Verfahrens gebildet werden.

[0716] Als Nächstes werden, wie in **Fig. 84B** veranschaulicht, auf einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 des Stopperfilms 202 ein Isolationsfilm 203, Halbleiterabschnitte 204a und 204b einer Inselform und ein Isolationsfilm 206 in dieser Reihenfolge gebildet. Der Isolationsfilm 203 wird zum Beispiel unter Verwendung eines Siliciumoxidfilms gebildet. Die Halbleiterabschnitte 204a und 204b der Inselform können durch zuerst zum Beispiel Vorbereiten einer Halbleiterbasis, in der der Isolationsfilm 203 angeordnet ist, auf einer Seite gegenüber der Elementbildungsfläche einer Halbleiterschicht, die zum Beispiel aus einem monokristallinen p-Typ-Siliciumsubstrat gebildet ist, anschließend Bonden der Seite des Isolationsfilms 203 dieser Halbleiterbasis an den Stopperfilm 202, anschließend Dünnen der Dicke der Halbleiterschicht der Halbleiterbasis zum Beispiel unter Verwendung eines CMP-Verfahrens und anschließend Strukturieren dieser Halbleiterschicht unter Verwendung einer bekannten Fotolithografiertechnologie und einer anisotropen Trockenätztechnologie gebildet werden. Der Isolationsfilm 206 wird so gebildet, dass er die Halbleiterabschnitte 204a und 204b der Inselform auf einer Seite gegenüber der Halbleiterschicht 20 des Isolationsfilms 203 bedeckt. Außerdem werden, bevor ein Isolationsfilm 206 gebildet wird, Pixeltransistoren (AMP, SEL und RST) in dem Halbleiterabschnitt der Inselform gebildet. **Fig. 84B** veranschaulicht einen Zustand, in dem ein Verstärkungstransistor AMP mit einer Gate-Elektrode 205a in dem Halbleiterabschnitt 204a der Inselform gebildet wird und ein Rücksetztransistor RST mit einer Gate-Elektrode 205r in dem Halbleiterabschnitt 204b der Inselform gebildet wird.

[0717] Als Nächstes werden, wie in **Fig. 84C** veranschaulicht, eine Kontaktelektrode 207b₁, die das leitfähige Material 35 des pixelinternen Separationsbereichs 32 von einer oberen Fläche des Isolationsfilms 206 erreicht, eine Kontaktelektrode 207f, die das Floating-Diffusion-Gebiet FD von der oberen Fläche des Isolationsfilms 206 erreicht, eine Kontaktelektrode 207t, die die Gate-Elektrode 37 des Transistors von der oberen Fläche des Isolationsfilms 206 erreicht, eine Kontaktelektrode 207a, die die Gate-Elektrode 205a des Verstärkungstransistors AMP von der oberen Fläche des Isolationsfilms 206 erreicht, und eine Kontaktelektrode 207r, die die Gate-Elektrode 205r des Rücksetztransistors RST von der oberen Fläche des Isolationsfilms 206 erreicht, jeweils gebildet.

[0718] Die Kontaktelektroden 207b₁, 207f, 207t, 207a und 207r können durch Bilden jeweiliger Kon-

taktlöcher in der Isolationsschicht einschließlich der Isolationsfilme 206 und 203, dem Stopperfilm 202, dem Zwischenschichtisolationsfilm 41 und dergleichen, danach zum Beispiel sequentielles Bilden eines Titan(Ti)-Films zur Verbindung und eines Titanitrid(TiN)-Films als ein Barrierefilm auf den Innenwänden der jeweiligen Kontaktlöcher, danach nach dem Bilden eines Wolfram(W)-Films als ein leitfähiges Material, so dass es die jeweiligen Kontaktlöcher einbettet, selektives Entfernen des Wolframfilms, des Titanitridfilms und des Titanfilms, die auf der oberen Fläche der Isolationsschicht (auf der oberen Fläche des Isolationsfilms 206) angeordnet sind, zum Beispiel unter Verwendung eines CMP-Verfahrens, so dass der Wolframfilm, der Titanitridfilm und der Titanfilm selektiv innerhalb der jeweiligen Löcher verbleiben, gebildet werden.

[0719] Als Nächstes werden, wie in **Fig. 84D** veranschaulicht, ein Isolationsfilm 208, eine Verdrahtungsschicht 209 einschließlich der Verdrahtungen 209b₁, 209f, 209t, 209a und 209r und ein Deckfilm 210 gebildet.

[0720] Der Isolationsfilm 208 wird auf einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 des Isolationsfilms 206 gebildet. Als der Isolationsfilm 208 wird zum Beispiel ein Siliciumoxidfilm verwendet.

[0721] Die Verdrahtungsschicht 209 einschließlich der Verdrahtungen 209b₁, 209f, 209t, 209a und 209r wird zum Beispiel unter Verwendung eines Single-Damascene-Verfahrens in dem Isolationsfilm 208 gebildet. Als ein Material der Verdrahtungsschicht 209 wird zum Beispiel Cu verwendet.

[0722] Der Deckfilm 210 wird auf einer Seite gegenüber der Seite des Isolationsfilms 206 des Isolationsfilms 208 gebildet, so dass er die Verdrahtungsschicht 209 bedeckt. Der Deckfilm 210 kann zum Beispiel durch Bilden eines Films aus SiN, SiCN, SiC oder dergleichen zum Beispiel unter Verwendung des CVD-Verfahrens gebildet werden.

[0723] In diesem Prozess ist das leitfähige Material 35 des pixelinternen Separationsbereichs 32 durch eine Kontaktelektrode 207b₁ elektrisch mit einer Verdrahtung 209b₁ verbunden. Außerdem ist das Floating-Diffusion-Gebiet FD, das in dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 angeordnet ist, durch die Kontaktelektrode 207f elektrisch mit der Verdrahtung 209f verbunden. Die Gate-Elektrode 37 des Transfertransistors TRG, der in dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 angeordnet ist, ist durch die Kontaktelektrode 207t elektrisch mit der Verdrahtung 209t verbunden. Außerdem ist die Gate-Elektrode 37 des Verstärkungstransistors AMP, der in dem Halbleiterabschnitt 204a der Inselform angeordnet ist, ist durch die Kontaktelektrode 207a elektrisch

mit der Verdrahtung 209a verbunden. Des Weiteren ist die Gate-Elektrode 205r des Rücksetztransistors RST, der in dem Halbleiterabschnitt 204b der Inselform angeordnet ist, durch die Kontaktelektrode 207r elektrisch mit der Verdrahtung 209r verbunden.

[0724] Als Nächstes wird, wie in **Fig. 84E** veranschaulicht, ein Öffnungsteil 211 gebildet, der sich von der oberen Fläche des Deckfilms 210 zu der Halbleiterschicht 20 hin erstreckt und in der Draufsicht mit dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 überlappt. Der Öffnungsteil 211 wird mit einer Tiefe zum Erreichen des Stopperfilms 202 von der oberen Fläche des Deckfilms 210 gebildet. Der Öffnungsteil 211 wird zum Installieren des Lichtreflexionskörpers 213 verwendet, der nachfolgend zu beschreiben ist, und die planare Größe des Lichtreflexionskörpers 213 wird gemäß der Öffnungsgröße dieses Öffnungsteils 211 bestimmt. Der Öffnungsteil 211 kann unter Verwendung einer bekannten Fotolithografiertechnologie und einer anisotropen Trockenätztechnologie gebildet werden. Die Tiefe des Öffnungsteils 211 kann unter Verwendung des Stopperfilms 202 gesteuert werden.

[0725] Als Nächstes werden, wie in **Fig. 84F** veranschaulicht, ein Schutzfilm 212, der zum Schützen des Deckfilms 210 vor einer chemischen Lösung oder dergleichen zur Zeit des Ätzens verwendet wird, und ein Cu-Film 213A als ein leitfähiges Material gebildet. Der Schutzfilm 212 wird durch Abscheiden eines Siliciumoxidfilms mit einer Transparenz unter Verwendung eines ALD-Verfahrens oder eines CVD-Verfahrens gebildet. Der Schutzfilm 212 wird mit einer Filmdicke entlang der oberen Fläche des Deckfilms 210 und der Innenwand (der Seitenwand und der unteren Wand) des Öffnungsteils 211 gebildet.

[0726] Der Cu-Film 213A wird unter Verwendung eines Sputterverfahrens gebildet, so dass eine Filmdicke in der unteren Wand des Inneren des Öffnungsteils 211 etwa 50 nm beträgt. Die Filmdicke des Cu-Films 213A muss 5 nm oder mehr betragen, wofür ein optisches Reflexionsvermögen auftritt, und es wird besonders bevorzugt, dass die Filmdicke 50 nm oder mehr beträgt, um eine Schwierigkeit beim Eindringen zu verursachen. Der Cu-Film 213A innerhalb des Öffnungsteils 211 wird so gebildet, dass er eine überhängende Form aufweist.

[0727] Außerdem können zur Haftung zwischen dem Cu-Film und einem Isolationsfilm und Verhinderung einer Cu-Diffusion als eine Barrieremetallschicht Titan (Ti), Tantal (Ta), jeder Nitridfilm und ein Laminierungsfilm mit einem Nitridfilm dünn angeordnet werden. Die Filmdicke beträgt bevorzugt etwa 5 nm, wofür es schwierig ist, einen optischen Einfluss zu erhalten.

[0728] Als Nächstes wird, wie in **Fig. 84G** veranschaulicht, ein Harzfilm 214 mit einem hohen Fließvermögen auf der gesamten Oberfläche auf dem Cu-Film 213A, um den Öffnungsteil 211 einzubetten, unter Verwendung eines Rotationsbeschichtungsverfahrens gebildet. Als der Harzfilm 214 kann zum Beispiel ein Material basierend auf einem Novolakharz verwendet werden. Dieser Harzfilm 214 ist zum Einbetten des Öffnungsteils 211 mit einem hohen Aspektverhältnis geeignet. Der Harzfilm 214 wird zum selektiven Entfernen eines überschüssigen Cu-Films 213A in anschließenden Prozessen verwendet.

[0729] Als Nächstes wird der Harzfilm 214 eines flachen Abschnitts auf dem Schutzfilm 212 unter Verwendung einer anisotropen Trockenätzung, wie etwa von reaktivem Ionenätzen (IRE) oder dergleichen, entfernt und danach wird der Cu-Film 213A des flachen Abschnitts auf dem Schutzfilm 212 unter Verwendung einer chemischen Lösung von Salpetersäure oder dergleichen entfernt. Gemäß diesem Prozess verbleibt, wie in **Fig. 84H** veranschaulicht, der Cu-Film 213A selektiv in dem Zustand, in dem er durch den Harzfilm 214 geschützt ist, auf der unteren Wand des Inneren des Öffnungsteils 211.

[0730] Als Nächstes wird, wie in **Fig. 84I** veranschaulicht, der überschüssige Harzfilm 214 innerhalb des Öffnungsteils 211 unter Verwendung von RIE und einer chemischen Lösung entfernt. Gemäß diesem Prozess wird ein Lichtreflexionskörper 213, der mit dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 in der Draufsicht überlappt und aus dem Cu-Film 213A gebildet wird, auf der unteren Wand des Öffnungsteils 211 gebildet.

[0731] Als Nächstes wird, wie in **Fig. 84J** veranschaulicht, das Innere des Öffnungsteils 211 mit dem Isolationsfilms 215 eingebettet. Als der Isolationsfilm 215 kann zum Beispiel ein Siliciumoxidfilm verwendet werden, der unter Verwendung eines CVD-Verfahrens, eines Bias-CVD-Verfahrens, in dem eine Hochfrequenzwelle auf ein Substrat angewandt wird, oder dergleichen gebildet wird. Gemäß diesem Prozess wird ein Mehrschichtkörper 200 einschließlich des Lichtreflexionskörpers 213, der in der Draufsicht mit dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 überlappt, und der Halbleiterabschnitte 204a und 204b der Inselform, die eine zweite Halbleiterschicht bilden, auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 gebildet.

[0732] Danach wird ferner die Verdrahtungsschicht gebildet, was ein Waferprozess ist.

<<Haupteffekte der 20. Ausführungsform>>

[0733] Als Nächstes werden Haupteffekte dieser 20. Ausführungsform beschrieben. Ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform beinhaltet die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1U gemäß dieser 20. Ausführungsform den Zwischenpixelseparationsbereich 31 und den pixelinternen Separationsbereich 32. Dementsprechend können auch bei der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1U gemäß dieser 20. Ausführungsform, ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, eine Verbesserung der Quanteneffizienz QE und eine hohe Unterdrückung einer Farbmischung (MTF) als Pixelcharakteristiken erzielt werden und kann eine Verbesserung von Übertragungscharakteristiken als Pixelcharakteristiken erzielt werden.

[0734] Außerdem beinhaltet die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1U gemäß dieser 20. Ausführungsform den Lichtblockierungsfilm 54, der auf der Außenseite der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 angeordnet ist und in der Draufsicht mit dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 überlappt. Dementsprechend wird, ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform, Licht, das in den zweiten Bereich 21b von der Seite der zweiten Fläche S2 (der Lichteinfallseite) der Halbleiterschicht 20 in dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 eingedrungen ist, durch den ersten Lichtblockierungsteil 82a blockiert, und kann eine Ankunft von Licht bei dem Floating-Diffusion-Gebiet FD unterdrückt werden, wodurch Parasitäre-Lichtempfindlichkeit-Charakteristiken (PLS) verbessert werden können.

[0735] Des Weiteren beinhaltet die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1U gemäß dieser 20. Ausführungsform den Mehrschichtkörper 200, der auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 angeordnet ist. Der Mehrschichtkörper 200 beinhaltet den Lichtreflexionskörper 213, der so angeordnet ist, dass er mit dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 überlappt. Aus diesem Grund wird Licht 57U, das von der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 eingefallen ist und durch den ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 transmittiert wurde (durch diesen hindurchgegangen ist), an dem Lichtreflexionskörper 213 reflektiert und kehrt zu dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs zurück. Dementsprechend kann gemäß der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1U gemäß dieser 20. Ausführungsform eine Verbesserung der Nutzungseffizienz von Licht erzielt werden.

[0736] Außerdem kann, obwohl bei der zuvor beschriebenen 20. Ausführungsform ein Herstellungsprozess unter Verwendung des Cu-Films 213A als ein leitfähiges Material des Lichtreflexionskörpers 213 beschrieben wurde, ein ähnlicher Herstellungsprozess auch auf einen Fall angewandt werden, in dem ein Al-Film als ein leitfähiges Material des Lichtreflexionskörpers 213 verwendet wird.

[21. Ausführungsform]

[0737] Bei dieser 21. Ausführungsform wird ein Beispiel beschrieben, bei dem ein Lichtabsorptionskörper der vorliegenden Technologie auf eine Festkörperbildgebungsvorrichtung einer Zwei-Ebenen-Struktur angewandt wird, in der zwei Halbleiterschichten gestapelt sind.

[0738] Fig. 85 ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Longitudinalquerschnittsstruktur der Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß der 21. Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[0739] Fig. 86 ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster des in Fig. 85 veranschaulichten Lichtabsorptionskörpers schematisch veranschaulicht.

[0740] In Fig. 85 ist zur einfachen Betrachtung der Zeichnung eine Schraffur teilweise weggelassen, die einen Querschnitt repräsentiert.

[0741] In Fig. 85 ist eine Veranschaulichung des Beugungsstreuungsabschnitts 51, des Festladungsfilms 52, des Farbfilters 55, der Mikrolinse 56 und dergleichen, die in Fig. 5 und 6 veranschaulicht sind, weggelassen.

[0742] Bei dieser 21. Ausführungsform entspricht eine Halbleiterschicht 20 einem speziellen Beispiel für eine „erste Halbleiterschicht“ der vorliegenden Technologie und entsprechen Halbleiterabschnitte 204a und 204b einer Inselform einem speziellen Beispiel für eine „zweite Halbleiterschicht“ der vorliegenden Technologie.

<<Konfiguration der Festkörperbildgebungsvorrichtung>>

[0743] Wie in Fig. 85 veranschaulicht, weist eine Festkörperbildgebungsvorrichtung 1V gemäß der 21. Ausführungsform der vorliegenden Technologie im Grunde eine Konfiguration ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform auf und die folgenden Konfigurationen sind unterschiedlich.

[0744] Mit anderen Worten beinhaltet, wie in Fig. 5 veranschaulicht, die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Aus-

führungsform eine Mehrschichtverdrahtungsschicht 40 auf der Seite der ersten Fläche der Halbleiterschicht 20. Die Pixeltransistoren (AMP, SEL und RST), die in dem in **Fig. 3** veranschaulichten Leseschaltkreis 15 enthalten sind, sind in dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 der Halbleiterschicht 20 angeordnet.

[0745] Im Gegensatz dazu beinhaltet, wie in **Fig. 85** veranschaulicht, die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1V gemäß der 21. Ausführungsform der vorliegenden Technologie einen Mehrschichtkörper (Laminierungskörper) 220, der auf einer Seite einer ersten Fläche S1 einer Halbleiterschicht 20 als eine erste Halbleiterschicht durch einen Zwischenschichtisolationfilm 41 angeordnet ist. Die Pixeltransistoren (AMP, SEL und RST), die in dem in **Fig. 3** veranschaulichten Leseschaltkreis 15 enthalten sind, sind in dem Mehrschichtkörper 220 angeordnet.

[0746] Wie in **Fig. 85** veranschaulicht, beinhaltet der Mehrschichtkörper 220 einen Lichtabsorptionskörper 228, der so angeordnet ist, dass er in der Draufsicht mit einem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 überlappt, und Halbleiterabschnitte 204a und 204b einer Inselform als eine zweite Halbleiterschicht, die auf einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 dieses Lichtabsorptionskörpers 228 angeordnet sind. Mit anderen Worten weist die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1V gemäß dieser 21. Ausführungsform eine Zwei-Ebenen-Struktur auf, in der die Halbleiterschicht 20, die eine erste Halbleiterschicht ist, und die Halbleiterabschnitte 204a und 204b der Inselform, die die zweite Halbleiterschicht bilden, gestapelt sind.

[0747] Außerdem beinhaltet der Mehrschichtkörper 220 ferner einen Isolationsfilm 222, der auf einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 des Zwischenschichtisolationfilms 41 angeordnet ist, einen Isolationsfilm 223, der auf einer Seite gegenüber dem Zwischenschichtisolationfilms 41 dieses Isolationsfilms 222 angeordnet ist, und eine Verdrahtungsschicht 229, die auf einer Seite gegenüber der Seite des Isolationsfilms 222 dieses Isolationsfilms 223 angeordnet ist.

[0748] Obwohl dies nicht ausführlich veranschaulicht ist, ist der Zwischenschichtisolationfilm 41, ähnlich der zuvor beschriebenen 20. Ausführungsform, auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 angeordnet, so dass er eine Gate-Elektrode 37 (siehe **Fig. 4**) eines Transfertransistors TRG bedeckt, der in dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 angeordnet ist.

[0749] Die Halbleiterabschnitte 204a und 204b der Inselform sind auf einer Seite gegenüber der Seite des Zwischenschichtisolationfilms 41 des Isola-

tionsfilms 222 angeordnet und ist mit dem Isolationsfilm 223 bedeckt. Ähnlich der zuvor beschriebenen 20. Ausführungsform wird jeder der Halbleiterabschnitte 204a und 204b der Inselform in derselben Halbleiterschicht gebildet. Als die Halbleiterschicht kann ein Si-Substrat, ein SiGe-Substrat, ein InGaAs-Substrat oder dergleichen verwendet werden. Bei dieser 21. Ausführungsform wird, ähnlich der zuvor beschriebenen 20. Ausführungsform, zum Beispiel ein Halbleitersubstrat eines p-Typs verwendet, das aus monokristallinem Silicium gebildet ist.

[0750] In dem Halbleiterabschnitt 204a der Inselform ist, ähnlich der zuvor beschriebenen 20. Ausführungsform, als ein Pixeltransistor, der in dem Leseschaltkreis 15 enthalten ist, zum Beispiel ein Verstärkungstransistor AMP angeordnet. Außerdem ist in dem Halbleiterabschnitt 204b der Inselform als ein Pixeltransistor, der in dem Leseschaltkreis 15 enthalten ist, zum Beispiel ein Rücksetztransistor RST angeordnet. Obwohl dies in der Zeichnung nicht veranschaulicht ist, kann ein Auswahltransistor als ein Pixeltransistor, der in dem Leseschaltkreis 15 enthalten ist, in dem Halbleiterabschnitt 204a der Inselform mit einer seriellen Verbindung zu dem Verstärkungstransistor AMP angeordnet sein oder kann in einem anderen Halbleiterabschnitt einer Inselform angeordnet sein.

[0751] In der Verdrahtungsschicht 229 sind verschiedene Verdrahtungen gebildet. In **Fig. 85** sind Verdrahtungen 229b₁, 229f und 229r veranschaulicht.

[0752] Wie in **Fig. 85** veranschaulicht, ist die Verdrahtung 229b₁ elektrisch mit einer Kontaktelektrode (Durchgangstopfen) 227b₁ verbunden, die durch den Isolationsfilm 223, den Isolationsfilm 222 und den Zwischenschichtisolationfilm 41 hindurch verläuft und das leitfähige Material 35 des pixelinternen Separationsbereichs 32 erreicht, und ist ferner durch diese Kontaktelektrode 227b₁ elektrisch mit dem leitfähigen Material 35 des pixelinternen Separationsbereichs 32 verbunden. Ähnlich der zuvor beschriebenen 20. Ausführungsform wird ein zweites elektrisches Referenzpotential eines positiven elektrischen Potentials höher als ein erstes elektrische Referenzpotential, das an das Wannengebiet 22 des p-Typs angelegt wird, an diese Verdrahtung 229b₁ als ein elektrisches Leistungsquellenpotential angelegt. Mit anderen Worten wird das leitfähige Material 35 des zweiten pixelinternen Separationsbereichs 32 mit dem zweiten elektrischen Referenzpotential versorgt, das durch die Kontaktelektrode 95b₁ an die Verdrahtung 96b₁ angelegt wird, und weist ein elektrisches Potential auf, das dieses zweite elektrische Referenzpotential festgesetzt ist.

[0753] Wie in **Fig. 85** veranschaulicht, ist die Verdrahtung 229f elektrisch mit einer Kontaktelektrode

(Durchgangstopfen) 227f verbunden, die durch den Isolationsfilm 223, den Isolationsfilm 222 und den Zwischenschichtisolationsfilm 41 hindurch verläuft und das Floating-Diffusion-Gebiet FD des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 erreicht, und ist ferner durch diese Kontaktelektrode 227f elektrisch mit dem Floating-Diffusion-Gebiet FD verbunden. Außerdem ist die Verdrahtung 229f durch die Kontaktelektrode (eingebetteten Stopfen) 227a, die in dem Isolationsfilm 223 eingebettet ist, elektrisch mit einer Gate-Elektrode 205a des Verstärkungstransistors AMP verbunden. Mit anderen Worten ist das Floating-Diffusion-Gebiet FD elektrisch mit einer Eingangsstufenseite des Leseschaltkreises 15 (der Gate-Elektrode 205a des Verstärkungstransistors AMP und einem Source-Gebiet des Rücksetztransistors RST) verbunden.

[0754] Die Verdrahtung 229r ist durch die Kontaktelektrode 227r, die in dem Isolationsfilm 203 eingebettet ist, elektrisch mit der Gate-Elektrode 205r des Rücksetztransistors RST verbunden.

[0755] Wie in **Fig. 85** veranschaulicht, überlappt der Lichtabsorptionskörper 228 in der Draufsicht mit dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21, ist auf einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 des Zwischenschichtisolationsfilms 41 angeordnet und ist mit dem Isolationsfilm 222 einer oberen Schicht bedeckt. Der Lichtabsorptionskörper 228 ist in der Dickenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 auf einer Seite einer Halbleiterschicht 20 der Halbleiterabschnitte 204a und 204b der Inselform positioniert und ist auf einer fernerer Seite der Halbleiterabschnitte 204a und 204b der Inselform als die Seite der Halbleiterschicht 20 positioniert. Außerdem ist der Lichtabsorptionskörper 228 zwischen der Halbleiterschicht 20, die eine erste Halbleiterschicht ist, und den Halbleiterabschnitten 204a und 204b der Inselform angeordnet, die eine zweite Halbleiterschicht bilden. Mit anderen Worten ist der Lichtabsorptionskörper 228 in einer Schicht zwischen der Halbleiterschicht 20 und den Halbleiterabschnitten 204a und 204b der Inselform hinsichtlich einer Schichtform (Schichten) angeordnet. Wie in **Fig. 86** veranschaulicht, weist der Lichtreflexionskörper 213 eine Plattenform auf, die sich in einer zweidimensionalen Form erstreckt. Bei dieser 21. Ausführungsform überlappt der Lichtabsorptionskörper 228 in der Draufsicht auch mit dem Zwischenpixelseparationsbereich und dem pixelinternen Separationsbereich.

[0756] Als der Lichtabsorptionskörper 228 ist bevorzugt ein Metallmaterial enthalten, dessen Lichtabsorptionsrate höher als jene der Halbleiterschicht 20 und der Halbleiterabschnitte 204a und 204b der Inselform als die zweite Halbleiterschicht ist. Insbesondere wird es bevorzugt, als den Lichtabsorptions-

körper 228 ein Metallmaterial zu beinhalten, dessen Lichtabsorptionsrate höher als jene von Halbleitermaterialien, wie etwa Si, SiGe, InGaAs und dergleichen, ist. Als ein solches Metallmaterial ist zum Beispiel Wolfram (W) effektiv. Bei dieser 21. Ausführungsform wird zum Beispiel der Lichtabsorptionskörper 228 verwendet, der Wolfram beinhaltet.

[0757] Wie in **Fig. 85** veranschaulicht, fällt der Lichtabsorptionskörper 228 von der zweiten Fläche S2 (der Lichteinfallsfläche) der Halbleiterschicht 20 ein, wird durch den ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 transmittiert und absorbiert Licht 57V, das seinen eigenen Lichtabsorptionskörper 228 erreicht hat. Mit anderen Worten wird das Licht 57V, das von der zweiten Fläche S2 (der Lichteinfallsfläche) der Halbleiterschicht 20 eingefallen ist, durch den ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 transmittiert wurde und den Lichtabsorptionskörper 228 erreicht hat, durch den Lichtabsorptionskörper 228 absorbiert.

<<Verfahren zum Herstellen der
Festkörperbildgebungsvorrichtung>>

[0758] Als Nächstes wird ein Verfahren zum Herstellen der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1V gemäß der 21. Ausführungsform der vorliegenden Technologie unter Verwendung von **Fig. 87A** bis **87J** beschrieben.

[0759] Auch in **Fig. 87A** bis **87I** ist zur einfachen Betrachtung der Zeichnungen eine Schraffur teilweise weggelassen, die einen Querschnitt repräsentiert.

[0760] Bei dieser 21. Ausführungsform wird eine Herstellung des Lichtabsorptionskörpers 228, die in dem Verfahren zum Herstellen der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1V enthalten ist, speziell beschrieben.

[0761] Zuerst werden, ähnlich der zuvor beschriebenen 20. Ausführungsform, in der Halbleiterschicht 20 ein fotoelektrischer Umwandlungsbereich 21, ein Zwischenpixelseparationsbereich 31, ein pixelinterner Separationsbereich 32, ein Floating-Diffusion-Gebiet FD, ein Transfertransistor TRG (nicht veranschaulicht) und dergleichen gebildet.

[0762] Als Nächstes werden, wie in **Fig. 87A** veranschaulicht, auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 ein Zwischenschichtisolationsfilm 41 und ein Opferfilm 221 in dieser Reihenfolge gebildet. Als der Zwischenschichtisolationsfilm 41 wird zum Beispiel ein Siliciumoxidfilm verwendet. Als der Opferfilm 221 wird zum Beispiel ein Siliciumnitridfilm mit einer Selektivität für einen Siliciumoxidfilm verwendet. Obwohl dies in **Fig. 87A** nicht veran-

schaulich ist, wird, wenn unter Bezugnahme auf **Fig. 86** beschrieben, der Zwischenschichtisolationfilm 41 so gebildet, dass er die Gate-Elektrode 37 des Transfertransistors TRG bedeckt, der in dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 gebildet ist. Der Opferfilm 221 wird zum Bilden eines Hohlraumteils durch selektives Entfernen dieses Opferfilms 221 verwendet.

[0763] Als Nächstes werden, wie in **Fig. 87B** veranschaulicht, durch Strukturieren des Opferfilms 221 ein erster Strukturteil 221a, der in der Draufsicht mit dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 überlappt, und ein zweiter Strukturteil 221f, der in der Draufsicht mit dem zweiten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 überlappt, gebildet. Die Strukturierung dieses Opferfilms 221 wird unter Verwendung einer bekannten Fotolithografiertechnologie und einer anisotropen Trockenätztechnologie durchgeführt.

[0764] Als Nächstes wird, wie in **Fig. 87B** veranschaulicht, ein Raum zwischen dem ersten Strukturteil 221a und dem zweiten Strukturteil 221f auf einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 des Zwischenschichtisolationfilms 41 eingebettet und wird ein Isolationsfilm 222 gebildet, der den ersten Strukturteil 221a und den zweiten Strukturteil 221f bedeckt. Als der Isolationsfilm 222 kann ein Siliciumoxidfilm verwendet werden, der unter Verwendung eines CVD-Verfahrens, eines Bias-CVD-Verfahrens, in dem eine Hochfrequenzwelle auf ein Substrat angewandt wird, oder dergleichen gebildet wird.

[0765] Als Nächstes werden, wie in **Fig. 87C** veranschaulicht, Halbleiterabschnitte 204a und 204b der Inselform als eine zweite Halbleiterschicht auf einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 des Isolationsfilms 222 gebildet und danach wird ein Verstärkungstransistor AMP in dem Halbleiterabschnitt 204a der Inselform gebildet und wird ein Rücksetztransistor RST in dem Halbleiterabschnitt 204b der Inselform gebildet. Die Halbleiterabschnitte 204a und 204b der Inselform werden unter Verwendung eines Verfahrens ähnlich jenem der zuvor beschriebenen 20. Ausführungsform gebildet. Außerdem wird hier unter den Pixeltransistoren (AMP, SEL und RST), die in dem Leseschaltkreis 15 enthalten sind, obwohl der Verstärkungstransistor AMP und der Rücksetztransistor RST beschrieben werden, auch der Auswahltransistor SEL in einem der Halbleiterabschnitte 204a und 204b der Inselform oder dem anderen Halbleiterabschnitt der Inselform gebildet.

[0766] Als Nächstes wird, wie in **Fig. 87D** veranschaulicht, auf einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 des Isolationsfilms 222 ein Isolationsfilm 223 gebildet, so dass er die Halbleiterab-

schnitte 204a und 204b der Inselform und dergleichen bedeckt. Als der Isolationsfilm 223 wird zum Beispiel ein Siliciumoxidfilm, der unter Verwendung eines CVD-Verfahrens gebildet wird, verwendet.

[0767] Als Nächstes werden, wie in **Fig. 87D** veranschaulicht, ein Kontaktloch 224b₁, das den ersten Strukturteil 221a von der oberen Fläche des Isolationsfilms 223 erreicht und in der Draufsicht mit dem pixelinternen Separationsbereich 32 überlappt, ein Kontaktloch 224f, das den zweiten Strukturteil 221f von der oberen Fläche des Isolationsfilms 223 erreicht und in der Draufsicht mit dem Floating-Diffusion-Gebiet FD überlappt, ein Kontaktloch 224a, das die Gate-Elektrode 205a des Verstärkungstransistors AMP von der oberen Seite des Isolationsfilms 223 erreicht, und ein Kontaktloch 22r, das die Gate-Elektrode 205r des Rücksetztransistors RST von der oberen Fläche des Isolationsfilms 223 erreicht, gebildet. Solche Kontaktlöcher 224b₁, 224f, 224a und 22r können unter Verwendung einer bekannten Fotolithografiertechnologie und einer anisotropen Trockenätztechnologie gebildet werden.

[0768] Als Nächstes wird, wie in **Fig. 87E** veranschaulicht, durch sequentielles Ätzen des ersten Strukturteils 221a und des Zwischenschichtisolationfilms 41 durch das Kontaktloch 224b₁ bewirkt, dass das Kontaktloch 224b₁ das leitfähige Material 35 des pixelinternen Separationsbereichs 32 erreicht, und wird durch sequentielles Ätzen des zweiten Strukturteils 221f und des Zwischenschichtisolationfilms 41 durch das Kontaktloch 224f bewirkt, dass das Kontaktloch 224f das Floating-Diffusion-Gebiet FD des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 erreicht.

[0769] Als Nächstes wird, wie in **Fig. 87F** veranschaulicht, ein erster Hohlraumteil 225a durch selektives Entfernen des ersten Strukturteils 221a gebildet und wird ein zweiter Hohlraumteil 225f durch selektives Entfernen des zweiten Strukturteils 221f gebildet. Der erste und zweite Strukturteil 221a und 221f können selektiv entfernt werden, indem Phosphorsäurelösungen durch die Kontaktlöcher 224b₁ bzw. 224f an den ersten und zweiten Strukturteil 221a und 221f geliefert werden.

[0770] Zum Beispiel werden ein Titan(Ti)-Film zur Verbindung und ein Titannitrid(TiN)-Film als ein Barrierefilm sequentiell auf der Innenwand von jedem der Kontaktlöcher 224b₁, 224f, 224a, und 22r und der Innenwand von jedem des ersten und zweiten Hohlraumteils 225a und 225f auf der oberen Fläche des Isolationsfilms 223 (einer Seite gegenüber der Seite des Isolationsfilms 222) gebildet. Der Ti-Film und der TiN-Film können unter Verwendung eines Sputterverfahrens und eines CVD-Verfahrens gebildet werden.

[0771] Als Nächstes wird, wie in **Fig. 87G** veranschaulicht, zum Beispiel ein Wolfram(W)-Film 226 als ein leitfähiges Material gebildet, um den ersten und zweiten Hohlraumteil 225a und 225f und die Kontaktlöcher 224b₁, 224f, 224a und 224r einzubetten. Der W-Film 226 kann unter Verwendung eines Sputterverfahrens oder eines CVD-Verfahrens gebildet werden.

[0772] Als Nächstes werden, wie in **Fig. 87H** veranschaulicht, der W-Film 226, der TiN-Film und der Ti-Film auf der oberen Fläche des Isolationsfilms 223 zum Beispiel unter Verwendung eines CMP-Verfahrens selektiv entfernt.

[0773] Gemäß diesem Prozess kann in dem ersten Hohlraumteil 225a ein Lichtabsorptionskörper 228 gebildet werden, der den Ti-Film, den TiN-Film und den W-Film 226 beinhaltet, elektrisch mit dem leitfähigen Material 35 des pixelinternen Separationsbereichs 32 verbunden ist, in der Draufsicht mit dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 überlappt und zwischen dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 und den Halbleiterabschnitten 204a und 204b der Inselform positioniert ist. Außerdem kann in dem Kontaktloch 224f und dem zweiten Hohlraumteil 225f eine Kontaktelektrode 227b₁ gebildet werden, die den Ti-Film, den TiN-Film und den W-Film 226 beinhaltet und elektrisch mit dem Floating-Diffusion-Gebiet FD des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 verbunden ist.

[0774] Des Weiteren kann in dem Kontaktloch 224a eine Kontaktelektrode 227a gebildet werden, die den Ti-Film, den TiN-Film und den W-Film 226 beinhaltet und elektrisch mit der Gate-Elektrode 205a des Verstärkungstransistors AMP verbunden ist.

[0775] Außerdem kann in dem Kontaktloch 224r eine Kontaktelektrode 227r gebildet werden, die den Ti-Film, den TiN-Film und den W-Film 226 beinhaltet und elektrisch mit der Gate-Elektrode 205r des Rücksetztransistors RST verbunden ist.

[0776] Als Nächstes wird, wie in **Fig. 87I** veranschaulicht, eine Verdrahtungsschicht 229 einschließlich einer Verdrahtung 229b₁, einer Verdrahtung 229f, einer Verdrahtung 229a und einer Verdrahtung 229r auf einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 des Isolationsfilms 223 gebildet.

[0777] Danach wird ferner eine Verdrahtungsschicht gebildet, was ein Waferprozess ist.

<<Haupteffekte der 21. Ausführungsform>>

[0778] Ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform beinhaltet die Festkörperbildgebungs-

vorrichtung 1V gemäß dieser 21. Ausführungsform den Zwischenpixelseparationsbereich 31, den pixelinternen Separationsbereich 32 und den Lichtblockierungsfilm 54. Dementsprechend können auch in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1V gemäß dieser 21. Ausführungsform Effekte ähnlich jenen der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform erlangt werden.

[0779] Außerdem beinhaltet die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1V gemäß dieser 21. Ausführungsform den Mehrschichtkörper 220, der auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 angeordnet ist. Der Mehrschichtkörper 220 beinhaltet den Lichtabsorptionskörper 228, der so angeordnet ist, dass er mit dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 überlappt, und eine Lichtabsorptionsrate höher als die Halbleiterschicht 20 aufweist. Aus diesem Grund kann Licht 57V, das von der zweiten Fläche S2 (Lichteinfallfläche) der Halbleiterschicht 20 eingefallen ist und durch den ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 transmittiert wurde, durch den Lichtabsorptionskörper 228 absorbiert werden und ein Einfall von Licht in der zweiten Halbleiterschicht einschließlich der Halbleiterabschnitte 204a und 204b der Inselform kann unterdrückt werden. Dementsprechend können Streuung und Streulicht unterdrückt werden.

[0780] Außerdem kann gemäß dem Herstellungsverfahren dieser 21. Ausführungsform der Lichtabsorptionskörper 228 zwischen dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 und den Halbleiterabschnitten 204a und 204b der Inselform gebildet werden und dementsprechend kann ein Installationsbereich der Halbleiterabschnitte 204a und 204b der Inselform breit genutzt werden.

[22. Ausführungsform]

[0781] Bei dieser 22. Ausführungsform wird ein Beispiel beschrieben, bei dem ein Lichtreflexionskörper der vorliegenden Technologie auf eine Festkörperbildgebungsvorrichtung einer Zwei-Ebenen-Struktur angewandt wird, in der zwei Halbleiterschichten gestapelt sind.

[0782] **Fig. 88** ist eine Longitudinalquerschnittsansicht, die eine Longitudinalquerschnittsstruktur einer Festkörperbildgebungsvorrichtung gemäß einer 22. Ausführungsform der vorliegenden Technologie schematisch veranschaulicht.

[0783] **Fig. 89** ist eine Draufsicht, die ein Ebenenmuster eines in **Fig. 88** veranschaulichten Lichtreflexionskörpers schematisch veranschaulicht.

[0784] In **Fig. 88** ist zur einfachen Betrachtung der Zeichnung eine Schraffur teilweise weggelassen, die einen Querschnitt repräsentiert.

[0785] In **Fig. 88** ist eine Veranschaulichung des Beugungsstreuungsabschnitts 51, des Festladungsfilms 52, des Farbfilters 55, der Mikrolinse 56 und dergleichen, die in **Fig. 5** und **6** veranschaulicht sind, weggelassen.

[0786] Bei dieser 22. Ausführungsform entspricht eine Halbleiterschicht 20 einem speziellen Beispiel für eine „erste Halbleiterschicht“ der vorliegenden Technologie und entsprechen Halbleiterabschnitte 204a und 204b einer Inselform einem speziellen Beispiel für eine „zweite Halbleiterschicht“ der vorliegenden Technologie.

<<Konfiguration der
Festkörperbildgebungsvorrichtung>>

[0787] Wie in **Fig. 88** veranschaulicht, weist eine Festkörperbildgebungsvorrichtung 1W gemäß der 22. Ausführungsform der vorliegenden Technologie im Grunde eine Konfiguration ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform auf und die folgenden Konfigurationen sind unterschiedlich.

[0788] Mit anderen Worten beinhaltet, wie in **Fig. 5** veranschaulicht, die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform eine Mehrschichtverdrahtungsschicht 40 auf der Seite der ersten Fläche der Halbleiterschicht 20. Die Pixeltransistoren (AMP, SEL und RST), die in dem in **Fig. 3** veranschaulichten Leseschaltkreis 15 enthalten sind, sind in dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 der Halbleiterschicht 20 angeordnet.

[0789] Im Gegensatz dazu beinhaltet, wie in **Fig. 88** veranschaulicht, die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1W gemäß der 22. Ausführungsform der vorliegenden Technologie einen Mehrschichtkörper (einen Laminierungskörper) 230, der auf einer Seite einer ersten Fläche S1 einer Halbleiterschicht 20 als eine erste Halbleiterschicht angeordnet ist, die durch einen Zwischenschichtisolationsfilm 41 angeordnet ist. Die Pixeltransistoren (AMP, SEL und RST), die in dem in **Fig. 3** veranschaulichten Leseschaltkreis 15 enthalten sind, sind in dem Mehrschichtkörper 230 angeordnet.

[0790] Wie in **Fig. 88** veranschaulicht, beinhaltet der Mehrschichtkörper 220 einen Lichtreflexionskörper 239, der so angeordnet ist, dass er in der Draufsicht mit einem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 überlappt, und Halbleiterabschnitte 204a und 204b einer Inselform als eine zweite Halbleiterschicht, die auf einer Seite gegen-

über der Seite der Halbleiterschicht 20 dieses Lichtreflexionskörpers 239 angeordnet sind. Mit anderen Worten weist die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1W gemäß dieser 22. Ausführungsform eine Zwei-Ebenen-Struktur auf, in der die Halbleiterschicht 20, die eine erste Halbleiterschicht ist, und die Halbleiterabschnitte 204a und 204b der Inselform, die die zweite Halbleiterschicht bilden, gestapelt sind.

[0791] Außerdem beinhaltet der Mehrschichtkörper 230 ferner einen Isolationsfilm 232, der auf einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 des Zwischenschichtisolationsfilms 41 angeordnet ist, einen Isolationsfilm 234, der auf einer Seite gegenüber dem Zwischenschichtisolationsfilms 41 dieses Isolationsfilms 232 angeordnet ist, und einen Isolationsfilm 236, der auf einer Seite gegenüber der Seite des Isolationsfilms 232 dieses Isolationsfilms 234 angeordnet ist.

[0792] Obwohl dies nicht ausführlich veranschaulicht ist, ist der Zwischenschichtisolationsfilm 41, ähnlich der zuvor beschriebenen 20. Ausführungsform, auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 angeordnet, so dass er eine Gate-Elektrode 37 (siehe **Fig. 4**) eines Transfertransistors TRG bedeckt, der in dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 angeordnet ist.

[0793] Die Halbleiterabschnitte 204a und 204b der Inselform sind auf einer Seite gegenüber der Seite des Zwischenschichtisolationsfilms 41 des Isolationsfilms 232 angeordnet und ist mit dem Isolationsfilm 234 bedeckt. Ähnlich der zuvor beschriebenen 20. Ausführungsform wird jeder der Halbleiterabschnitte 204a und 204b der Inselform in derselben Schicht gebildet. Als die Halbleiterschicht 20 kann ein Si-Substrat, ein SiGe-Substrat, ein InGaAs-Substrat oder dergleichen verwendet werden. Bei dieser 22. Ausführungsform wird, ähnlich der zuvor beschriebenen 20. Ausführungsform, zum Beispiel ein Halbleitersubstrat eines p-Typs verwendet, das aus monokristallinem Silicium gebildet ist.

[0794] In dem Halbleiterabschnitt 204a der Inselform ist, ähnlich der zuvor beschriebenen 20. Ausführungsform, als ein Pixeltransistor, der in dem Leseschaltkreis 15 enthalten ist, zum Beispiel ein Verstärkungstransistor AMP angeordnet. Außerdem ist in dem Halbleiterabschnitt 204b der Inselform als ein Pixeltransistor, der in dem Leseschaltkreis 15 enthalten ist, zum Beispiel ein Rücksetztransistor RST angeordnet. Obwohl dies in der Zeichnung nicht veranschaulicht ist, kann ein Auswahltransistor als ein Pixeltransistor, der in dem Leseschaltkreis 15 enthalten ist, in dem Halbleiterabschnitt 204a der Inselform mit einer seriellen Verbindung zu dem Verstärkungstransistor AMP angeordnet sein oder kann in einem anderen Halbleiterabschnitt einer Inselform angeordnet sein.

[0795] Wie in **Fig. 88** veranschaulicht, ist eine Kontaktelektrode 235b₁, die das leitfähige Material 35 von der oberen Fläche des Isolationsfilms 234 erreicht, elektrisch mit dem leitfähigen Material 35 des pixelinternen Separationsbereichs 32 des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 verbunden. Ähnlich der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform wird ein zweites elektrisches Referenzpotential eines positiven elektrischen Potentials höher als ein erstes elektrische Referenzpotential, das an das Wannengebiet 22 des p-Typs angelegt wird, an diese Kontaktelektrode 235b₁ als ein elektrisches Leistungsquellenpotential angelegt. Mit anderen Worten wird das leitfähige Material 35 des pixelinternen Separationsbereichs 32 mit dem zweiten elektrischen Referenzpotential versorgt, das an die Kontaktelektrode 235b₁ angelegt wird, und weist ein elektrisches Potential auf, das auf dieses zweite elektrische Referenzpotential festgesetzt ist.

[0796] Eine Kontaktelektrode 235f, die das Floating-Diffusion-Gebiet FD von der oberen Fläche des Isolationsfilms 234 erreicht, ist elektrisch mit dem Floating-Diffusion-Gebiet FD des zweiten Bereichs 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 verbunden. Obwohl dies in **Fig. 88** nicht veranschaulicht ist, ist diese Kontaktelektrode 235f elektrisch mit der Gate-Elektrode 205a des Verstärkungstransistors AMP verbunden. Mit anderen Worten ist das Floating-Diffusion-Gebiet FD elektrisch mit einer Eingangsstufenseite des Leseschaltkreises 15 (der Gate-Elektrode 205a des Verstärkungstransistors AMP und einem Source-Gebiet des Rücksetztransistors RST) verbunden.

[0797] Eine Kontaktelektrode 235a, die die Gate-Elektrode 205a von der oberen Fläche des Isolationsfilms 234 erreicht, ist elektrisch mit der Gate-Elektrode 205a des Verstärkungstransistors AMP verbunden.

[0798] Eine Kontaktelektrode 235r, die das Floating-Diffusion-Gebiet FD von der oberen Fläche des Isolationsfilms 234 erreicht, ist elektrisch mit der Gate-Elektrode des Rücksetztransistors RST verbunden.

[0799] Wie in **Fig. 88** veranschaulicht, überlappt der Lichtreflexionskörper 239 in der Draufsicht mit dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21, ist auf einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 des Zwischenschichtisolationsfilms 41 angeordnet und ist mit dem Isolationsfilm 232 einer oberen Schicht bedeckt. Der Lichtreflexionskörper 239 ist in der Dickenrichtung (der Z-Richtung) der Halbleiterschicht 20 auf einer Seite einer Halbleiterschicht 20 der Halbleiterabschnitte 204a und 204b der Inselform positioniert und ist auf einer Seite weiterer Halbleiterabschnitte 204a und 204b der Inselform als die Seite der Halbleiterschicht 20 positioniert. Außerdem ist der Licht-

reflexionskörper 239 zwischen der Halbleiterschicht 20, die eine erste Halbleiterschicht ist, und den Halbleiterabschnitten 204a und 204b der Inselform als eine zweite Halbleiterschicht angeordnet. Mit anderen Worten ist der Lichtreflexionskörper 239 in einer Schicht zwischen der Halbleiterschicht 20 und den Halbleiterabschnitten 204a und 204b der Inselform hinsichtlich einer Schichtform (Schichten) angeordnet. Wie in **Fig. 89** veranschaulicht, weist der Lichtreflexionskörper 239 eine Plattenform auf, die sich in einer zweidimensionalen Form erstreckt.

[0800] Wie in **Fig. 88** veranschaulicht, ist der Lichtreflexionskörper 239 integral mit einem Läufermetallkörper 239a gebildet, der sich von der oberen Fläche des Isolationsfilms 236 zu der Halbleiterschicht 20 hin erstreckt.

[0801] Als der Lichtreflexionskörper 239 ist bevorzugt ein Metallmaterial mit einem optischen Reflexionsgrad höher als ein Isolationsmaterial enthalten, das in dem Zwischenpixelseparationsbereich 31 enthalten ist. Außerdem ist als der Lichtreflexionskörper 213 bevorzugt ein Metallmaterial mit einem optischen Reflexionsgrad höher als die Halbleiterabschnitte 204a und 204b der Inselform, die die zweite Halbleiterschicht sind, und mit einer niedrigen Lichtabsorptionsrate enthalten. Als solche Metallmaterialien gibt es zum Beispiel Kupfer (Cu), Aluminium (Al) und dergleichen. Sowohl Cu als auch Al weisen einen optischen Reflexionsgrad höher als Siliciumoxid oder Silicium auf und weisen niedrige Lichtabsorptionsraten auf. Bei dieser 22. Ausführungsform wird zum Beispiel der Lichtreflexionskörper 239 verwendet, der Al beinhaltet.

[0802] Der Lichtreflexionskörper 239, wie in **Fig. 88** veranschaulicht, reflektiert Licht 57W, das von der zweiten Fläche S2 (der Lichteinflussfläche) der Halbleiterschicht 20 eingefallen ist und durch den ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 zu dem ersten Bereich 21a transmittiert wurde. Mit anderen Worten wird Licht 57W, das von der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 eingefallen ist und durch den ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 transmittiert wurde (durch diesen hindurchgegangen ist), an dem Lichtreflexionskörper 239 reflektiert und kehrt zu dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 zurück. In dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs ist die fotoelektrische Umwandlungseinheit 24 (PD) angeordnet.

<<Verfahren zum Herstellen der
Festkörperbildgebungsvorrichtung>>

[0803] Als Nächstes wird ein Verfahren zum Herstellen der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1W gemäß der 22. Ausführungsform der vorliegenden

Technologie unter Verwendung von **Fig. 90A** bis **90H** beschrieben.

[0804] Auch in **Fig. 90A** bis **90H** ist zur einfachen Betrachtung der Zeichnungen eine Schraffur teilweise weggelassen, die einen Querschnitt repräsentiert.

[0805] Bei dieser 22. Ausführungsform wird eine Herstellung des Lichtreflexionskörpers 239, die in dem Verfahren zum Herstellen der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1W enthalten ist, speziell beschrieben.

[0806] Zuerst werden, ähnlich der zuvor beschriebenen 20. Ausführungsform, in der Halbleiterschicht 20 ein fotoelektrischer Umwandlungsbereich 21, ein Zwischenpixelseparationsbereich 31, ein pixelinterner Separationsbereich 32, ein Floating-Diffusion-Gebiet FD, ein Transfertransistor TRG (nicht veranschaulicht) und dergleichen gebildet.

[0807] Als Nächstes werden, wie in **Fig. 90A** veranschaulicht, auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 ein Zwischenschichtisolationfilm 41 und ein Opferfilm 231 in dieser Reihenfolge gebildet. Als der Zwischenschichtisolationfilm 41 wird zum Beispiel ein Siliciumoxidfilm verwendet. Als der Opferfilm 231 wird zum Beispiel ein Siliciumnitridfilm mit einer Selektivität für einen Siliciumoxidfilm verwendet. Obwohl dies in **Fig. 90A** nicht veranschaulicht ist, wird, wenn unter Bezugnahme auf **Fig. 89** beschrieben, der Zwischenschichtisolationfilm 41 so gebildet, dass er die Gate-Elektrode 37 des Transfertransistors TRG bedeckt, der in dem fotoelektrischen Umwandlungsbereich 21 gebildet ist. Der Opferfilm 231 wird zum Bilden eines Hohlraumteils durch selektives Entfernen dieses Opferfilms 221 verwendet.

[0808] Als Nächstes wird, wie in **Fig. 90B** veranschaulicht, durch Strukturen des Opferfilms 231 ein Öffnungsteil 231a gebildet, der in der Draufsicht mit dem zweiten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 überlappt. Die Strukturierung dieses Opferfilms 221 wird unter Verwendung einer bekannten Fotolithografiertechnologie und einer anisotropen Trockenätztechnologie durchgeführt.

[0809] Als Nächstes wird, wie in **Fig. 90B** veranschaulicht, ein Isolationsfilm 232, der den Öffnungsteil 231a einbettet und den Opferfilm 231 bedeckt, auf einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 des Zwischenschichtisolationfilm 41 gebildet. Als der Isolationsfilm 232 kann ein Siliciumoxidfilm verwendet werden, der unter Verwendung eines CVD-Verfahrens, eines Bias-CVD-Verfahrens, in dem eine Hochfrequenzwelle auf ein Substrat angewandt wird, oder dergleichen gebildet wird.

[0810] Als Nächstes werden, wie in **Fig. 90C** veranschaulicht, Halbleiterabschnitte 204a und 204b der Inselform als eine zweite Halbleiterschicht auf einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 des Isolationsfilms 232 gebildet und danach wird ein Verstärkungstransistor AMP in dem Halbleiterabschnitt 204a der Inselform gebildet und wird ein Rücksetztransistor RST in dem Halbleiterabschnitt 204b der Inselform gebildet. Die Halbleiterabschnitte 204a und 204b der Inselform werden unter Verwendung eines Verfahrens ähnlich jenem der zuvor beschriebenen 20. Ausführungsform gebildet. Außerdem wird hier unter den Pixeltransistoren (AMP, SEL und RST), die in dem Leseschaltkreis 15 enthalten sind, obwohl der Verstärkungstransistor AMP und der Rücksetztransistor RST beschrieben werden, auch der Auswahltransistor SEL in einem der Halbleiterabschnitte 204a und 204b der Inselform oder dem anderen Halbleiterabschnitt der Inselform gebildet.

[0811] Als Nächstes wird, wie in **Fig. 87D** veranschaulicht, auf einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 des Isolationsfilms 222 ein Isolationsfilm 234 gebildet, so dass er die Halbleiterabschnitte 204a und 204b der Inselform und dergleichen bedeckt. Als der Isolationsfilm 234 wird zum Beispiel ein Siliciumoxidfilm, der unter Verwendung eines CVD-Verfahrens gebildet wird, verwendet.

[0812] Als Nächstes werden, wie in **Fig. 90D** veranschaulicht, eine Kontaktelektrode 235b₁, die das leitfähige Material 35 des pixelinternen Separationsbereichs 32 von einer oberen Fläche des Isolationsfilms 234 erreicht, eine Kontaktelektrode 235f, die das Floating-Diffusion-Gebiet FD von der oberen Fläche des Isolationsfilms 234 erreicht, eine Kontaktelektrode 235a, die die Gate-Elektrode 205a des Verstärkungstransistors AMP von der oberen Fläche des Isolationsfilms 206 erreicht, und eine Kontaktelektrode 235r, die die Gate-Elektrode 205r des Rücksetztransistors RST von der oberen Fläche des Isolationsfilms 206 erreicht, jeweils gebildet. Die Kontaktelektroden 235b₁, 235f, 235a und 235r werden unter Verwendung eines Verfahrens ähnlich jenem der zuvor beschriebenen 20. Ausführungsform gebildet.

[0813] Als Nächstes wird, wie in **Fig. 90E** veranschaulicht, ein Isolationsfilm 236, der jede der Kontaktelektroden 235b₁, 235f, 235a und 235r bedeckt, auf einer Seite gegenüber der Seite der Halbleiterschicht 20 des Isolationsfilms 234 gebildet, um jede der Kontaktelektroden zu schützen.

[0814] Als Nächstes wird, wie in **Fig. 90F** veranschaulicht, ein Öffnungsteil 237 gebildet, der den Opferfilm 231 von der oberen Fläche des Isolationsfilms 236 erreicht. Der Öffnungsteil 237 kann unter durch Verwenden einer bekannten Fotolithografie-

technologie und einer anisotropen Trockenätztechnologie gebildet werden.

[0815] Als Nächstes wird, wie in **Fig. 90G** veranschaulicht, ein Hohlraumteil 238, der mit dem Öffnungsteil 237 verbunden ist, durch selektives Entfernen des Opferfilms 231 gebildet. Der Opferfilm 231 kann selektiv entfernt werden, indem eine phosphorsäurebasierte Lösung durch den Öffnungsteil 237 zu dem Opferfilm 231 geliefert wird.

[0816] Als Nächstes wird zum Beispiel ein Aluminium(Al)-Film als ein leitfähiges Material gebildet, um sowohl den Hohlraumteil 238 als auch den Öffnungsteil 237 einzubetten und danach wird, wie in **Fig. 90H** veranschaulicht, der Aluminiumfilm auf dem Isolationsfilm 236 selektiv unter Verwendung eines Rückätzungsverfahrens oder eines CMP-Verfahrens entfernt. Als das Verfahren zum Bilden des Aluminiumfilms kann ein Sputterverfahren oder ein CVD-Verfahren verwendet werden. Im Fall des CVD-Verfahrens kann für ein stabiles Wachstum anfangs ein Ti-Film oder ein TiN-Film gebildet werden.

[0817] Gemäß diesem Prozess kann in dem Hohlraumteil 238 ein Lichtreflexionskörper 239 gebildet werden, der den Al-Film beinhaltet, in der Draufsicht mit dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 überlappt und zwischen dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 und den Halbleiterabschnitten 204a und 204b der Inselform positioniert ist.

[0818] Außerdem wird in dem Öffnungsteil 237 ein Läufermetallkörper 239a, der einen Al-Film beinhaltet und mit dem Lichtreflexionskörper 239 verbunden ist, ebenfalls gebildet.

[0819] Danach wird ferner eine Verdrahtungsschicht gebildet, was ein Waferprozess ist.

<<Haupteffekte der 22. Ausführungsform>>

[0820] Ähnlich der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform beinhaltet die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1W gemäß dieser 22. Ausführungsform den Zwischenpixelseparationsbereich 31, den pixelinternen Separationsbereich 32 und den Lichtblockierungsfilm 54. Dementsprechend können auch in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1W gemäß dieser 21. Ausführungsform Effekte ähnlich jenen der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1A gemäß der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform erlangt werden.

[0821] Außerdem beinhaltet die Festkörperbildgebungsvorrichtung 1W gemäß dieser 22. Ausführungsform

den Mehrschichtkörper 230, der auf der Seite der ersten Fläche S1 der Halbleiterschicht 20 angeordnet ist. Der Mehrschichtkörper 230 beinhaltet den Lichtreflexionskörper 239, der so angeordnet ist, dass er mit dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 überlappt. Aus diesem Grund wird Licht 57W, das von der zweiten Fläche S2 der Halbleiterschicht 20 eingefallen ist und durch den ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 transmittiert wurde (durch diesen hindurchgegangen ist), an dem Lichtreflexionskörper 213 reflektiert und kehrt zu dem ersten Bereich 21a des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs zurück. Dementsprechend kann gemäß der Festkörperbildgebungsvorrichtung 1W gemäß dieser 22. Ausführungsform eine Verbesserung der Nutzungseffizienz von Licht erzielt werden.

[0822] Außerdem kann gemäß dem Herstellungsverfahren dieser 22. Ausführungsform der Lichtreflexionskörper 239 zwischen dem ersten Bereich 21b des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs 21 und den Halbleiterabschnitten 204a und 204b der Inselform gebildet werden und dementsprechend kann ein Installationsbereich der Halbleiterabschnitte 204a und 204b der Inselform breit genutzt werden.

[0823] Da der Al-Film eine Lichtabsorption niedriger als der W-Film aufweist und einen hohen Reflexionsgrad aufweist, kann eine Verbesserung einer Nutzungseffizienz von Licht erzielt werden.

[23. Ausführungsform]

<<Beispiel einer Anwendung auf eine elektronische Vorrichtung>>

[0824] Die vorliegende Technologie (Technologie gemäß der vorliegenden Offenbarung) kann zum Beispiel auf verschiedene elektronische Vorrichtungen, wie etwa eine Bildgebungsvorrichtung, wie etwa eine digitale Fotokamera und eine digitale Videokamera, ein Mobiltelefon mit einer Bildgebungsfunktion, oder andere Vorrichtungen mit einer Bildgebungsfunktion, angewandt werden.

[0825] **Fig. 91** ist ein Diagramm, das eine schematische Konfiguration einer elektronischen Vorrichtung (zum Beispiel einer Kamera) gemäß der achten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

[0826] Wie in **Fig. 91** veranschaulicht, beinhaltet die elektronische Vorrichtung 300 eine Festkörperbildgebungsvorrichtung 301, eine optische Linse 302, eine Verschlussvorrichtung 303, einen Ansteuerungsschaltkreis 304 und einen Signalverarbeitungsschaltkreis 305. Diese elektronische Vorrichtung 300 veranschaulicht eine Ausführungsform eines Falls, in dem jede der Festkörperbildgebungsvorrichtungen

gemäß der ersten Ausführungsform bis zu der vierten Ausführungsform der vorliegenden Technologie als die Festkörperbildgebungsvorrichtung 301 in einer elektronischen Vorrichtung (zum Beispiel einer Kamera) verwendet wird.

[0827] Die optische Linse 302 bildet Bildlicht (Einfallslight 306) von einem Subjekt auf einer Bildgebungsoberfläche der Festkörperbildgebungsvorrichtung 301. Dementsprechend wird eine elektrische Signalladung über eine konstante Periode in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 301 akkumuliert. Die Verschlussvorrichtung 303 steuert eine Lichtemissionsperiode und Lichtblockierungsperiode für die Festkörperbildgebungsvorrichtung 301. Der Ansteuerungsschaltkreis 304 stellt Ansteuerungssignale bereit, die die Transferoperation der Festkörperbildgebungsvorrichtung 301 und die Verschlussoperation der Verschlussvorrichtung 303 steuern. Das Ansteuerungssignal (Timingsignal), das durch den Ansteuerungsschaltkreis 304 bereitgestellt wird, führt den Signaltransfer der Festkörperbildgebungsvorrichtung 301 durch. Der Signalverarbeitungsschaltkreis 305 führt verschiedene Arten einer Signalverarbeitung an Signalen (Pixelsignalen) durch, die von der Festkörperbildgebungsvorrichtung 301 ausgegeben werden. Ein Bildsignal, das einer Signalverarbeitung unterzogen wurde, wird in einem Speicherungsmedium, wie etwa einem Speicher, gespeichert oder an einen Monitor ausgegeben.

[0828] Gemäß einer solchen Konfiguration wird in der elektronischen Vorrichtung 300 der 23. Ausführungsform eine Verbesserung von Pixelcharakteristiken in der Festkörperbildgebungsvorrichtung 301 erzielt und dementsprechend kann eine Verbesserung der Bildqualität erzielt werden.

[0829] Die elektronische Vorrichtung 300, auf die die Festkörperbildgebungsvorrichtung der zuvor beschriebenen Ausführungsform angewandt werden kann, ist nicht auf die Kamera beschränkt, sondern kann auch auf andere elektronische Vorrichtungen angewandt werden. Zum Beispiel kann die Festkörperbildgebungsvorrichtung auf eine Bildgebungsvorrichtung, wie etwa ein Kameramodul für eine Mobilvorrichtung, wie etwa ein Mobiltelefon oder ein Tablet-Endgerät, angewandt werden.

[0830] Außerdem kann die vorliegende Technologie auf eine allgemeine Lichtdetektionsvorrichtung einschließlich eines Entfernungsmessungssensors, der eine Entfernung misst, auch als ein Laufzeit(ToF: Time of Flight)-Sensor bezeichnet, und dergleichen zusätzlich zu der zuvor beschriebenen Festkörperbildgebungsvorrichtung als ein Bildsensor angewandt werden. Der Entfernungsmessungssensor ist ein Sensor, der Bestrahlungslicht zu einem Objekt emittiert, Reflexionslicht detektiert, das durch Reflektieren des Bestrahlungslichts an der Oberfläche des

Objekts zur Rückkehr erlangt wird, und eine Entfernung zu dem Objekt basierend auf einer Laufzeit, bis das Reflexionslicht nach einer Emission des Bestrahlungslichts empfangen wird, berechnet. Als eine Struktur eines Elementseparationsbereichs dieses Entfernungsmessungssensors kann die Struktur des zuvor beschriebenen Elementseparationsbereichs angewandt werden.

[0831] Hier kann die vorliegende Technologie die folgenden Konfigurationen aufweisen.

(1) Eine Lichtdetektionsvorrichtung, die Folgendes beinhaltet: eine Halbleiterschicht; und einen ersten und zweiten Separationsbereich, die in der Halbleiterschicht angeordnet sind, wobei der erste Separationsbereich ein Isolationsmaterial beinhaltet, das einen ersten gegrabenen Teil füllt, der sich in einer Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist, und der zweite Separationsbereich ein leitfähiges Material beinhaltet, das einen zweiten gegrabenen Teil füllt, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt.

(2) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (1) beschrieben wurde, wobei das leitfähige Material elektrisch mit einer Verdrahtung verbunden ist, an die ein elektrisches Potential angelegt wird.

(3) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (1) oder (2) beschrieben wurde, die ferner einen fotoelektrischen Umwandlungsbereich beinhaltet, der durch den ersten Separationsbereich unterteilt ist, wobei der fotoelektrische Umwandlungsbereich Folgendes beinhaltet: den zweiten Separationsbereich, der von dem ersten Separationsbereich separiert ist; einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt und eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die durch den zweiten Separationsbereich separiert sind; und einen Transfertransistor, der eine elektrische Signalladung, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird, zu dem Elektrische-Ladung-Halteabschnitt überträgt.

(4) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (3) beschrieben wurde, wobei die fotoelektrische Umwandlungseinheit Licht einer Wellenlänge eines sichtbaren Bereichs oder Licht einer Wellenlänge eines Infrarotbereichs fotoelektrisch umwandelt.

(5) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (1) oder (2) beschrieben wurde, die ferner Folgendes beinhaltet: einen ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereich, der durch den ersten Separationsbereich unterteilt ist; und einen zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich, der durch den zweiten Separationsbereich

unterteilt ist, wobei der erste fotoelektrische Umwandlungsbereich und der zweite fotoelektrische Umwandlungsbereich durch den ersten und zweiten Separationsbereich, die aneinander angrenzen, aneinander angrenzen.

(6) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (5) beschrieben wurde, wobei sowohl der erste als auch zweite fotoelektrische Umwandlungsbereich einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt, eine fotoelektrische Umwandlungseinheit und einen Transfertransistor, der eine elektrische Signalladung, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird, zu dem Elektrische-Ladung-Halteabschnitt überträgt, beinhaltet.

(7) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (6) beschrieben wurde, wobei die fotoelektrische Umwandlungseinheit des ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs eine fotoelektrische Umwandlung von Licht einer Wellenlänge eines Infrarotbereichs durchführt, und die fotoelektrische Umwandlungseinheit des zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs eine fotoelektrische Umwandlung von Licht einer Wellenlänge eines sichtbaren Bereichs durchführt.

(8) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (1) oder (2) beschrieben wurde, die ferner einen ersten und zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich beinhaltet, die so unterteilt sind, dass sie durch den ersten Separationsbereich aneinander angrenzen, wobei der zweite Separationsbereich in dem ersten und/oder zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich angeordnet ist, während er von dem ersten Separationsbereich separiert ist.

(9) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (8) beschrieben wurde, wobei von dem ersten und zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich ein fotoelektrischer Umwandlungsbereich einschließlich des zweiten Separationsbereichs eine fotoelektrische Umwandlung von Licht einer Wellenlänge eines Infrarotbereichs durchführt und der andere fotoelektrische Umwandlungsbereich ohne den zweiten Separationsbereich eine fotoelektrische Umwandlung von Licht einer Wellenlänge eines sichtbaren Bereichs durchführt.

(10) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (1) beschrieben wurde, die ferner einen Elementseparationsbereich auf einer Fläche einer Seite gegenüber einer Lichteinfallfläche der Halbleiterschicht beinhaltet, und wobei sowohl der erste als auch zweite Separationsbereich eine Endseite, die mit dem Elementseparationsbereich verbunden ist, und die andere Endseite,

die die Lichteinfallfläche der Halbleiterschicht erreicht, aufweist.

(11) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (1) oder (2) beschrieben wurde, die ferner Folgendes beinhaltet: einen ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereich, der durch den ersten Separationsbereich unterteilt ist; einen zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich, der durch den zweiten Separationsbereich unterteilt ist; und einen dritten Separationsbereich, der ein leitfähiges Material beinhaltet, das einen dritten gegrabenen Teil füllt, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, wobei der dritte Separationsbereich so angeordnet ist, dass er separat von dem ersten Separationsbereich in dem ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereich ist, und so angeordnet ist, dass er separat von dem zweiten Separationsbereich in dem zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich ist.

(12) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (11) beschrieben wurde, wobei das leitfähige Material des dritten Separationsbereichs elektrisch mit einer Verdrahtung verbunden ist, an die ein elektrisches Potential angelegt wird.

(13) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (11) oder (12) beschrieben wurde, wobei jeder des ersten und zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs ferner Folgendes beinhaltet: einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt und eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die durch den dritten Separationsbereich unterteilt sind; und einen Transfertransistor, der eine elektrische Signalladung, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird, zu dem Elektrische-Ladung-Halteabschnitt überträgt.

(14) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (13) beschrieben wurde, wobei die fotoelektrische Umwandlungseinheit des ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs eine fotoelektrische Umwandlung von Licht einer Wellenlänge eines Infrarotbereichs durchführt, und die fotoelektrische Umwandlungseinheit des zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs eine fotoelektrische Umwandlung von Licht einer Wellenlänge eines sichtbaren Bereichs durchführt.

(15) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in einem von (11) bis (14) beschrieben wurde, die ferner einen Elementseparationsbereich auf einer Fläche einer Seite gegenüber einer Lichteinfallfläche der Halbleiterschicht beinhaltet, und wobei jeder des ersten, zweiten und dritten Separationsbereichs eine Endseite, die mit dem Elementseparationsbereich verbunden ist, und die andere Endseite, die die Lichteinfallfläche der Halbleiterschicht erreicht, aufweist.

(16) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (1) beschrieben wurde, die ferner Folgendes beinhaltet: einen fotoelektrischen Umwandlungsbereich, der einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich beinhaltet, die durch den ersten Separationsbereich unterteilt sind und in dem zweiten Separationsbereich separiert sind; eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die in dem ersten Bereich angeordnet ist; einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt, der auf der Seite des zweiten Bereichs der Halbleiterschicht in dem zweiten Bereich angeordnet ist; und einen Lichtblockierungskörper, der so angeordnet ist, dass er mit dem Elektrische-Ladung-Halteabschnitt auf der Seite der ersten Fläche der Halbleiterschicht überlappt.

(17) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (3) beschrieben wurde, wobei die Halbleiterschicht als eine erste Halbleiterschicht festgelegt ist, wobei die Lichtdetektionsvorrichtung ferner Folgendes beinhaltet: eine zweite Halbleiterschicht, die auf der Seite der ersten Fläche der ersten Halbleiterschicht angeordnet ist; und einen Leseschaltkreis, der elektrisch mit dem Elektrische-Ladung-Halteabschnitt verbunden ist, wobei ein Pixeltransistor, der in einem Pixelschaltkreis enthalten ist, in der zweiten Halbleiterschicht angeordnet ist.

(18) Eine Lichtdetektionsvorrichtung, die Folgendes beinhaltet: eine Halbleiterschicht, die eine erste Fläche und eine zweite Fläche aufweist, die auf gegenüberliegenden Seiten in einer Dickenrichtung positioniert sind; einen ersten Separationsbereich, der ein Isolationsmaterial beinhaltet, das in einem ersten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist; einen fotoelektrischen Umwandlungsbereich, der durch den ersten Separationsbereich unterteilt ist; einen zweiten Separationsbereich, der ein leitfähiges Material beinhaltet, das in einem zweiten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und den fotoelektrischen Umwandlungsbereich in einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich in einer Richtung separiert; eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die in dem ersten Bereich angeordnet ist; einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt, der auf der Seite der ersten Fläche der Halbleiterschicht in dem zweiten Bereich angeordnet ist; und einen Lichtblockierungskörper, der auf der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist und in einer Draufsicht mit dem zweiten Bereich überlappt.

(19) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (18) beschrieben wurde, wobei der Lichtblockie-

rungskörper über einem Inneren und Äußeren des zweiten Bereichs angeordnet ist.

(20) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (18) oder (19) beschrieben wurde, wobei der Lichtblockierungskörper Folgendes beinhaltet: einen ersten Lichtblockierungsteil, der außerhalb der zweiten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist und in der Draufsicht mit dem zweiten Bereich überlappt; und einen zweiten Lichtblockierungsteil, der von dem ersten Lichtblockierungsteil über dem Inneren des zweiten Bereichs hervorsteht.

(21) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (20) beschrieben wurde, wobei der zweite Lichtblockierungsteil die zweite Fläche der Halbleiterschicht in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht durchquert.

(22) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (20) oder (21) beschrieben wurde, wobei der zweite Lichtblockierungsteil separat von sowohl dem ersten Separationsbereich als auch dem zweiten Separationsbereich ist.

(23) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in einem von (20) bis (22) beschrieben wurde, die ferner einen Isolationsfilm beinhaltet, der auf der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist, wobei der erste Lichtblockierungsteil auf einer Seite gegenüber der Halbleiterschichtseite des Isolationsfilms angeordnet ist, und der zweite Lichtblockierungsteil durch den Isolationsfilm hindurch verläuft.

(24) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (18) beschrieben wurde, wobei der Lichtblockierungskörper in der Draufsicht mit dem zweiten Separationsbereich überlappt und über dem Inneren und Äußeren der Halbleiterschicht auf der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist.

(25) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (24) beschrieben wurde, wobei der Lichtblockierungskörper Folgendes beinhaltet: einen ersten Lichtblockierungsteil, der außerhalb der zweiten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist und in der Draufsicht mit dem zweiten Bereich überlappt; und einen zweiten Lichtblockierungsteil, der in der Draufsicht mit dem zweiten Separationsbereich überlappt und von dem ersten Lichtblockierungsteil zu dem Inneren der Halbleiterschicht hervorsteht.

(26) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (25) beschrieben wurde, wobei der zweite Lichtblockierungsteil in einem dritten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich von der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht zu dem zweiten gegrabenen Teil erstreckt.

(27) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (25) oder (26) beschrieben wurde, wobei der zweite Lichtblockierungsteil und der zweite Separationsbereich unterschiedliche Breiten in einer Richtung entlang der einen Richtung aufweisen.

(28) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (18) beschrieben wurde, die ferner einen Isolationsfilm beinhaltet, der auf der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist, wobei der Lichtblockierungskörper über dem Inneren und Äußeren des Isolationsfilms in einer Dickenrichtung des Isolationsfilms angeordnet ist.

(29) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (28) beschrieben wurde, wobei der Lichtblockierungskörper Folgendes beinhaltet: einen ersten Lichtblockierungskörper, der auf einer Seite gegenüber der Halbleiterschichtseite des Isolationsfilms angeordnet ist und in der Draufsicht mit dem zweiten Bereich überlappt; einen zweiten Lichtblockierungsteil, der in der Draufsicht mit dem ersten Separationsbereich überlappt und von dem ersten Lichtblockierungsteil zu dem Inneren des Isolationsfilms hervorsteht; und einen dritten Lichtblockierungsteil, der in der Draufsicht mit dem zweiten Separationsbereich überlappt und von dem ersten Lichtblockierungsteil zu dem Inneren des Isolationsfilms hervorsteht.

(30) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (28) oder (29) beschrieben wurde, wobei der Lichtblockierungskörper in der Draufsicht mit sowohl dem ersten als auch zweiten Separationsbereich überlappt und auf einer Seite eines zweiten Bereichs des ersten Bereichs des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs in der einen Richtung positioniert ist.

(31) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in einem von (18) bis (30) beschrieben wurde, wobei sich der Lichtblockierungskörper über zwei fotoelektrische Umwandlungsbereiche erstreckt, die in einer anderen Richtung orthogonal zu der einen Richtung innerhalb einer zweidimensionalen Ebene aneinander angrenzen.

(32) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in einem von (18) bis (31) beschrieben wurde, wobei die fotoelektrische Umwandlungseinheit Licht, das von der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht einfällt, fotoelektrisch in eine elektrische Signalladung umwandelt, und der Elektrische-Ladung-Halteabschnitt die elektrische Signalladung hält, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird.

(33) Eine Lichtdetektionsvorrichtung, die Folgendes beinhaltet: eine Halbleiterschicht, die

eine erste Fläche und eine zweite Fläche aufweist, die auf gegenüberliegenden Seiten in einer Dickenrichtung positioniert sind; einen ersten Separationsbereich, der ein Isolationsmaterial beinhaltet, das in einem ersten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist; einen fotoelektrischen Umwandlungsbereich, der durch den ersten Separationsbereich unterteilt ist; einen zweiten Separationsbereich, der ein leitfähiges Material beinhaltet, das in einem zweiten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und den fotoelektrischen Umwandlungsbereich in einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich in einer Richtung separiert; eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die in dem ersten Bereich angeordnet ist; einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt, der auf der Seite der ersten Fläche der Halbleiterschicht in dem zweiten Bereich angeordnet ist; einen Lichtblockierungskörper, der auf der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist und so angeordnet ist, dass er in der Draufsicht mit dem zweiten Bereich überlappt; und einen Lichtreflexionskörper, der so angeordnet ist, dass er in der Draufsicht mit dem zweiten Separationsbereich auf der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht überlappt, und dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist.

(34) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (33) beschrieben wurde, wobei der Lichtreflexionskörper in einem dritten gegrabenen Teil angeordnet ist, der in der Draufsicht mit dem zweiten gegrabenen Teil überlappt und sich von der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht zu der Seite der ersten Fläche erstreckt.

(35) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (33) oder (34) beschrieben wurde, wobei der Lichtreflexionskörper auf einer Seite eines ersten Bereichs des zweiten Separationsbereichs in der einen Richtung angeordnet ist und das leitfähige Material des zweiten Separationsbereichs zwischen dem Lichtreflexionskörper und dem zweiten Bereich angeordnet ist.

(36) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in einem von (33) bis (35) beschrieben wurde, wobei der Lichtreflexionskörper ein Oxidfilm oder die Luft ist.

(37) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in einem von (33) bis (36) beschrieben wurde, wobei eine Tiefe des Lichtreflexionskörpers von der zweiten Fläche der Halbleiterschicht zu der ersten Fläche 1,5 μm oder mehr beträgt.

(38) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in einem von (33) bis (37) beschrieben wurde,

wobei die fotoelektrische Umwandlungseinheit Licht, das von der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht einfällt, fotoelektrisch in eine elektrische Signalladung umwandelt, und der Elektrische-Ladung-Halteabschnitt die elektrische Signalladung hält, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird.

(39) Eine Lichtdetektionsvorrichtung, die Folgendes beinhaltet: eine Halbleiterschicht, die eine erste Fläche und eine zweite Fläche aufweist, die auf gegenüberliegenden Seiten in einer Dickenrichtung positioniert sind; einen ersten Separationsbereich, der ein Isolationsmaterial beinhaltet, das in einem ersten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist; einen ersten und zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich, die durch den ersten Separationsbereich so unterteilt sind, dass sie in einer Richtung ausgerichtet sind; einen zweiten Separationsbereich, der ein leitfähiges Material beinhaltet, das in einem zweiten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und sowohl den ersten als auch zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich in einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich in der einen Richtung separiert; eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die in dem ersten Bereich sowohl des ersten als auch zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs angeordnet ist; und einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt, der in dem zweiten Bereich sowohl des ersten als auch zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs angeordnet ist, wobei die zweiten Bereiche des ersten und zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs so ausgerichtet sind, dass sie in der einen Richtung durch den dritten Separationsbereich in der Draufsicht aneinander angrenzen.

(40) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (39) beschrieben wurde, wobei eine Breite des dritten Separationsbereichs in einer Richtung einer kurzen Seite kleiner als eine Breite des ersten Separationsbereichs in einer Richtung einer kurzen Seite ist.

(41) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (39) oder (40) beschrieben wurde, wobei eine Länge des dritten Separationsbereichs in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht kürzer als jene des zweiten Separationsbereichs ist.

(42) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in einem von (39) bis (41) beschrieben wurde, wobei der dritte Separationsbereich ein Isolationsmaterial beinhaltet, das in einem dritten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der

Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist.

(43) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in einem von (39) bis (42) beschrieben wurde, wobei der dritte Separationsbereich aus einem Halbleiterbereich besteht, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt.

(44) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in einem von (39) bis (43) beschrieben wurde, die ferner einen Lichtblockierungskörper beinhaltet, der auf der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist, wobei der Lichtblockierungskörper so angeordnet ist, dass er mit den zweiten Bereichen des ersten und zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs überlappt und kontinuierlich über den zweiten Bereich ist.

(45) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in einem von (39) bis (44) beschrieben wurde, wobei die fotoelektrische Umwandlungseinheit Licht, das von der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht einfällt, fotoelektrisch in eine elektrische Signalladung umwandelt, und der Elektrische-Ladung-Halteabschnitt die elektrische Signalladung hält, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird.

(46) Eine Lichtdetektionsvorrichtung, die Folgendes beinhaltet: eine Halbleiterschicht, die eine erste Fläche und eine zweite Fläche aufweist, die auf gegenüberliegenden Seiten in einer Dickenrichtung positioniert sind; einen ersten Separationsbereich, der ein Isolationsmaterial beinhaltet, das in einem ersten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist, und den fotoelektrischen Umwandlungsbereich in einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich in einer Richtung separiert; eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die in dem ersten Bereich angeordnet ist; und einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt, der in dem zweiten Bereich angeordnet ist, wobei in dem zweiten Separationsbereich eine Filmdicke des Isolators auf der Seite des ersten Bereichs des leitfähigen Materials größer als eine Filmdicke des Isolators

auf der Seite des zweiten Bereichs des leitfähigen Materials ist.

(47) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (46) beschrieben wurde, wobei das leitfähige Material von der Seite des ersten Bereichs zu der Seite des zweiten Bereichs in der Draufsicht abweicht.

(48) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (46) oder (47) beschrieben wurde, wobei eine Breite des zweiten Separationsbereichs in der einen Richtung größer als eine Breite des ersten Separationsbereichs in der einen Richtung ist.

(49) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in einem von (46) bis (48) beschrieben wurde, wobei die fotoelektrische Umwandlungseinheit Licht, das von der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht einfällt, fotoelektrisch in eine elektrische Signalladung umwandelt, und der Elektrische-Ladung-Halteabschnitt die elektrische Signalladung hält, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird, wobei die Lichtdetektionsvorrichtung ferner einen Transfertransistor beinhaltet, der die elektrische Signalladung, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird, an den Elektrische-Ladung-Halteabschnitt überträgt.

(50) Eine Lichtdetektionsvorrichtung, die Folgendes beinhaltet: eine Halbleiterschicht, die eine erste Fläche und eine zweite Fläche aufweist, die auf gegenüberliegenden Seiten positioniert sind; einen fotoelektrischen Umwandlungsbereich, der in der Halbleiterschicht angeordnet ist, wobei er durch einen ersten Separationsbereich unterteilt ist; einen zweiten Separationsbereich, der jeden fotoelektrischen Umwandlungsbereich des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs in einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich unterteilt, die in einer Richtung ausgerichtet sind; eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die in dem ersten Bereich angeordnet ist und eine fotoelektrische Umwandlung von Licht durchführt, das von der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht einfällt; und einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt, der in dem zweiten Bereich angeordnet ist und die elektrische Signalladung hält, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird, wobei der erste Separationsbereich ein Isolationsmaterial beinhaltet, das in einem ersten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist, der zweite Separationsbereich ein leitfähiges Material beinhaltet, das in einem zweiten gegrabenen

Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht durch einen Separationsisolationsfilm erstreckt, dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist, und die Breite des zweiten Bereichs in der einen Richtung so eingestellt wird, dass von Einfallslight, das in dem ersten Bereich von der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht einfällt, eine Phasendifferenz zwischen Reflexionslicht, das an einem Seitenflächenteil des zweiten Separationsbereichs reflektiert wird, und Rückkehrlicht, das gemäß dem Einfallslight erlangt wird, das durch den zweiten Separationsbereich und den zweiten Bereich transmittiert wird, an dem ersten Separationsbereich reflektiert wird und zu dem ersten Bereich zurückkehrt, ein ganzzahliges Vielfaches des Einfallslights wird.

(51) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (50) beschrieben wurde, die ferner einen Lichtblockierungsfilm beinhaltet, der auf der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist, um in der Draufsicht mit dem Elektrische-Ladung-Halteabschnitt zu überlappen.

(52) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (50) oder (51) beschrieben wurde, wobei der Elektrische-Ladung-Halteabschnitt auf der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist.

(53) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in einem von (50) bis (52) beschrieben wurde, die ferner einen Transfertransistor beinhaltet, der eine elektrische Signalladung, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird, zu dem Elektrische-Ladung-Halteabschnitt überträgt.

(54) Eine Lichtdetektionsvorrichtung, die Folgendes beinhaltet: eine Halbleiterschicht, die eine erste Fläche und eine zweite Fläche aufweist, die auf gegenüberliegenden Seiten positioniert sind; mehrere fotoelektrische Umwandlungsbereiche, die in der Halbleiterschicht angeordnet sind, wobei sie durch einen ersten Separationsbereich unterteilt sind; einen zweiten Separationsbereich, der jeden der mehreren fotoelektrischen Umwandlungsbereiche in einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich unterteilt, die in einer Richtung ausgerichtet sind; eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die in dem ersten Bereich angeordnet ist und eine fotoelektrische Umwandlung von Licht durchführt, das von der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht einfällt; und einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt, der in dem zweiten Bereich angeordnet ist und die elektrische Signalladung hält, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird, wobei der

erste Separationsbereich ein Isolationsmaterial beinhaltet, das in einem ersten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist, wobei der zweite Separationsbereich ein leitfähiges Material beinhaltet, das in einem zweiten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht durch einen Separationsisolationsfilm erstreckt, dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist, und wobei die mehreren fotoelektrischen Umwandlungsbereiche zwei oder mehr Arten von fotoelektrischen Umwandlungsbereichen beinhalten, von denen sich Breiten der zweiten Bereiche in der einen Richtung voneinander unterscheiden.

(55) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (54) beschrieben wurde, die ferner einen Lichtblockierungsfilm beinhaltet, der auf der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist, um in der Draufsicht mit dem zweiten Bereich zu überlappen.

(56) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (54) oder (55) beschrieben wurde, wobei die Breite des Lichtblockierungsfilms in der einen Richtung gemäß einer Breite des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs verschieden ist.

(57) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in einem von (54) bis (56) beschrieben wurde, wobei der Elektrische-Ladung-Halteabschnitt auf der Seite der ersten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist.

(58) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in einem von (54) bis (57) beschrieben wurde, die ferner einen Transfertransistor beinhaltet, der eine elektrische Signalladung, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird, zu dem Elektrische-Ladung-Halteabschnitt überträgt.

(59) Eine Lichtdetektionsvorrichtung, die Folgendes beinhaltet: eine Halbleiterschicht, die eine erste Fläche und eine zweite Fläche aufweist, die auf gegenüberliegenden Seiten in einer Dickenrichtung positioniert sind; einen ersten Separationsbereich, der ein Isolationsmaterial beinhaltet, das in einem ersten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist; einen fotoelektrischen Umwandlungsbereich, der durch den ersten Separationsbereich unterteilt ist; einen zweiten Separationsbereich, der ein leitfähiges Material beinhaltet, das in einem zweiten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und den fotoelektrischen Umwandlungsbereich in einen

ersten Bereich und einen zweiten Bereich in einer Richtung separiert; eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die in dem ersten Bereich angeordnet ist und Licht, das von der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht einfällt, fotoelektrisch in eine elektrische Signalladung umwandelt; einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt, der in dem zweiten Bereich angeordnet ist und die elektrische Signalladung hält, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird; und ein Dielektrikum, in dem ein Isolationsfilm in einem dritten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in einer Tiefenrichtung der Halbleiterschicht durch einen Festladungsfilm erstreckt.

(60) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (59) beschrieben wurde, wobei das Dielektrikum ein Ausbuchtungsteil ist, der von dem zweiten Separationsbereich zu der Seite des zweiten Bereichs hervorsteht.

(61) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (59) beschrieben wurde, wobei das Dielektrikum ein Ausbuchtungsteil ist, der von dem ersten Separationsbereich zu der Seite des zweiten Bereichs hervorsteht.

(62) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (59) beschrieben wurde, wobei das Dielektrikum ein Inselteil ist, der von sowohl dem ersten als auch zweiten Separationsbereich separiert ist.

(63) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in einem von (59) bis (62) beschrieben wurde, wobei der Elektrische-Ladung-Halteabschnitt auf der Seite der ersten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist.

(64) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in einem von (59) bis (63) beschrieben wurde, die ferner einen Lichtblockierungsfilm beinhaltet, der auf der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist, um in der Draufsicht mit dem zweiten Bereich zu überlappen.

(65) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in einem von (59) bis (64) beschrieben wurde, die ferner einen Transfertransistor beinhaltet, der eine elektrische Signalladung, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird, zu dem Elektrische-Ladung-Halteabschnitt überträgt.

(66) Eine Lichtdetektionsvorrichtung, die Folgendes beinhaltet: eine Halbleiterschicht, die eine erste Fläche und eine zweite Fläche aufweist, die auf gegenüberliegenden Seiten in einer Dickenrichtung positioniert sind; einen ersten Separationsbereich, der ein Isolationsmaterial beinhaltet, das in einem ersten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und dessen

Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist; einen fotoelektrischen Umwandlungsbereich, der durch den ersten Separationsbereich unterteilt ist; einen zweiten Separationsbereich, der ein leitfähiges Material beinhaltet, das in einem zweiten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und den fotoelektrischen Umwandlungsbereich in einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich in einer Richtung separiert; eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die in dem ersten Bereich angeordnet ist und eine fotoelektrische Umwandlung von Licht durchführt, das von der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht einfällt; einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt, der in dem zweiten Bereich angeordnet ist und die elektrische Signalladung hält, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird; und einen Mehrschichtkörper, der auf der Seite der ersten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist, wobei der Mehrschichtkörper einen Lichtreflexionskörper beinhaltet, der so angeordnet ist, dass er mit dem ersten Bereich überlappt.

(67) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (66) beschrieben wurde, wobei die Halbleiterschicht als eine erste Halbleiterschicht festgelegt ist, und wobei der Mehrschichtkörper ferner eine zweite Halbleiterschicht beinhaltet, die so angeordnet ist, dass sie in der Draufsicht mit dem Lichtreflexionskörper auf einer Seite gegenüber der Seite der ersten Halbleiterschicht des Lichtreflexionskörpers überlappt.

(68) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (66) oder (67) beschrieben wurde, wobei der Lichtreflexionskörper ein Metallmaterial beinhaltet, dessen optischer Reflexionsgrad höher als jener des Isolationsmaterials des ersten Separationsbereichs ist.

(69) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in (66) oder (67) beschrieben wurde, wobei der Lichtreflexionskörper ein Metallmaterial beinhaltet, dessen optischer Reflexionsgrad höher als jener der zweiten Halbleiterschicht ist und das eine niedrige Lichtabsorptionsrate aufweist.

(70) Die Lichtdetektionsvorrichtung, die zuvor in einem von (67) bis (69) beschrieben wurde, die ferner einen Leseschaltkreis beinhaltet, der elektrisch mit dem Elektrische-Ladung-Halteabschnitt verbunden ist, wobei ein Pixeltransistor, der in dem Leseschaltkreis enthalten ist, in der zweiten Halbleiterschicht angeordnet ist.

(71) Eine Lichtdetektionsvorrichtung, die Folgendes beinhaltet: eine Halbleiterschicht, die eine erste Fläche und eine zweite Fläche aufweist, die auf gegenüberliegenden Seiten in

einer Dickenrichtung positioniert sind; einen ersten Separationsbereich, der ein Isolationsmaterial beinhaltet, das in einem ersten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist; einen fotoelektrischen Umwandlungsbereich, der durch den ersten Separationsbereich unterteilt ist; einen zweiten Separationsbereich, der ein leitfähiges Material beinhaltet, das in einem zweiten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und den fotoelektrischen Umwandlungsbereich in einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich in einer Richtung separiert; eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die in dem ersten Bereich angeordnet ist und eine fotoelektrische Umwandlung von Licht durchführt, das von der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht einfällt; einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt, der in dem zweiten Bereich angeordnet ist und die elektrische Signalladung hält, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird; und einen Mehrschichtkörper, der auf der Seite der ersten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist, wobei der Mehrschichtkörper einen Lichtabsorptionskörper beinhaltet, der so angeordnet ist, dass er mit dem ersten Bereich überlappt, und dessen Lichtabsorptionsrate höher als jene der Halbleiterschicht ist.

(72) Eine elektronische Vorrichtung, die Folgendes beinhaltet: die Lichtdetektionsvorrichtung nach einem von (1) bis (71), die zuvor beschrieben wurde; eine optische Linse, die ein Bild von Bildlicht von einem Subjekt auf einer Bildgebungsoberfläche der Lichtdetektionsvorrichtung bildet; und einen Signalverarbeitungsschaltkreis, der eine Signalverarbeitung an einem Signal durchführt, das von der Lichtdetektionsvorrichtung ausgegeben wird.

[0832] Der Schutzzumfang der vorliegenden Technologie ist nicht auf die veranschaulichten und beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern schließt alle Ausführungsformen ein, die äquivalente Effekte zu jenen bereitstellen, die mit der vorliegenden Technologie angestrebt werden. Außerdem ist der Schutzzumfang der vorliegenden Technologie nicht auf Kombinationen von Merkmalen der Erfindung beschränkt, die durch die Ansprüche definiert werden, sondern kann durch eine beliebige gewünschte Kombinationen spezieller Merkmale unter allen offenbarten Merkmalen definiert werden.

[Bezugszeichenliste]			
1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 1G, 1H, 1I, 1J, 1K, 1L, 1M, 1N, 1P, 1Q, 1R, 1S, 1T, 1U, 1V, 1W	Festkörperbildge- bungsvorrichtung	25	Elementseparations- bereich (Feldsepara- tionsbereich)
2	Halbleiterchip	26	Flacher Kerbenteil
2A	Pixelarrayteil	27	Isolationsfilm
2B	Peripherieteil	31	Zwischenpixelsepa- rationsbereich (erster Separationsbereich)
3	Pixel	31a	Erster Zwischenpi- xelseparationsbe- reich (erster Separa- tionsbereich)
4	Vertikalansteue- rungsschaltkreis	31b	Zweiter Zwischenpi- xelseparationsbe- reich (zweiter Sepa- rationsbereich)
5	Spaltensignalverar- beitungsschaltkreis	31L	Zelleninterner Zwi- schenpixelseparati- onsbereich
6	Horizontalansteue- rungsschaltkreis	31Q, 31R	Ausbuchtungsteil
7	Ausgabeschaltkreis	31x	Erster Teil
8	Steuerschaltkreis	31y	Zweiter Teil
10	Pixelansteuerungs- leitung	32	Pixelinterner Sepa- rationsbereich (erster Separationsbereich)
11	Vertikalsignalleitung	33a	Gegrabener Teil (Erster gegrabener Teil)
13	Logikschaltkreis	33b	Gegrabener Teil (Zweiter gegrabener Teil)
14	Bondpad	33a ₁	Gegrabener Teil (Erster gegrabener Teil)
15	Leseschaltkreis	33a ₂	Gegrabener Teil (Zweiter gegrabener Teil)
20	Halbleiterschicht	33h, 33i, 33K	Gegrabener Teil
21	Fotoelektrischer Umwandlungsbe- reich	33h ₁	Isolationsfilm
21A	Erster fotoelektri- scher Umwand- lungsbereich	33L	Gegrabener Teil
21B	Zweiter fotoelektri- scher Umwand- lungsbereich	33L ₁	Gegrabener-Teil-Bil- dungsbereich
21a	Erster Bereich	33M, 33Q, 33R	Gegrabener Teil
21b	Zweiter Bereich	34	Separationsisolati- onsfilm
22	p-Typ-Wannengebiet	35	Siliciumfilm (leitfähi- ges Material)
23	n-Typ-Wannengebiet	36	Isolationsfilm
24	Fotoelektrische Umwandlungseinheit	37	Gate-Elektrode
24a	Erste fotoelektrische Umwandlungseinheit		
24b	Zweite fotoelektri- sche Umwandlungs- einheit		

40	Mehrschichtverdrahtungsschicht	68	Rücksetztransistor (RST)
41	Zwischenschichtisolationenfilm	80H, 80I, 80J	Lichtblockierungskörper
42b, 42b ₁ , 42b ₂ , 43c	Kontaktelektrode	80K	Lichtreflexionskörper
43	Verdrahtungsschicht	81x	Erster linearer Teil
43a, 43b, 43f, 43f ₁ , 43f ₂	Verdrahtung	82	Lichtblockierungsfilm
44	Zwischenschichtisolationenfilm	82a	Erster Lichtblockierungsteil
45	Verdrahtungsschicht	82b, 82c, 82d ₁	Zweiter Lichtblockierungsteil
51	Beugungsstreuungsabschnitt	82d ₂	Dritter Lichtblockierungsteil
52	Festladungsfilm	82y	Zweiter linearer Teil
53, 53J	Isolationenfilm	85K	Lichtreflexionskörper
53d ₁ , 53d ₂	Gegrabener Teil	200, 220, 230	Mehrschichtkörper
54	Lichtblockierungsfilm	202	Stopperfilm
55	Farbfilter	204a, 204b	Halbleiterabschnitt (zweite Halbleiterschicht)
56	Mikrolinse		
57H, 57I	Bestrahlungslicht		
57H ₁ , 57H ₂ , 57I ₁ , 57I ₂ , 57J ₁ , 57J ₂ , 57K ₁ , 57K ₂	Schräges Licht	207a, 207b ₁ , 207f, 207r, 207t	Kontaktelektrode
57L	Optischer Penetrationpfad	209	Verdrahtungsschicht
57M, 57T, 57U, 57V, 57W	Licht	209a, 209b ₁ , 209f, 209r, 209t	Verdrahtung
57N	Einfallslight	210	Deckfilm
57N ₁ , 57N ₂	Reflexionslight	212	Schutzfilm
57Q	Elektrische-Ladungsübertragungsleitung	213	Lichtreflexionskörper
58M	Isolator	225a	Erster Hohlraumteil
58M ₁	Erster Isolator	225f	Zweiter Hohlraumteil
58M ₂	Zweiter Isolator	227a, 227b ₁ , 227f, 227f	Kontaktelektrode
60	Pixel	228	Lichtabsorptionskörper
61	Fotoelektrische Umwandlungseinheit	229	Verdrahtungsschicht
62	Erster Transfertransistor (TRG)	229b ₁ , 229f, 229r]	Verdrahtung
63	Zweiter Transfertransistor (TRG)	235a, 235b ₁ , 235f	Kontaktelektrode
64	Speichereinheit	239	Lichtreflexionskörper
65	Floating-Diffusion (FD)-Gebiet	AMP	Verstärkungstransistor
66	Verstärkungstransistor (AMP)	FD	Floating-Diffusion-Gebiet
67	Auswahltransistor (SEL)	If ₁ , If ₂	Grenzflächenteil
		RST	Rücksetztransistor
		SEL	Auswahltransistor

STG

Transfertransistor

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- JP 2019214874 A [0003]

Patentansprüche

1. Lichtdetektionsvorrichtung, die Folgendes umfasst:

eine Halbleiterschicht; und
einen ersten und zweiten Separationsbereich, die in der Halbleiterschicht angeordnet sind, wobei der erste Separationsbereich ein Isolationsmaterial beinhaltet, das einen ersten gegrabenen Teil füllt, der sich in einer Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist, und wobei der zweite Separationsbereich ein leitfähiges Material beinhaltet, das einen zweiten gegrabenen Teil füllt, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt.

2. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei das leitfähige Material elektrisch mit einer Verdrahtung verbunden ist, an die ein elektrisches Potential angelegt wird.

3. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 1, die ferner einen fotoelektrischen Umwandlungsbereich umfasst, der durch den ersten Separationsbereich unterteilt ist, wobei der fotoelektrische Umwandlungsbereich Folgendes beinhaltet:

den zweiten Separationsbereich, der von dem ersten Separationsbereich separiert ist;
einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt und eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die durch den zweiten Separationsbereich separiert sind; und
einen Transfertransistor, der eine elektrische Signalladung, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird, zu dem Elektrische-Ladung-Halteabschnitt überträgt.

4. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 3, wobei die fotoelektrische Umwandlungseinheit Licht einer Wellenlänge eines sichtbaren Bereichs oder Licht einer Wellenlänge eines Infrarotbereichs fotoelektrisch umwandelt.

5. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 1, die ferner Folgendes umfasst:

einen ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereich, der durch den ersten Separationsbereich unterteilt ist; und
einen zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich, der durch den zweiten Separationsbereich unterteilt ist, wobei der erste fotoelektrische Umwandlungsbereich und der zweite fotoelektrische Umwandlungsbereich durch den ersten und zweiten Separationsbereich, die aneinander angrenzen, aneinander angrenzen.

6. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 5, wobei sowohl der erste als auch zweite fotoelektrische Umwandlungsbereich einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt, eine fotoelektrische Umwandlungseinheit und einen Transfertransistor, der eine elektrische Signalladung, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird, zu dem Elektrische-Ladung-Halteabschnitt überträgt, beinhaltet.

7. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 6, wobei die fotoelektrische Umwandlungseinheit des ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs eine fotoelektrische Umwandlung von Licht einer Wellenlänge eines Infrarotbereichs durchführt, und wobei die fotoelektrische Umwandlungseinheit des zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs eine fotoelektrische Umwandlung von Licht einer Wellenlänge eines sichtbaren Bereichs durchführt.

8. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 1, die ferner einen ersten und zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich umfasst, die so unterteilt sind, dass sie durch den ersten Separationsbereich aneinander angrenzen, wobei der zweite Separationsbereich in dem ersten und/oder zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich angeordnet ist, während er von dem ersten Separationsbereich separiert ist.

9. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 8, wobei von dem ersten und zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich ein fotoelektrischer Umwandlungsbereich einschließlich des zweiten Separationsbereichs eine fotoelektrische Umwandlung von Licht einer Wellenlänge eines Infrarotbereichs durchführt und der andere fotoelektrische Umwandlungsbereich ohne den zweiten Separationsbereich eine fotoelektrische Umwandlung von Licht einer Wellenlänge eines sichtbaren Bereichs durchführt.

10. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 1, die ferner einen Elementseparationsbereich auf einer Fläche einer Seite gegenüber einer Lichteinfallfläche der Halbleiterschicht umfasst, und wobei sowohl der erste als auch zweite Separationsbereich eine Endseite, die mit dem Elementseparationsbereich verbunden ist, und die andere Endseite, die die Lichteinfallfläche der Halbleiterschicht erreicht, aufweist.

11. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 1, die ferner Folgendes umfasst:

einen ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereich, der durch den ersten Separationsbereich unterteilt ist;
einen zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich, der durch den zweiten Separationsbereich unterteilt ist; und
einen dritten Separationsbereich, der ein leitfähiges

Material beinhaltet, das einen dritten gegrabenen Teil füllt, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, wobei der dritte Separationsbereich so angeordnet ist, dass er separat von dem ersten Separationsbereich in dem ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereich ist, und so angeordnet ist, dass er separat von dem zweiten Separationsbereich in dem zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich ist.

12. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 11, wobei das leitfähige Material des dritten Separationsbereichs elektrisch mit einer Verdrahtung verbunden ist, an die ein elektrisches Potential angelegt wird.

13. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 11, wobei jeder des ersten und zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs ferner Folgendes beinhaltet:
einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt und eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die durch den dritten Separationsbereich unterteilt sind;
und
einen Transfertransistor, der eine elektrische Signalladung, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird, zu dem Elektrische-Ladung-Halteabschnitt überträgt.

14. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 13, wobei die fotoelektrische Umwandlungseinheit des ersten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs eine fotoelektrische Umwandlung von Licht einer Wellenlänge eines Infrarotbereichs durchführt, und wobei die fotoelektrische Umwandlungseinheit des zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs eine fotoelektrische Umwandlung von Licht einer Wellenlänge eines sichtbaren Bereichs durchführt.

15. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 11, die ferner einen Elementseparationsbereich auf einer Fläche einer Seite gegenüber einer Lichteinfallfläche der Halbleiterschicht umfasst, und wobei jeder des ersten, zweiten und dritten Separationsbereichs eine Endseite, die mit dem Elementseparationsbereich verbunden ist, und die andere Endseite, die die Lichteinfallfläche der Halbleiterschicht erreicht, aufweist.

16. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 1, die ferner Folgendes umfasst:
einen fotoelektrischen Umwandlungsbereich, der einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich beinhaltet, die durch den ersten Separationsbereich unterteilt sind und in dem zweiten Separationsbereich separiert sind;
eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die in

dem ersten Bereich angeordnet ist;
einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt, der auf der Seite des zweiten Bereichs der Halbleiterschicht in dem zweiten Bereich angeordnet ist; und
einen Lichtblockierungskörper, der so angeordnet ist, dass er mit dem Elektrische-Ladung-Halteabschnitt auf der Seite der ersten Fläche der Halbleiterschicht überlappt.

17. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 3, wobei die Halbleiterschicht als eine erste Halbleiterschicht festgelegt ist, wobei die Lichtdetektionsvorrichtung ferner Folgendes umfasst:
eine zweite Halbleiterschicht, die auf der Seite der ersten Fläche der ersten Halbleiterschicht angeordnet ist; und
einen Leseschaltkreis, der elektrisch mit dem Elektrische-Ladung-Halteabschnitt verbunden ist, wobei ein Pixeltransistor, der in einem Pixelschaltkreis enthalten ist, in der zweiten Halbleiterschicht angeordnet ist.

18. Lichtdetektionsvorrichtung, die Folgendes umfasst:
eine Halbleiterschicht, die eine erste Fläche und eine zweite Fläche aufweist, die auf gegenüberliegenden Seiten in einer Dickenrichtung positioniert sind;
einen ersten Separationsbereich, der ein Isolationsmaterial beinhaltet, das in einem ersten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist;
einen fotoelektrischen Umwandlungsbereich, der durch den ersten Separationsbereich unterteilt ist;
einen zweiten Separationsbereich, der ein leitfähiges Material beinhaltet, das in einem zweiten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und den fotoelektrischen Umwandlungsbereich in einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich in einer Richtung separiert;
eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die in dem ersten Bereich angeordnet ist;
einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt, der auf der Seite der ersten Fläche der Halbleiterschicht in dem zweiten Bereich angeordnet ist; und
einen Lichtblockierungskörper, der auf der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist und in einer Draufsicht mit dem zweiten Bereich überlappt.

19. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 18, wobei der Lichtblockierungskörper über einem Inneren und Äußeren des zweiten Bereichs angeordnet ist.

20. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 19, wobei der Lichtblockierungskörper Folgendes

beinhaltet:

einen ersten Lichtblockierungsteil, der außerhalb der zweiten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist und in der Draufsicht mit dem zweiten Bereich überlappt; und
einen zweiten Lichtblockierungsteil, der von dem ersten Lichtblockierungsteil über dem Inneren des zweiten Bereichs hervorsteht.

21. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 20, wobei der zweite Lichtblockierungsteil die zweite Fläche der Halbleiterschicht in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht durchquert.

22. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 20, wobei der zweite Lichtblockierungsteil separat von sowohl dem ersten Separationsbereich als auch dem zweiten Separationsbereich ist.

23. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 20, die ferner einen Isolationsfilm umfasst, der auf der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist, wobei der erste Lichtblockierungsteil auf einer Seite gegenüber der Halbleiterschichtseite des Isolationsfilms angeordnet ist, und wobei der zweite Lichtblockierungsteil durch den Isolationsfilm hindurch verläuft.

24. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 18, wobei der Lichtblockierungskörper in der Draufsicht mit dem zweiten Separationsbereich überlappt und über dem Inneren und Äußeren der Halbleiterschicht auf der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist.

25. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 24, wobei der Lichtblockierungskörper Folgendes beinhaltet:

einen ersten Lichtblockierungsteil, der außerhalb der zweiten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist und in der Draufsicht mit dem zweiten Bereich überlappt; und
einen zweiten Lichtblockierungsteil, der in der Draufsicht mit dem zweiten Separationsbereich überlappt und von dem ersten Lichtblockierungsteil zu dem Inneren der Halbleiterschicht hervorsteht.

26. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 25, wobei der zweite Lichtblockierungsteil in einem dritten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich von der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht zu dem zweiten gegrabenen Teil erstreckt.

27. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 24, wobei der zweite Lichtblockierungsteil und der zweite Separationsbereich unterschiedliche Breiten in einer Richtung entlang der einen Richtung aufweisen.

28. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 18, die ferner einen Isolationsfilm umfasst, der auf der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist, wobei der Lichtblockierungskörper über dem Inneren und Äußeren des Isolationsfilms in einer Dickenrichtung des Isolationsfilms angeordnet ist.

29. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 28, wobei der Lichtblockierungskörper Folgendes beinhaltet:

einen ersten Lichtblockierungskörper, der auf einer Seite gegenüber der Halbleiterschichtseite des Isolationsfilms angeordnet ist und in der Draufsicht mit dem zweiten Bereich überlappt;
einen zweiten Lichtblockierungsteil, der in der Draufsicht mit dem ersten Separationsbereich überlappt und von dem ersten Lichtblockierungsteil zu dem Inneren des Isolationsfilms hervorsteht; und
einen dritten Lichtblockierungsteil, der in der Draufsicht mit dem zweiten Separationsbereich überlappt und von dem ersten Lichtblockierungsteil zu dem Inneren des Isolationsfilms hervorsteht.

30. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 28, wobei der Lichtblockierungskörper in der Draufsicht mit sowohl dem ersten als auch zweiten Separationsbereich überlappt und auf einer Seite eines zweiten Bereichs des ersten Bereichs des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs in der einen Richtung positioniert ist.

31. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 18, wobei sich der Lichtblockierungskörper über zwei fotoelektrische Umwandlungsbereiche erstreckt, die in einer anderen Richtung orthogonal zu der einen Richtung innerhalb einer zweidimensionalen Ebene aneinander angrenzen.

32. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 18, wobei die fotoelektrische Umwandlungseinheit Licht, das von der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht einfällt, fotoelektrisch in eine elektrische Signalladung umwandelt, und wobei der Elektrische-Ladung-Halteabschnitt die elektrische Signalladung hält, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird.

33. Lichtdetektionsvorrichtung, die Folgendes umfasst:

eine Halbleiterschicht, die eine erste Fläche und eine zweite Fläche aufweist, die auf gegenüberliegenden Seiten in einer Dickenrichtung positioniert sind;
einen ersten Separationsbereich, der ein Isolationsmaterial beinhaltet, das in einem ersten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und dessen Bre-

chungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist;

einen fotoelektrischen Umwandlungsbereich, der durch den ersten Separationsbereich unterteilt ist; einen zweiten Separationsbereich, der ein leitfähiges Material beinhaltet, das in einem zweiten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und den fotoelektrischen Umwandlungsbereich in einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich in einer Richtung separiert;

eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die in dem ersten Bereich angeordnet ist;

einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt, der auf der Seite der ersten Fläche der Halbleiterschicht in dem zweiten Bereich angeordnet ist;

einen Lichtblockierungskörper, der auf der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist und so angeordnet ist, dass er in der Draufsicht mit dem zweiten Bereich überlappt; und

einen Lichtreflexionskörper, der so angeordnet ist, dass er in der Draufsicht mit dem zweiten Separationsbereich auf der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht überlappt, und dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist.

34. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 33, wobei der Lichtreflexionskörper in einem dritten gegrabenen Teil angeordnet ist, der in der Draufsicht mit dem zweiten gegrabenen Teil überlappt und sich von der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht zu der Seite der ersten Fläche erstreckt.

35. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 33, wobei der Lichtreflexionskörper auf einer Seite eines ersten Bereichs des zweiten Separationsbereichs in der einen Richtung angeordnet ist und das leitfähige Material des zweiten Separationsbereichs zwischen dem Lichtreflexionskörper und dem zweiten Bereich angeordnet ist.

36. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 33, wobei der Lichtreflexionskörper ein Oxidfilm oder die Luft ist.

37. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 33, wobei eine Tiefe des Lichtreflexionskörpers von der zweiten Fläche der Halbleiterschicht zu der ersten Fläche 1,5 μm oder mehr beträgt.

38. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 33, wobei die fotoelektrische Umwandlungseinheit Licht, das von der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht einfällt, fotoelektrisch in eine elektrische Signalladung umwandelt, und wobei der Elektrische-Ladung-Halteabschnitt die elektrische Signalladung hält,

die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird.

39. Lichtdetektionsvorrichtung, die Folgendes umfasst:

eine Halbleiterschicht, die eine erste Fläche und eine zweite Fläche aufweist, die auf gegenüberliegenden Seiten in einer Dickenrichtung positioniert sind;

einen ersten Separationsbereich, der ein Isolationsmaterial beinhaltet, das in einem ersten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist;

einen ersten und zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich, die durch den ersten Separationsbereich so unterteilt sind, dass sie in einer Richtung ausgerichtet sind;

einen zweiten Separationsbereich, der ein leitfähiges Material beinhaltet, das in einem zweiten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und sowohl den ersten als auch zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereich in einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich in der einen Richtung separiert;

eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die in dem ersten Bereich sowohl des ersten als auch zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs angeordnet ist;

und einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt, der in dem zweiten Bereich sowohl des ersten als auch zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs angeordnet ist,

wobei die zweiten Bereiche des ersten und zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs so ausgerichtet sind, dass sie in der einen Richtung durch den dritten Separationsbereich in der Draufsicht aneinander angrenzen.

40. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 39, wobei eine Breite des dritten Separationsbereichs in einer Richtung einer kurzen Seite kleiner als eine Breite des ersten Separationsbereichs in einer Richtung einer kurzen Seite ist.

41. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 39, wobei eine Länge des dritten Separationsbereichs in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht kürzer als jene des zweiten Separationsbereichs ist.

42. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 39, wobei der dritte Separationsbereich ein Isolationsmaterial beinhaltet, das in einem dritten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist.

43. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 39, wobei der dritte Separationsbereich aus einem Halbleiterbereich besteht, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt.

44. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 39, die ferner einen Lichtblockierungskörper umfasst, der auf der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist, wobei der Lichtblockierungskörper so angeordnet ist, dass er mit den zweiten Bereichen des ersten und zweiten fotoelektrischen Umwandlungsbereichs überlappt und kontinuierlich über den zweiten Bereichen ist.

45. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 39, wobei die fotoelektrische Umwandlungseinheit Licht, das von der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht einfällt, fotoelektrisch in eine elektrische Signalladung umwandelt, und wobei der Elektrische-Ladung-Halteabschnitt die elektrische Signalladung hält, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird.

46. Lichtdetektionsvorrichtung, die Folgendes umfasst:
eine Halbleiterschicht, die eine erste Fläche und eine zweite Fläche aufweist, die auf gegenüberliegenden Seiten in einer Dickenrichtung positioniert sind;
einen ersten Separationsbereich, der ein Isolationsmaterial beinhaltet, das in einem ersten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist;
einen fotoelektrischen Umwandlungsbereich, der durch den ersten Separationsbereich unterteilt ist;
einen zweiten Separationsbereich, der ein leitfähiges Material beinhaltet, das in einem zweiten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht durch einen Isolator erstreckt, dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist, und den fotoelektrischen Umwandlungsbereich in einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich in einer Richtung separiert;
eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die in dem ersten Bereich angeordnet ist; und
einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt, der in dem zweiten Bereich angeordnet ist, wobei in dem zweiten Separationsbereich eine Filmstärke des Isolators auf der Seite des ersten Bereichs des leitfähigen Materials größer als eine Filmstärke des Isolators auf der Seite des zweiten Bereichs des leitfähigen Materials ist.

47. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 46, wobei das leitfähige Material von der Seite des ersten Bereichs zu der Seite des zweiten Bereichs in der Draufsicht abweicht.

48. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 46, wobei eine Breite des zweiten Separationsbereichs in der einen Richtung größer als eine Breite des ersten Separationsbereichs in der einen Richtung ist.

49. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 46, wobei die fotoelektrische Umwandlungseinheit Licht, das von der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht einfällt, fotoelektrisch in eine elektrische Signalladung umwandelt, und wobei der Elektrische-Ladung-Halteabschnitt die elektrische Signalladung hält, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird, wobei die Lichtdetektionsvorrichtung ferner einen Transfertransistor umfasst, der die elektrische Signalladung, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird, an den Elektrische-Ladung-Halteabschnitt überträgt.

50. Lichtdetektionsvorrichtung, die Folgendes umfasst:
eine Halbleiterschicht, die eine erste Fläche und eine zweite Fläche aufweist, die auf gegenüberliegenden Seiten positioniert sind;
einen fotoelektrischen Umwandlungsbereich, der in der Halbleiterschicht angeordnet ist, wobei er durch einen ersten Separationsbereich unterteilt ist;
einen zweiten Separationsbereich, der jeden fotoelektrischen Umwandlungsbereich des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs in einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich unterteilt, die in einer Richtung ausgerichtet sind;
eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die in dem ersten Bereich angeordnet ist und eine fotoelektrische Umwandlung von Licht durchführt, das von der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht einfällt; und
einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt, der in dem zweiten Bereich angeordnet ist und die elektrische Signalladung hält, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird, wobei der erste Separationsbereich ein Isolationsmaterial beinhaltet, das in einem ersten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist, wobei der zweite Separationsbereich ein leitfähiges Material beinhaltet, das in einem zweiten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung

tung der Halbleiterschicht durch einen Separationsisolationssfilm erstreckt, dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist, und wobei die Breite des zweiten Bereichs in der einen Richtung so eingestellt wird, dass von Einfallslight, das in dem ersten Bereich von der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht einfällt, eine Phasendifferenz zwischen Reflexionslicht, das an einem Seitenflächenteil des zweiten Separationsbereichs reflektiert wird, und Rückkehrlicht, das gemäß dem Einfallslight erlangt wird, das durch den zweiten Separationsbereich und den zweiten Bereich transmittiert wird, an dem ersten Separationsbereich reflektiert wird und zu dem ersten Bereich zurückkehrt, ein ganzzahliges Vielfaches des Einfallslights wird.

51. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 50, die ferner einen Lichtblockierungsfilm umfasst, der auf der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist, um in der Draufsicht mit dem Elektrische-Ladung-Halteabschnitt zu überlappen.

52. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 50, wobei der Elektrische-Ladung-Halteabschnitt auf der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist.

53. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 50, die ferner einen Transfertransistor umfasst, der eine elektrische Signalladung, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird, zu dem Elektrische-Ladung-Halteabschnitt überträgt.

54. Lichtdetektionsvorrichtung, die Folgendes umfasst:
eine Halbleiterschicht, die eine erste Fläche und eine zweite Fläche aufweist, die auf gegenüberliegenden Seiten positioniert sind;
mehrere fotoelektrische Umwandlungsbereiche, die in der Halbleiterschicht angeordnet sind, wobei sie durch einen ersten Separationsbereich unterteilt sind;
einen zweiten Separationsbereich, der jeden der mehreren fotoelektrischen Umwandlungsbereiche in einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich unterteilt, die in einer Richtung ausgerichtet sind;
eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die in dem ersten Bereich angeordnet ist und eine fotoelektrische Umwandlung von Licht durchführt, das von der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht einfällt; und
einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt, der in dem zweiten Bereich angeordnet ist und eine elektrische Signalladung hält, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird, wobei der erste Separationsbereich ein Isolations-

material beinhaltet, das in einem ersten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist,

wobei der zweite Separationsbereich ein leitfähiges Material beinhaltet, das in einem zweiten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht durch einen Separationsisolationssfilm erstreckt, dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist, und wobei die mehreren fotoelektrischen Umwandlungsbereiche zwei oder mehr Arten von fotoelektrischen Umwandlungsbereichen beinhalten, von denen sich Breiten der zweiten Bereiche in der einen Richtung voneinander unterscheiden.

55. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 54, die ferner einen Lichtblockierungsfilm umfasst, der auf der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist, um in der Draufsicht mit dem zweiten Bereich zu überlappen.

56. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 54, wobei die Breite des Lichtblockierungsfilms in der einen Richtung gemäß einer Breite des fotoelektrischen Umwandlungsbereichs verschieden ist.

57. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 54, wobei der Elektrische-Ladung-Halteabschnitt auf der Seite der ersten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist.

58. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 54, die ferner einen Transfertransistor umfasst, der eine elektrische Signalladung, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird, zu dem Elektrische-Ladung-Halteabschnitt überträgt.

59. Lichtdetektionsvorrichtung, die Folgendes umfasst:
eine Halbleiterschicht, die eine erste Fläche und eine zweite Fläche aufweist, die auf gegenüberliegenden Seiten in einer Dickenrichtung positioniert sind;
einen ersten Separationsbereich, der ein Isolationsmaterial beinhaltet, das in einem ersten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist;
einen fotoelektrischen Umwandlungsbereich, der durch den ersten Separationsbereich unterteilt ist;
einen zweiten Separationsbereich, der ein leitfähiges Material beinhaltet, das in einem zweiten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und den fotoelektrischen Umwandlungsbereich in einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich in einer Rich-

tung separiert;
 eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die in dem ersten Bereich angeordnet ist und Licht, das von der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht einfällt, fotoelektrisch in eine elektrische Signalladung umwandelt;
 einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt, der in dem zweiten Bereich angeordnet ist und die elektrische Signalladung hält, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird; und
 ein Dielektrikum, in dem ein Isolationsfilm in einem dritten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in einer Tiefenrichtung der Halbleiterschicht durch einen Festladungsfilm erstreckt.

60. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 59, wobei das Dielektrikum ein Ausbuchtungsteil ist, der von dem zweiten Separationsbereich zu der Seite des zweiten Bereichs hervorsteht.

61. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 59, wobei das Dielektrikum ein Ausbuchtungsteil ist, der von dem ersten Separationsbereich zu der Seite des zweiten Bereichs hervorsteht.

62. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 59, wobei das Dielektrikum ein Inselteil ist, der von sowohl dem ersten als auch zweiten Separationsbereich separiert ist.

63. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 59, wobei der Elektrische-Ladung-Halteabschnitt auf der Seite der ersten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist.

64. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 59, die ferner einen Lichtblockierungsfilm umfasst, der auf der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist, um in der Draufsicht mit dem zweiten Bereich zu überlappen.

65. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 59, die ferner einen Transfertransistor umfasst, der eine elektrische Signalladung, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird, zu dem Elektrische-Ladung-Halteabschnitt überträgt.

66. Lichtdetektionsvorrichtung, die Folgendes umfasst:
 eine Halbleiterschicht, die eine erste Fläche und eine zweite Fläche aufweist, die auf gegenüberliegenden Seiten in einer Dickenrichtung positioniert sind;
 einen ersten Separationsbereich, der ein Isolationsmaterial beinhaltet, das in einem ersten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und dessen Bre-

chungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist;

einen fotoelektrischen Umwandlungsbereich, der durch den ersten Separationsbereich unterteilt ist;
 einen zweiten Separationsbereich, der ein leitfähiges Material beinhaltet, das in einem zweiten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und den fotoelektrischen Umwandlungsbereich in einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich in einer Richtung separiert;

eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die in dem ersten Bereich angeordnet ist und eine fotoelektrische Umwandlung von Licht durchführt, das von der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht einfällt;

einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt, der in dem zweiten Bereich angeordnet ist und die elektrische Signalladung hält, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird; und einen Mehrschichtkörper, der auf der Seite der ersten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist, wobei der Mehrschichtkörper einen Lichtreflexionskörper beinhaltet, der so angeordnet ist, dass er mit dem ersten Bereich überlappt.

67. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 66, wobei die Halbleiterschicht als eine erste Halbleiterschicht festgelegt ist, und wobei der Mehrschichtkörper ferner eine zweite Halbleiterschicht beinhaltet, die so angeordnet ist, dass sie in der Draufsicht mit dem Lichtreflexionskörper auf einer Seite gegenüber der Seite der ersten Halbleiterschicht des Lichtreflexionskörpers überlappt.

68. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 66, wobei der Lichtreflexionskörper ein Metallmaterial beinhaltet, dessen optischer Reflexionsgrad höher als jener des Isolationsmaterials des ersten Separationsbereichs ist.

69. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 66, wobei der Lichtreflexionskörper ein Metallmaterial beinhaltet, dessen optischer Reflexionsgrad höher als jener der zweiten Halbleiterschicht ist und das eine niedrige Lichtabsorptionsrate aufweist.

70. Lichtdetektionsvorrichtung nach Anspruch 66, die ferner einen Leseschaltkreis umfasst, der elektrisch mit dem Elektrische-Ladung-Halteabschnitt verbunden ist, wobei ein Pixeltransistor, der in dem Leseschaltkreis enthalten ist, in der zweiten Halbleiterschicht angeordnet ist.

71. Lichtdetektionsvorrichtung, die Folgendes umfasst:

eine Halbleiterschicht, die eine erste Fläche und eine zweite Fläche aufweist, die auf gegenüberliegenden Seiten in einer Dickenrichtung positioniert sind;

einen ersten Separationsbereich, der ein Isolationsmaterial beinhaltet, das in einem ersten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist;

einen fotoelektrischen Umwandlungsbereich, der durch den ersten Separationsbereich unterteilt ist;

einen zweiten Separationsbereich, der ein leitfähiges Material beinhaltet, das in einem zweiten gegrabenen Teil angeordnet ist, der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt, und den fotoelektrischen Umwandlungsbereich in einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich in einer Richtung separiert;

eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die in dem ersten Bereich angeordnet ist und eine fotoelektrische Umwandlung von Licht durchführt, das von der Seite der zweiten Fläche der Halbleiterschicht einfällt;

einen Elektrische-Ladung-Halteabschnitt, der in dem zweiten Bereich angeordnet ist und die elektrische Signalladung hält, die durch fotoelektrische Umwandlung durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit erlangt wird; und

einen Mehrschichtkörper, der auf der Seite der ersten Fläche der Halbleiterschicht angeordnet ist, wobei der Mehrschichtkörper einen Lichtabsorptionskörper beinhaltet, der so angeordnet ist, dass er mit dem ersten Bereich überlappt, und dessen Lichtabsorptionsrate höher als jene der Halbleiterschicht ist.

der sich in der Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt.

Es folgen 167 Seiten Zeichnungen

72. Elektronische Vorrichtung, die Folgendes umfasst:

eine Lichtdetektionsvorrichtung;

eine optische Linse, die ein Bild von Bildlicht von einem Subjekt auf einer Bildgebungsoberfläche der Lichtdetektionsvorrichtung bildet; und

einen Signalverarbeitungsschaltkreis, der eine Signalverarbeitung an einem Signal durchführt, das von der Lichtdetektionsvorrichtung ausgegeben wird,

wobei die Lichtdetektionsvorrichtung Folgendes beinhaltet:

eine Halbleiterschicht;

einen ersten Separationsbereich, in dem ein Isolationsmaterial, dessen Brechungsindex niedriger als jener der Halbleiterschicht ist, einen ersten gegrabenen Teil füllt, der sich in einer Dickenrichtung der Halbleiterschicht erstreckt; und

einen zweiten Separationsbereich, in dem ein leitfähiges Material einen zweiten gegrabenen Teil füllt,

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

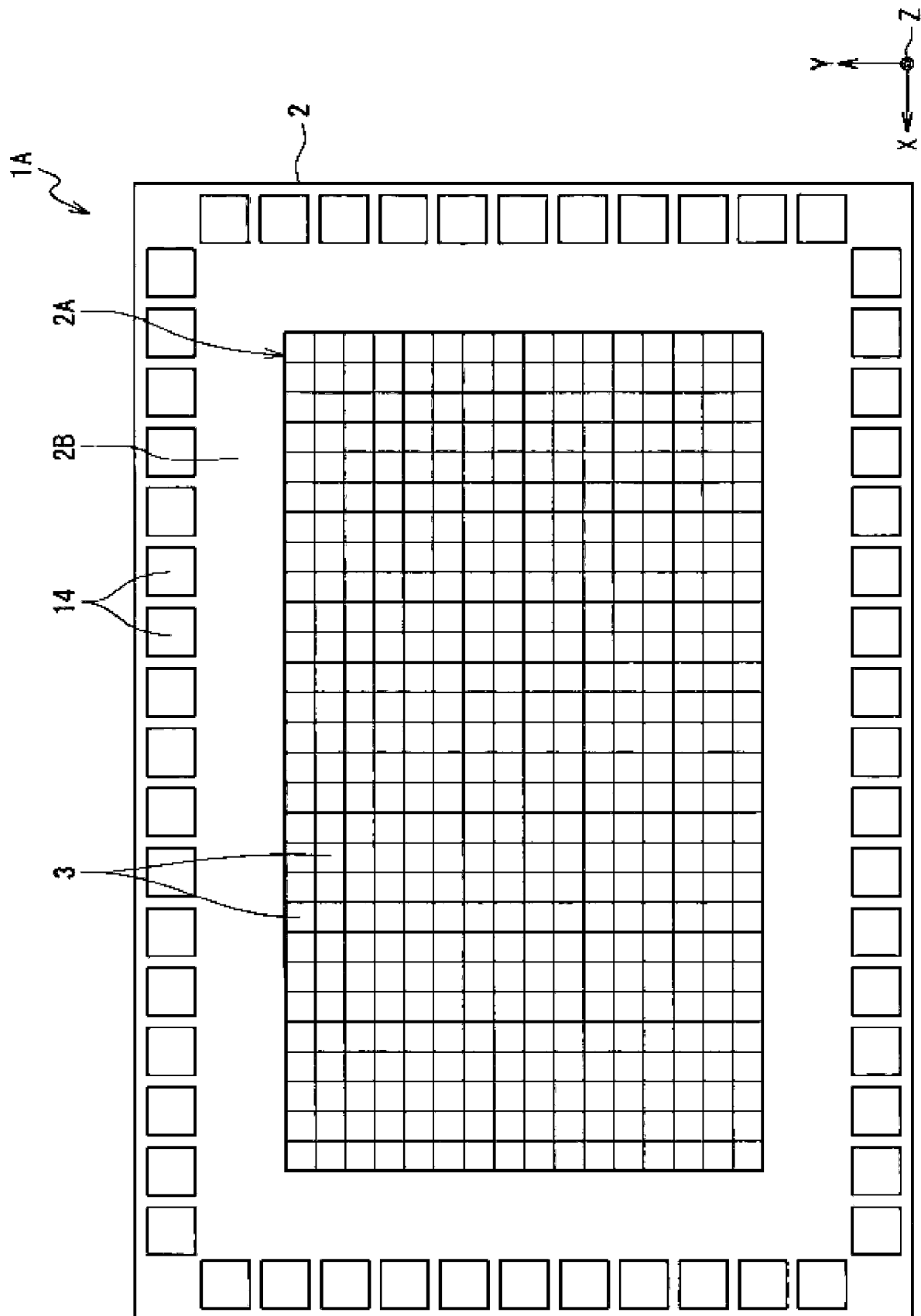


Fig. 2

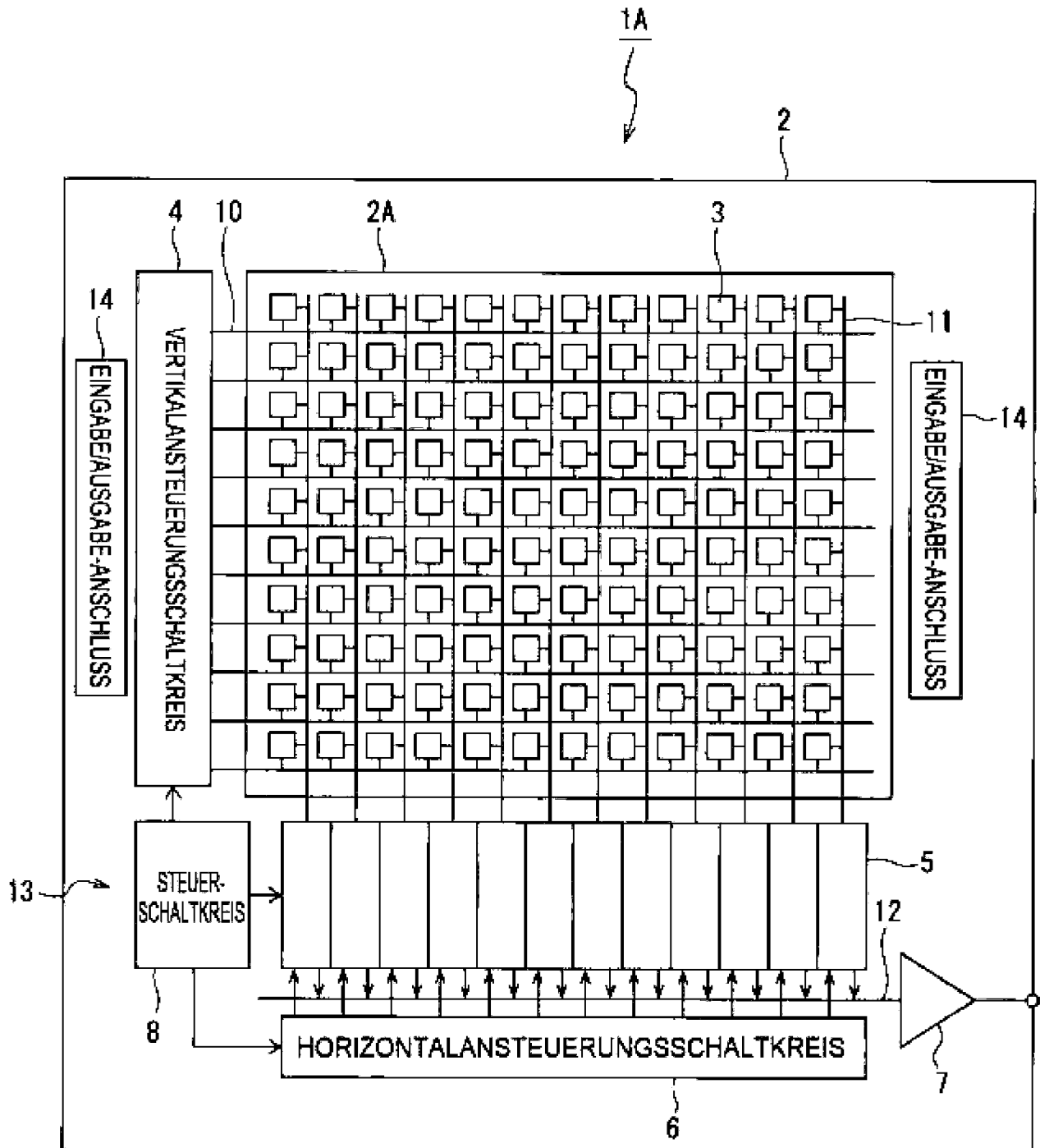


Fig. 3

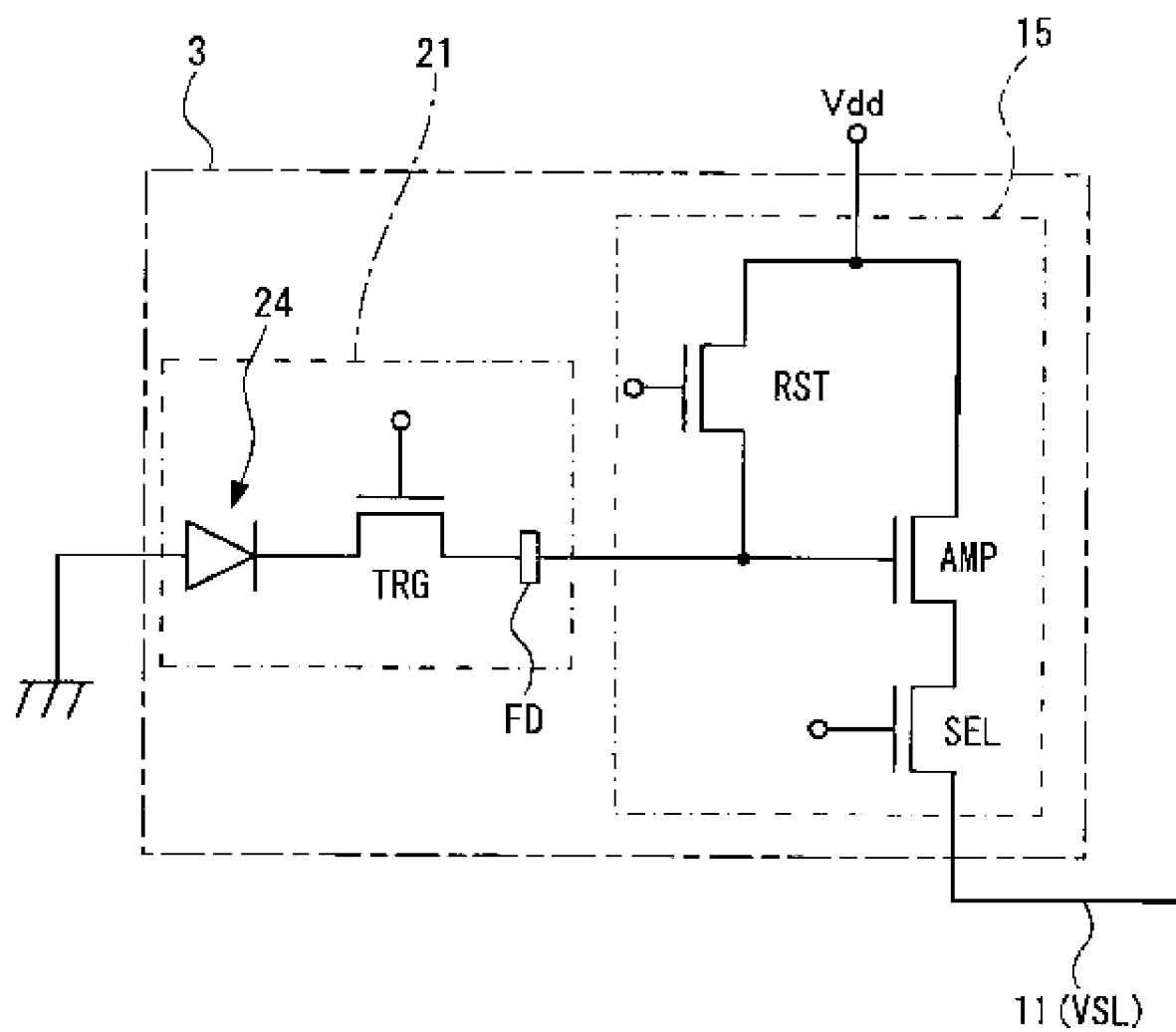


Fig. 4

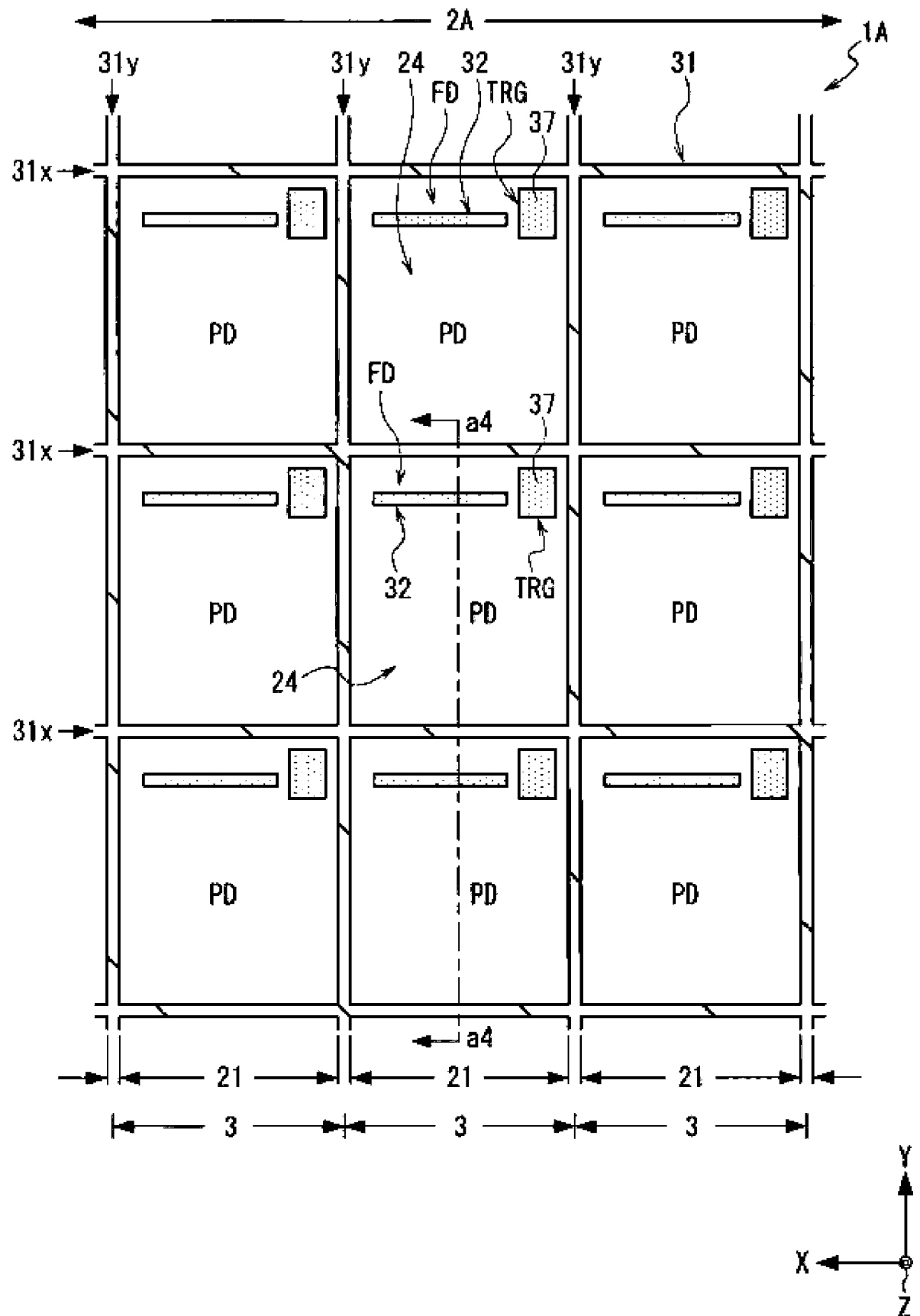


Fig. 5

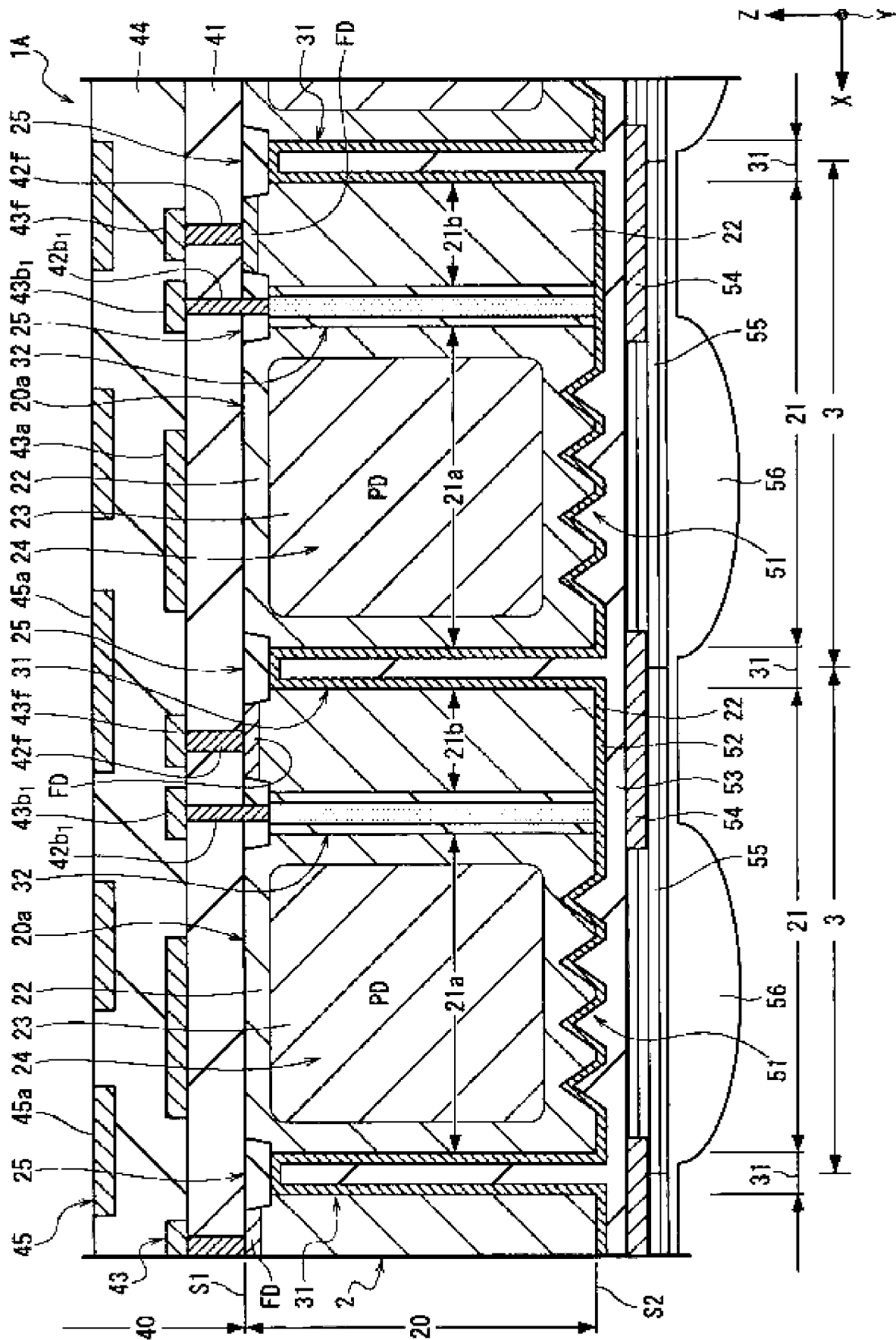


Fig. 6

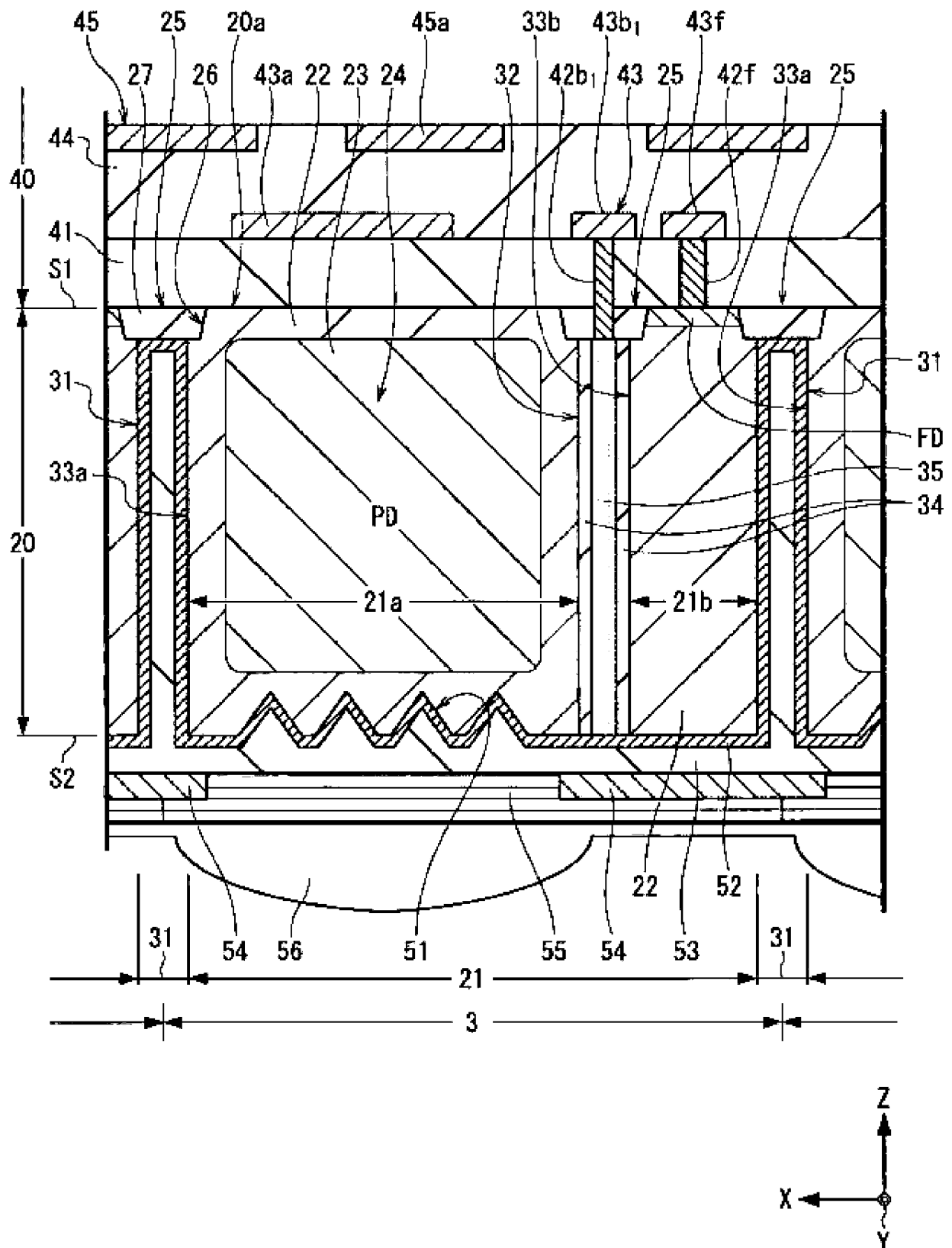


Fig. 7A

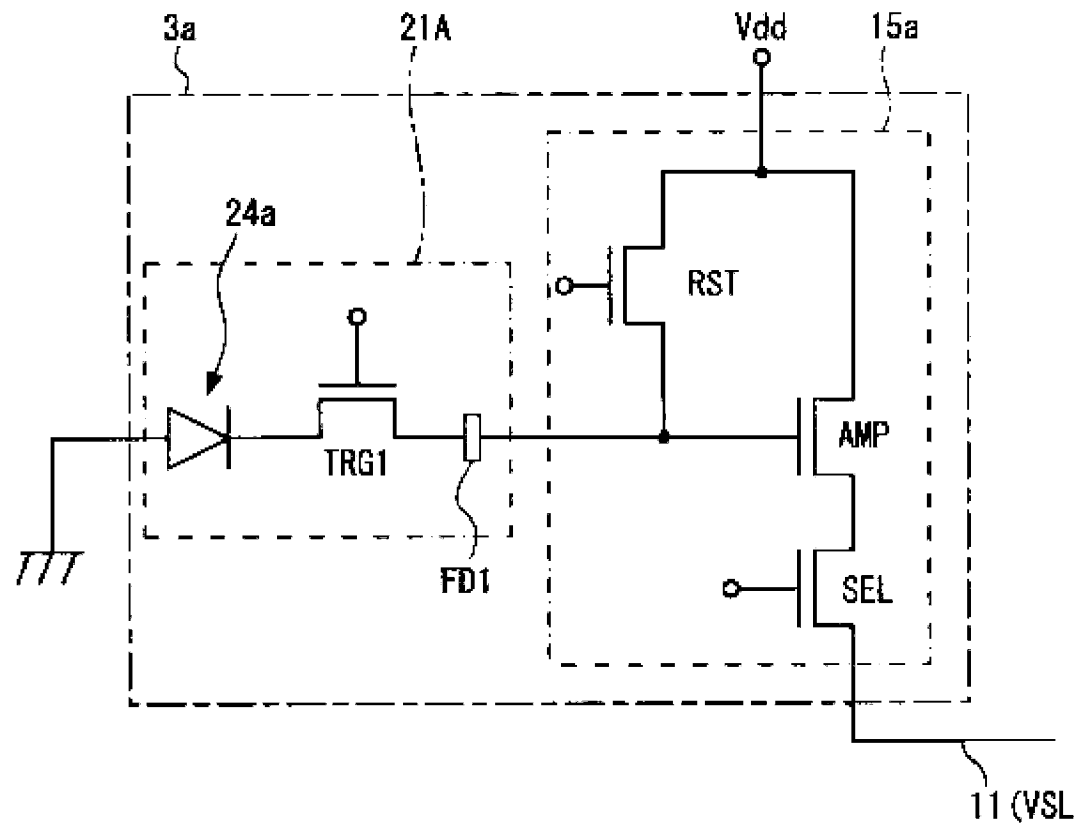


Fig. 7B

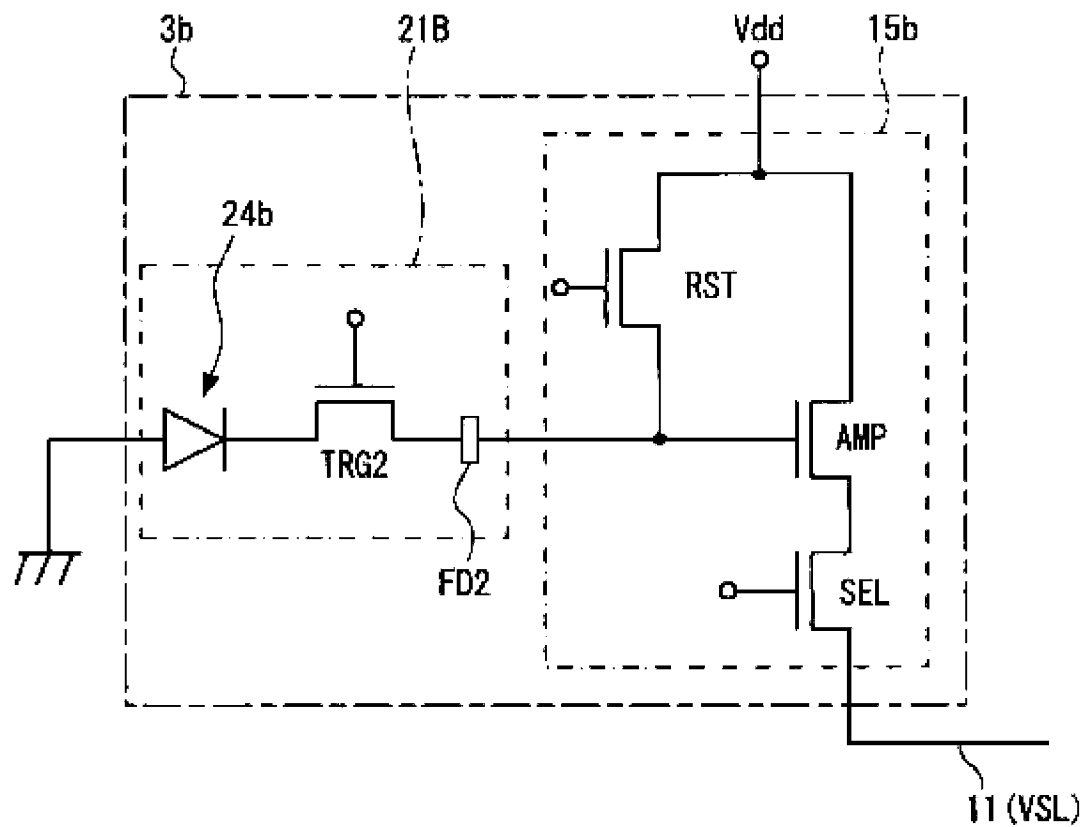


Fig. 8

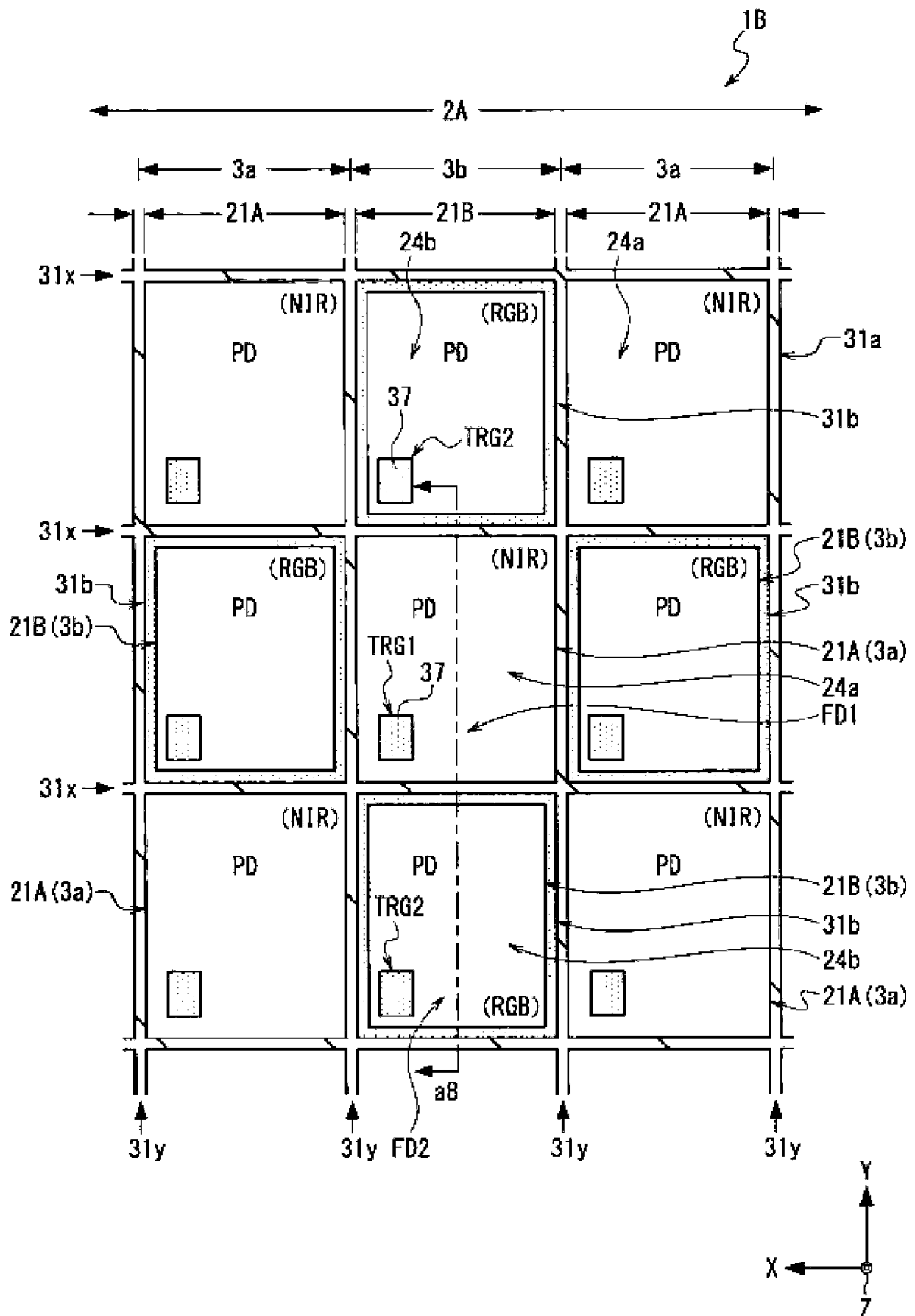


Fig. 9

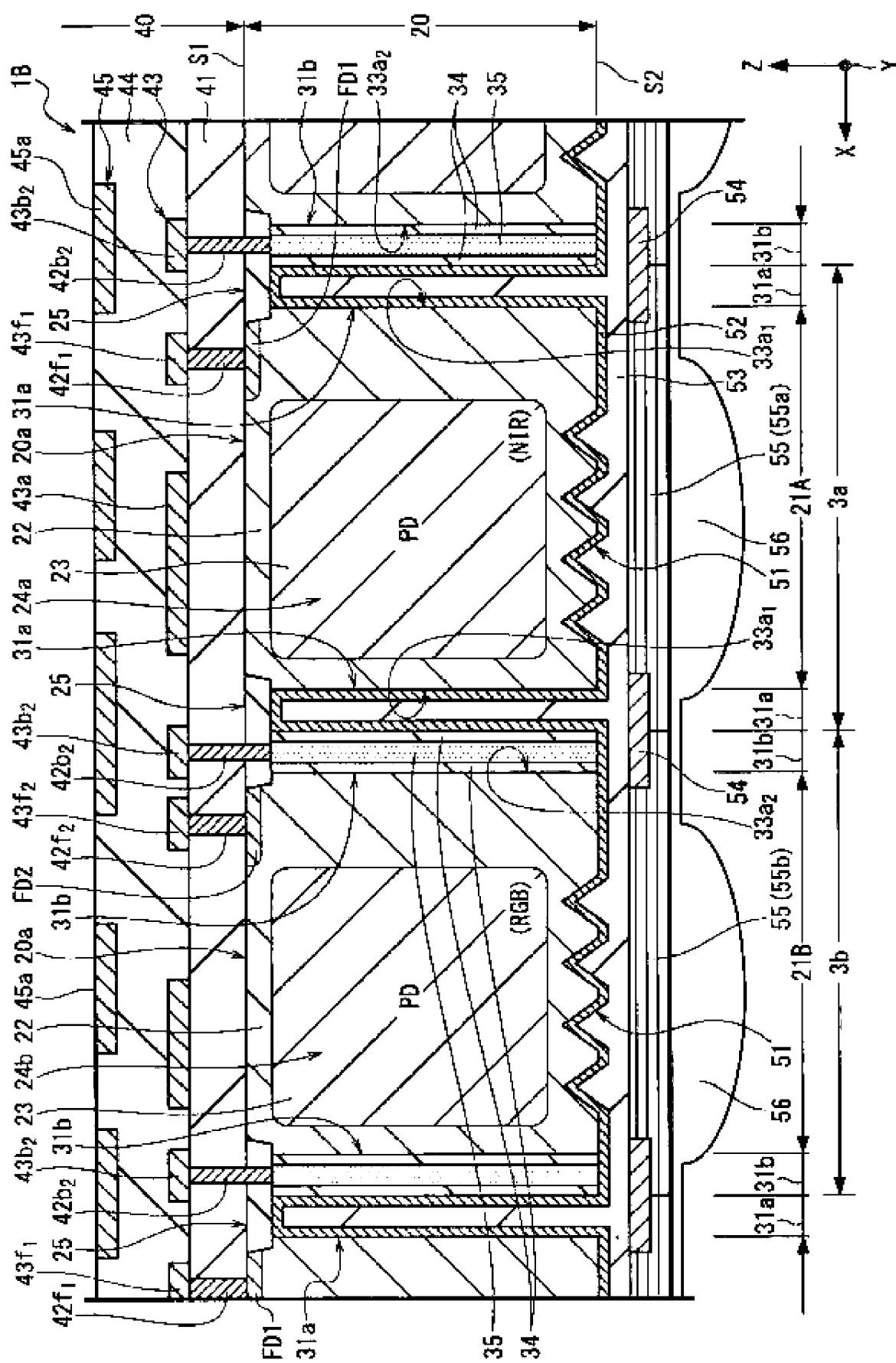


Fig. 10

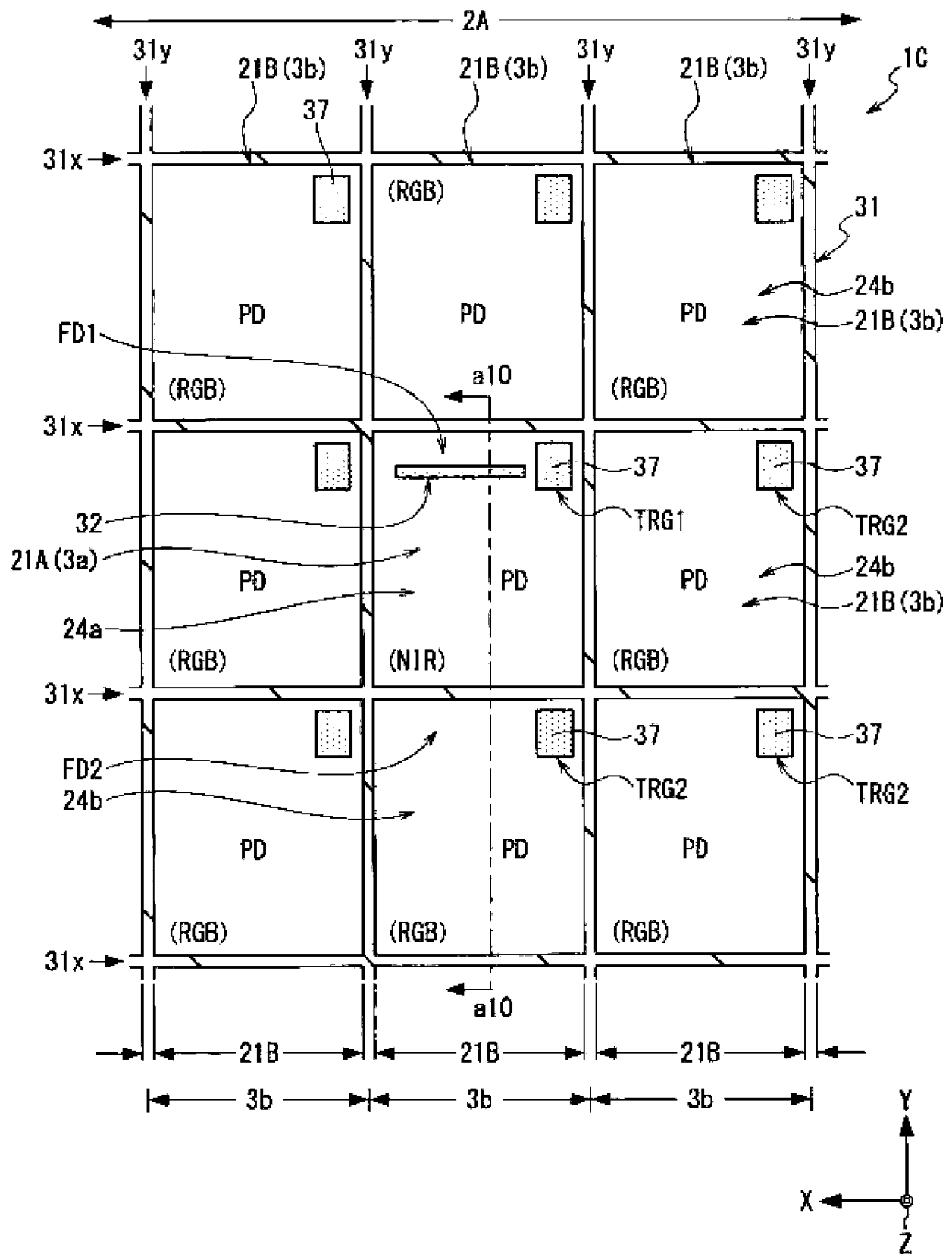


Fig. 11

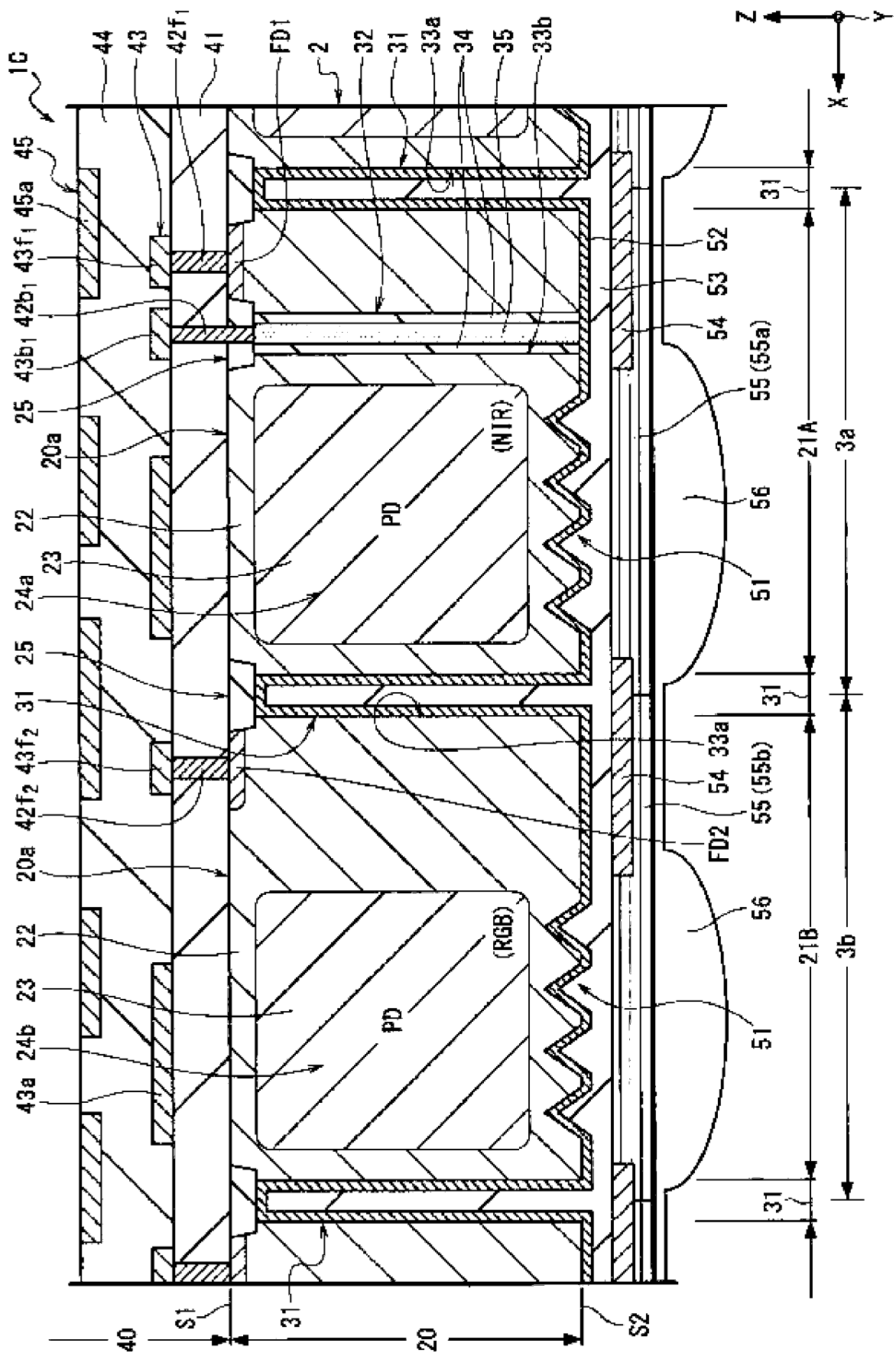


Fig. 12

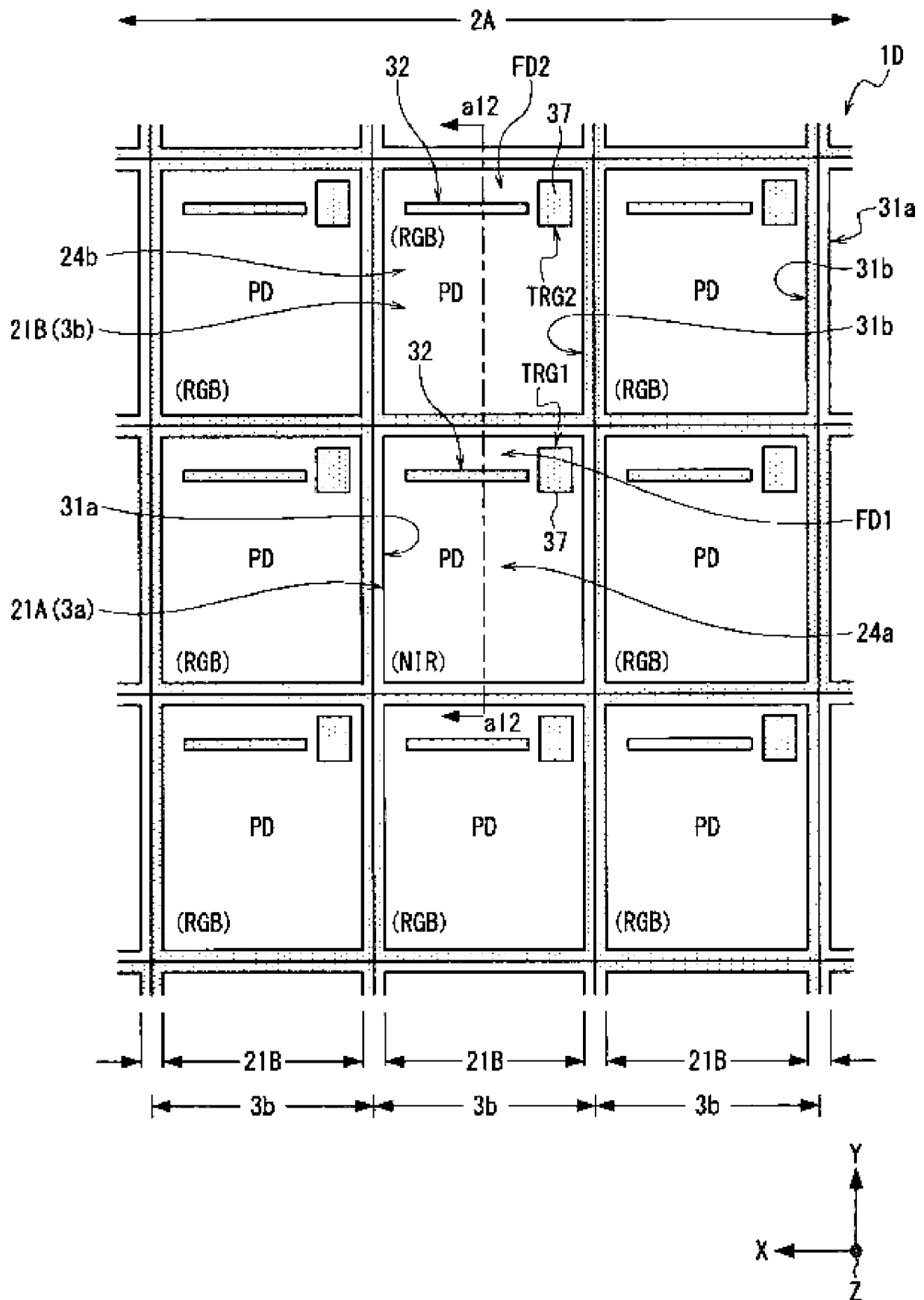


Fig. 13

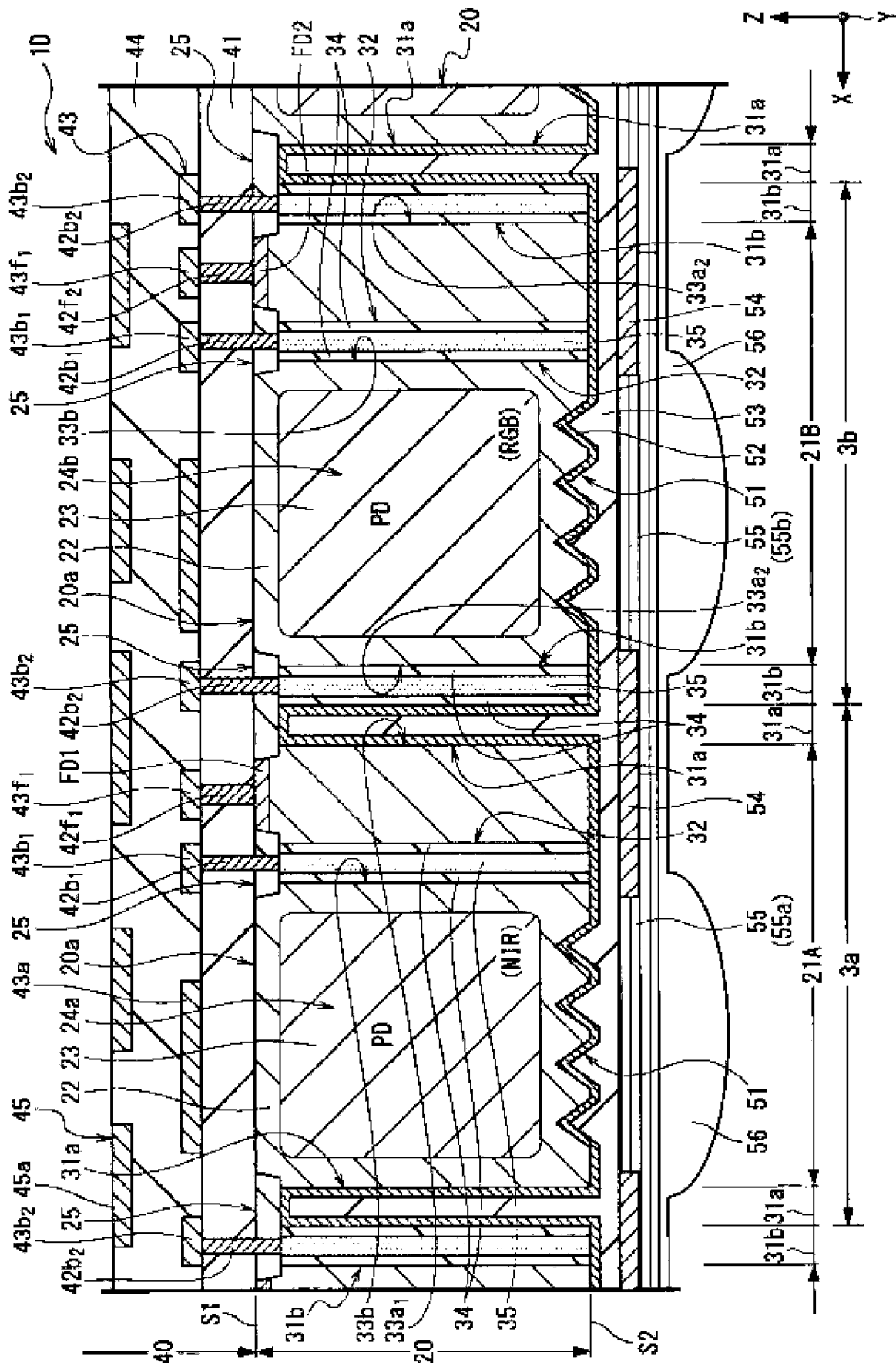


Fig. 14

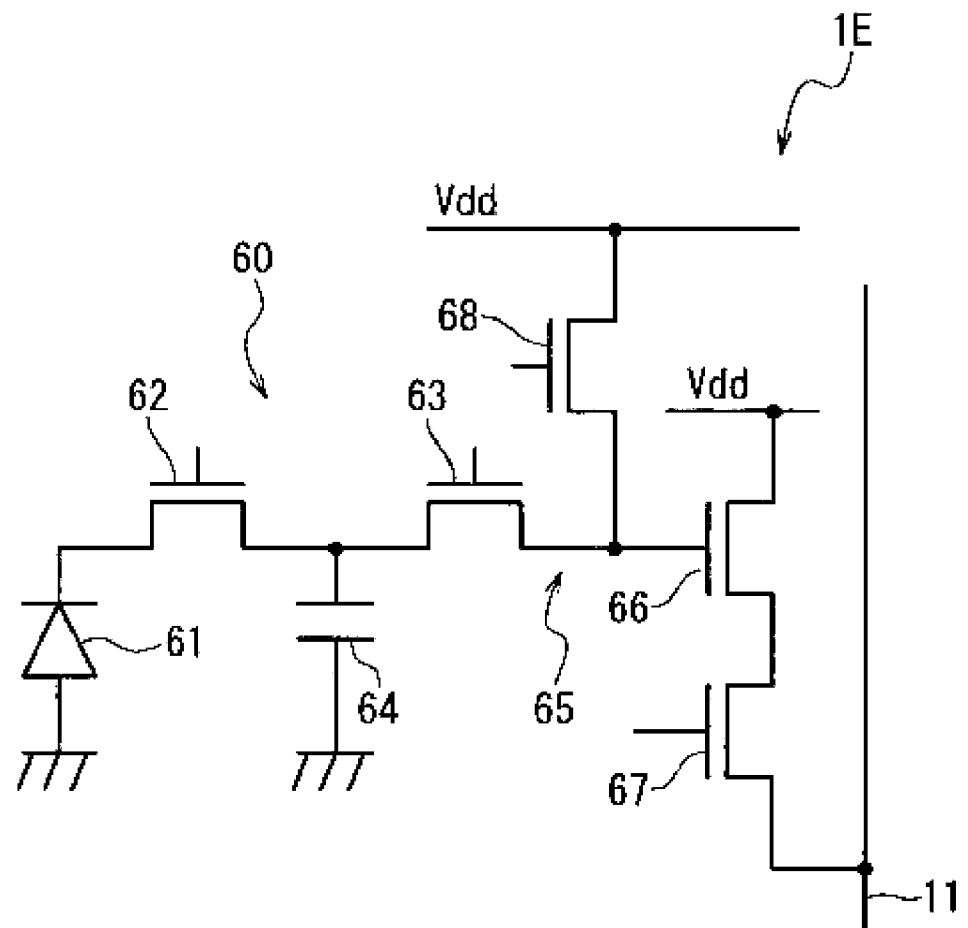


Fig. 15

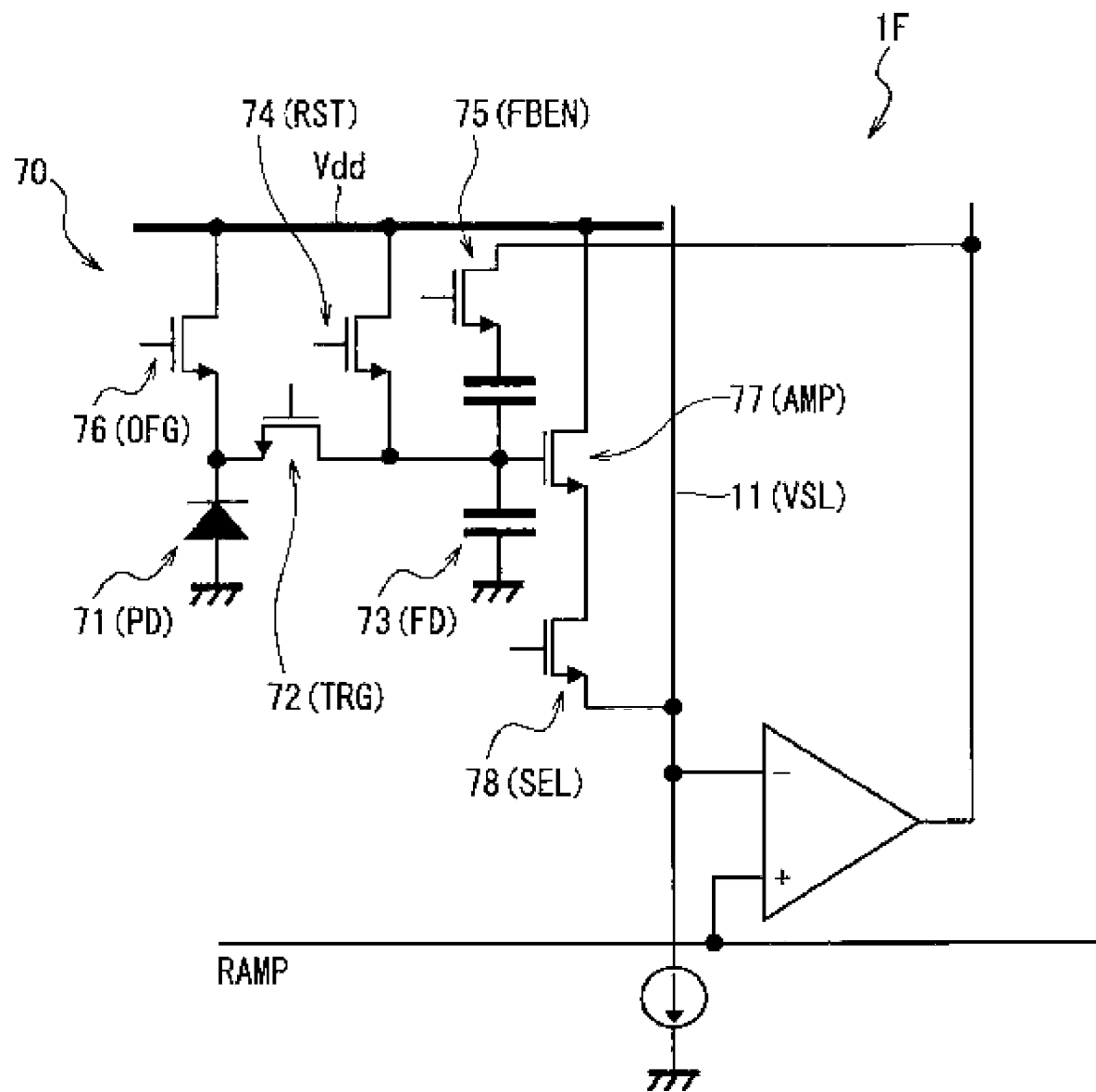


Fig. 16

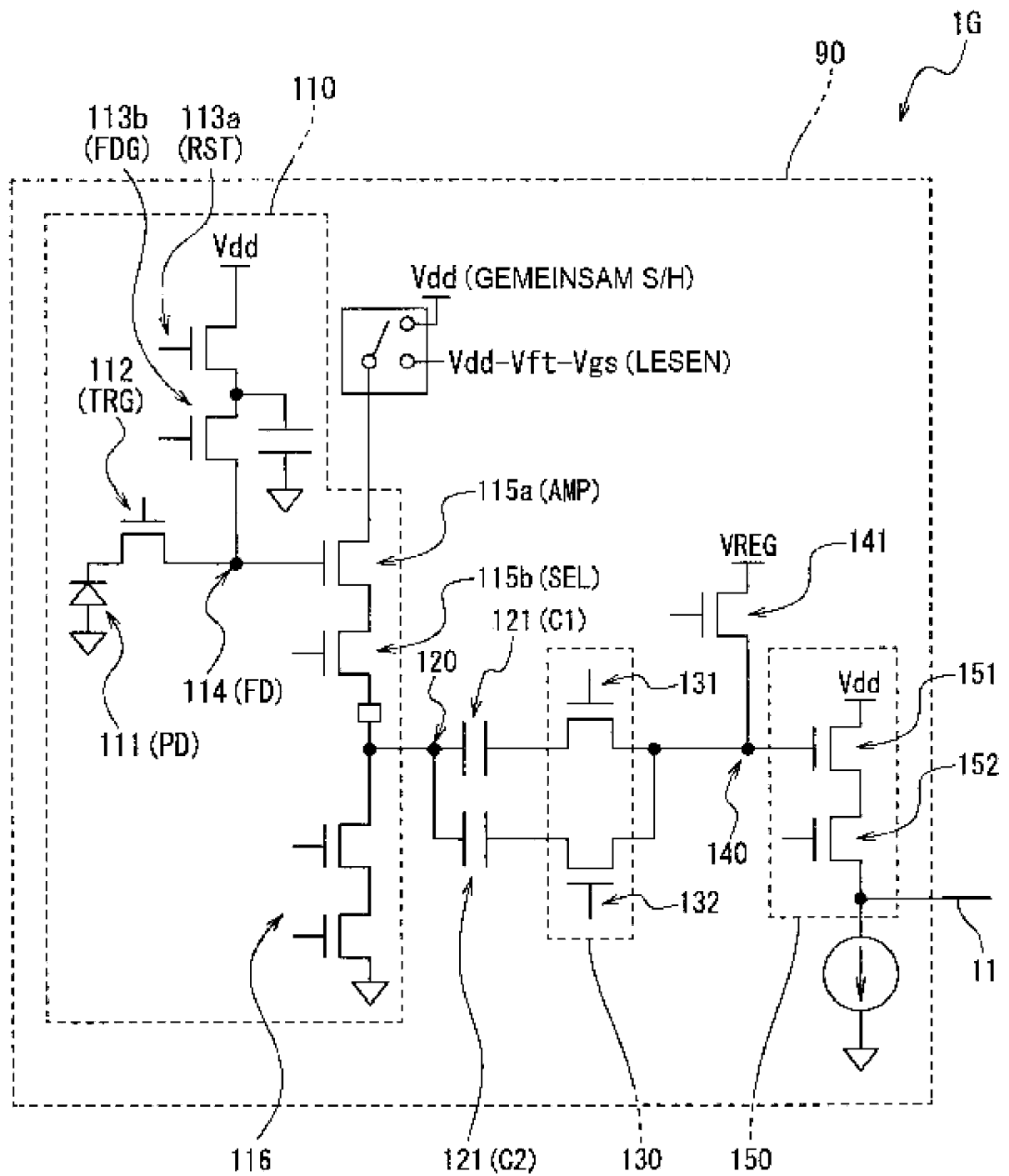


Fig. 17

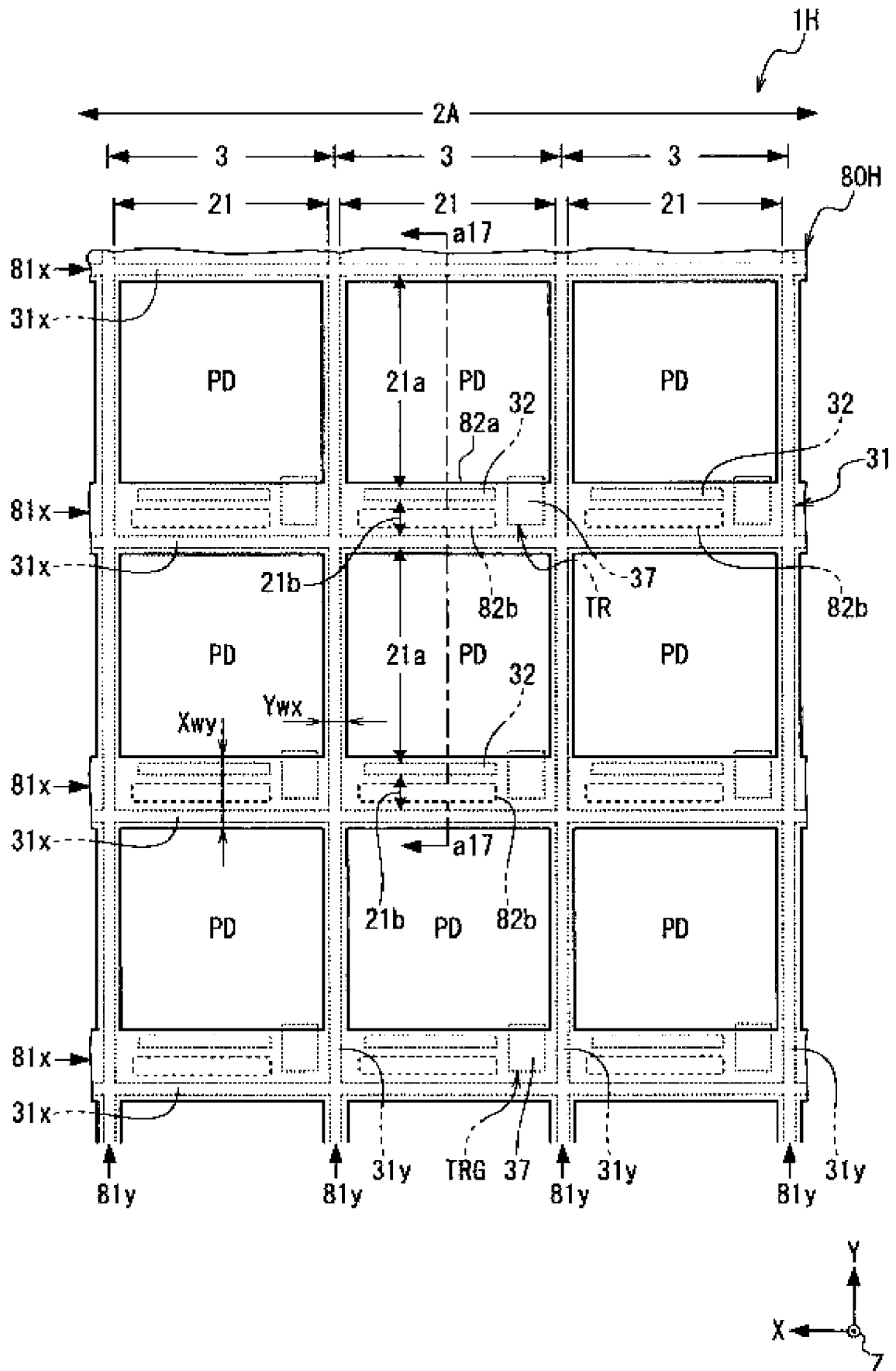


Fig. 18

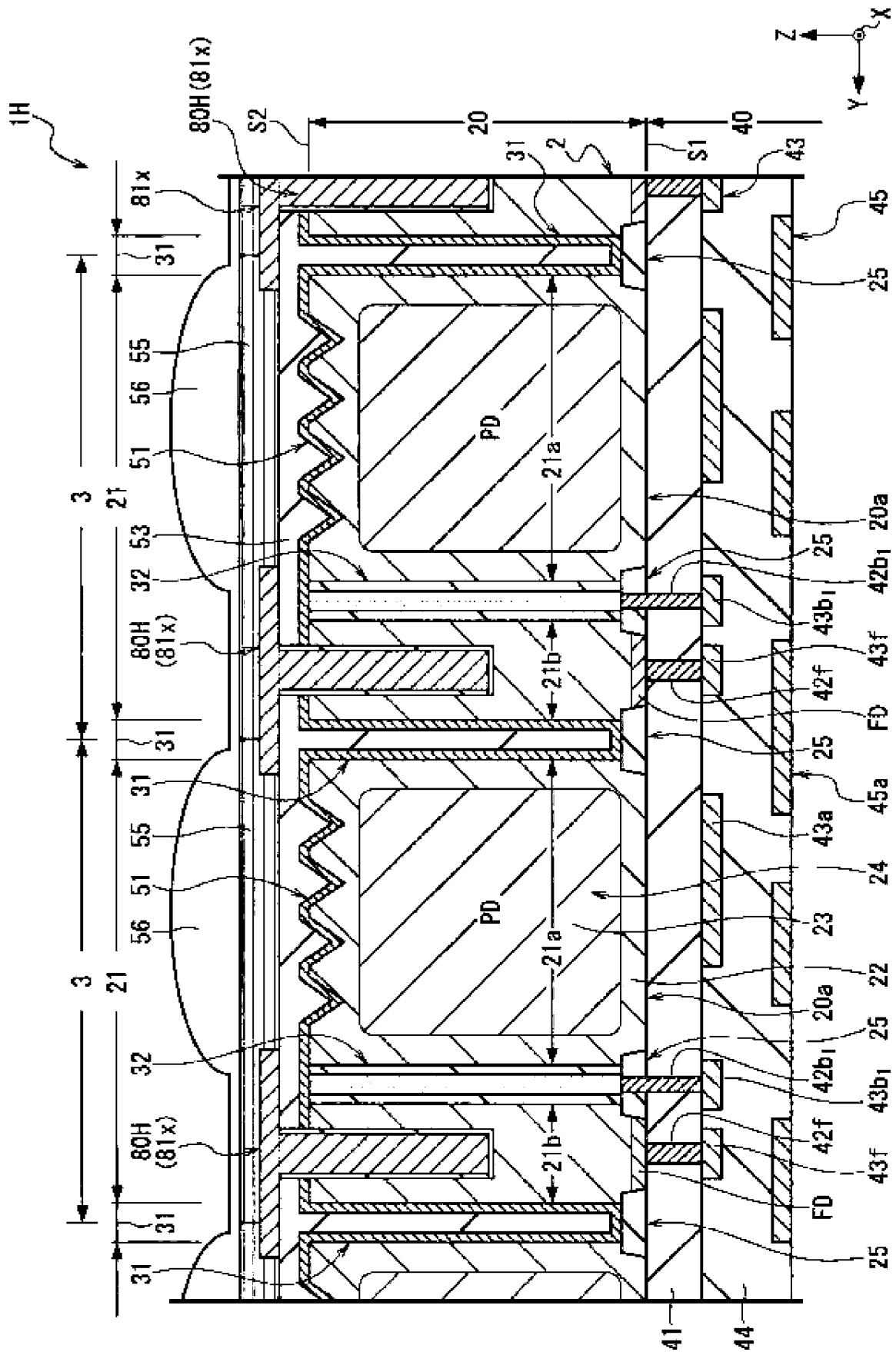


Fig. 19

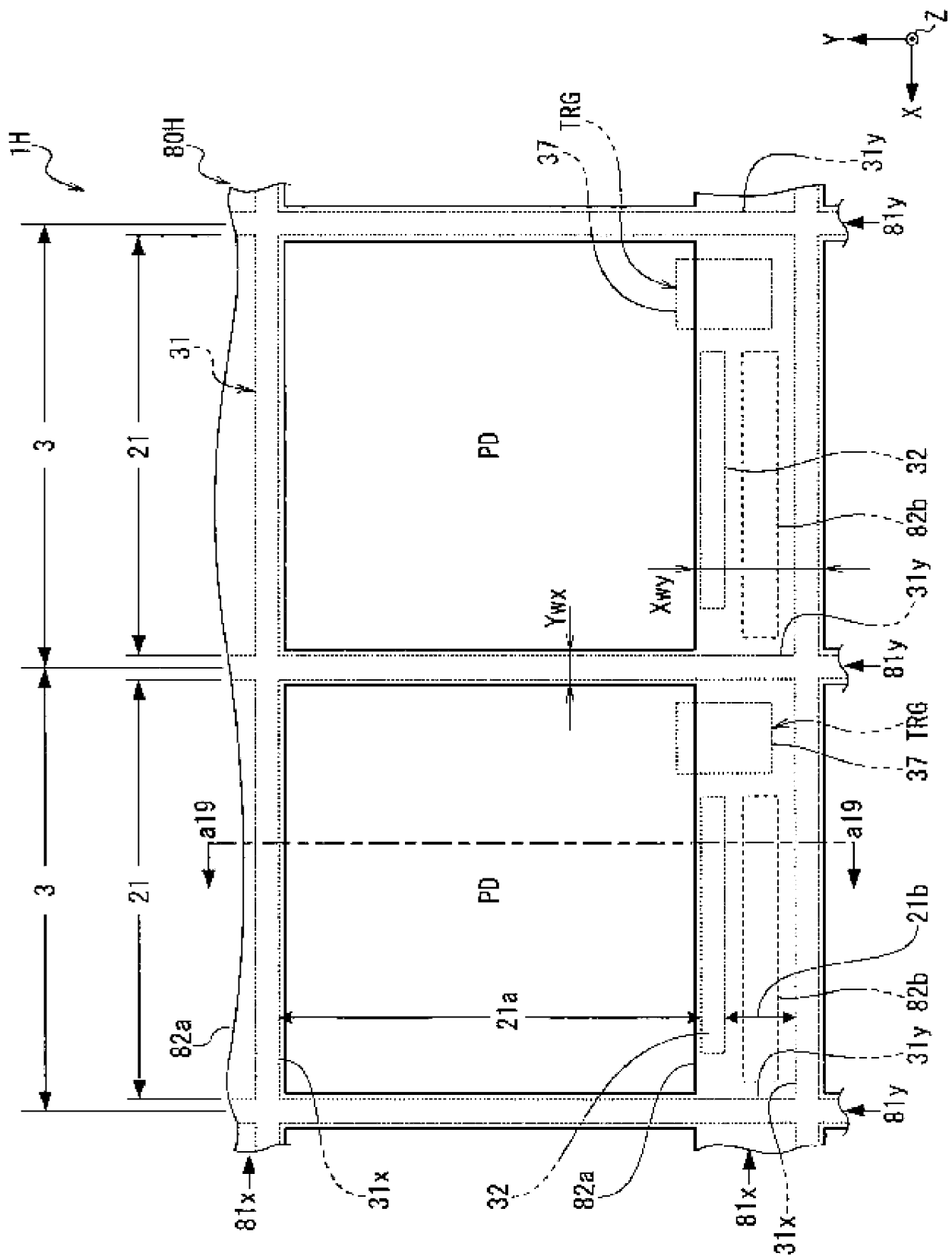


Fig. 20

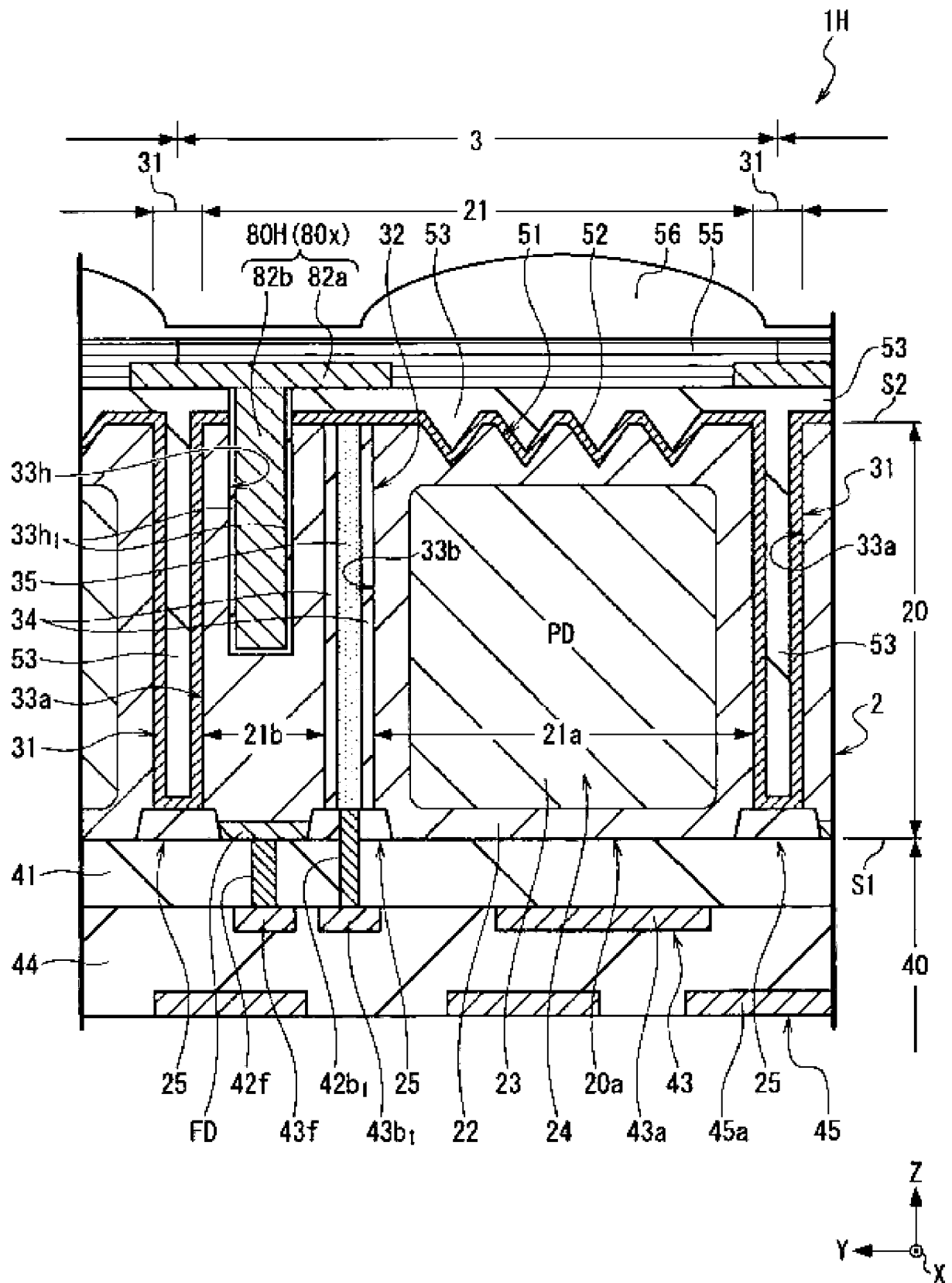


Fig. 21A

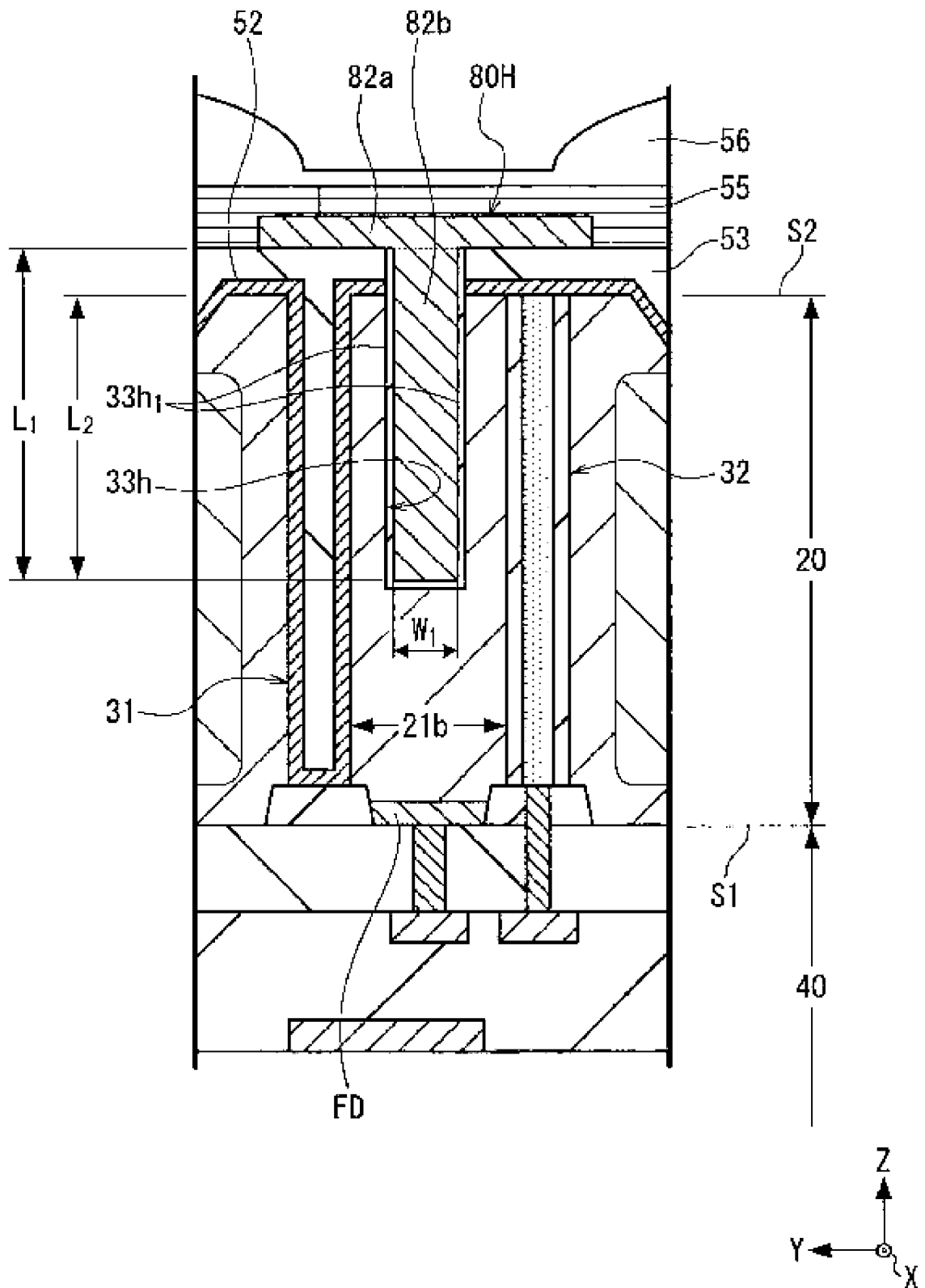


Fig. 21B

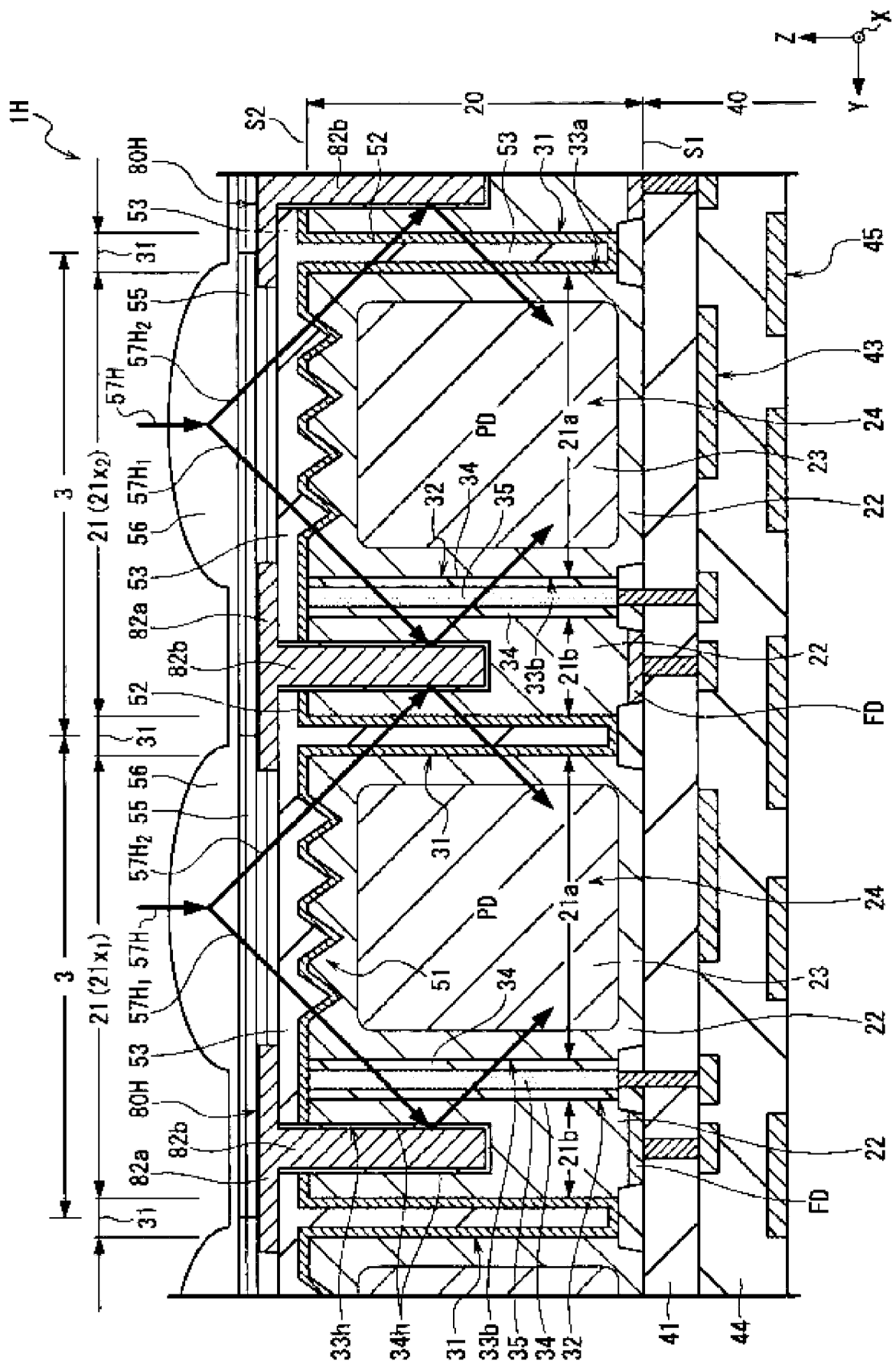


Fig. 22A

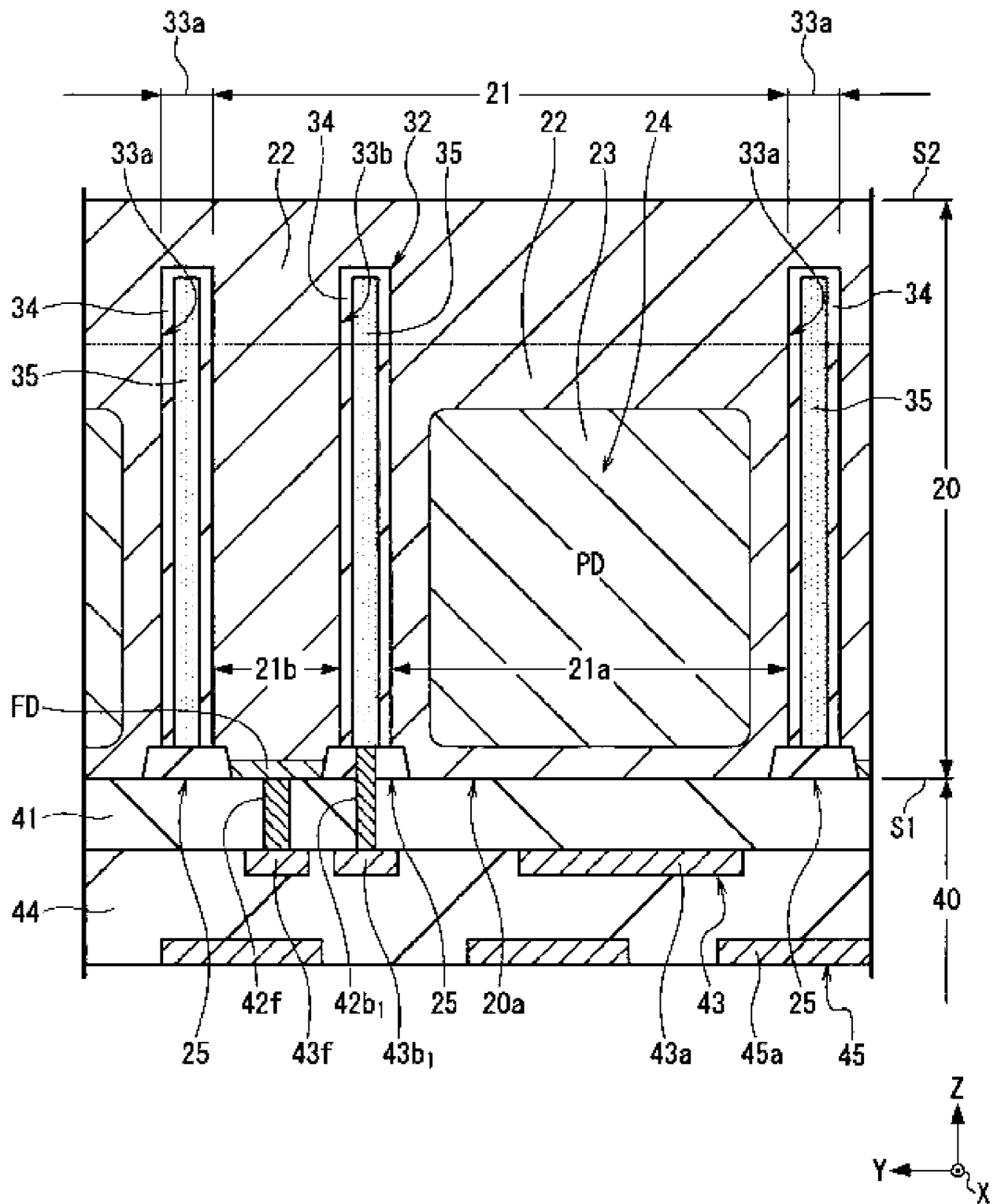


Fig. 22E

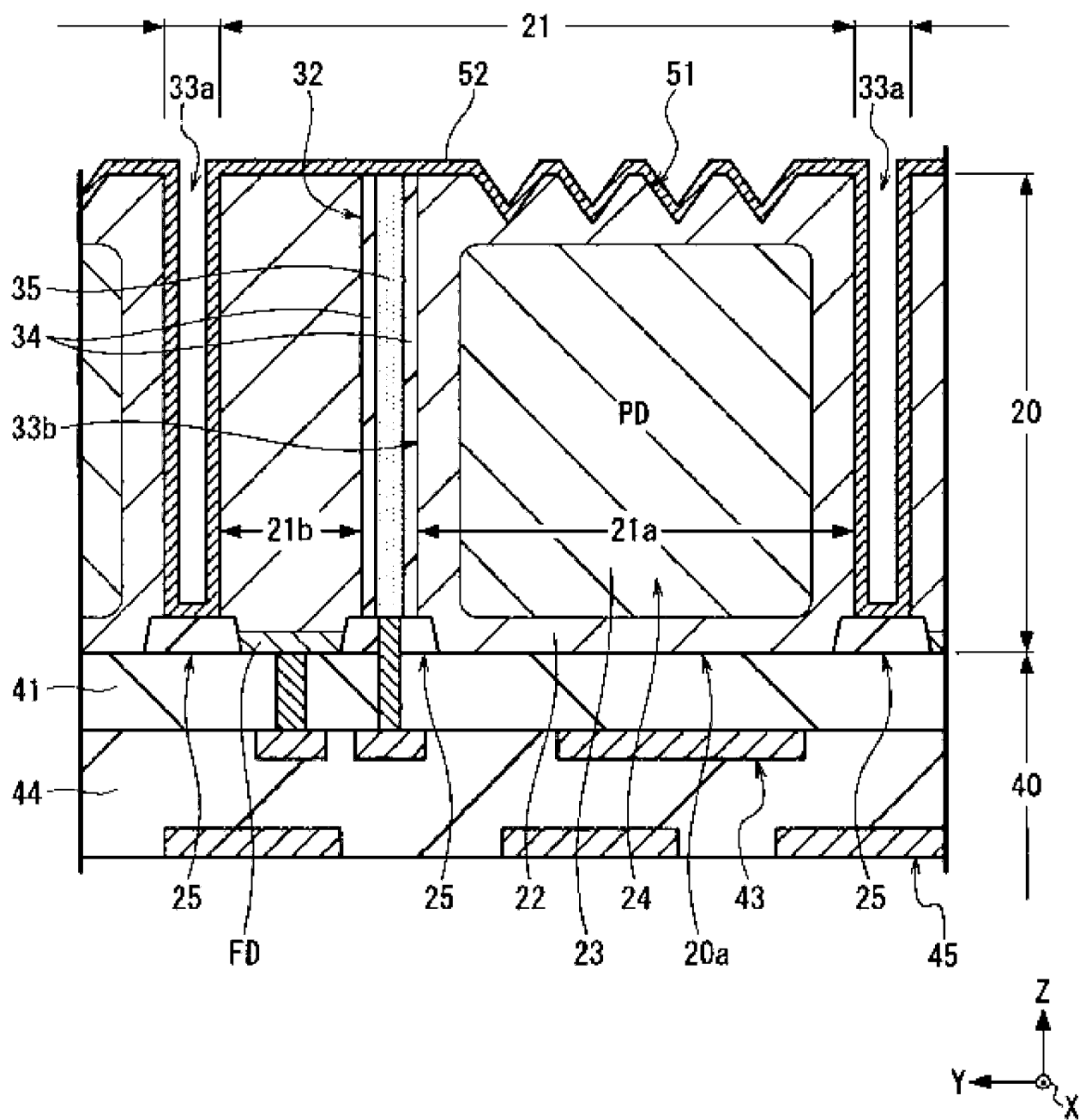


Fig. 22H

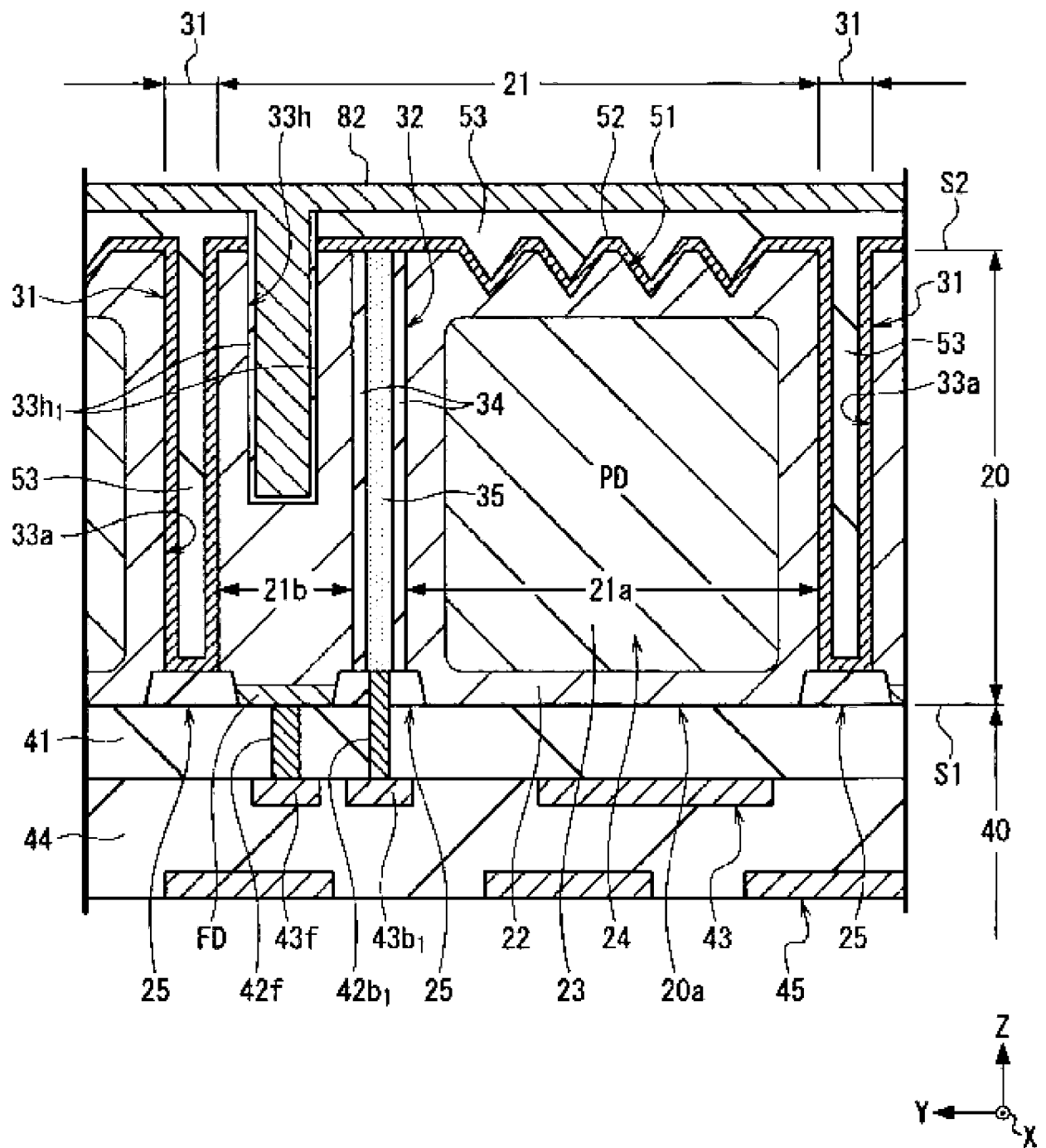


Fig. 22I

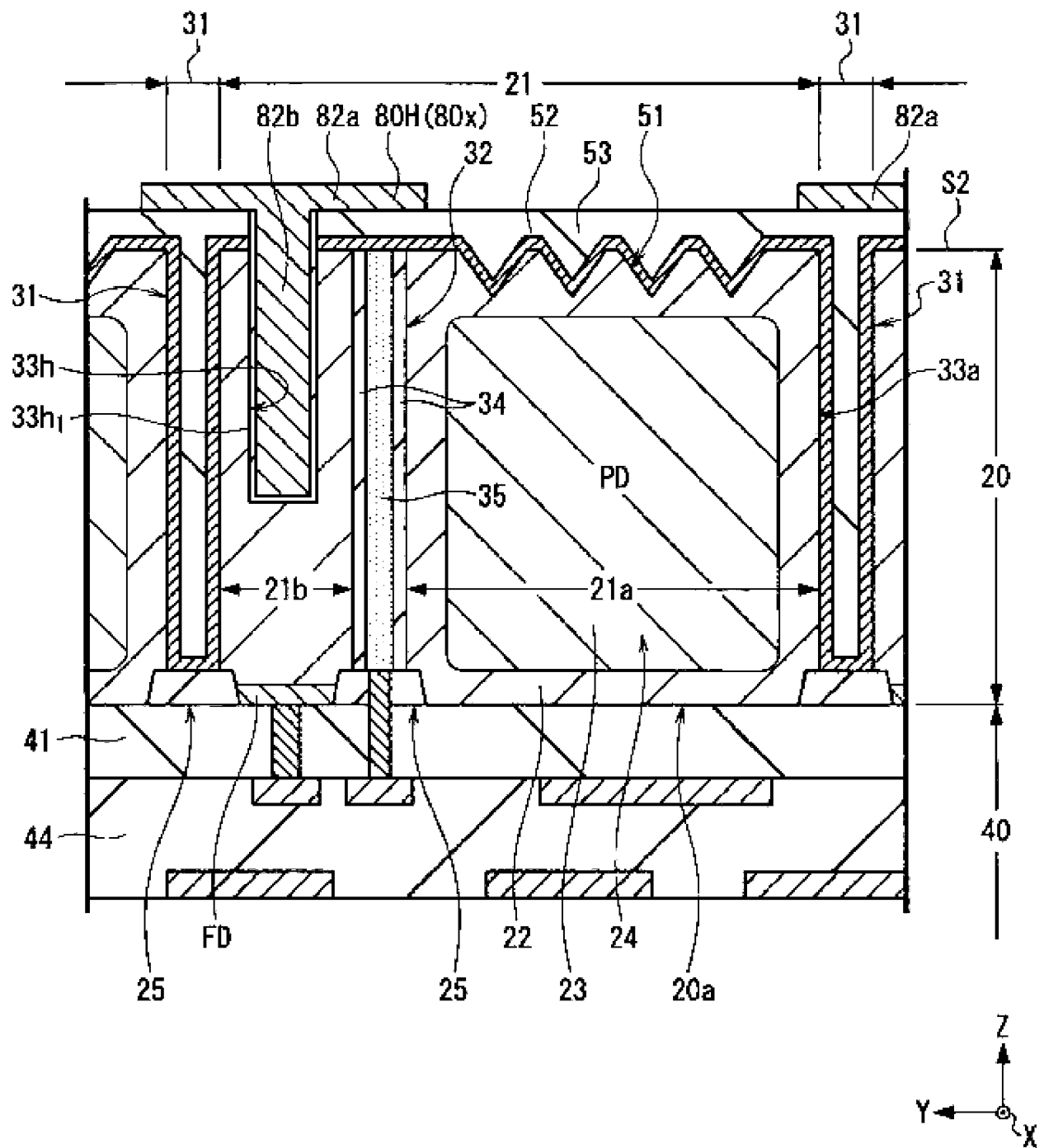


Fig. 23

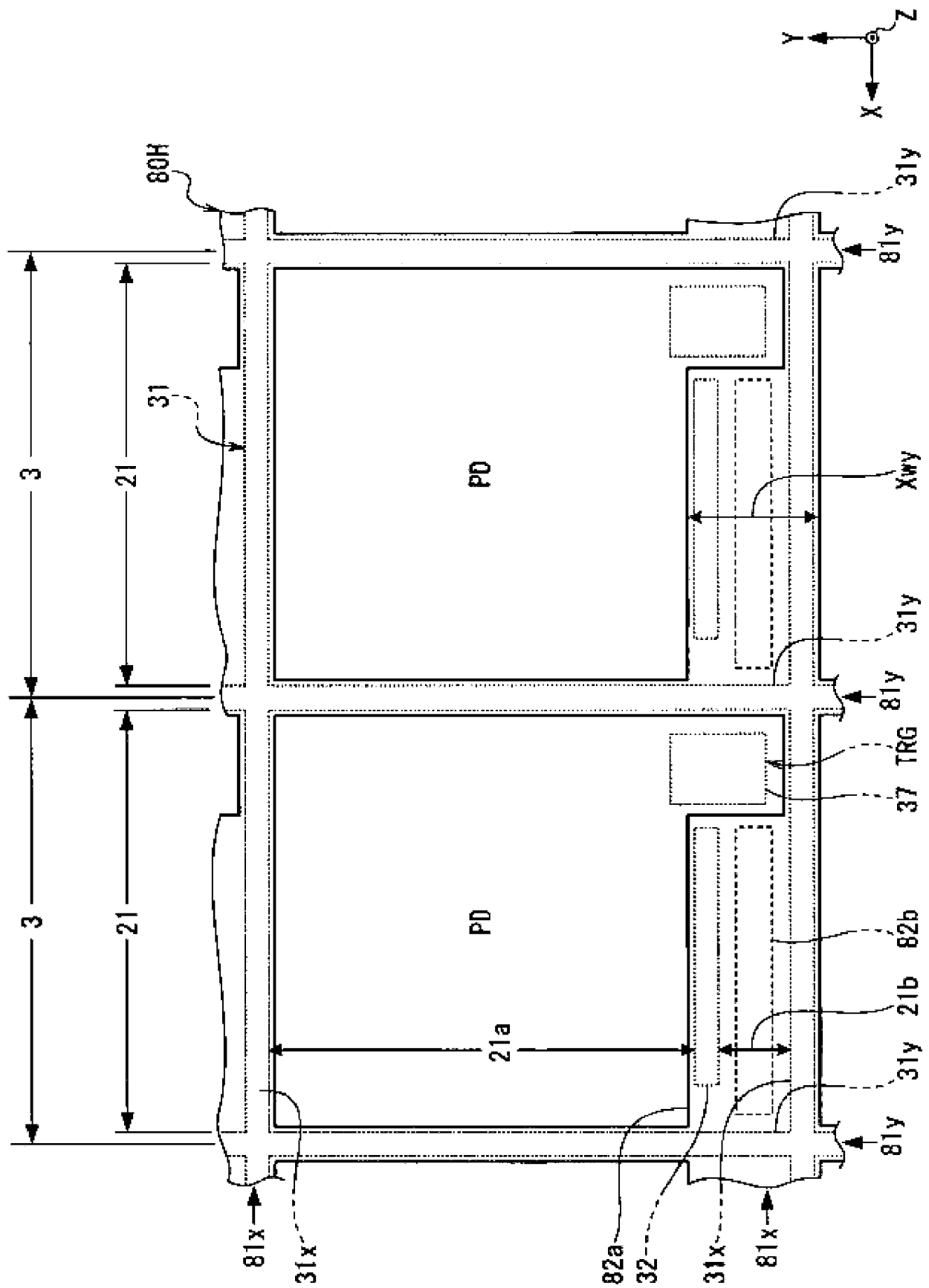


Fig. 24

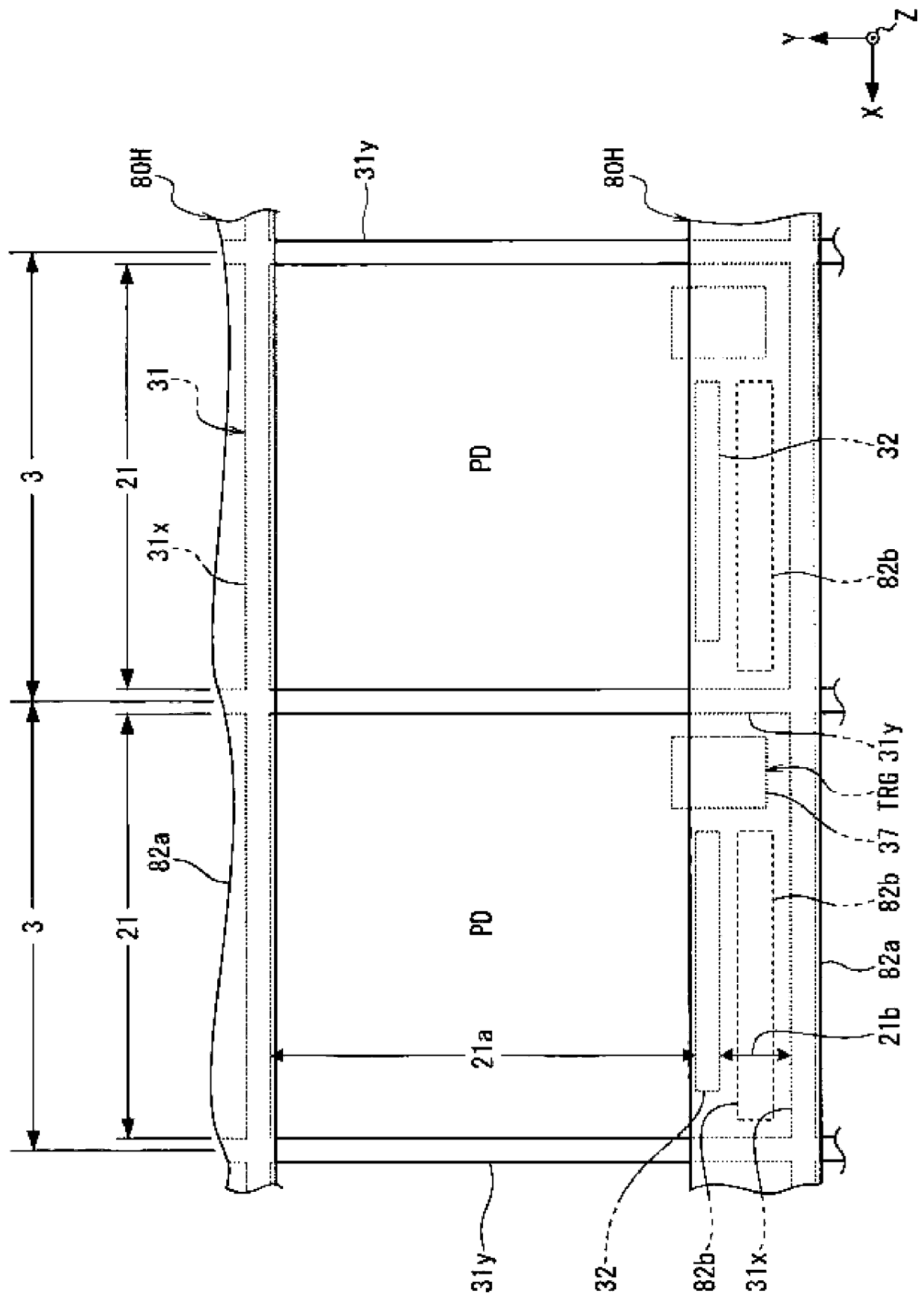


Fig. 25

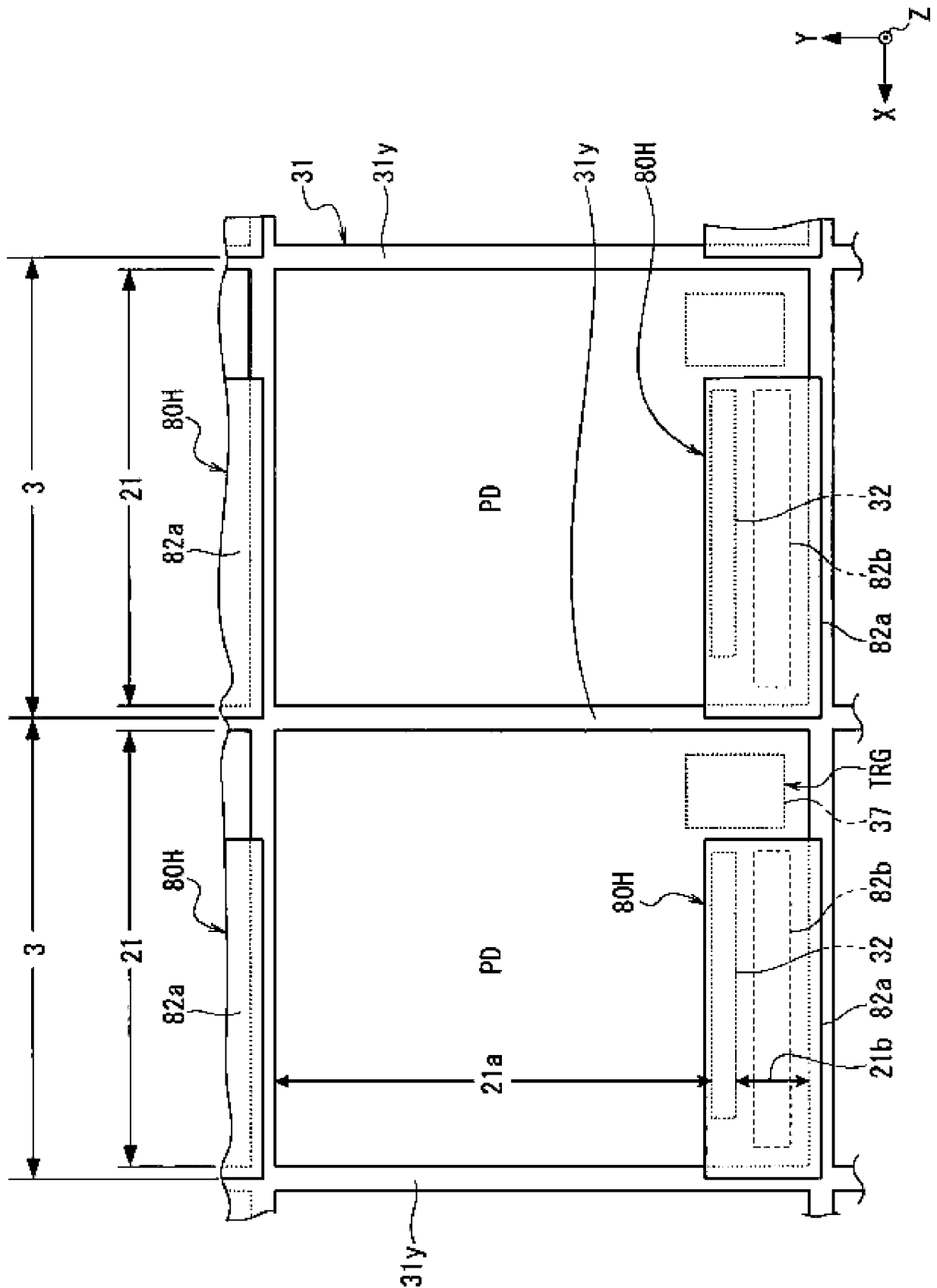


Fig. 26

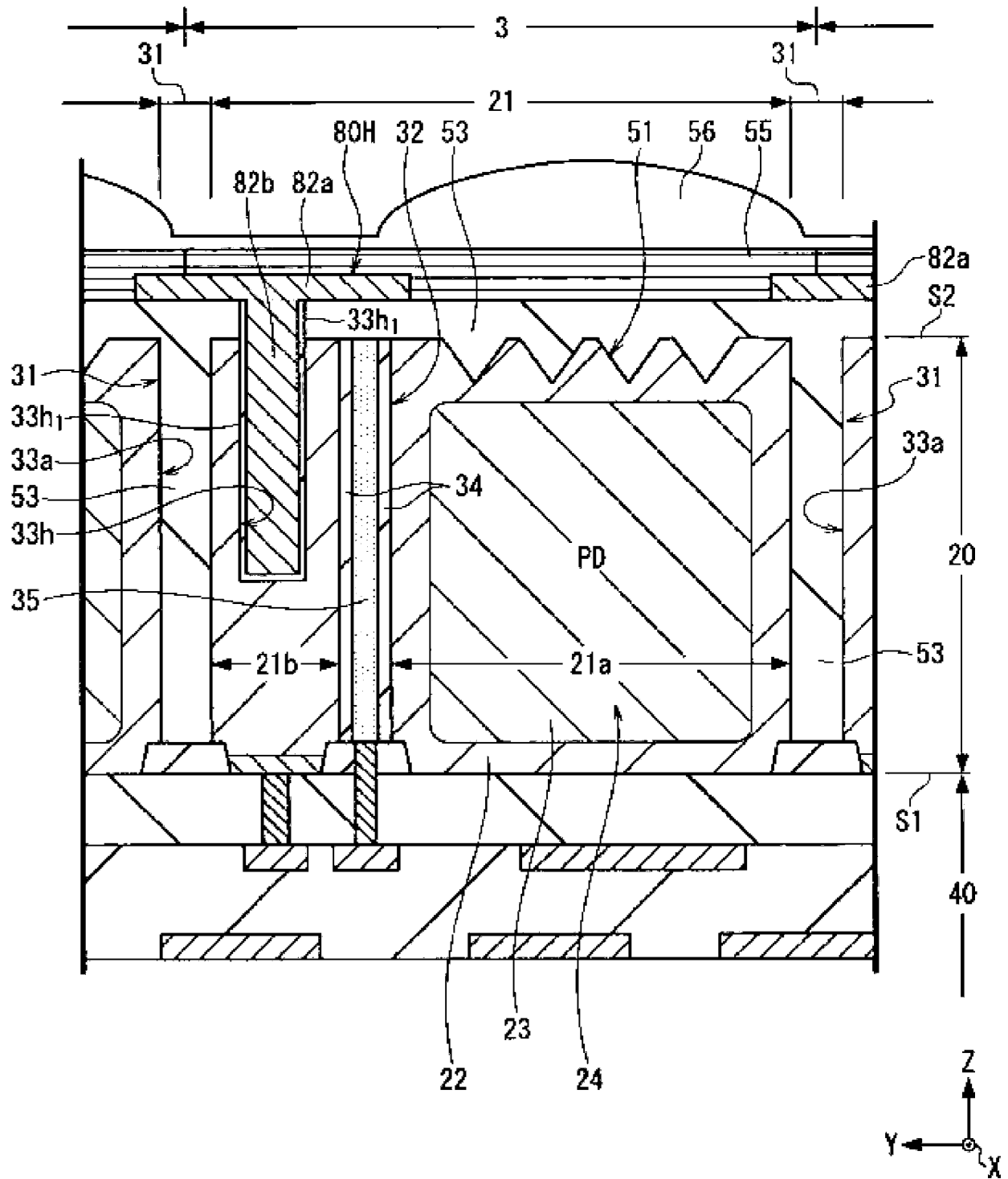


Fig. 27

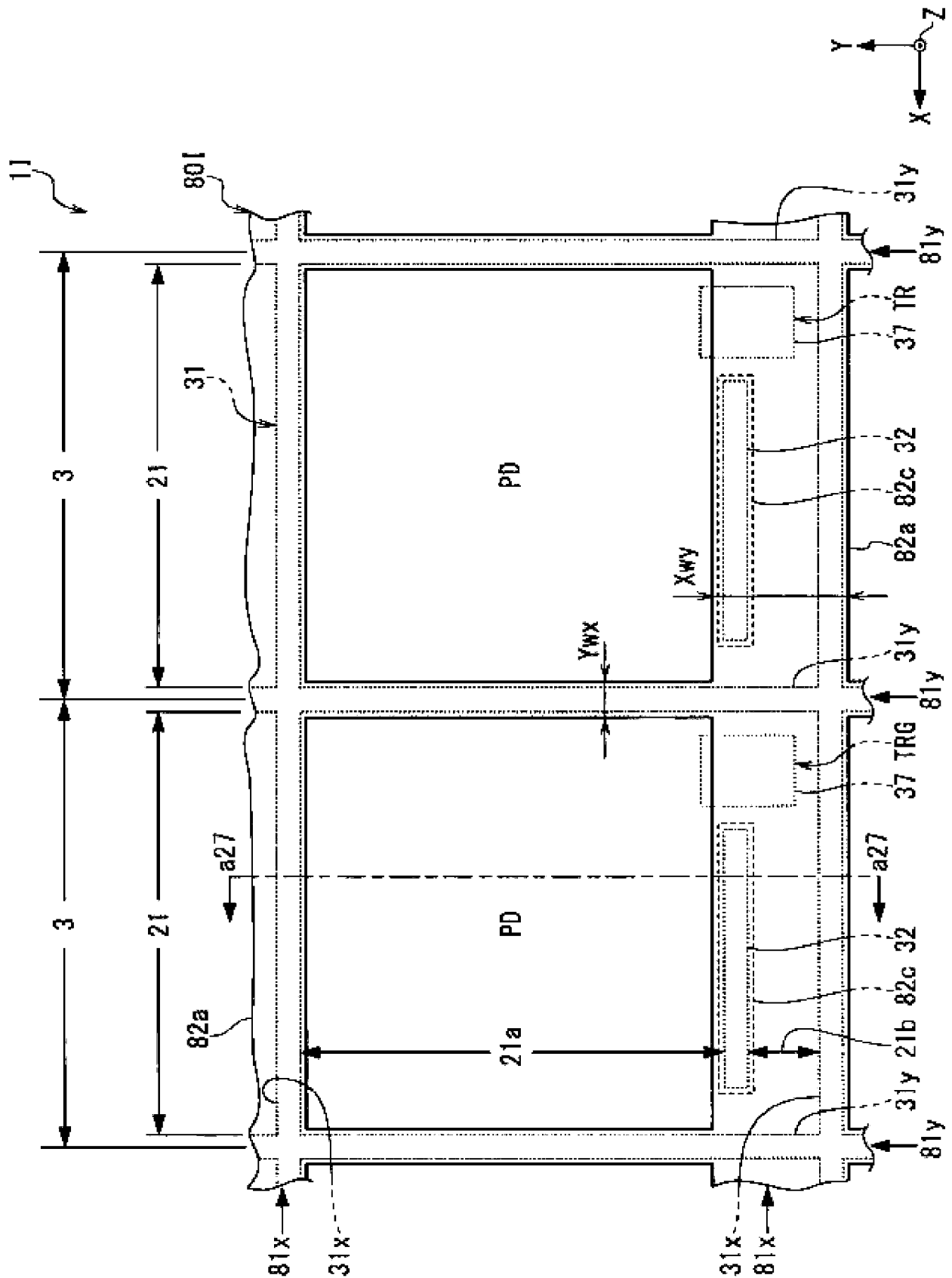


Fig. 28

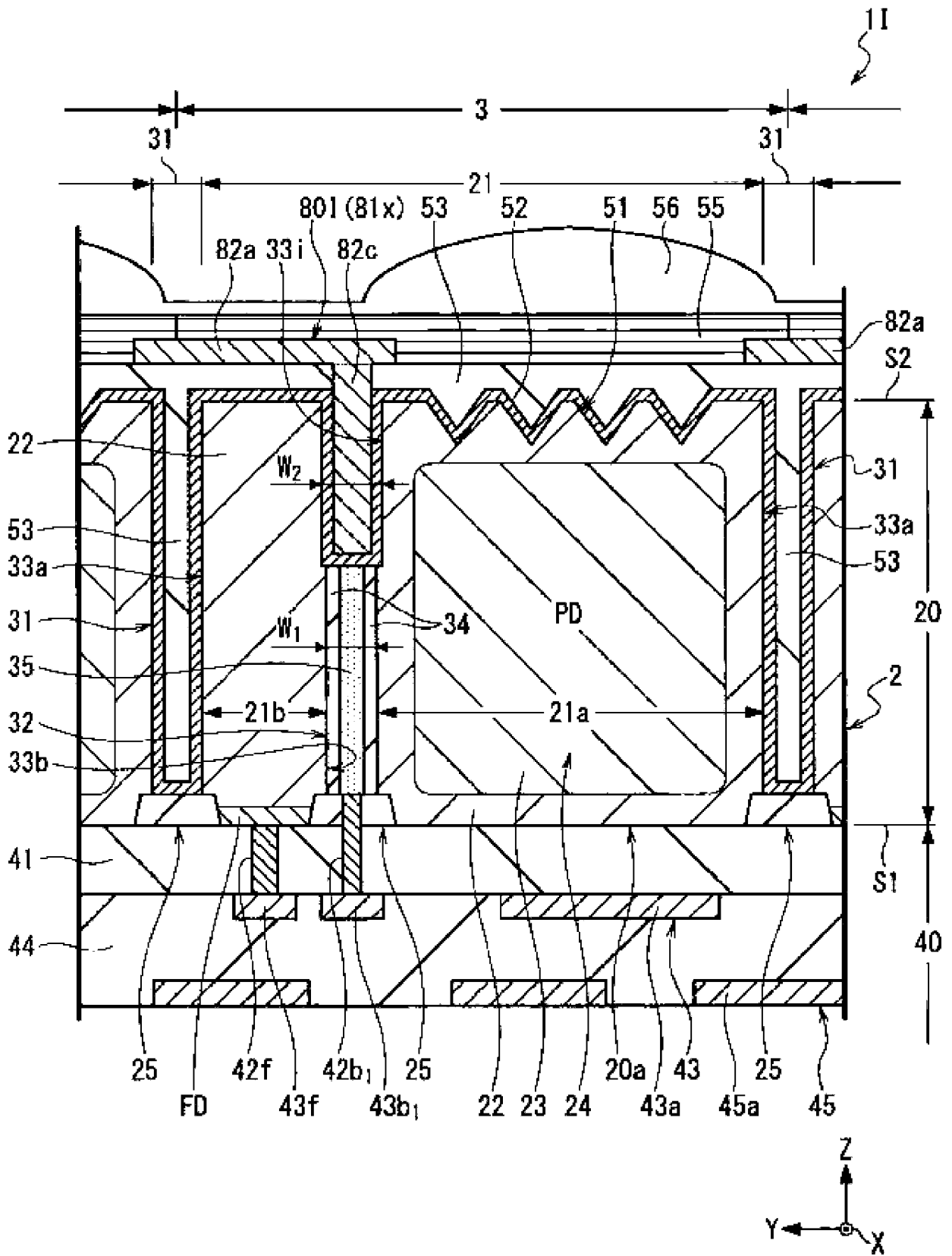


Fig. 30A

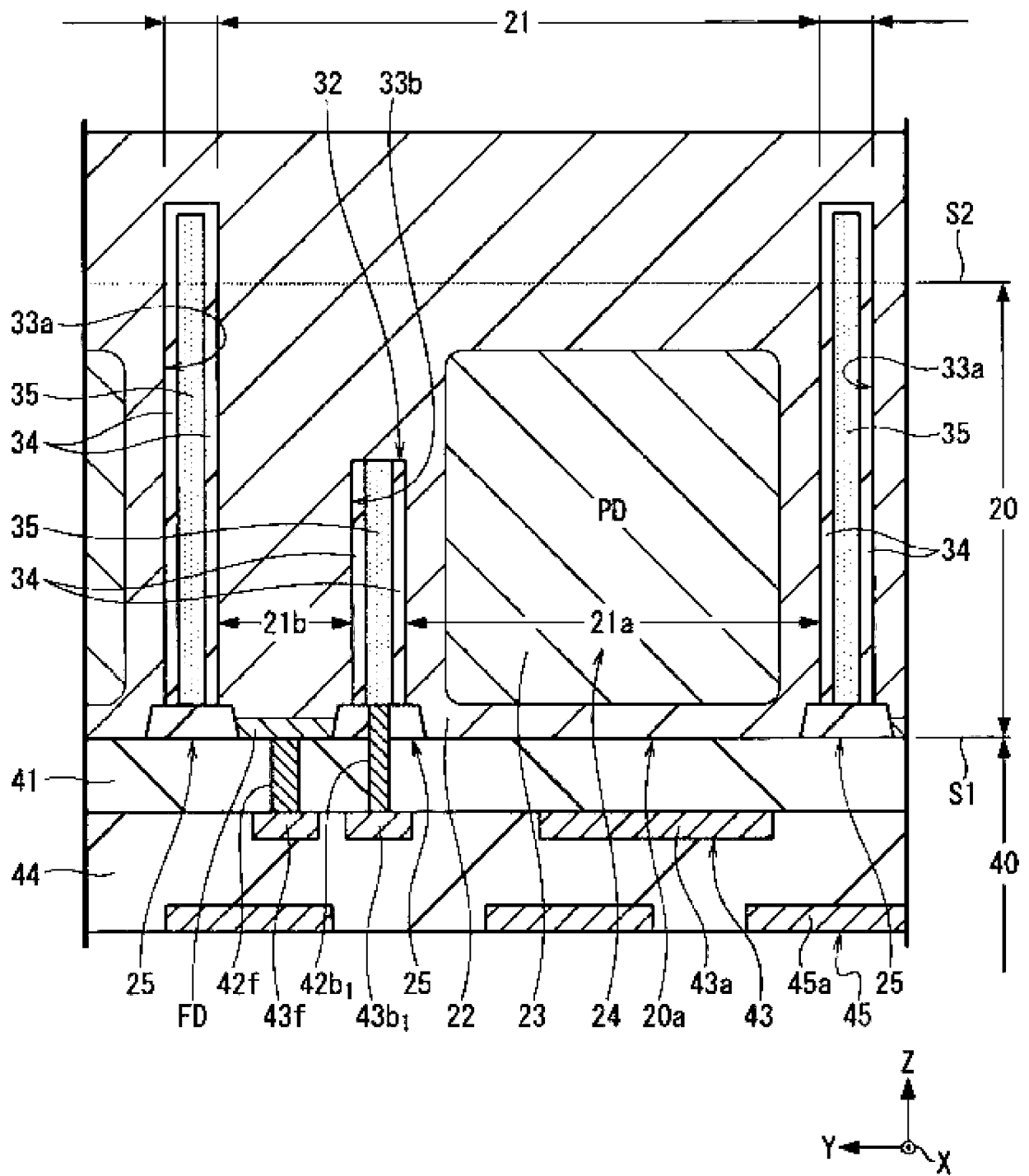


Fig. 30B

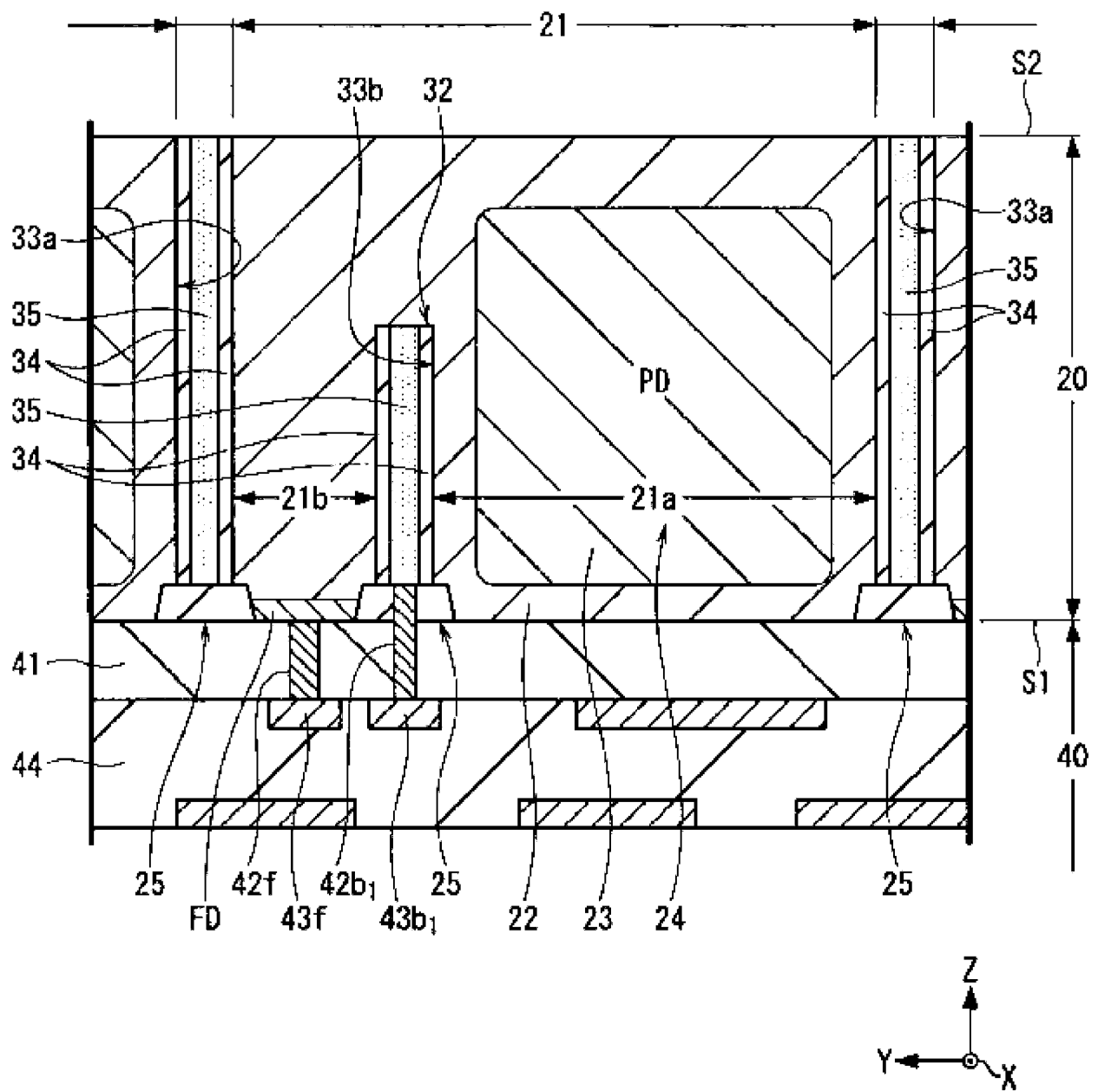


Fig. 30C

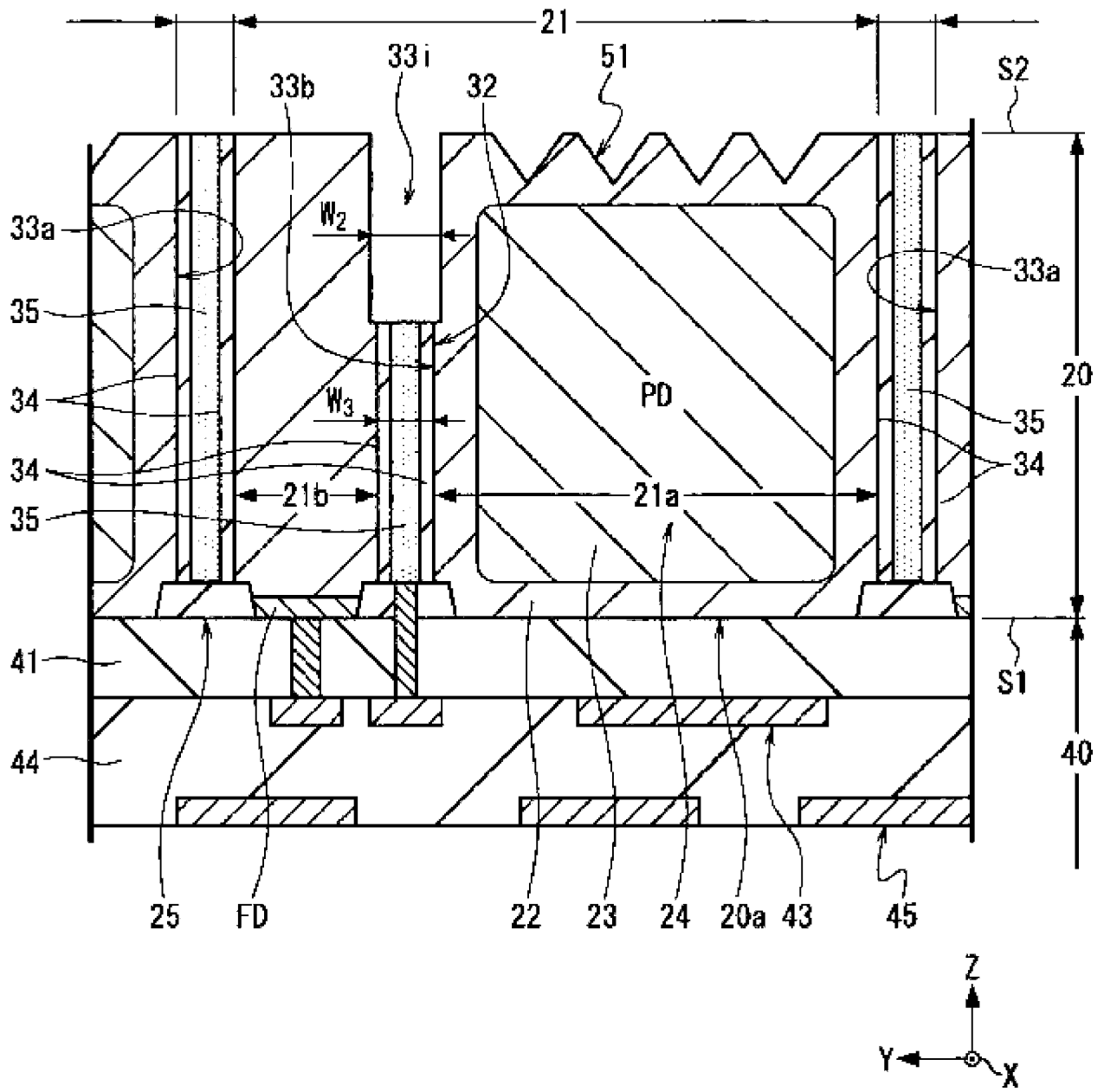


Fig. 30E

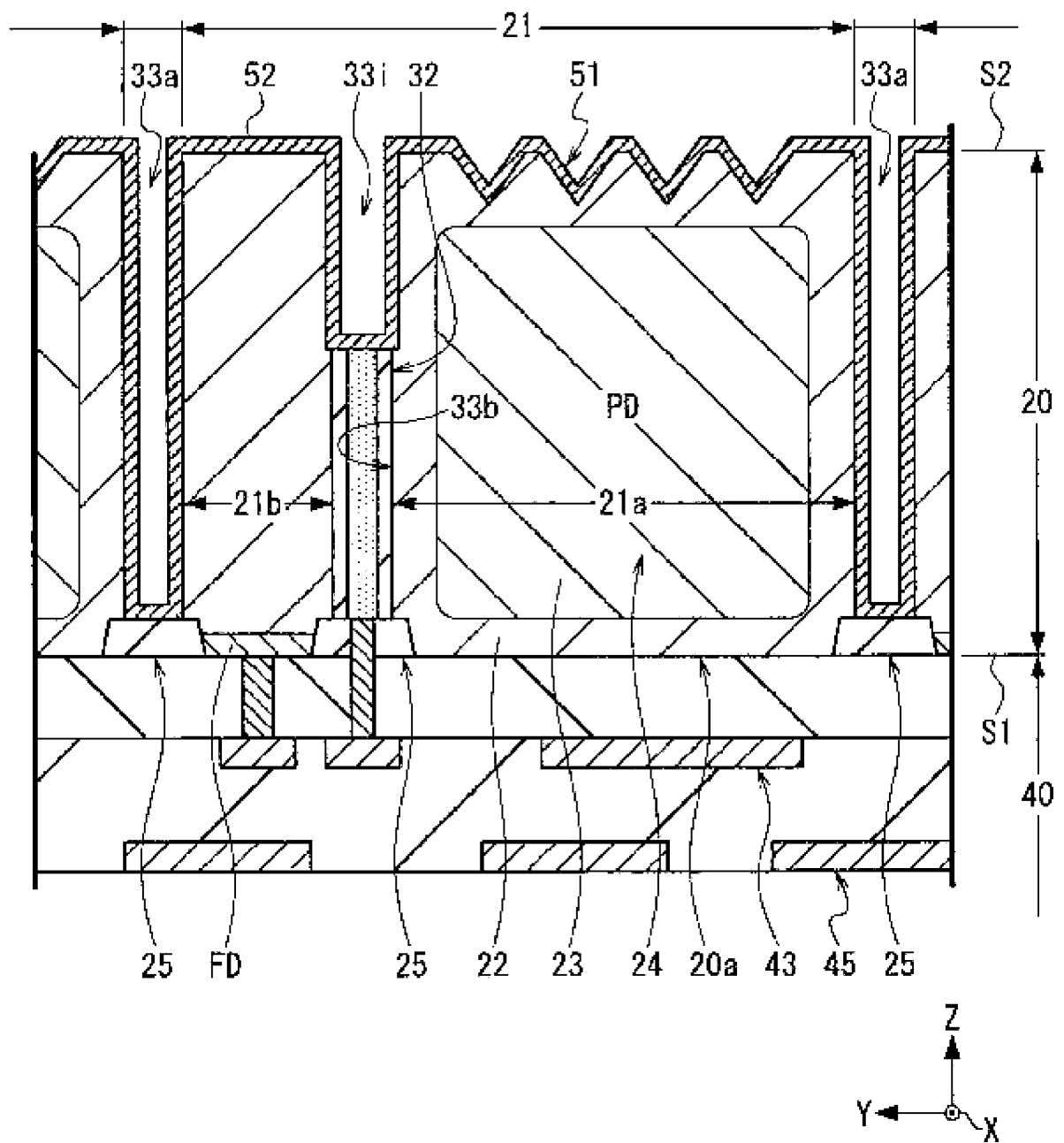


Fig. 30F

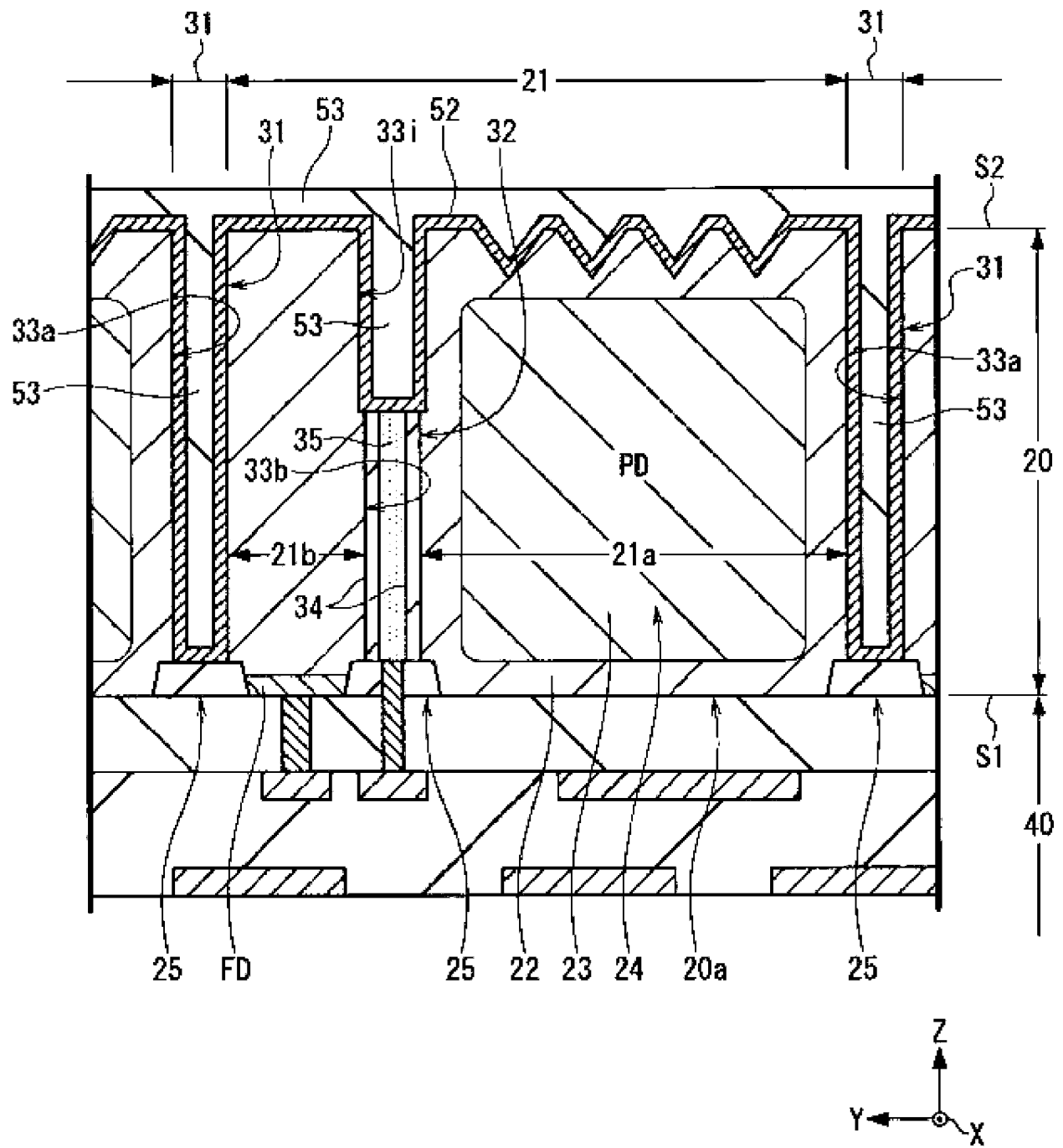


Fig. 31

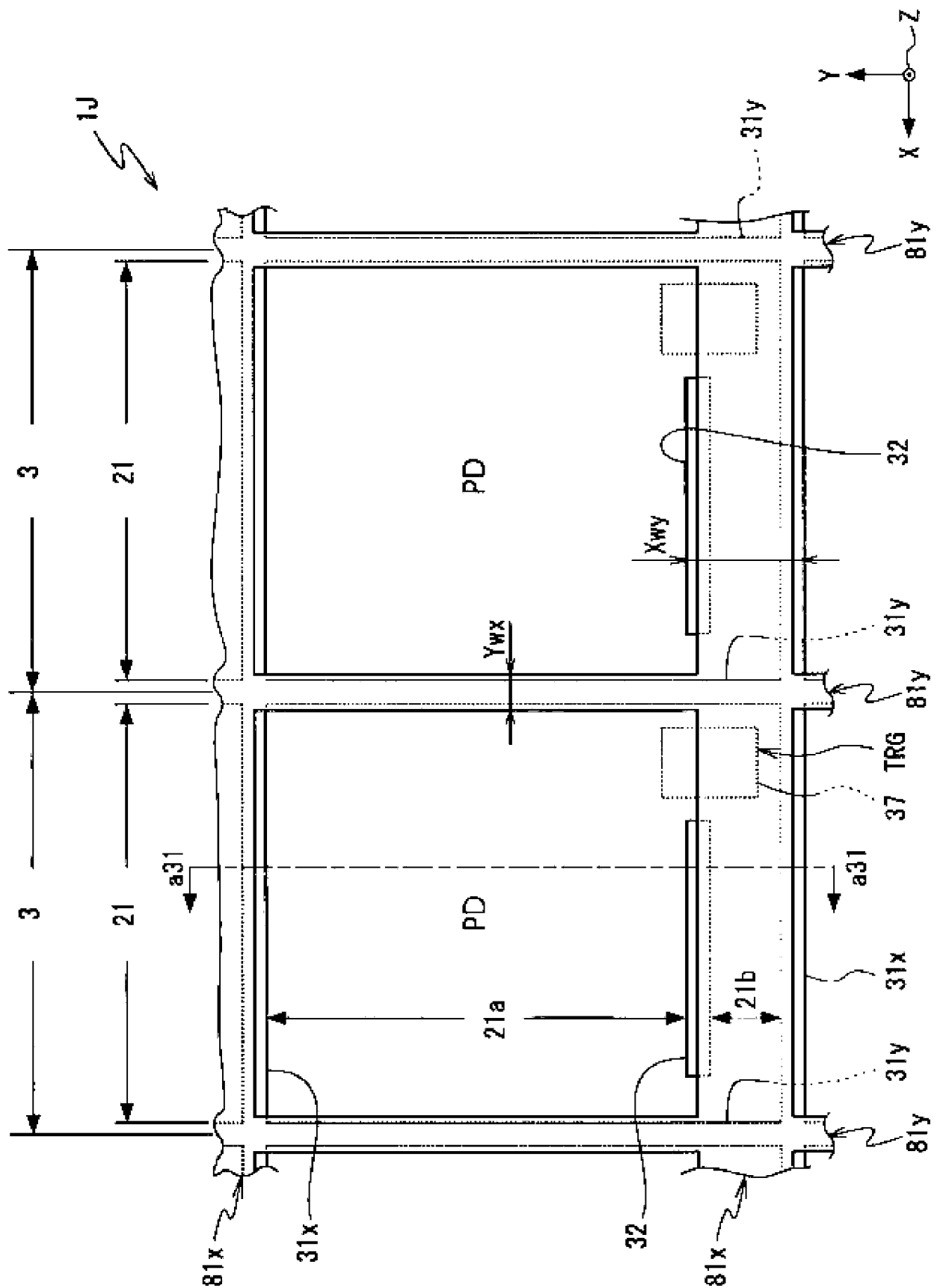


Fig. 32

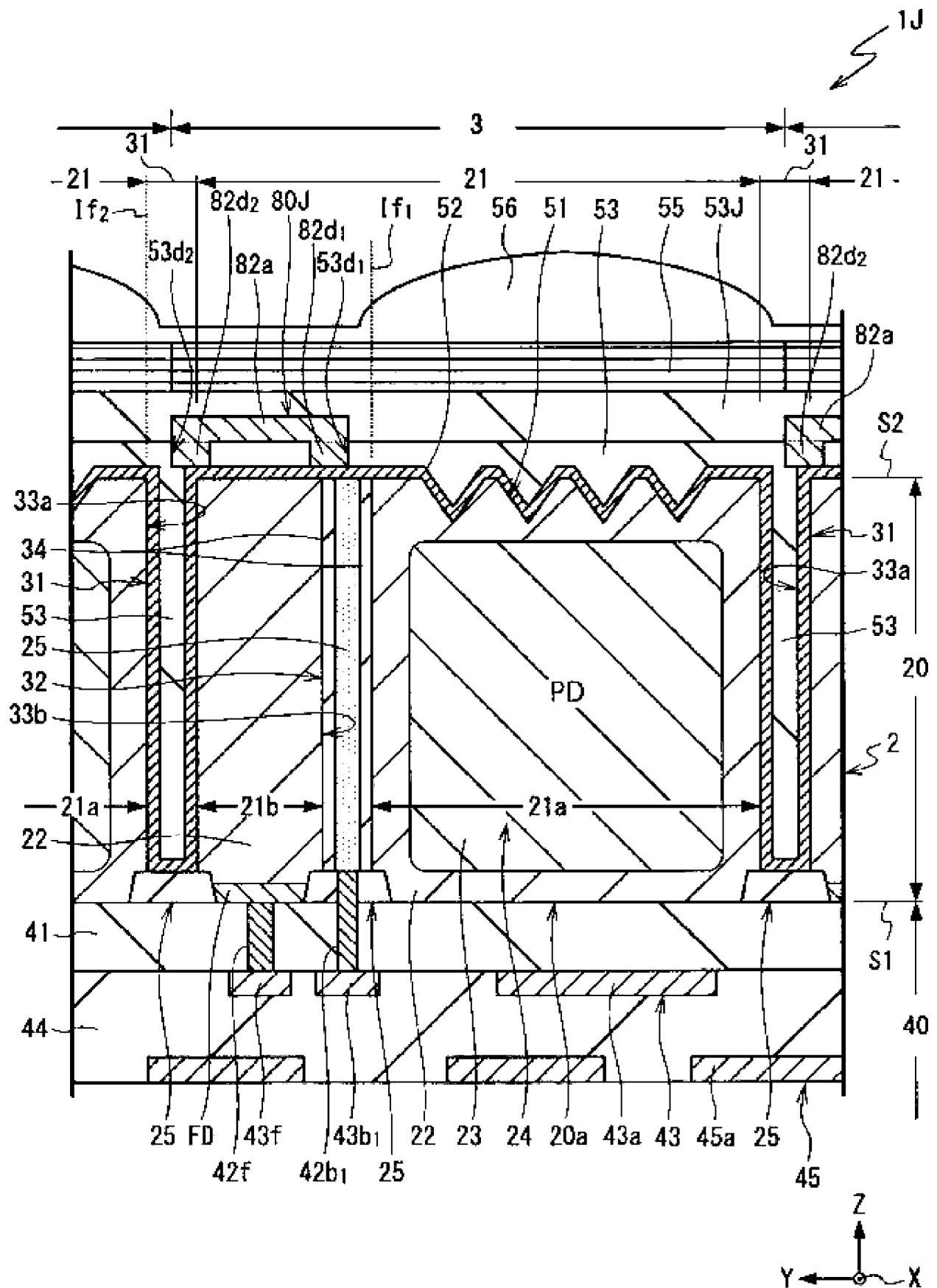


Fig. 33

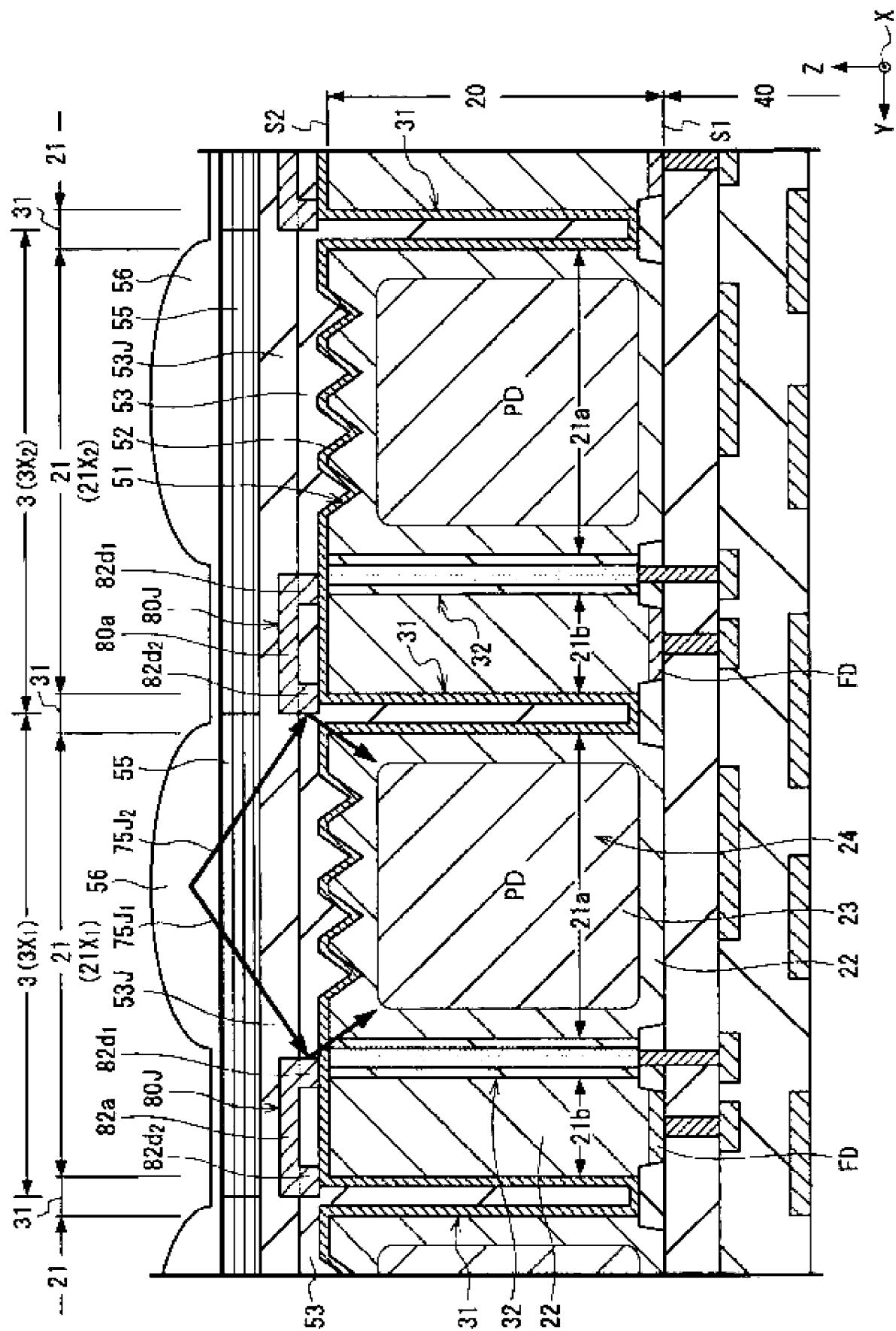


Fig. 34A

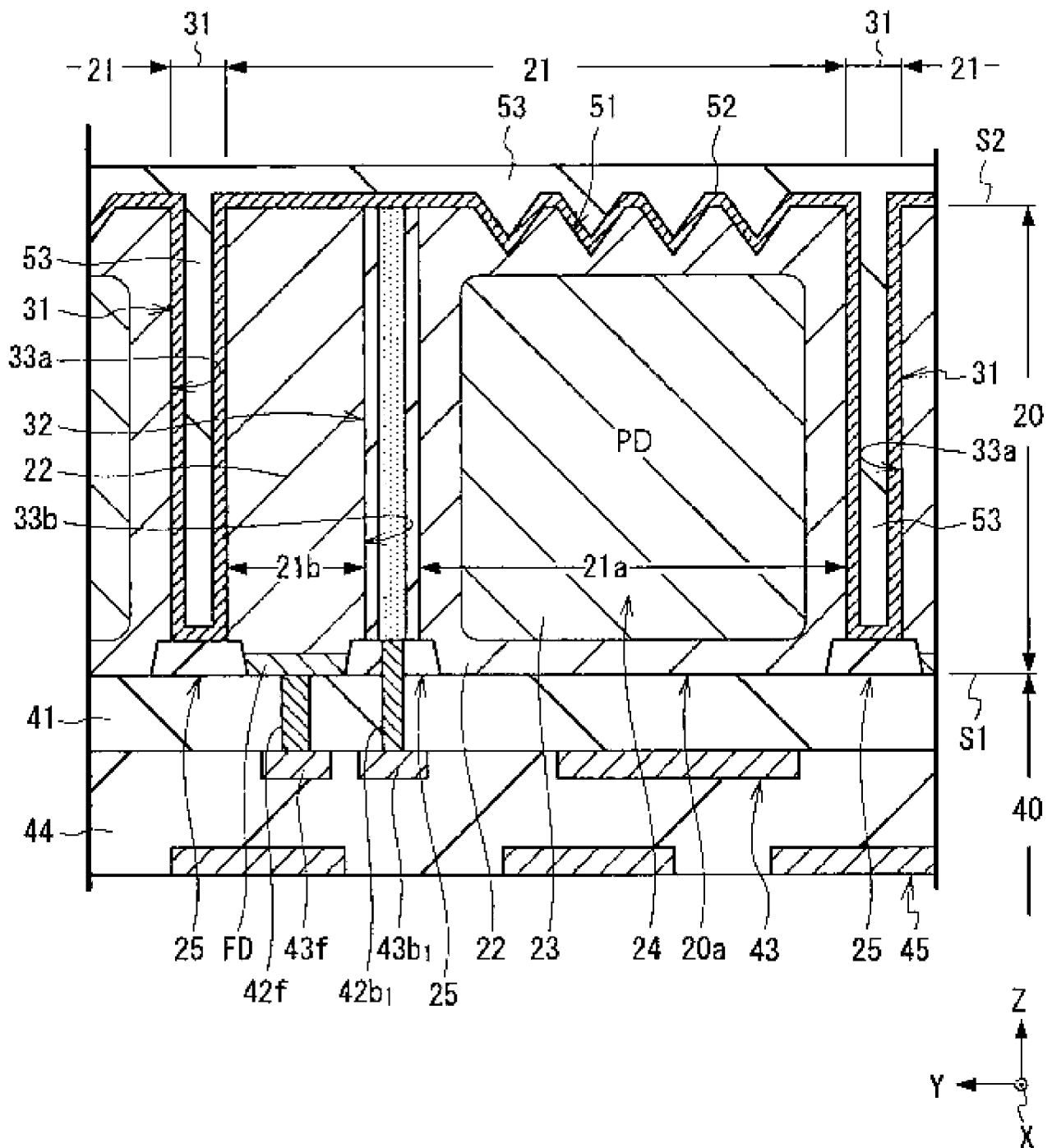


Fig. 34C

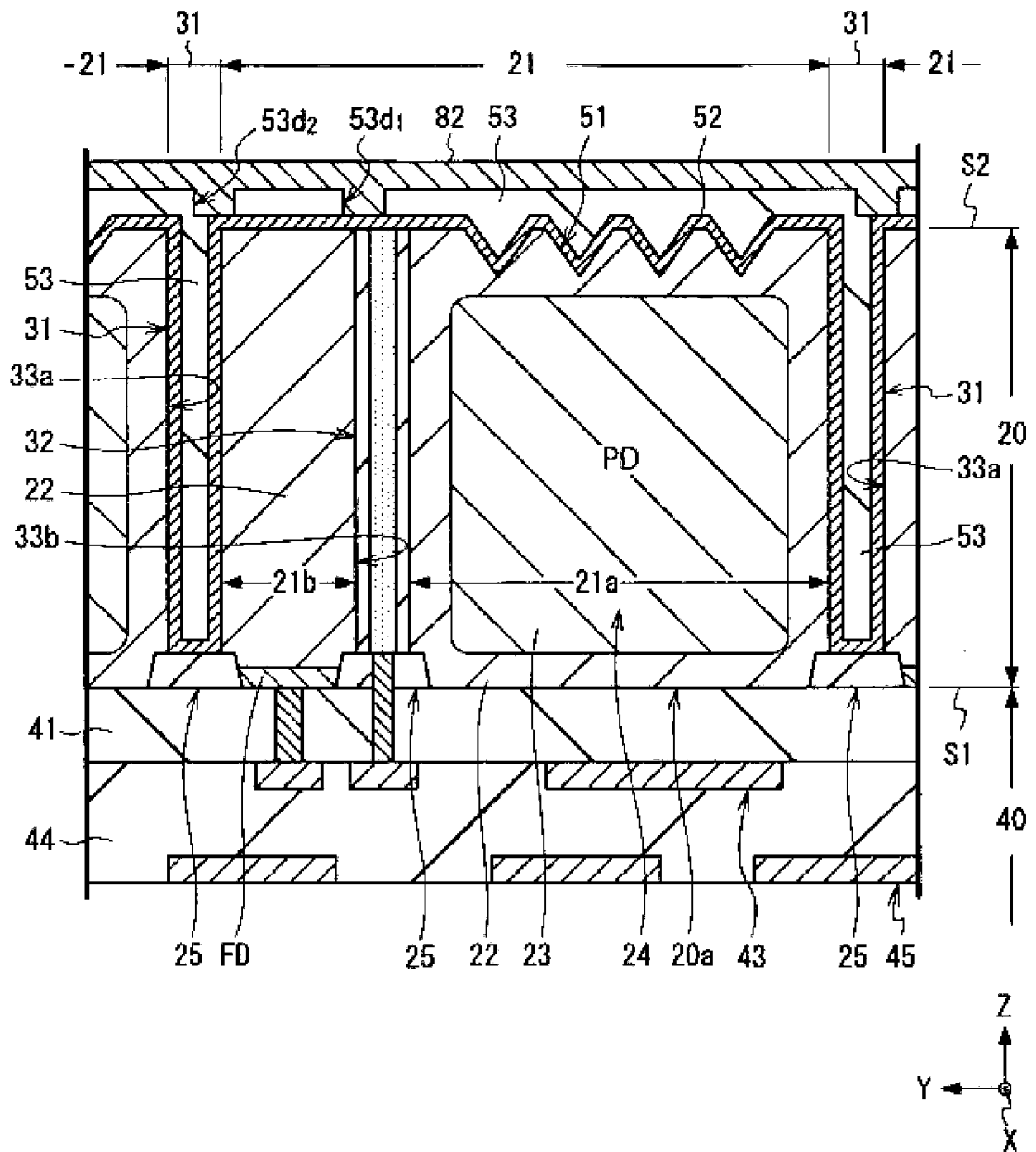


Fig. 34D

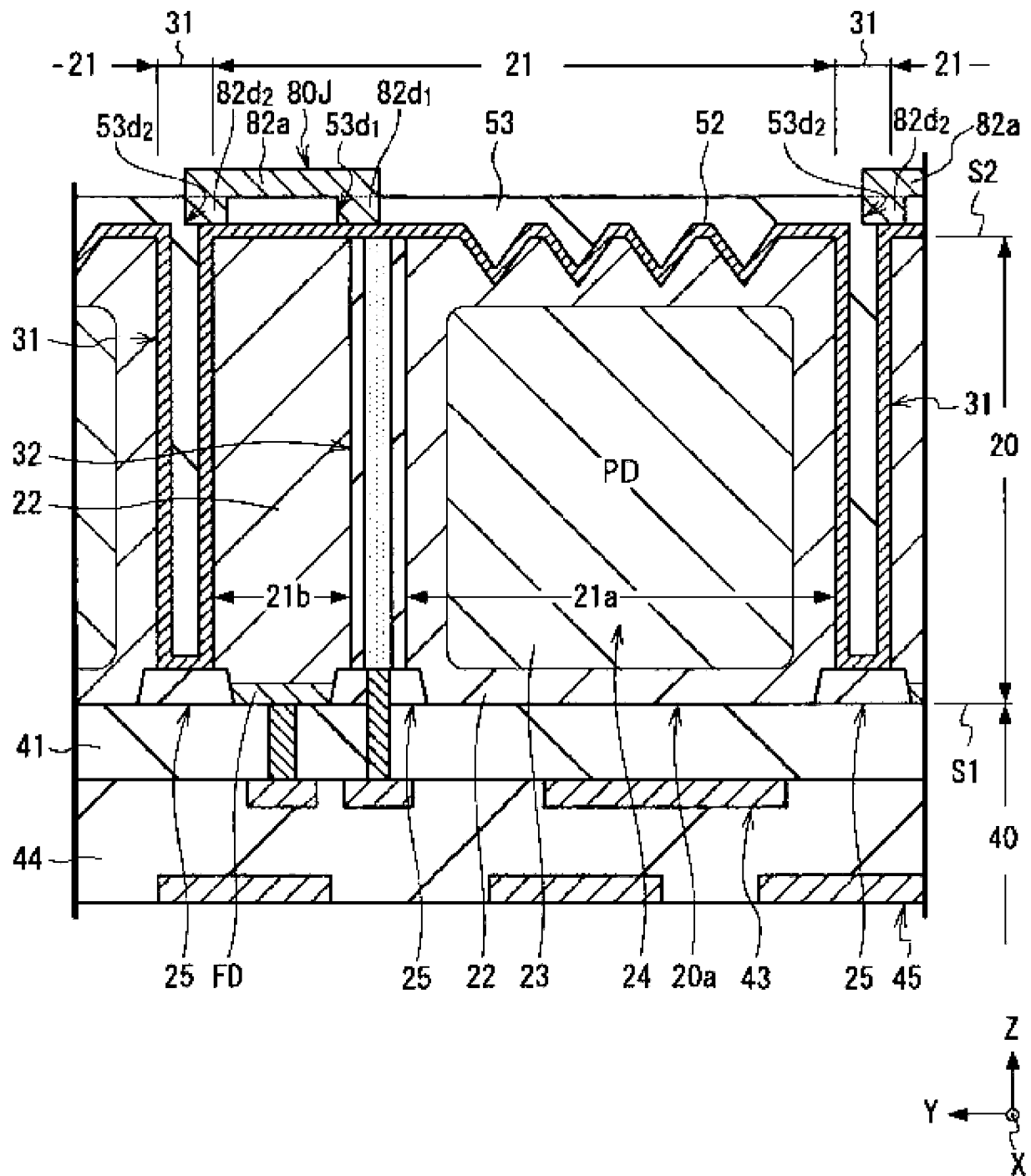


Fig. 35

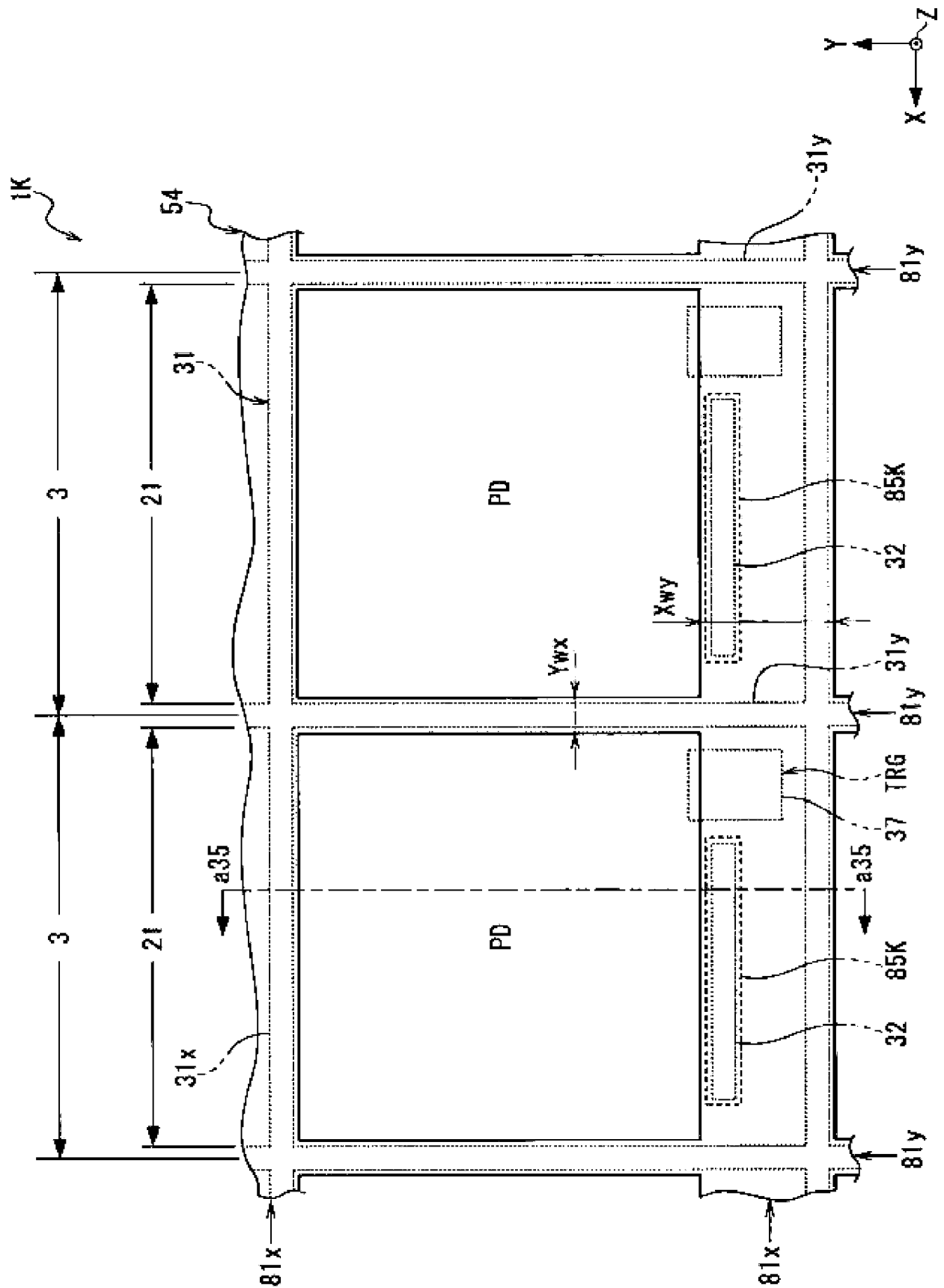


Fig. 36

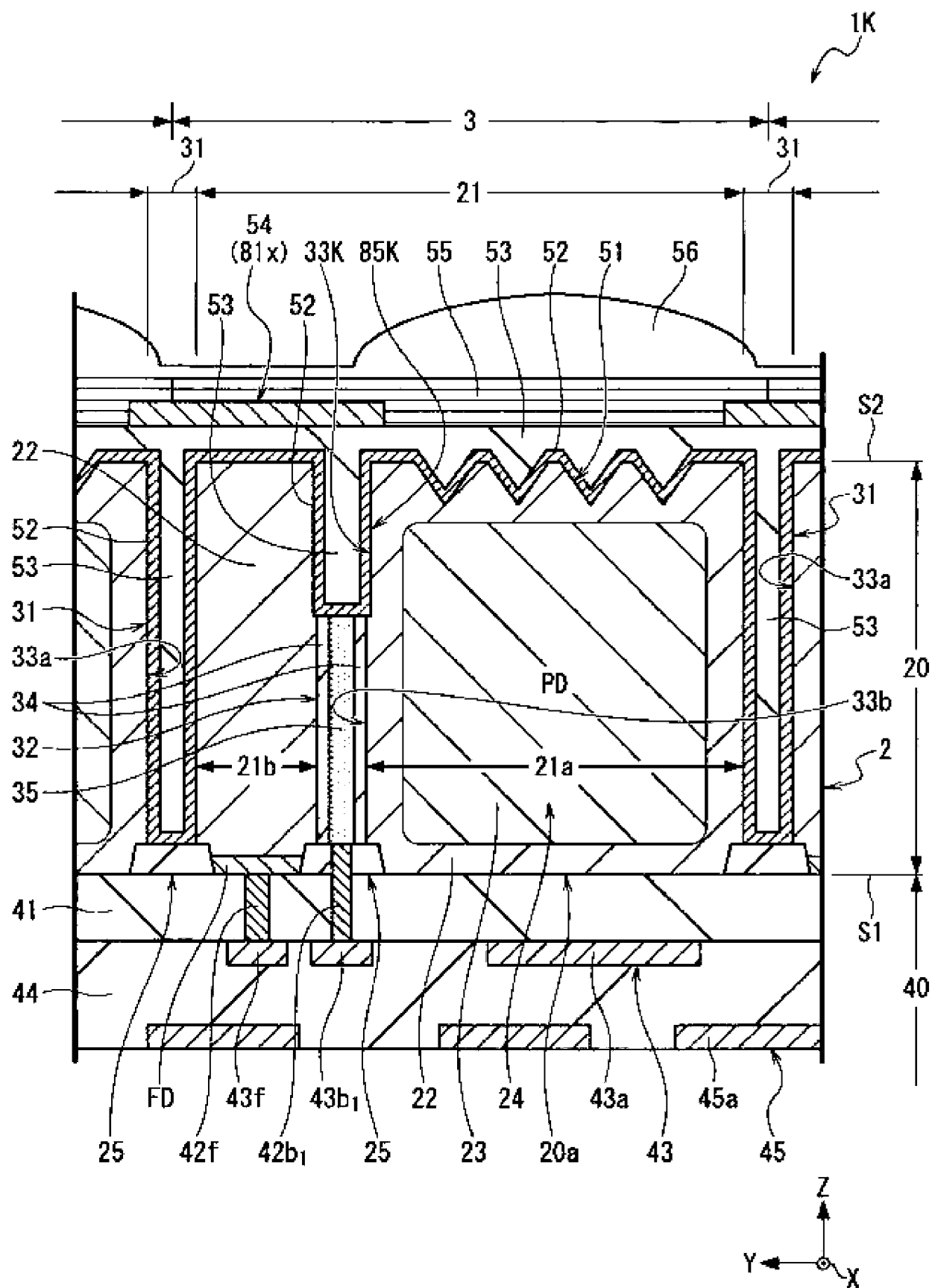


Fig. 37A

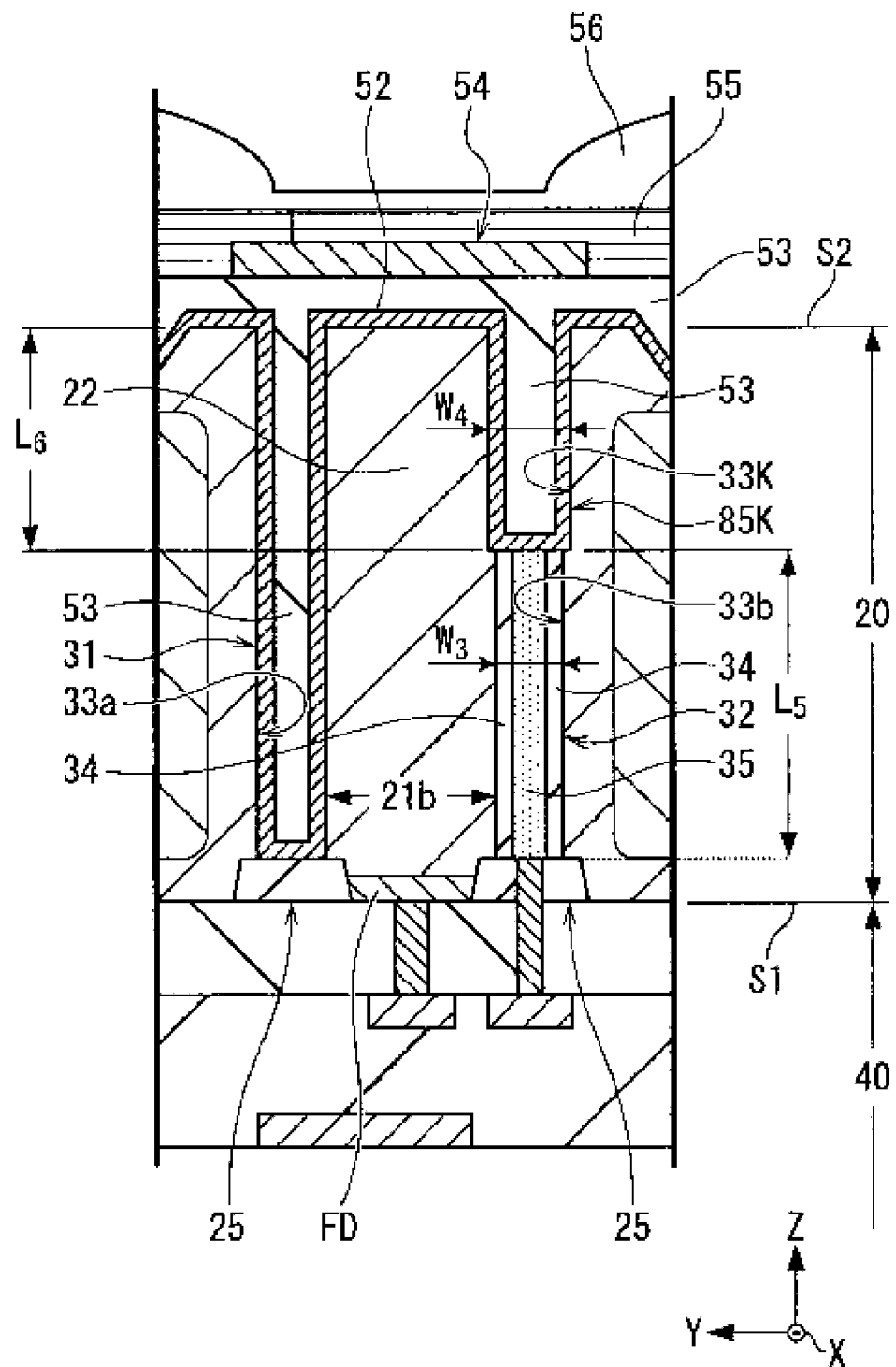


Fig. 37B

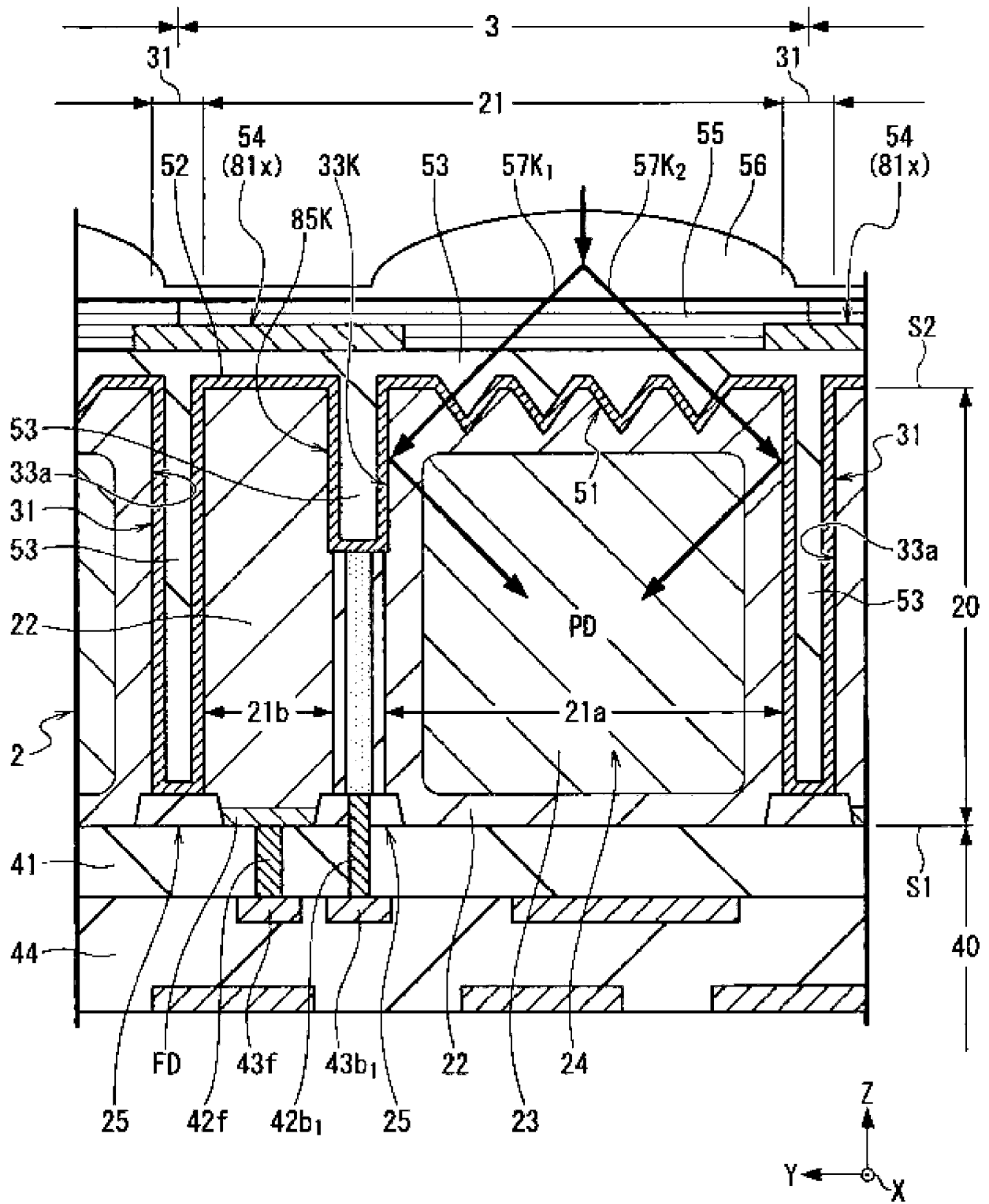


Fig. 37C

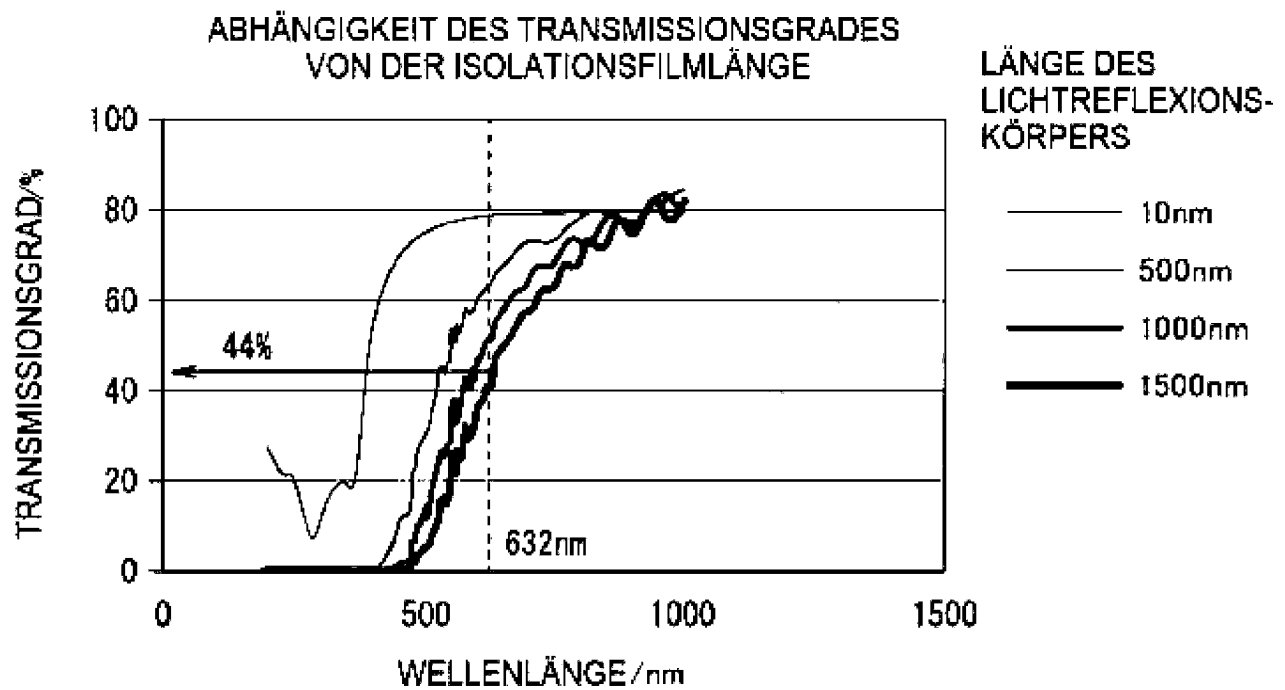


Fig. 38A

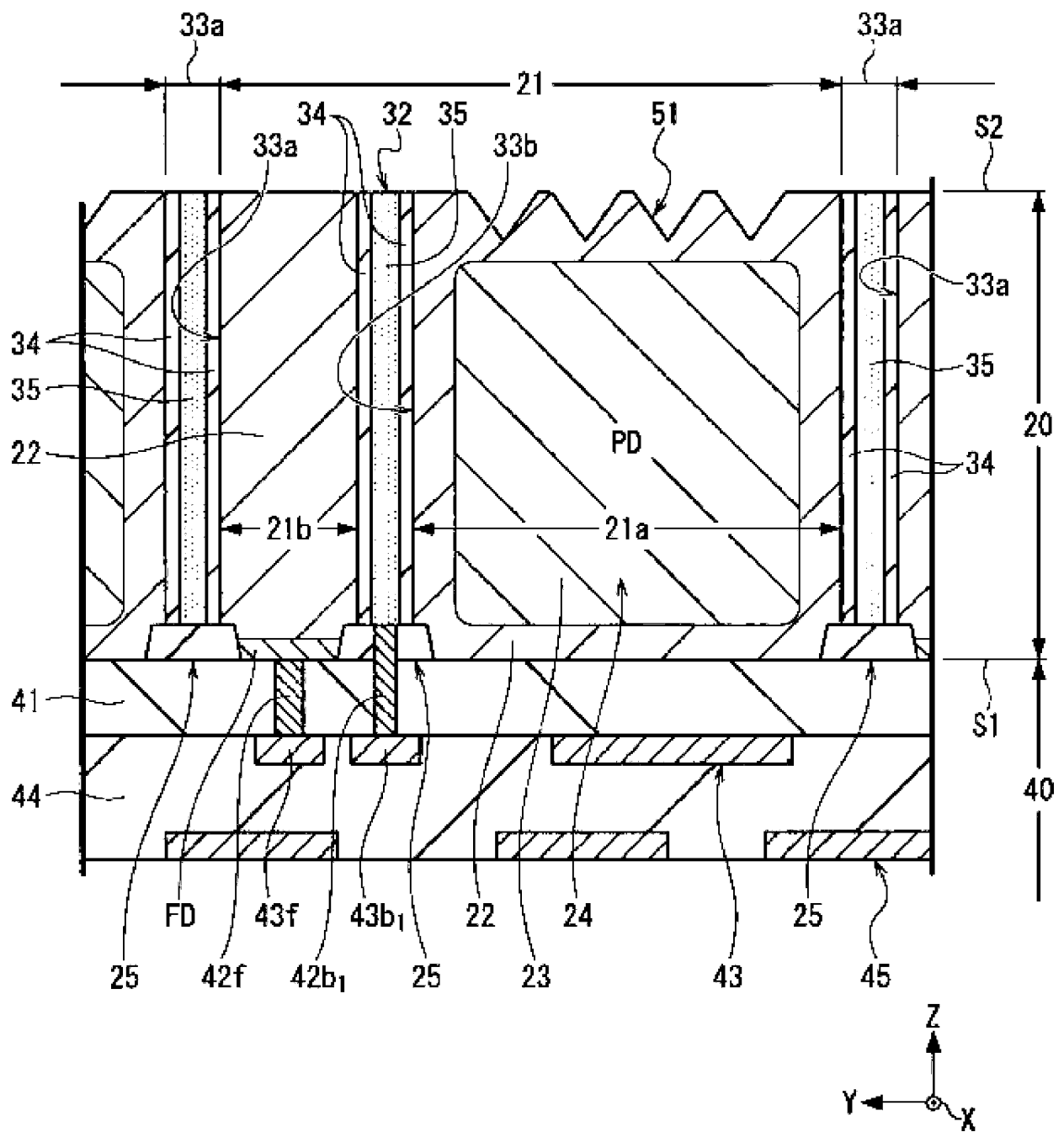


Fig. 38B

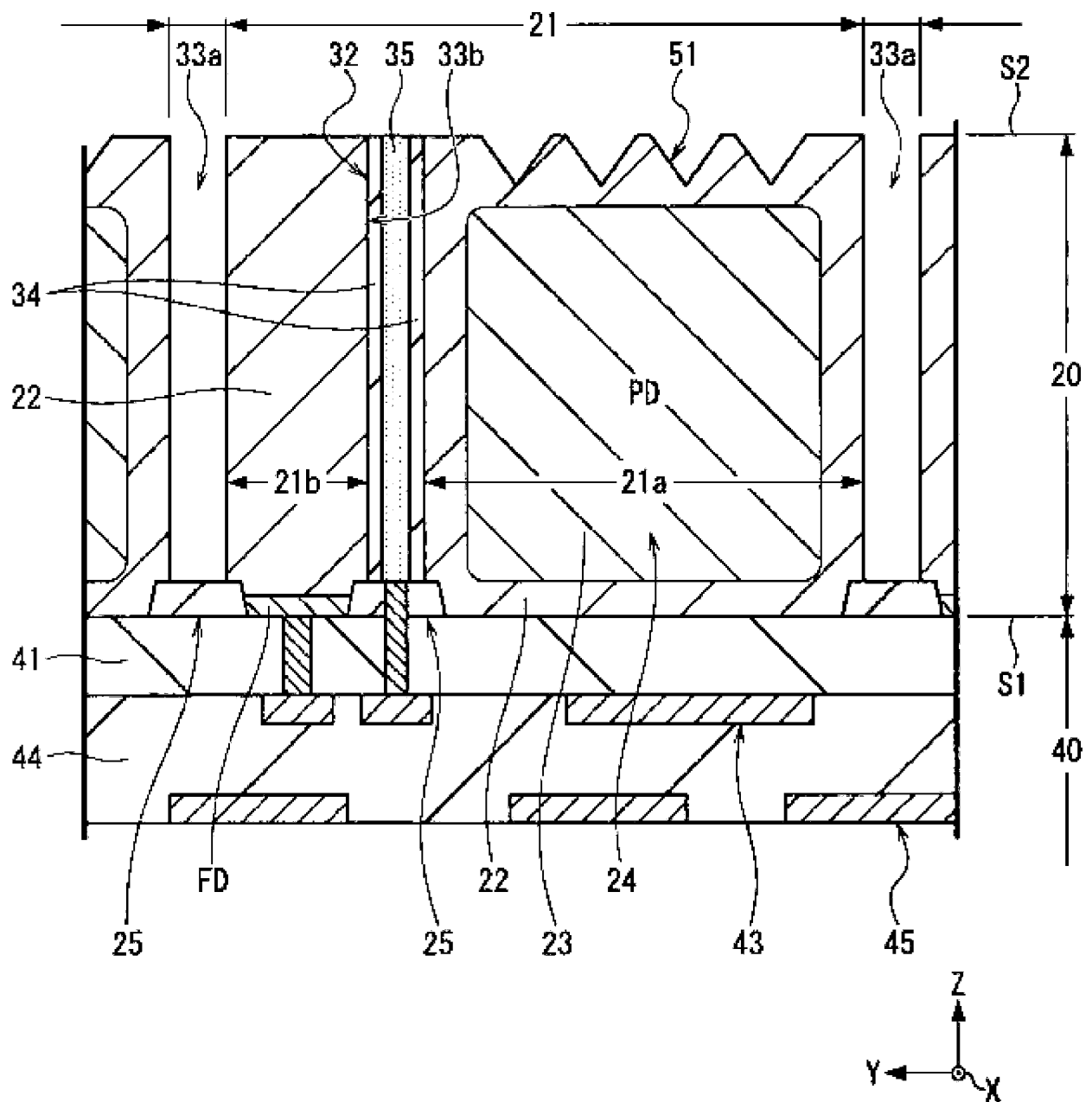


Fig. 38D

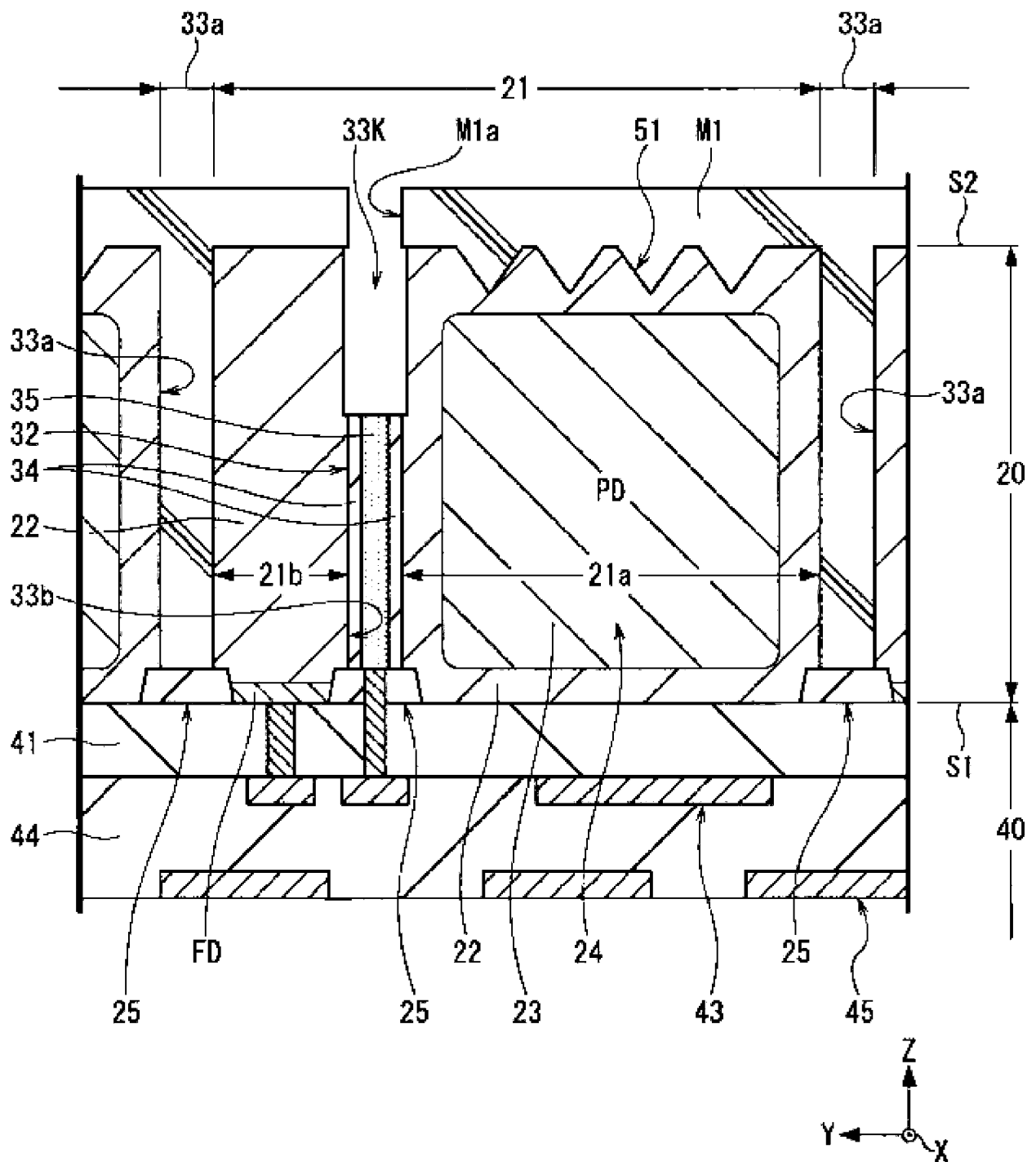


Fig. 38F

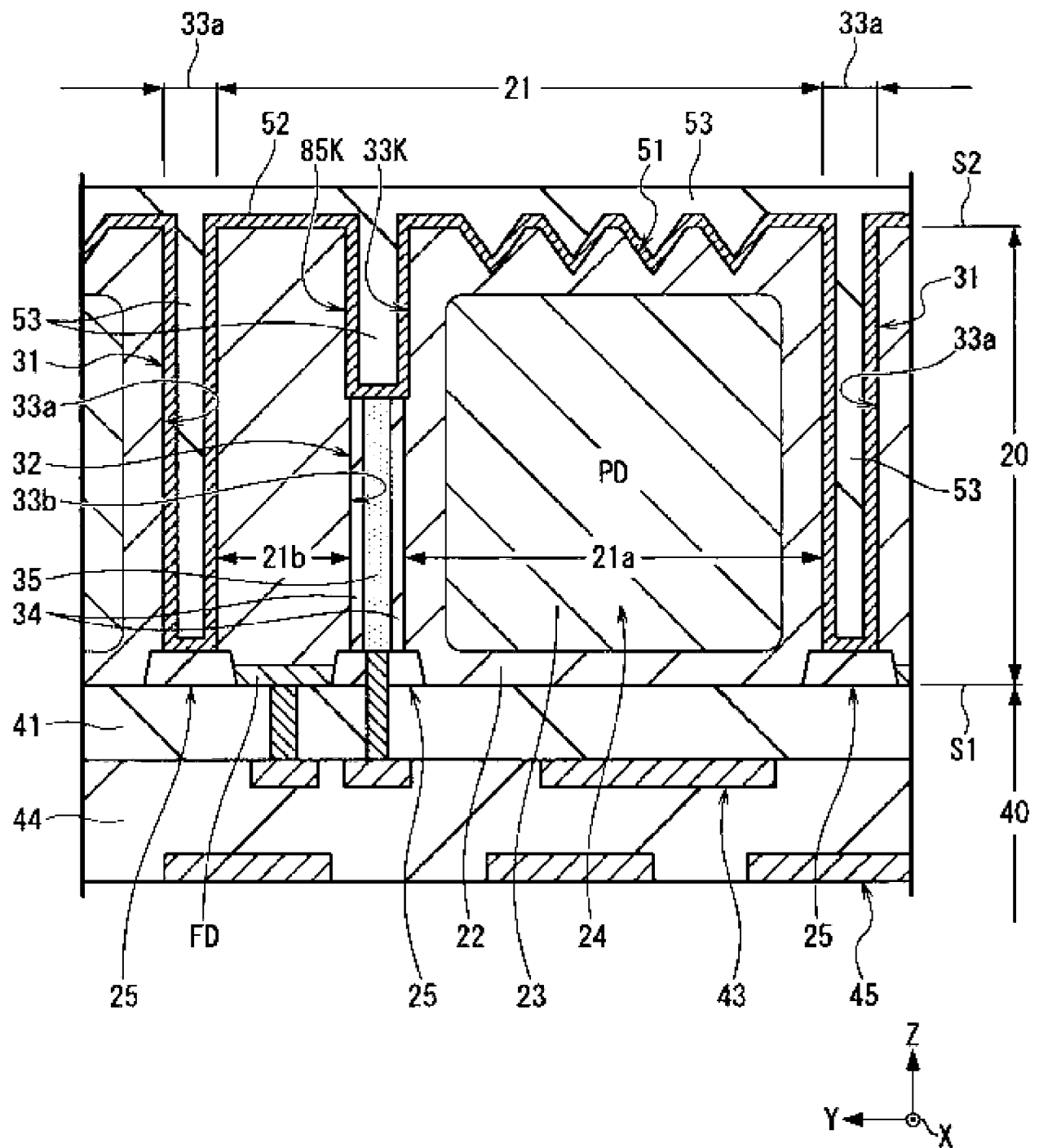


Fig. 39

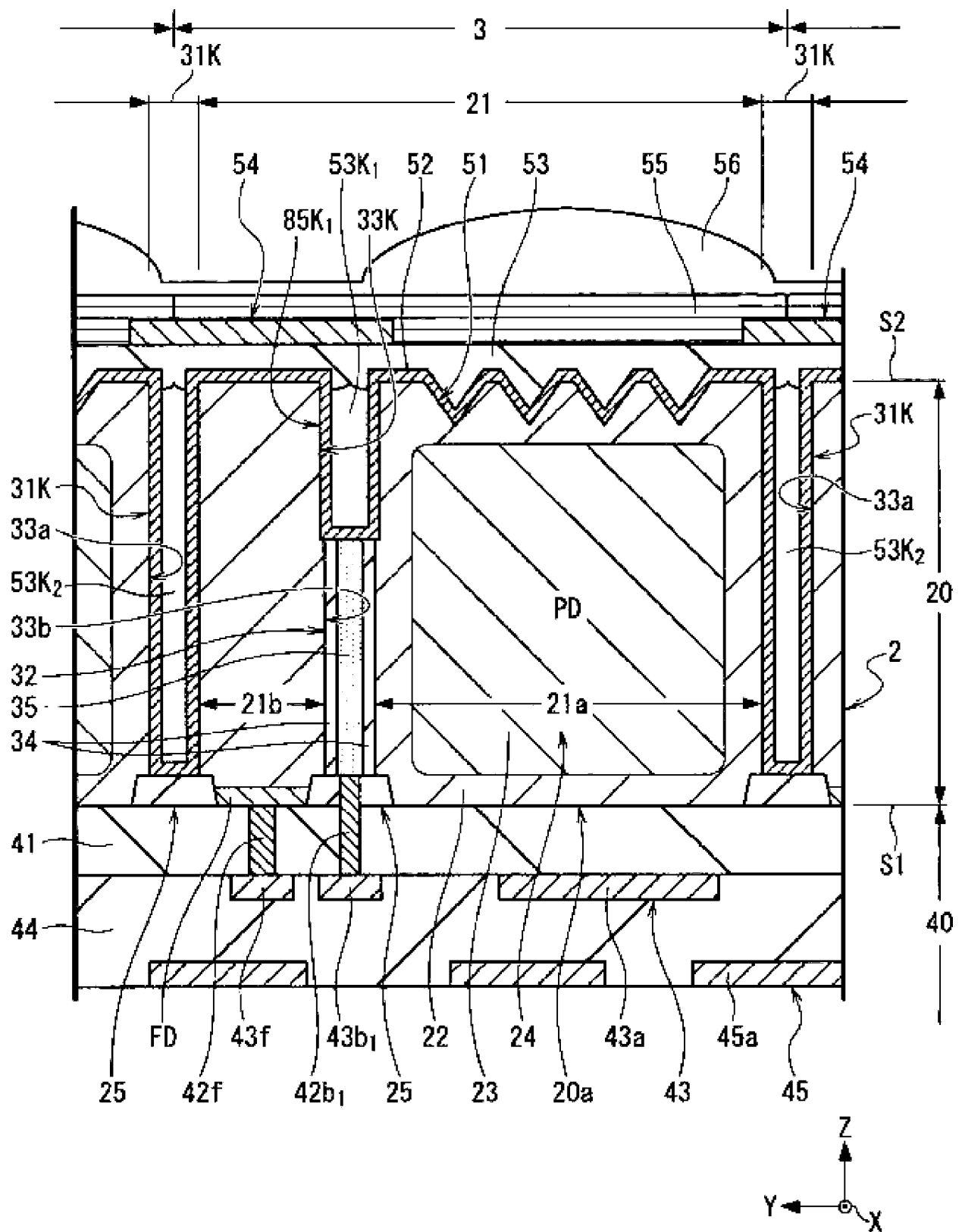


Fig. 40

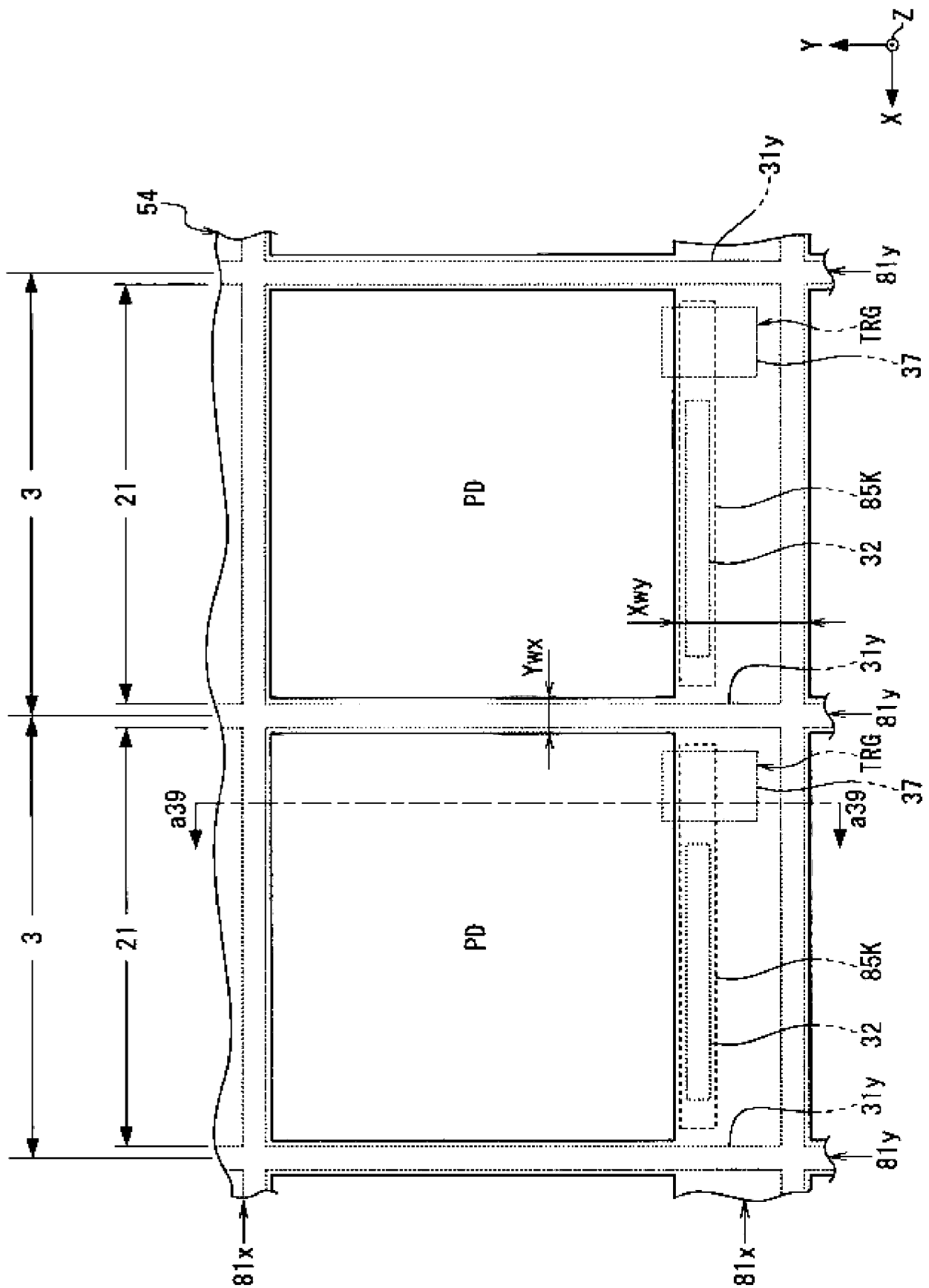


Fig. 41

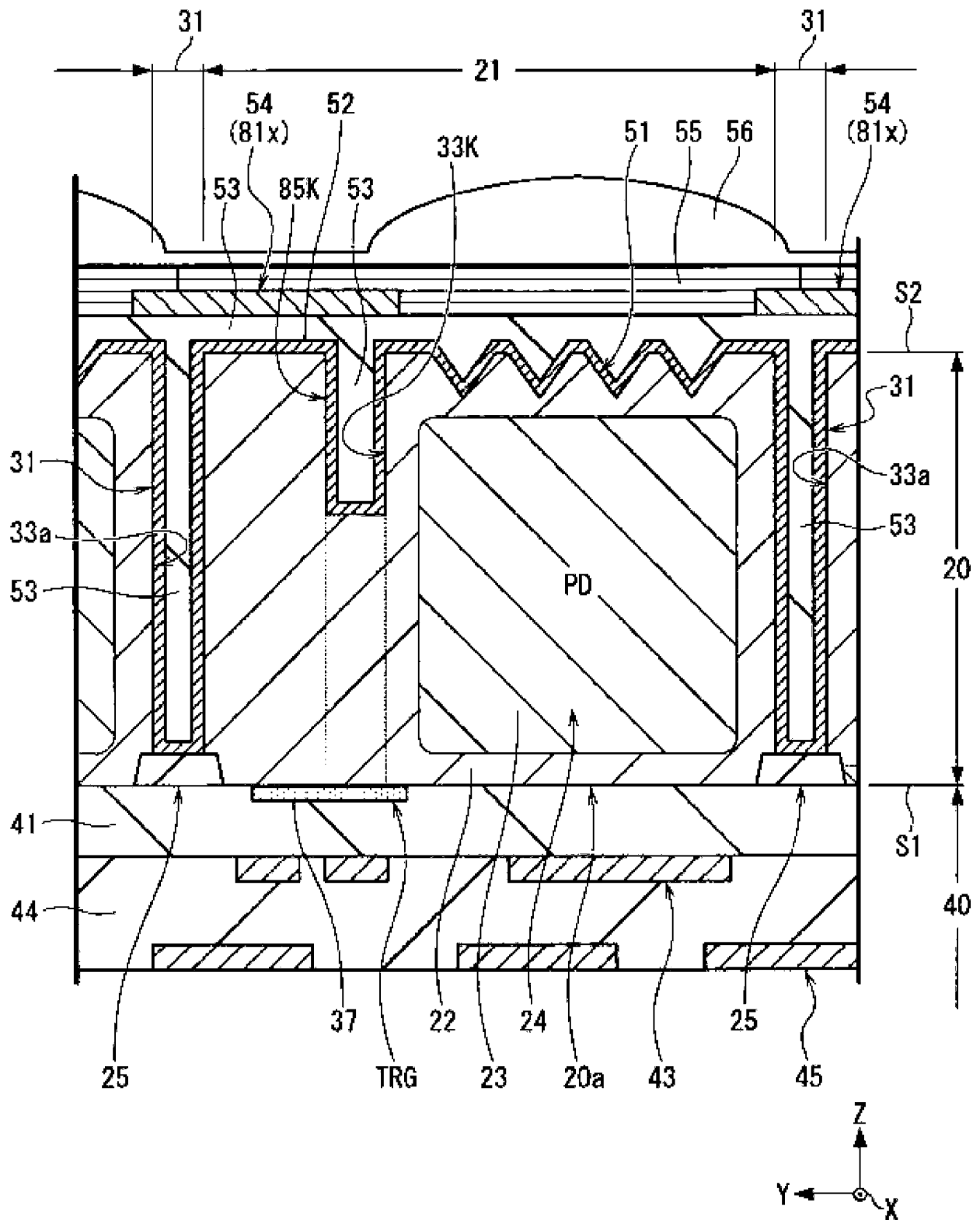


Fig. 42

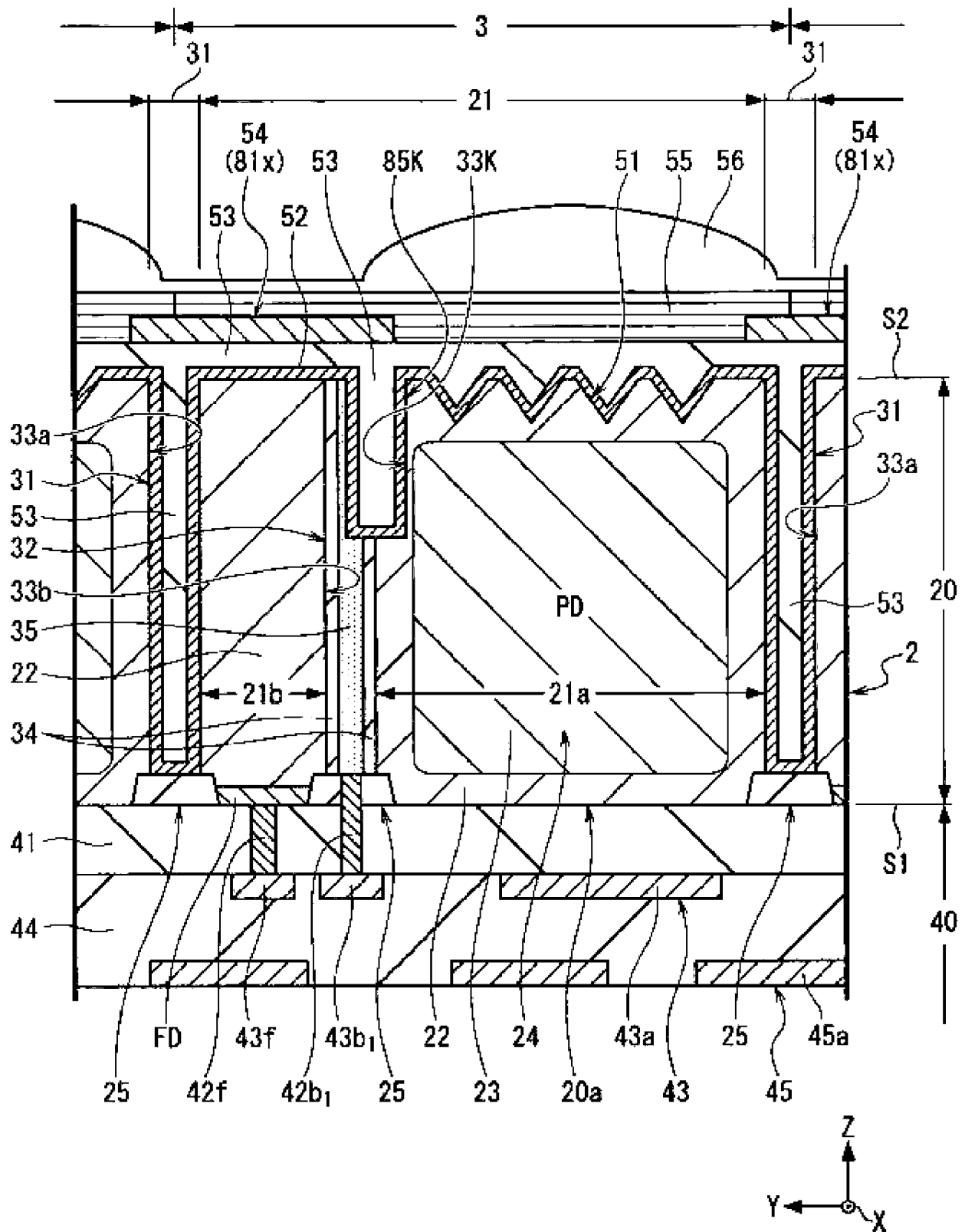


Fig. 43

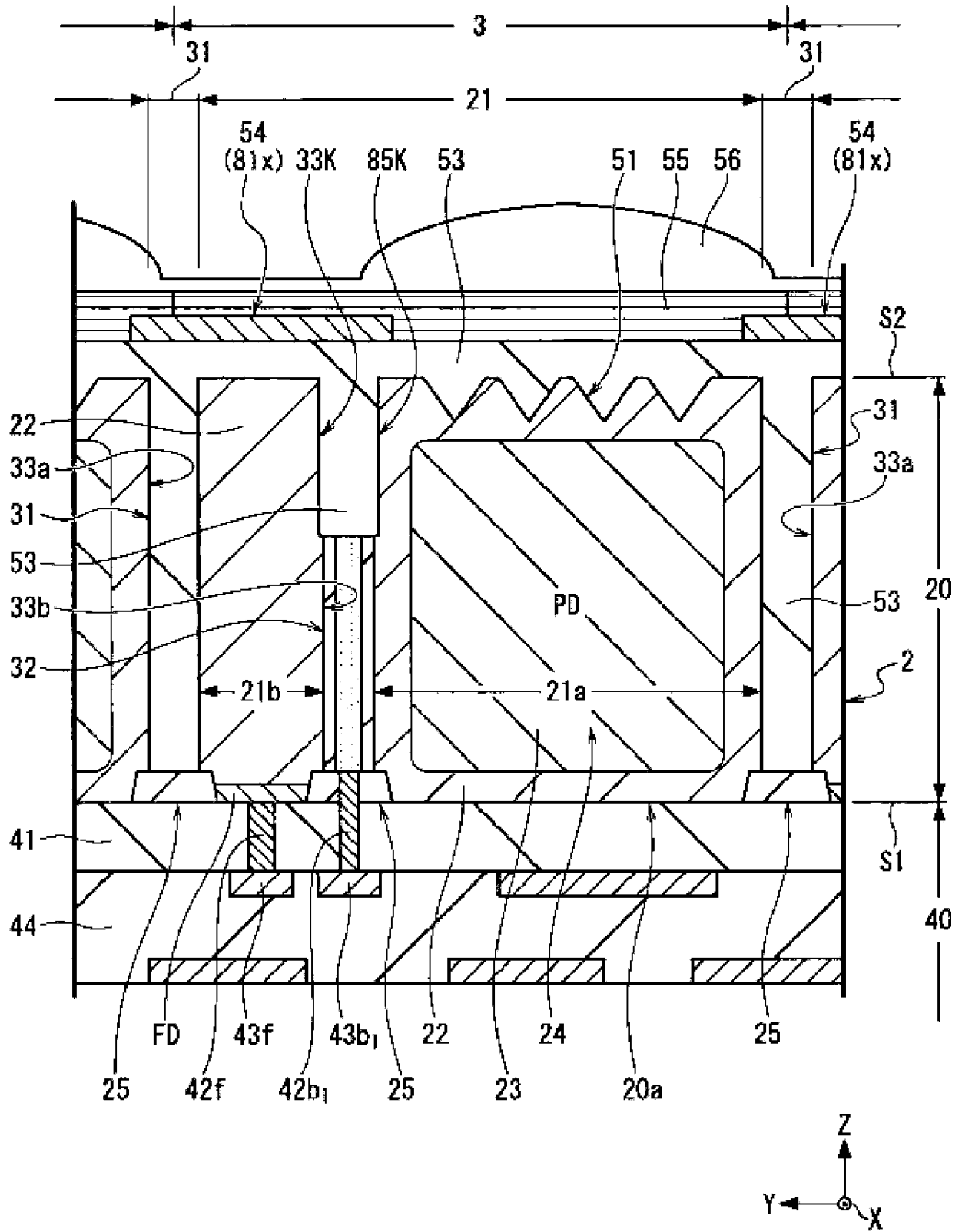


Fig. 11

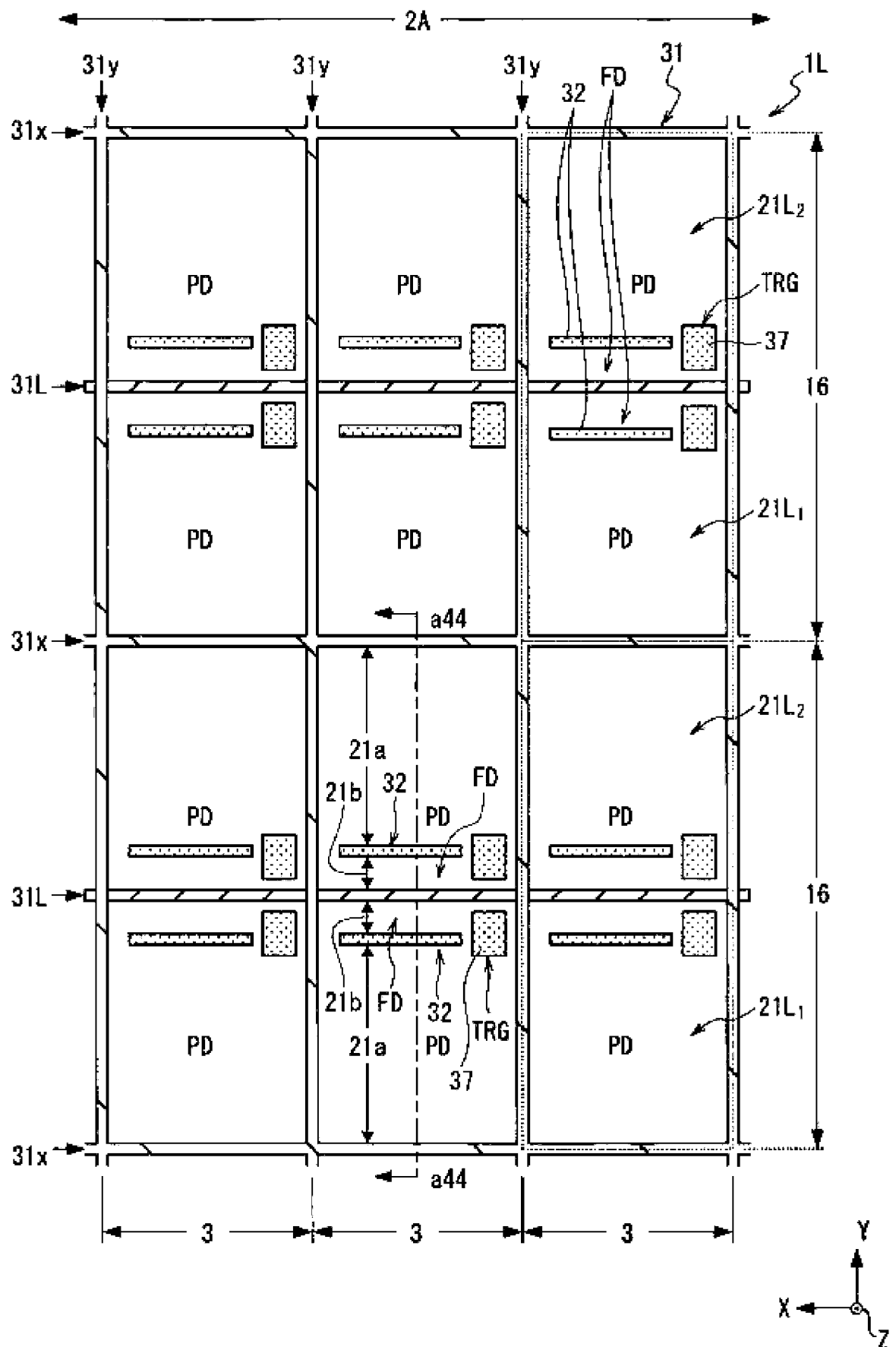


Fig. 16A

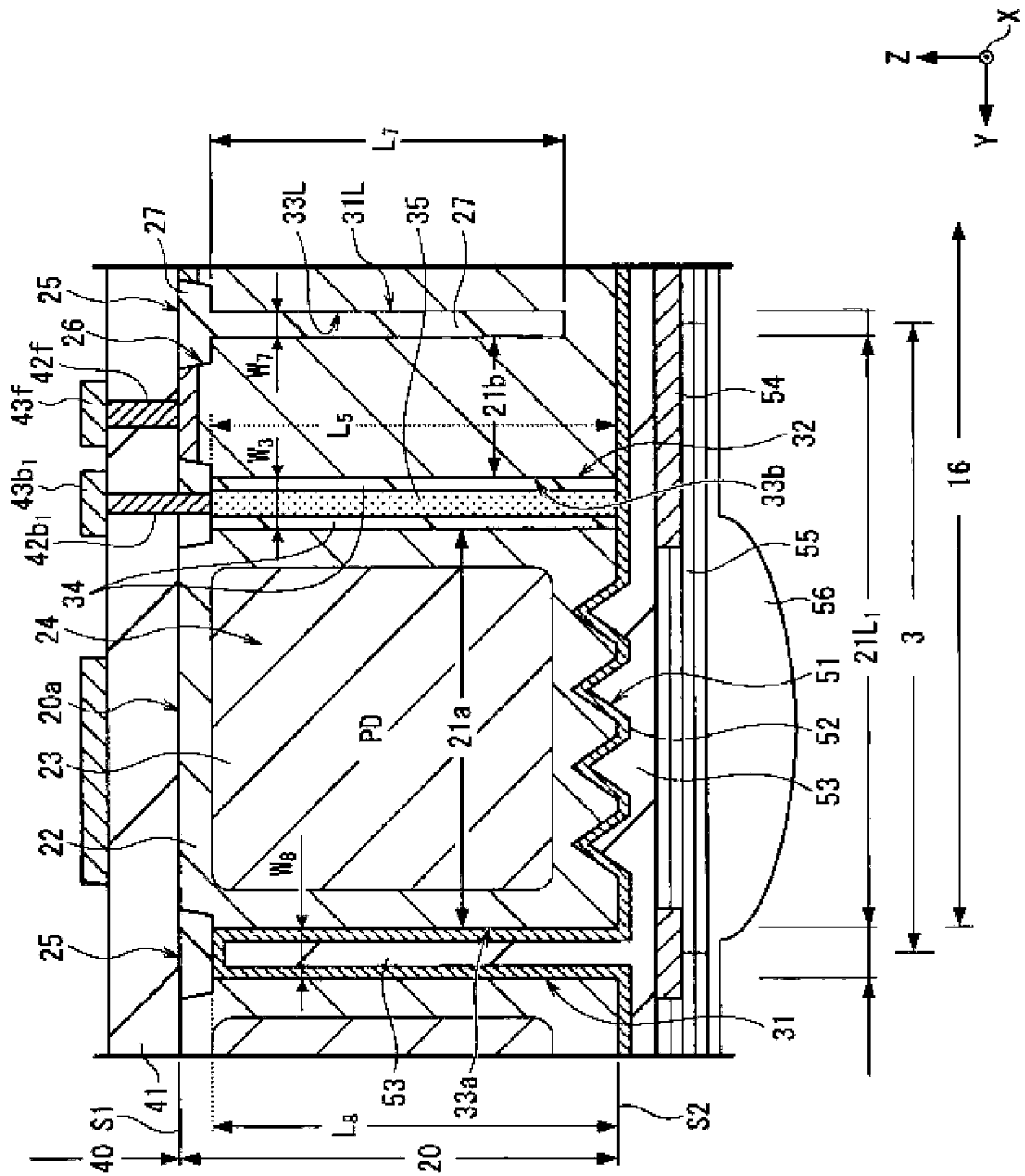


Fig. 47A

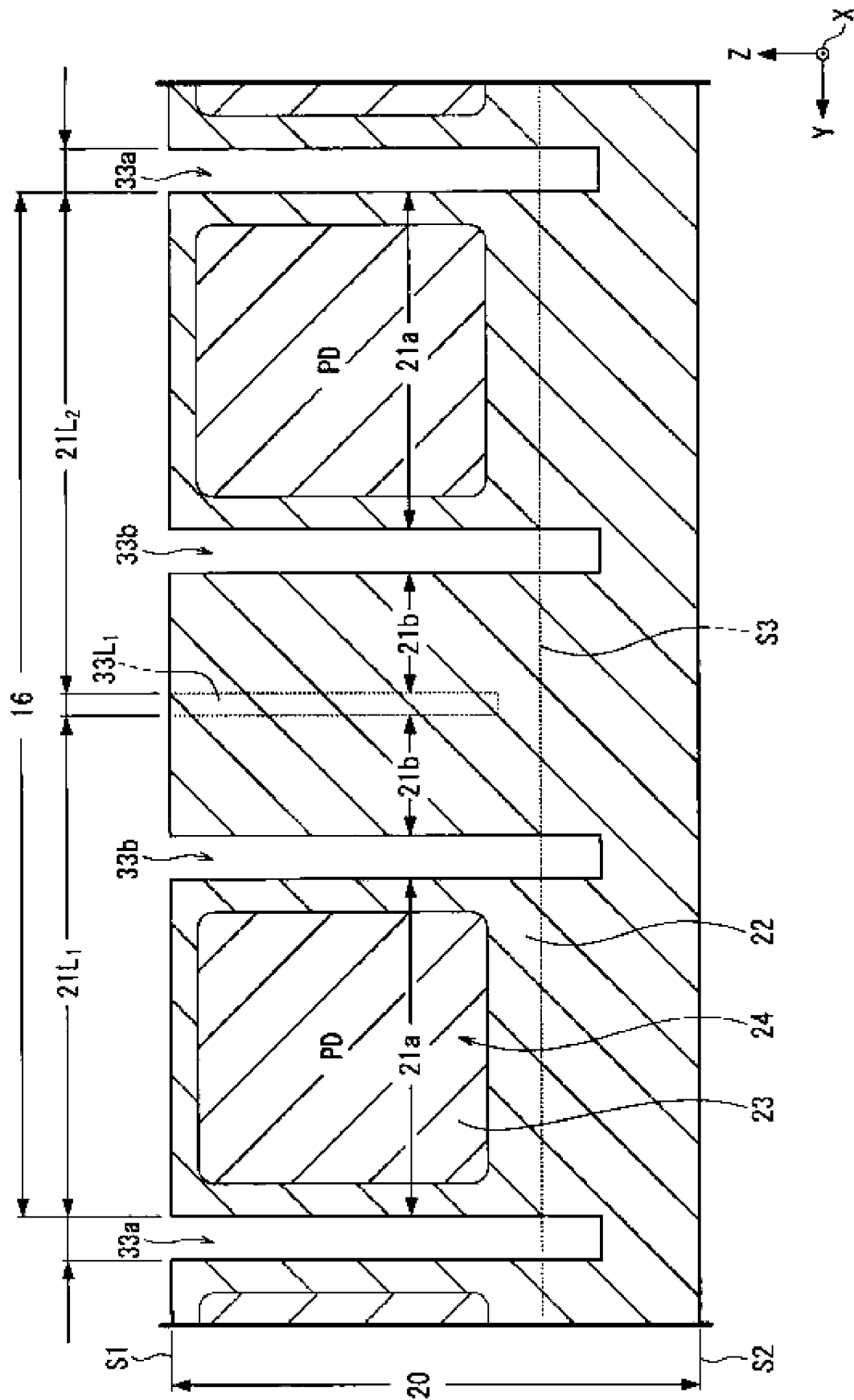


Fig. 47B

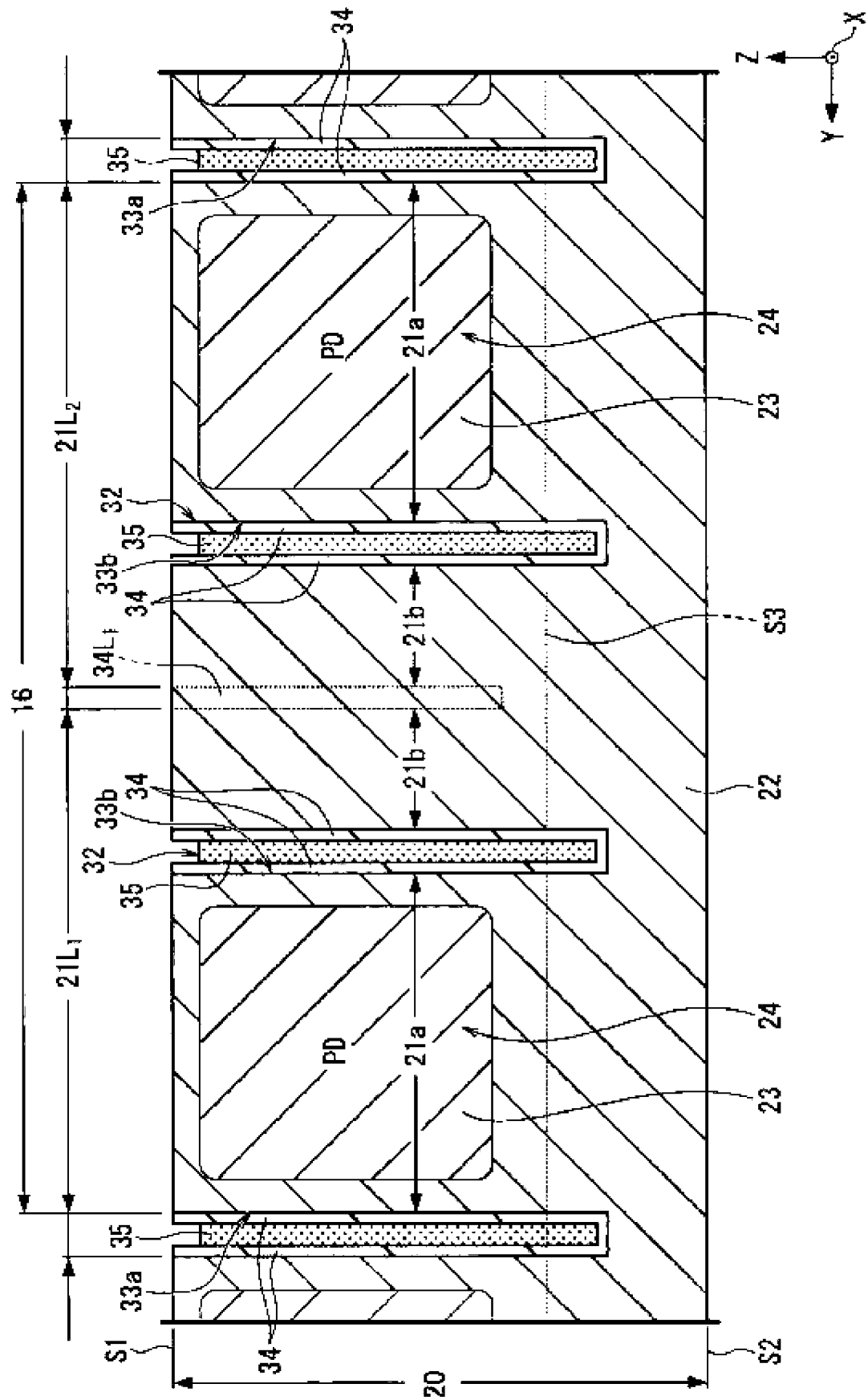


Fig. 47C

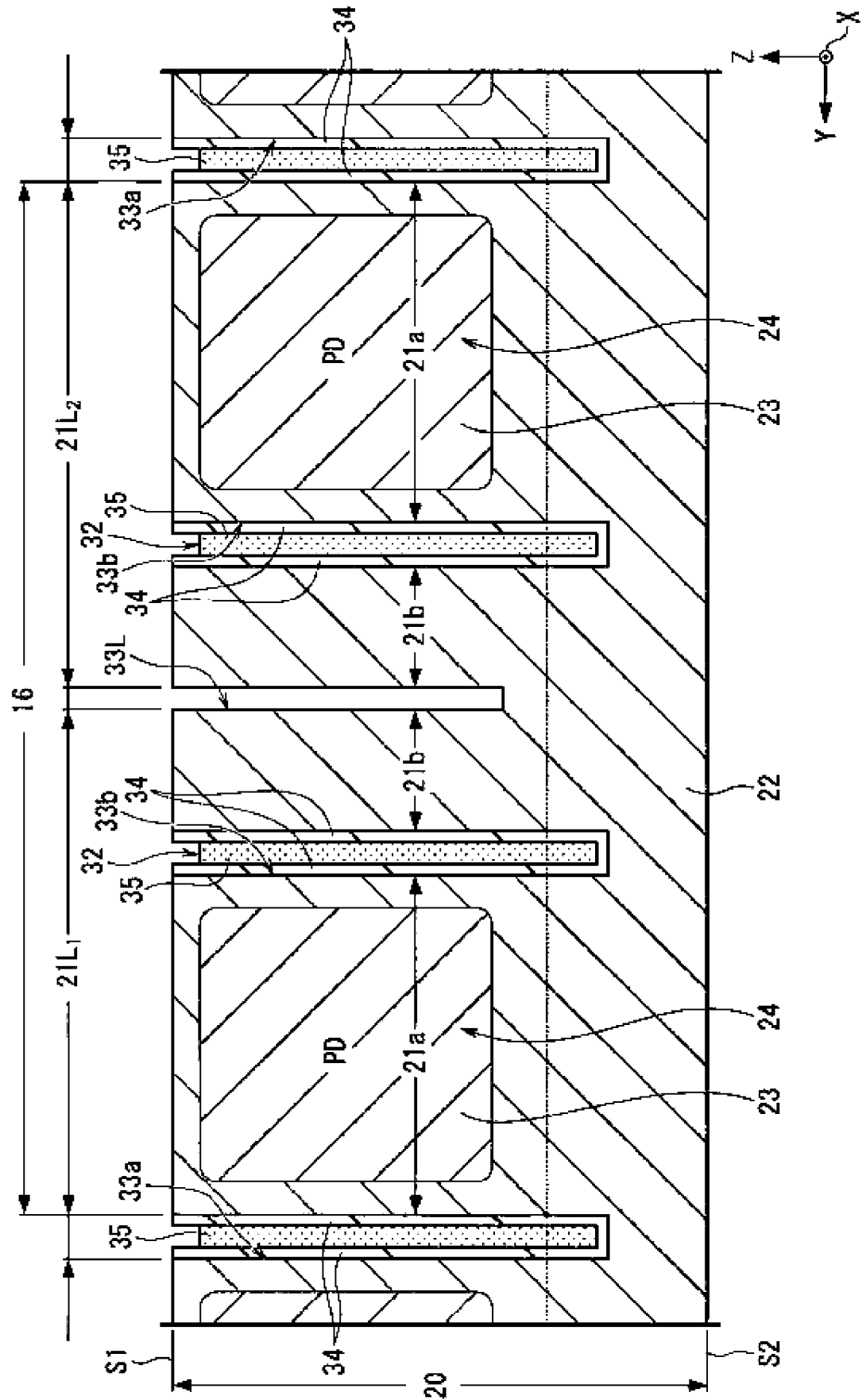


Fig. 47D

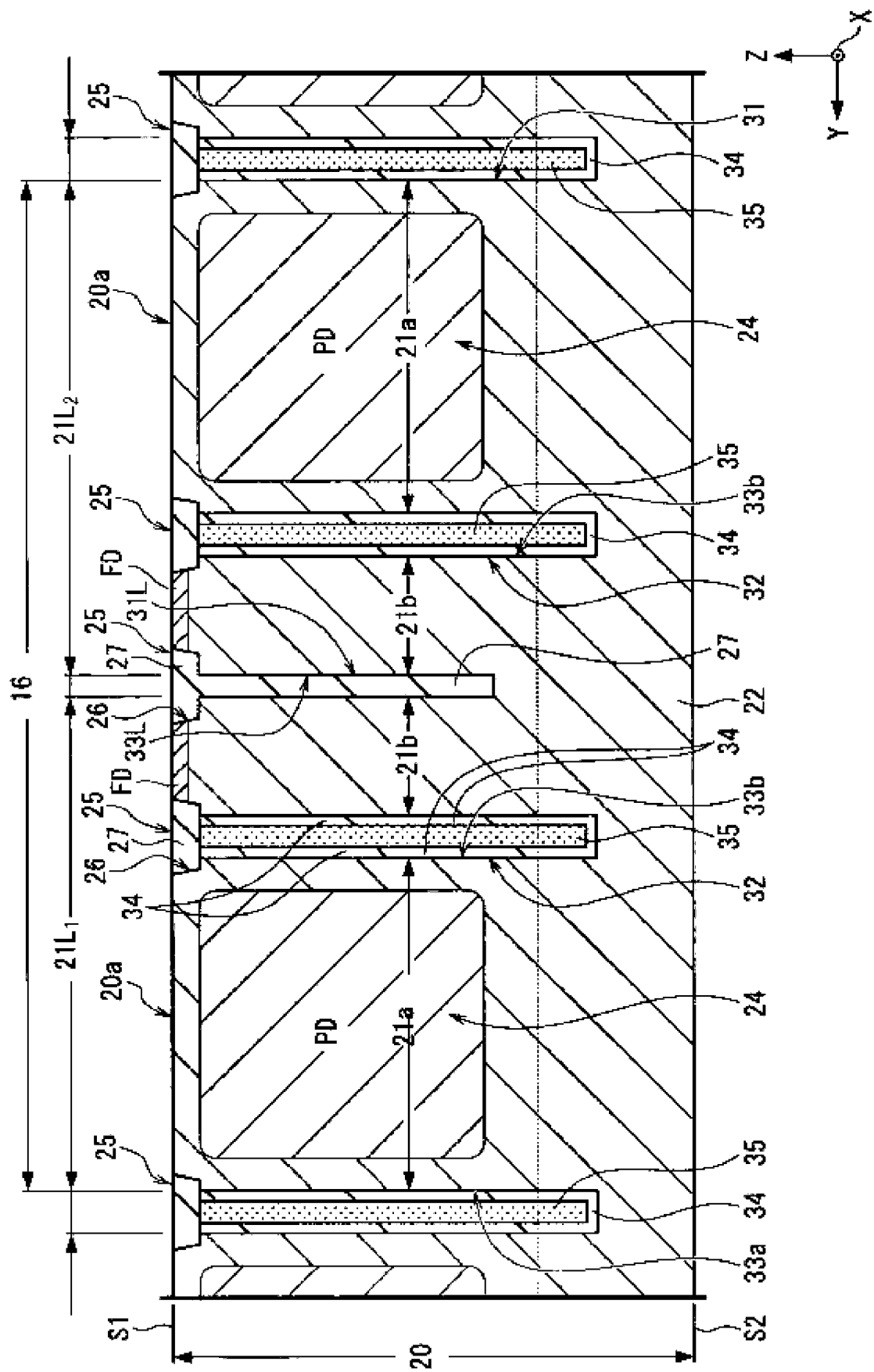


Fig. 47E

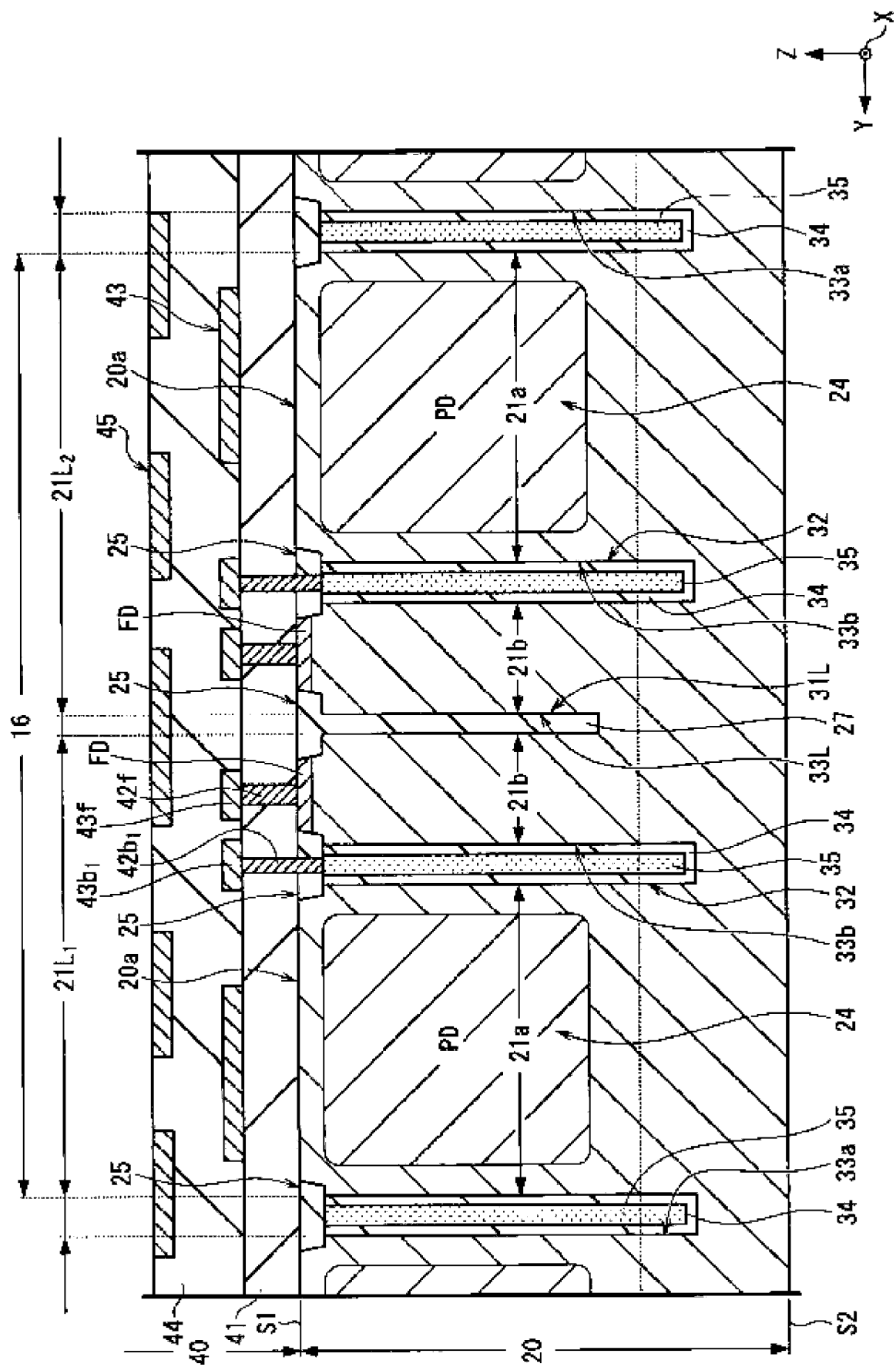


Fig. 47F

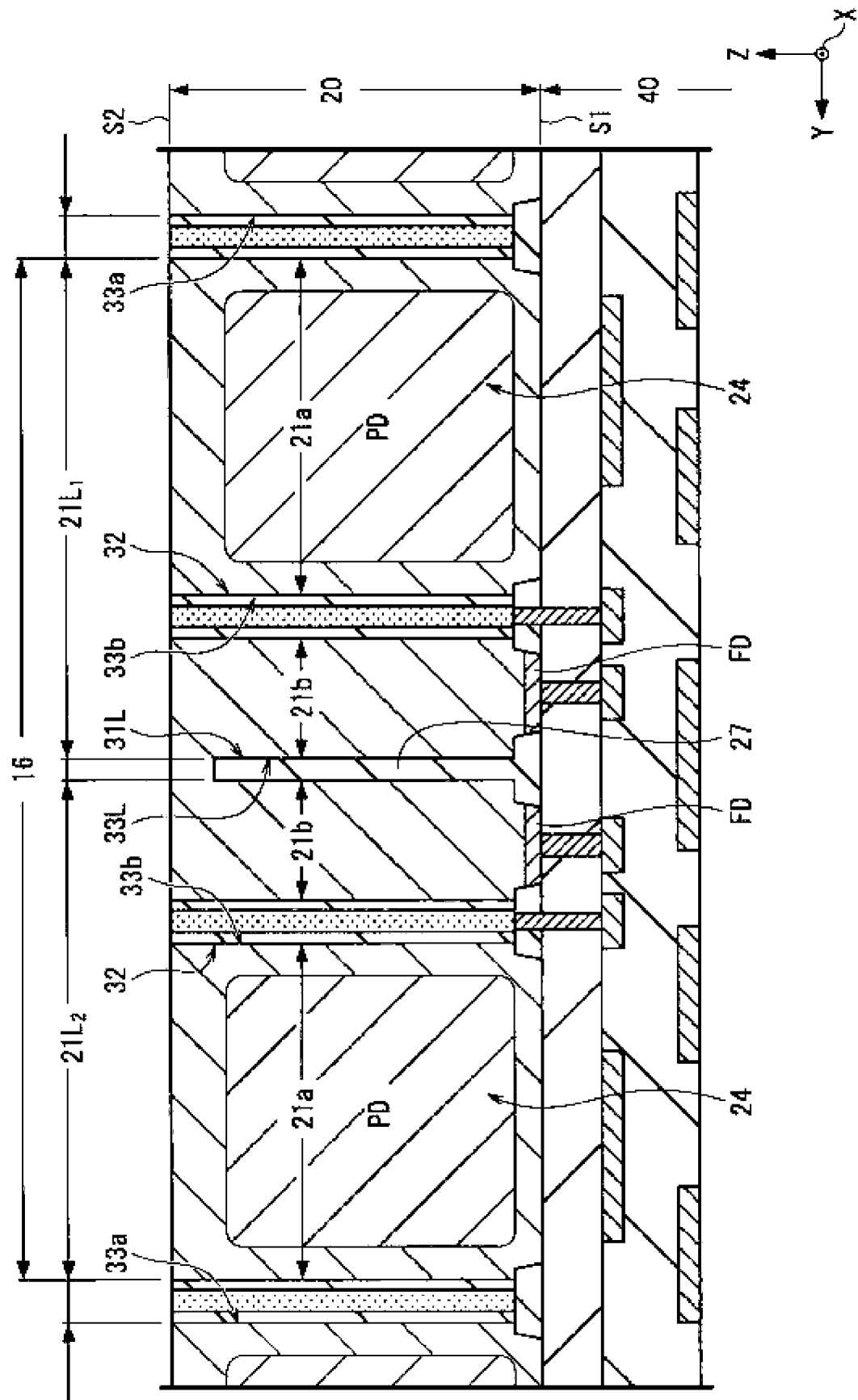


Fig. 47G

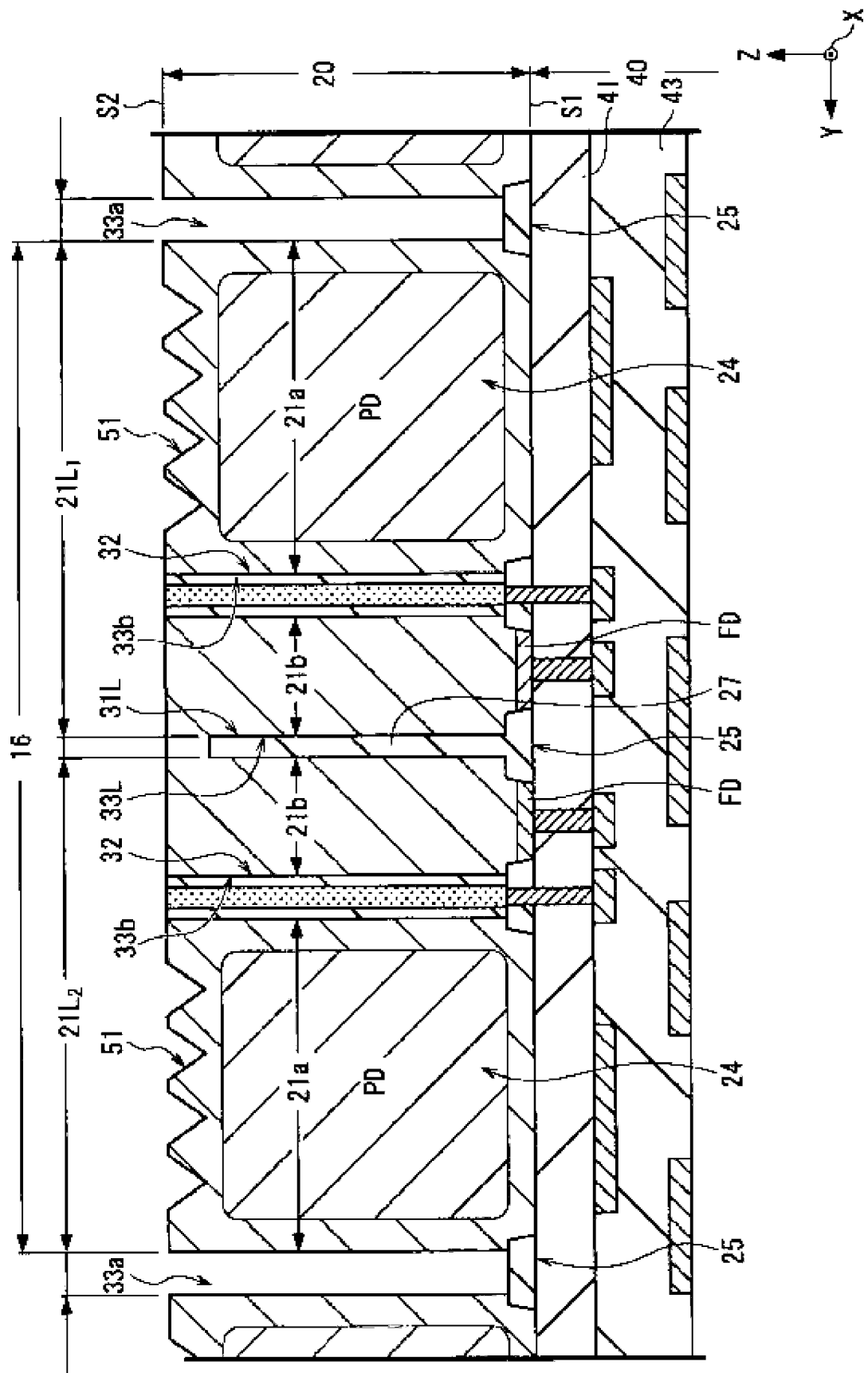


Fig. 17II

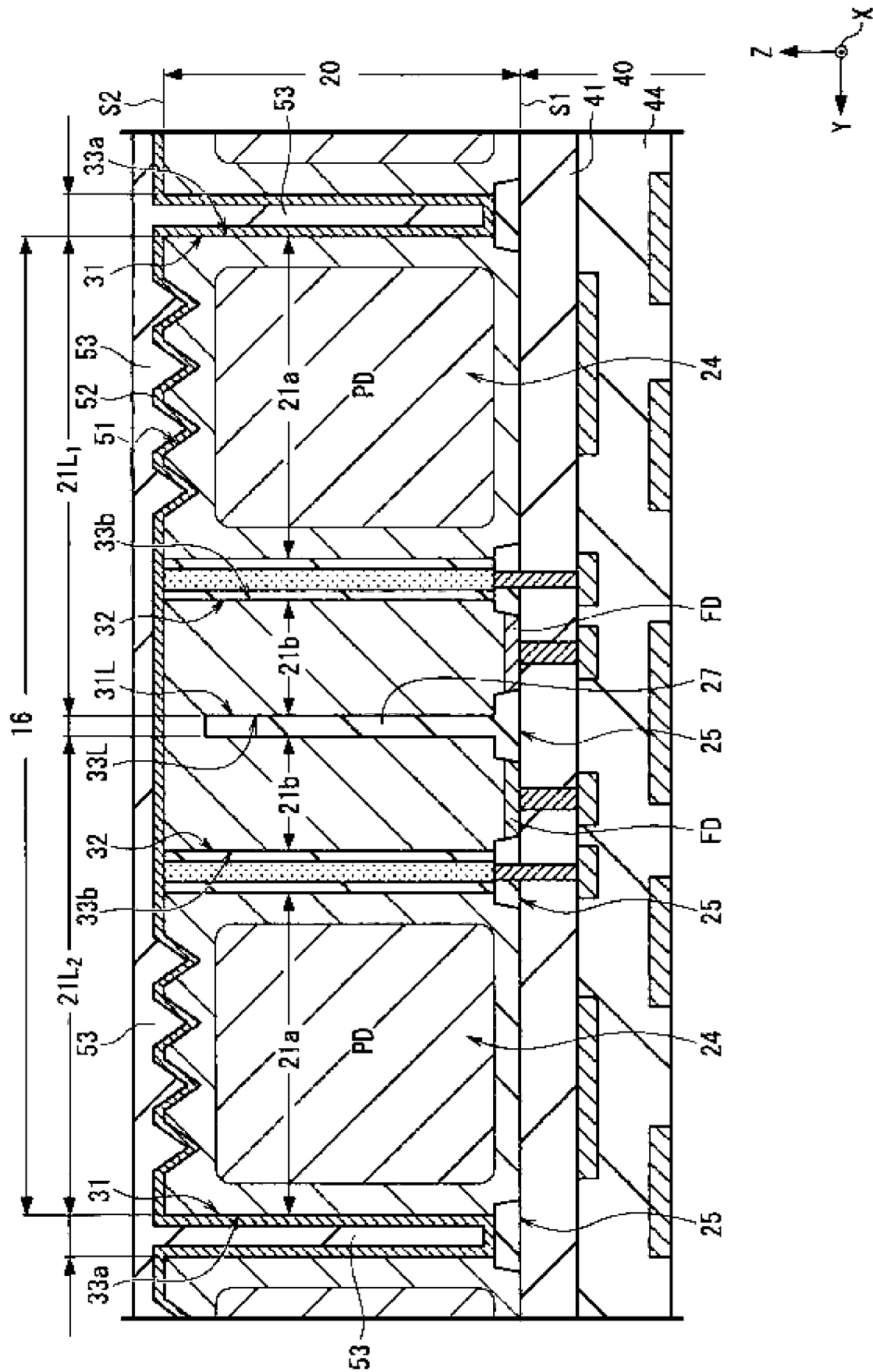


Fig. 48

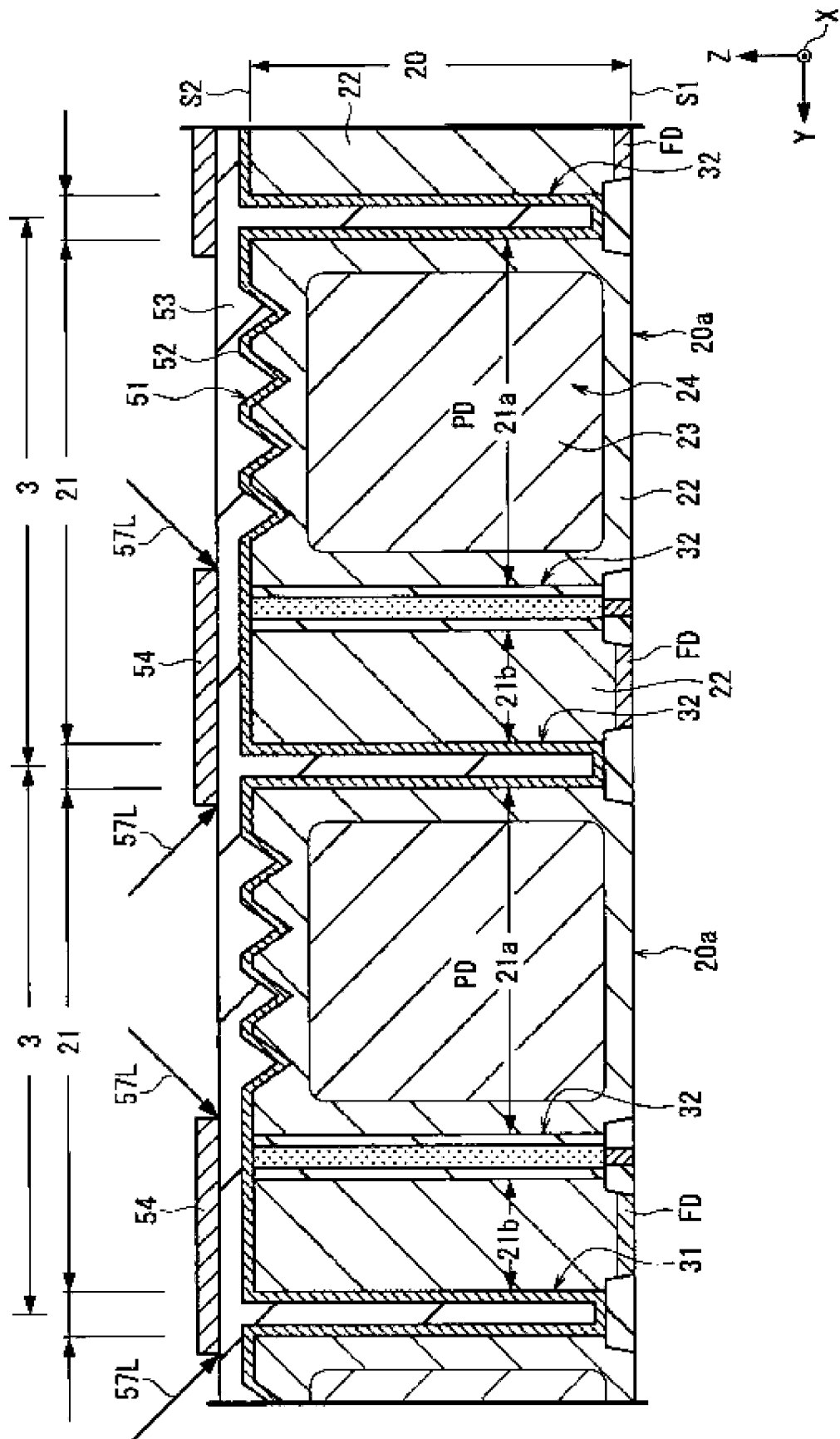


Fig. 49

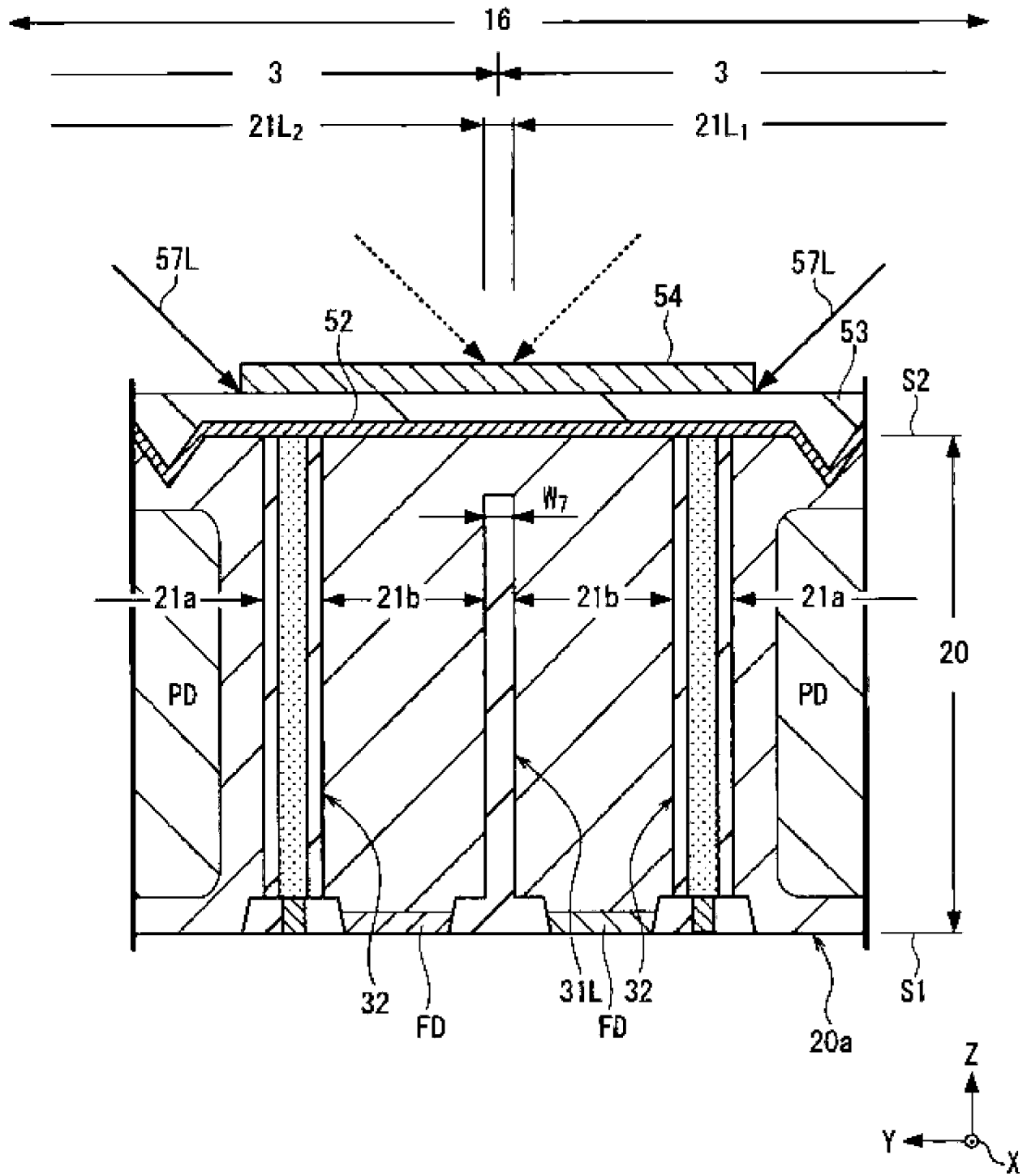


Fig. 50

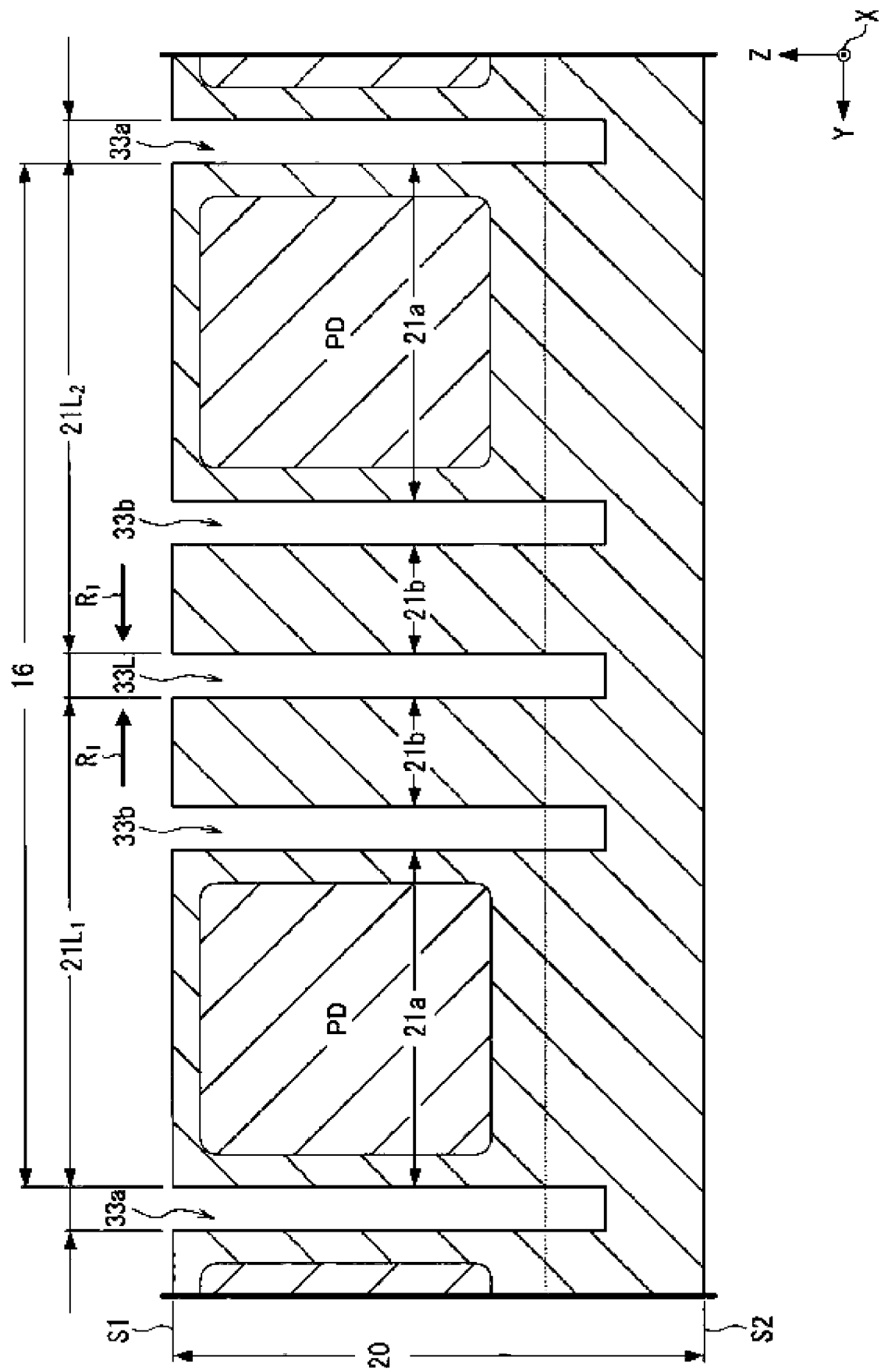


Fig. 51

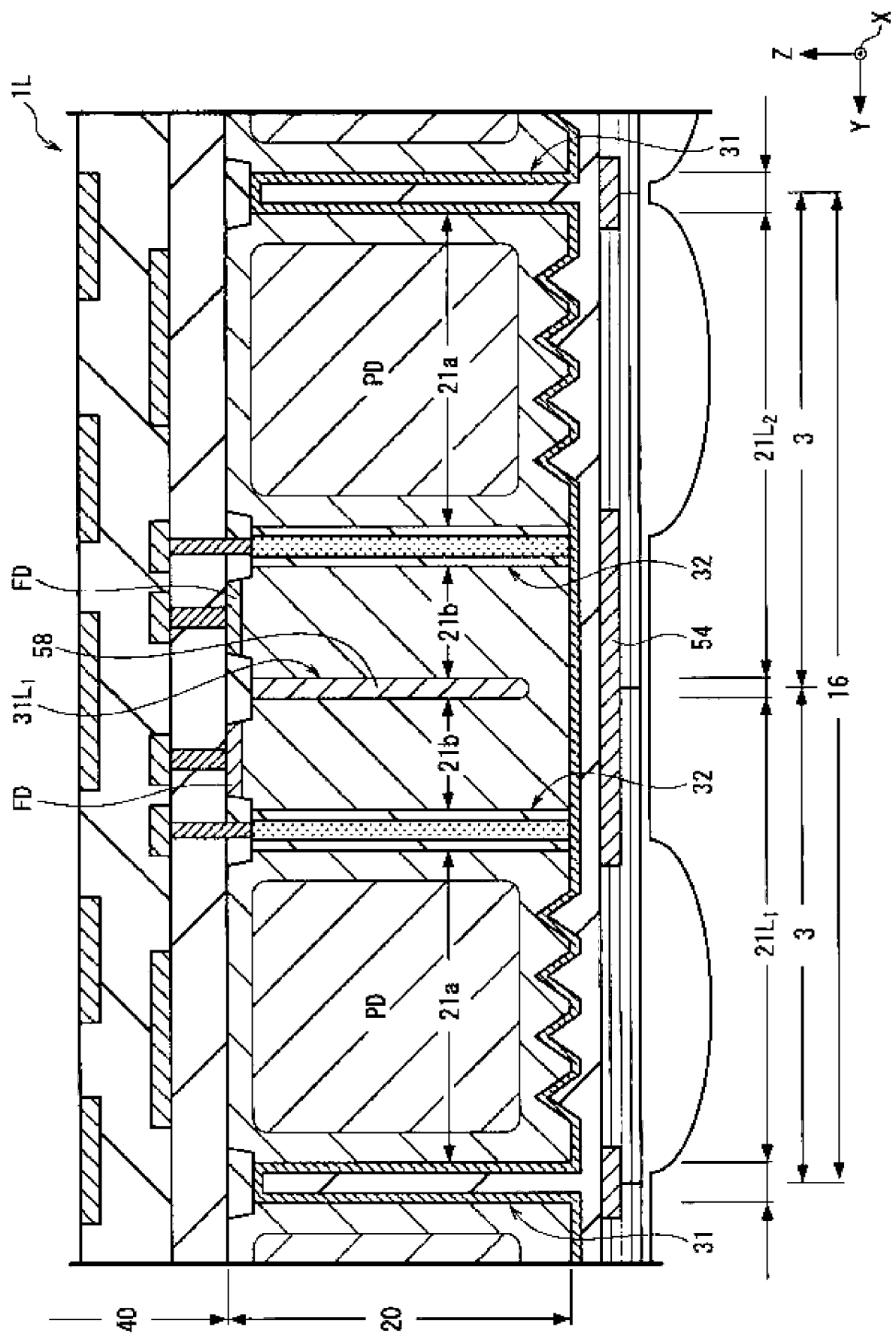


Fig. 52

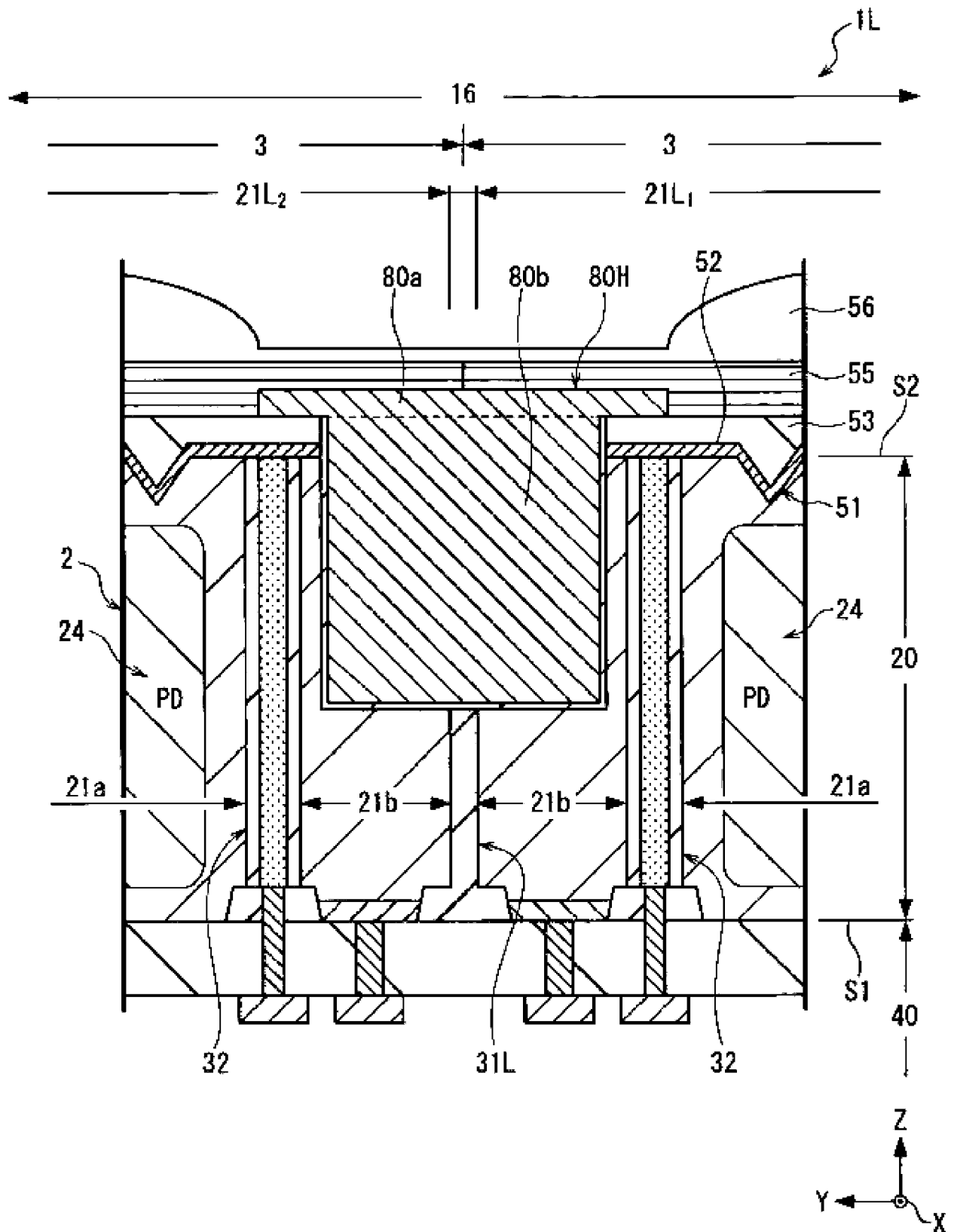


Fig. 53

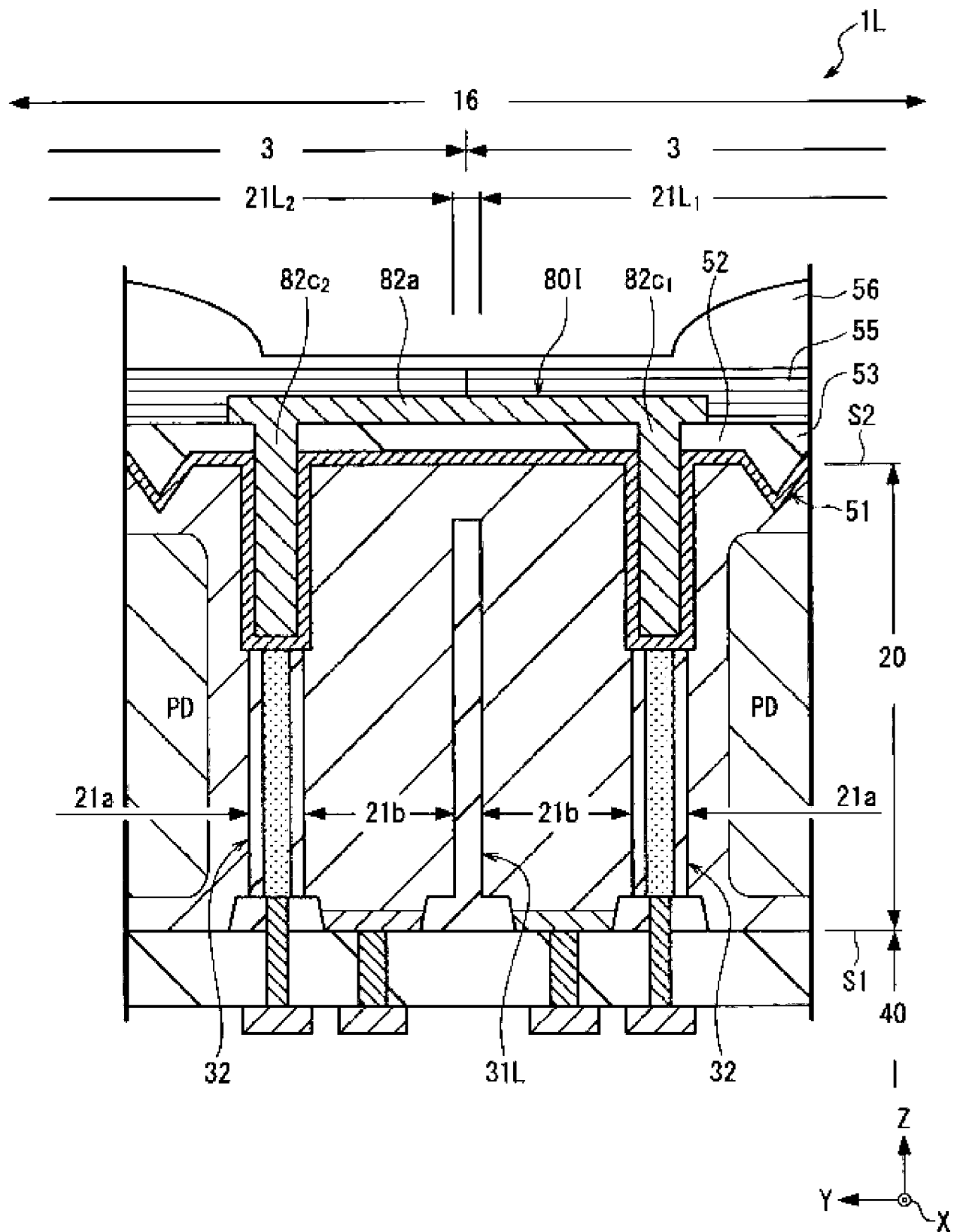


Fig. 54

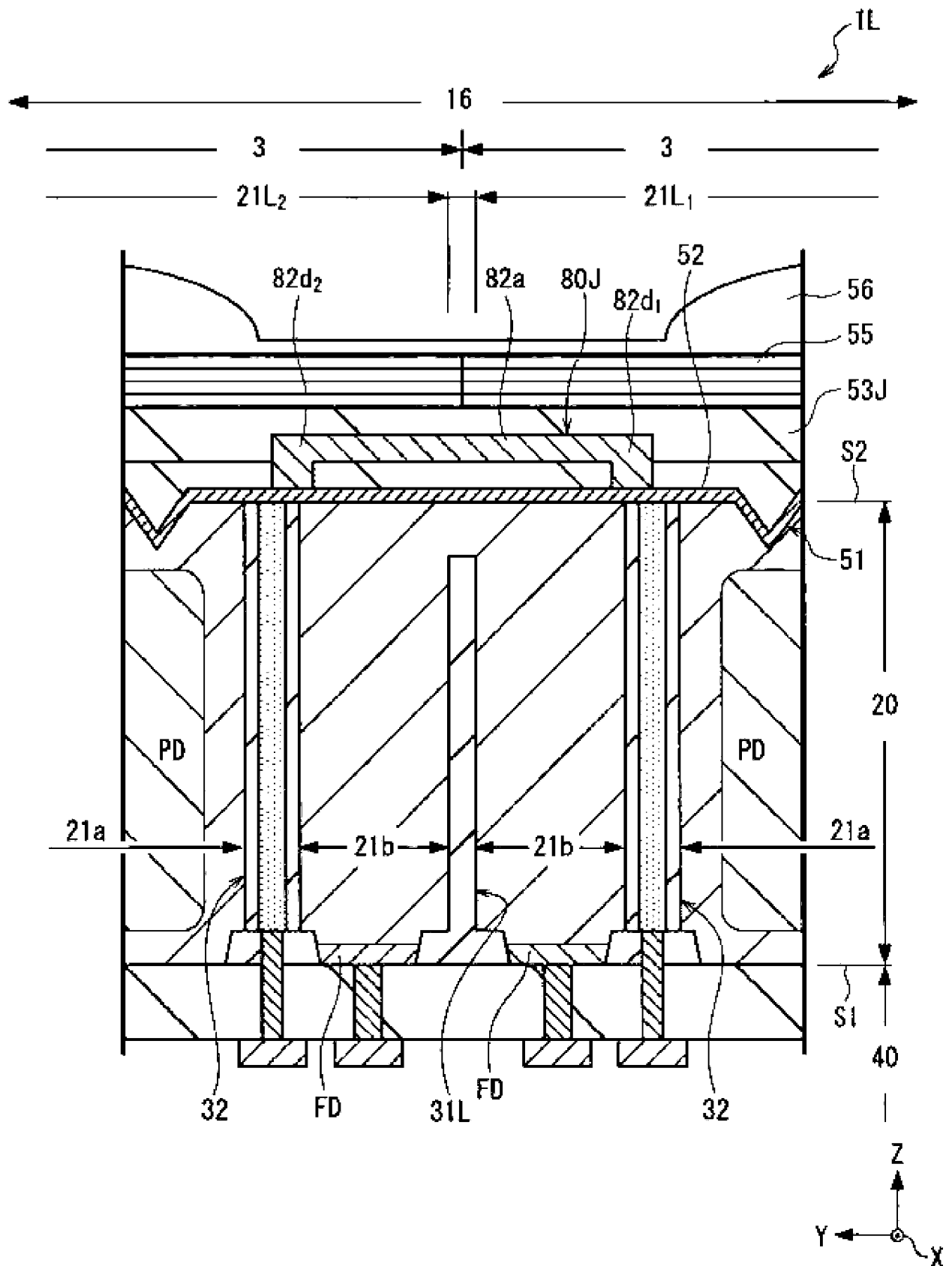


Fig. 55

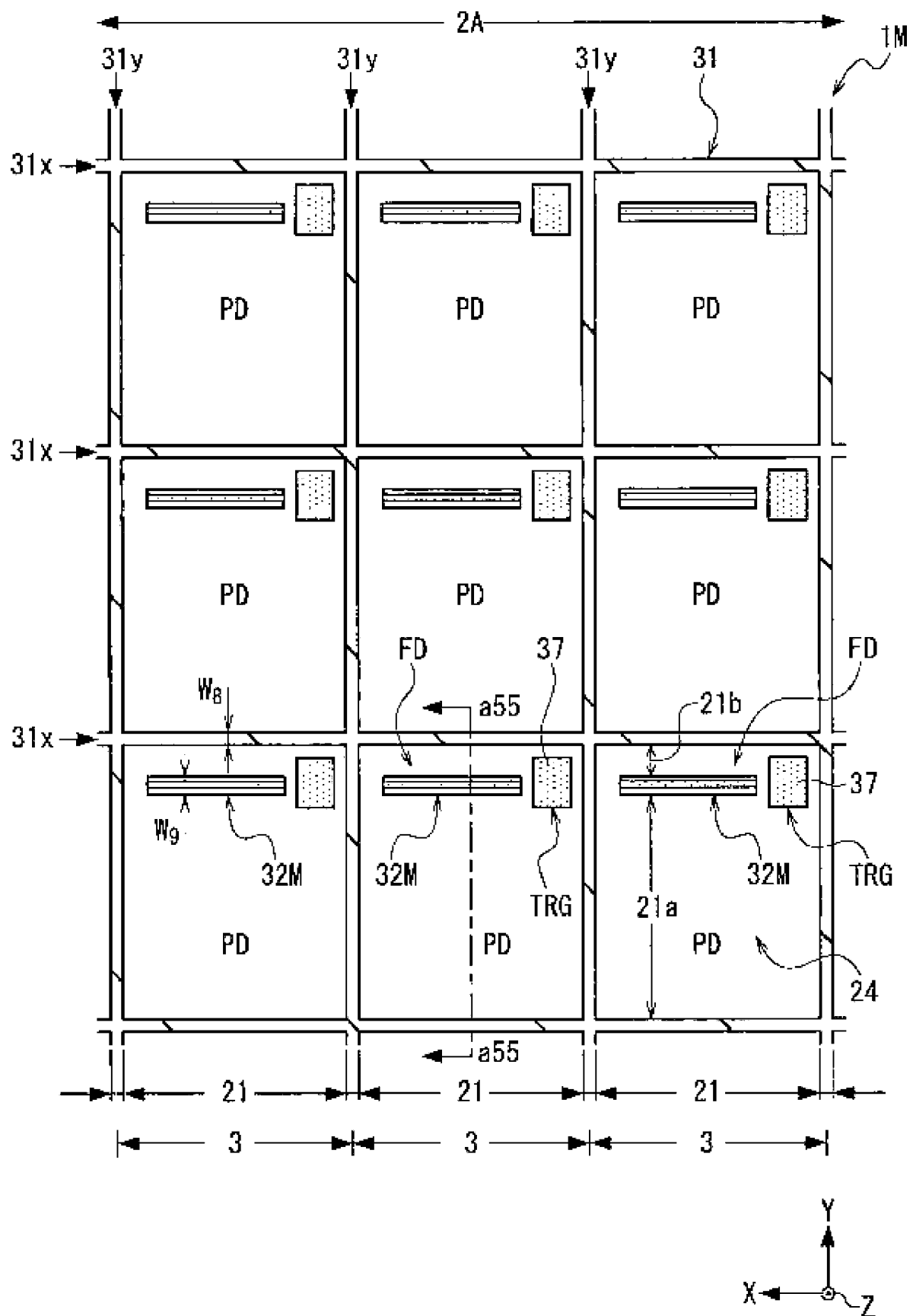


Fig. 56

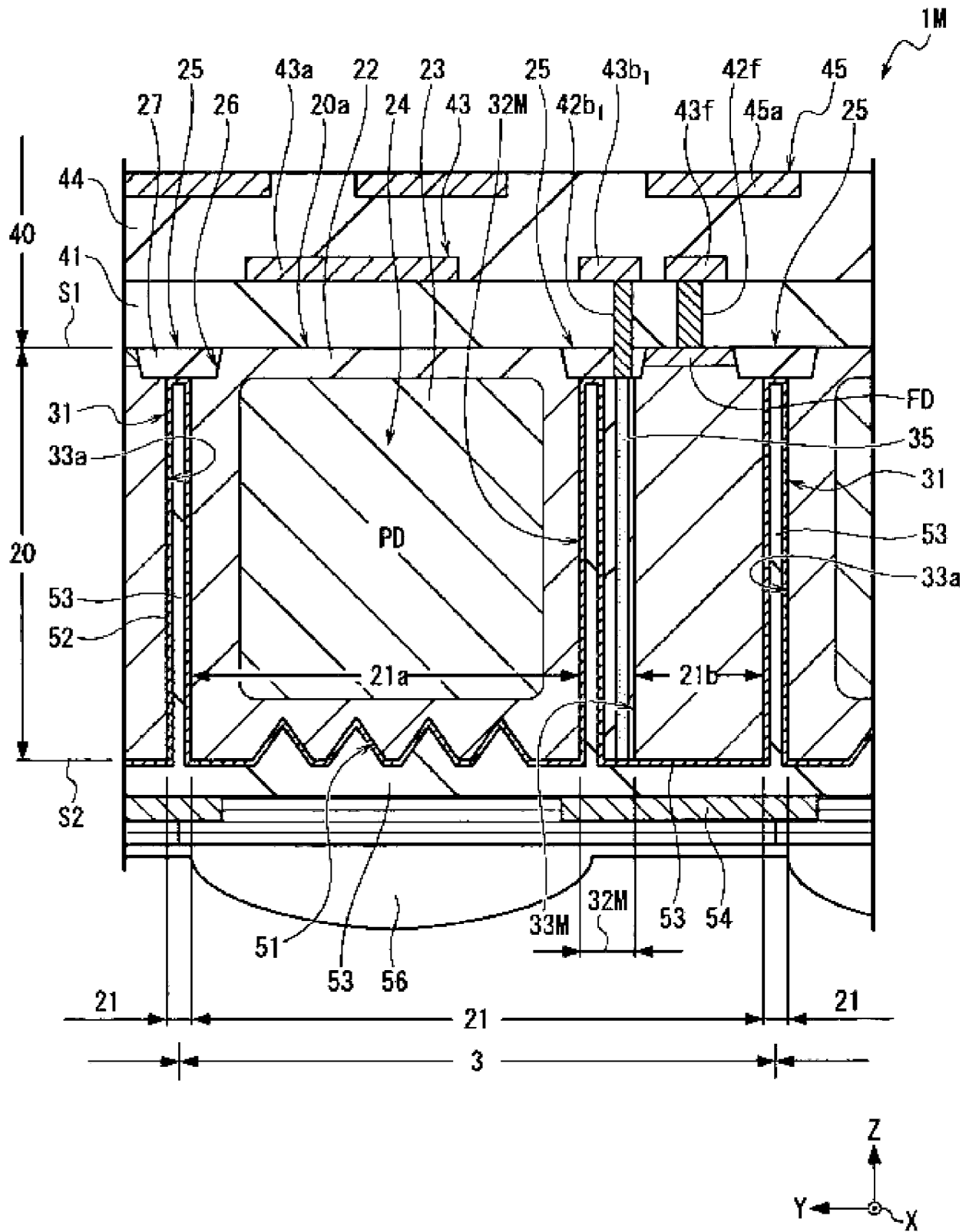


Fig. 57

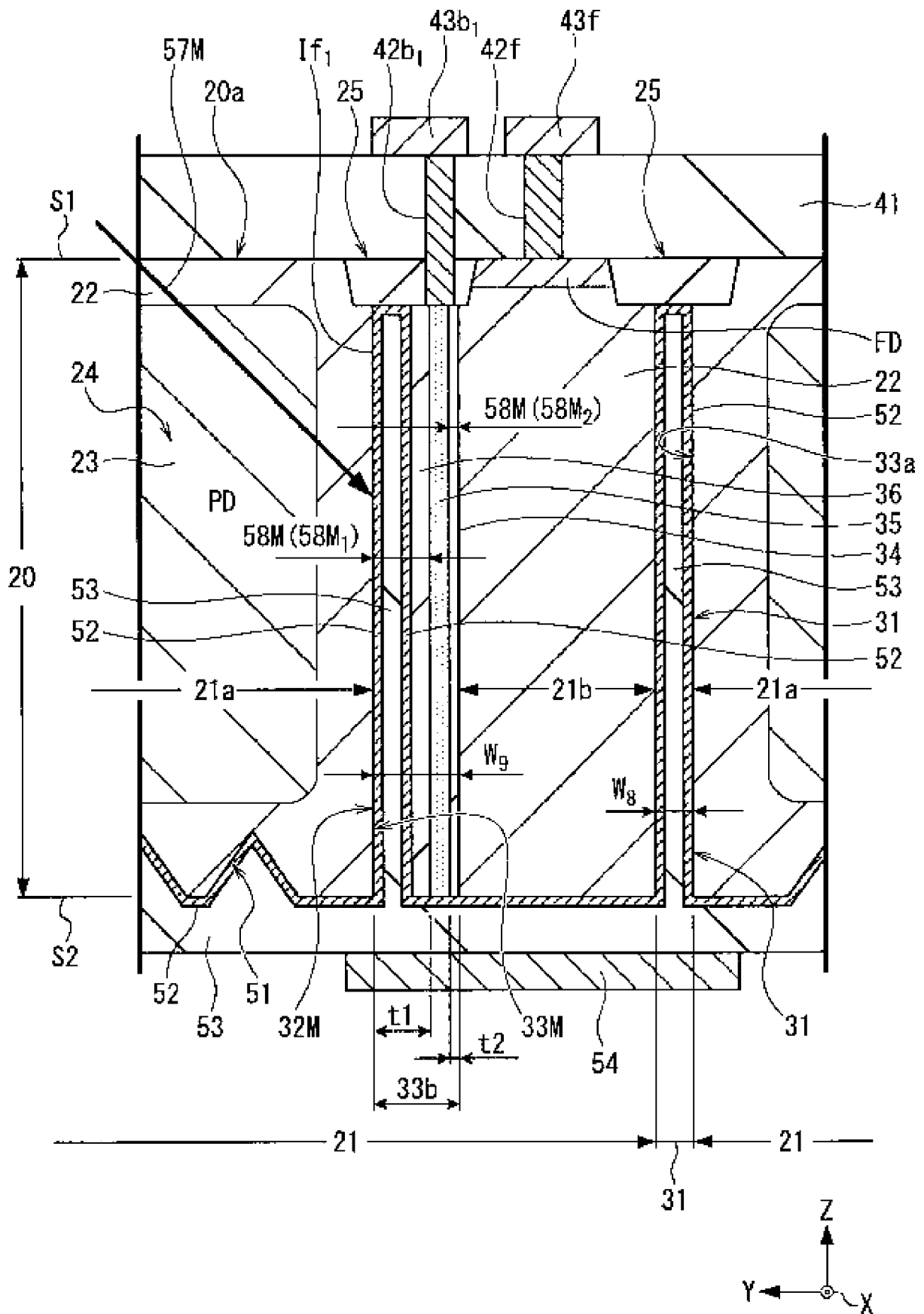


Fig. 58

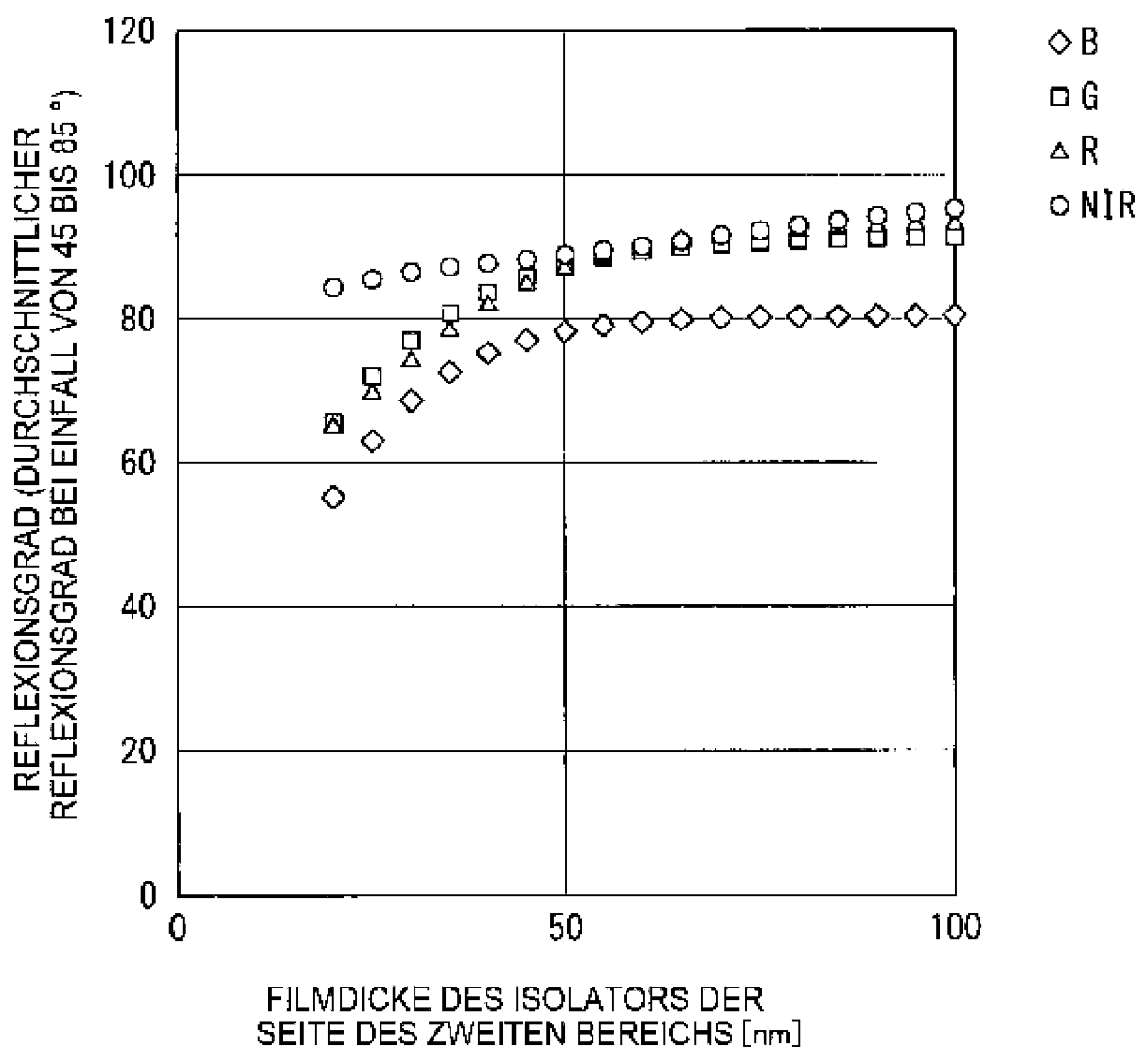


Fig. 59A

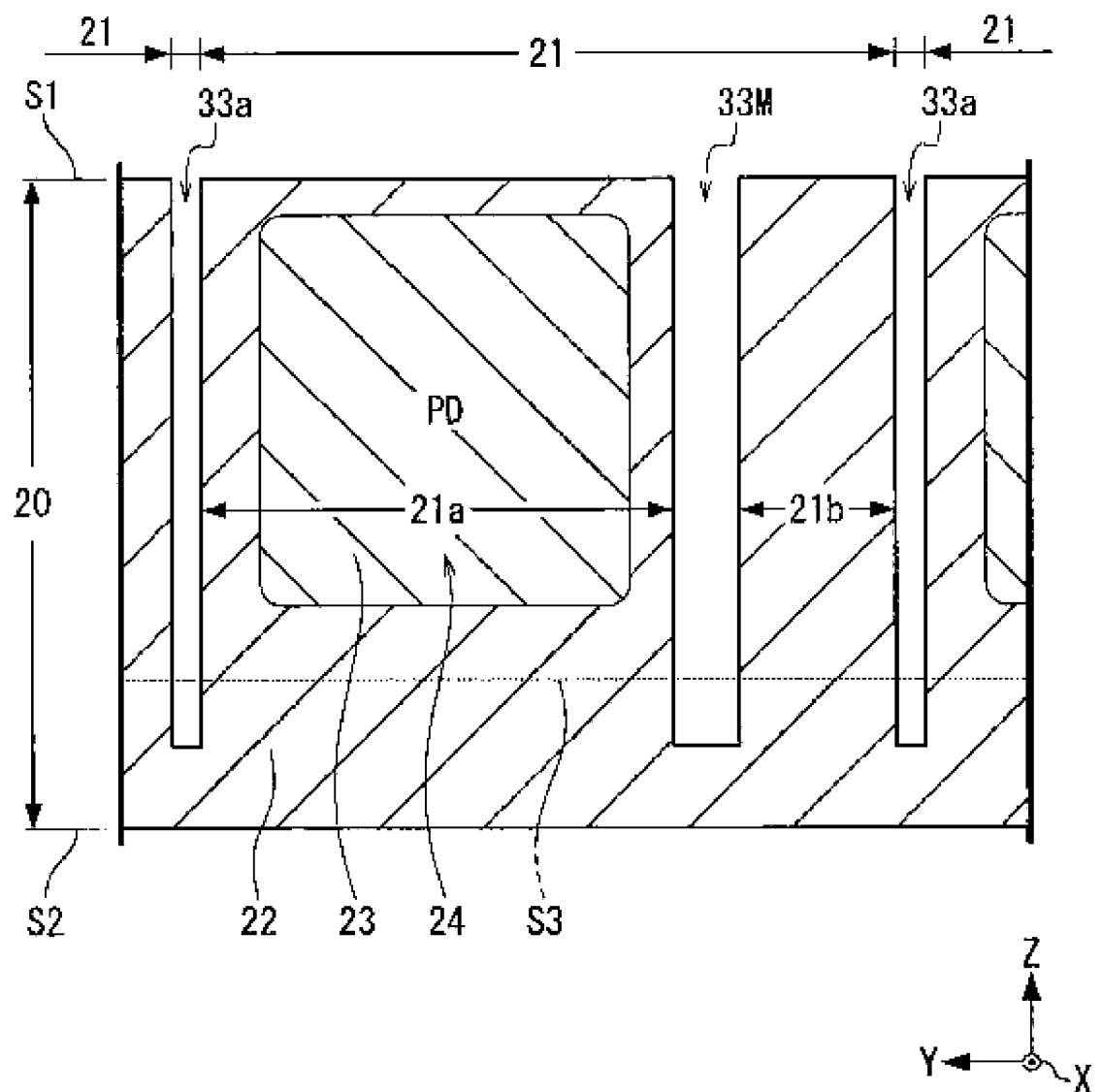


Fig. 59B

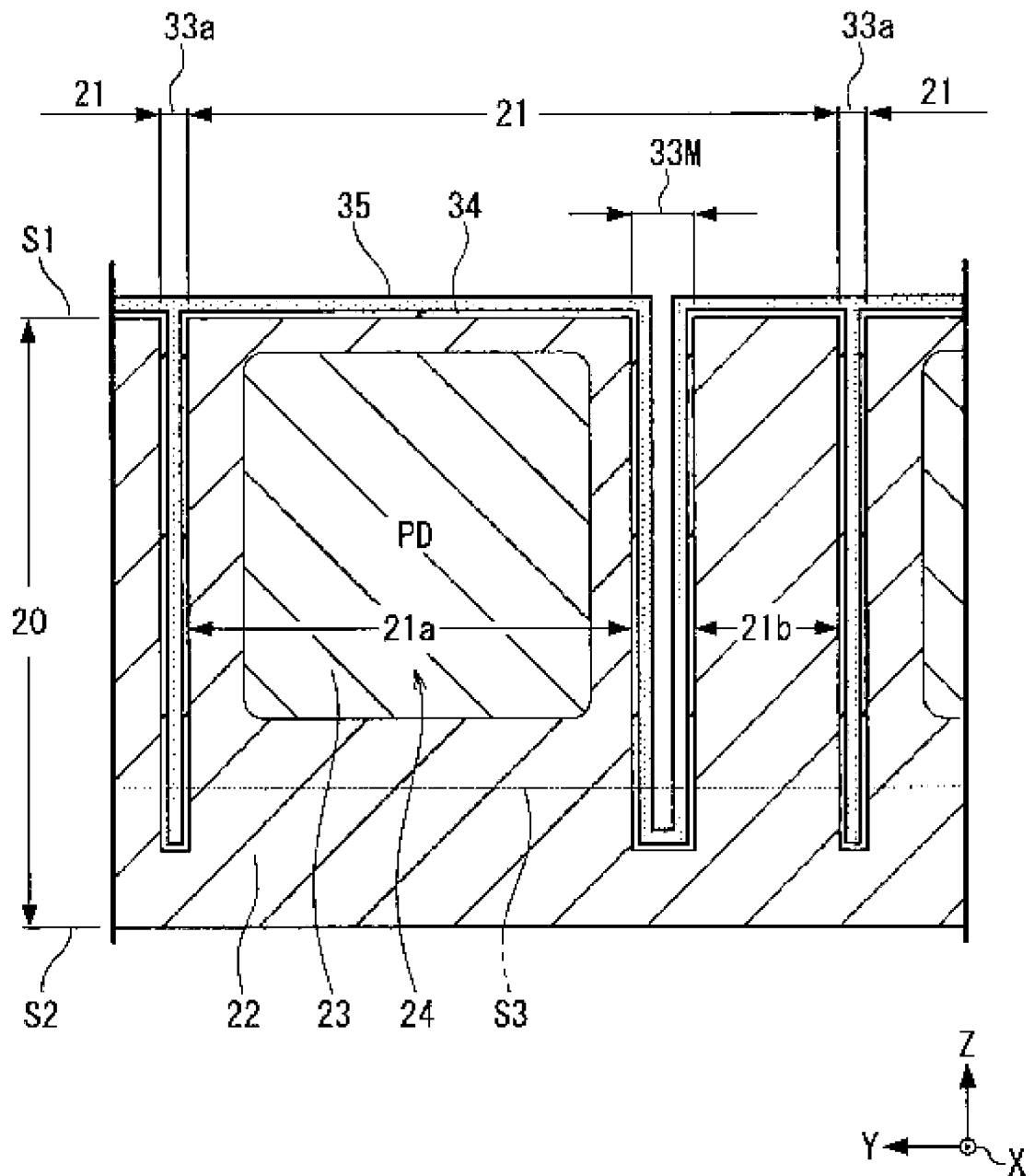


Fig. 59C

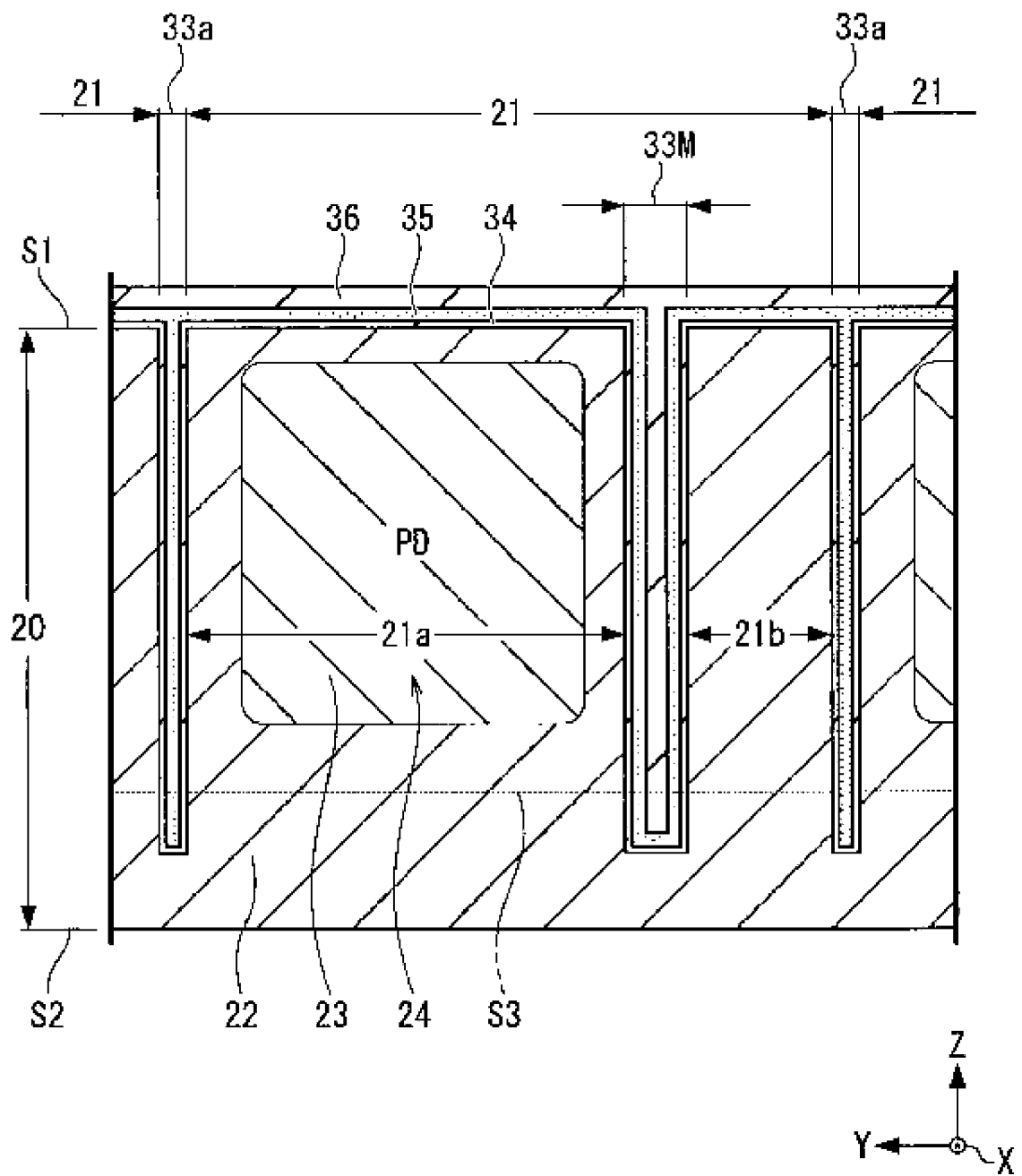


Fig. 59D

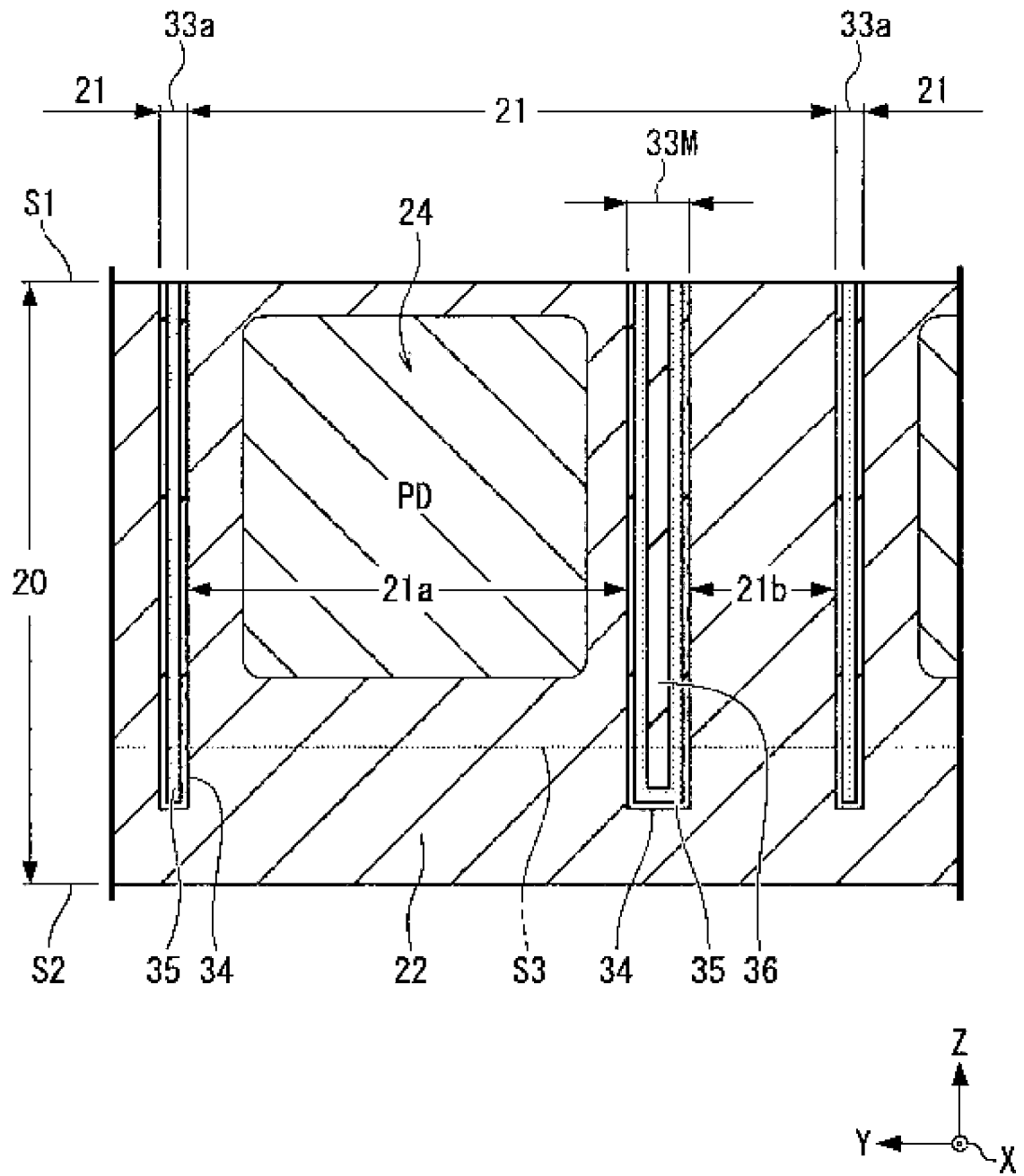


Fig. 59E

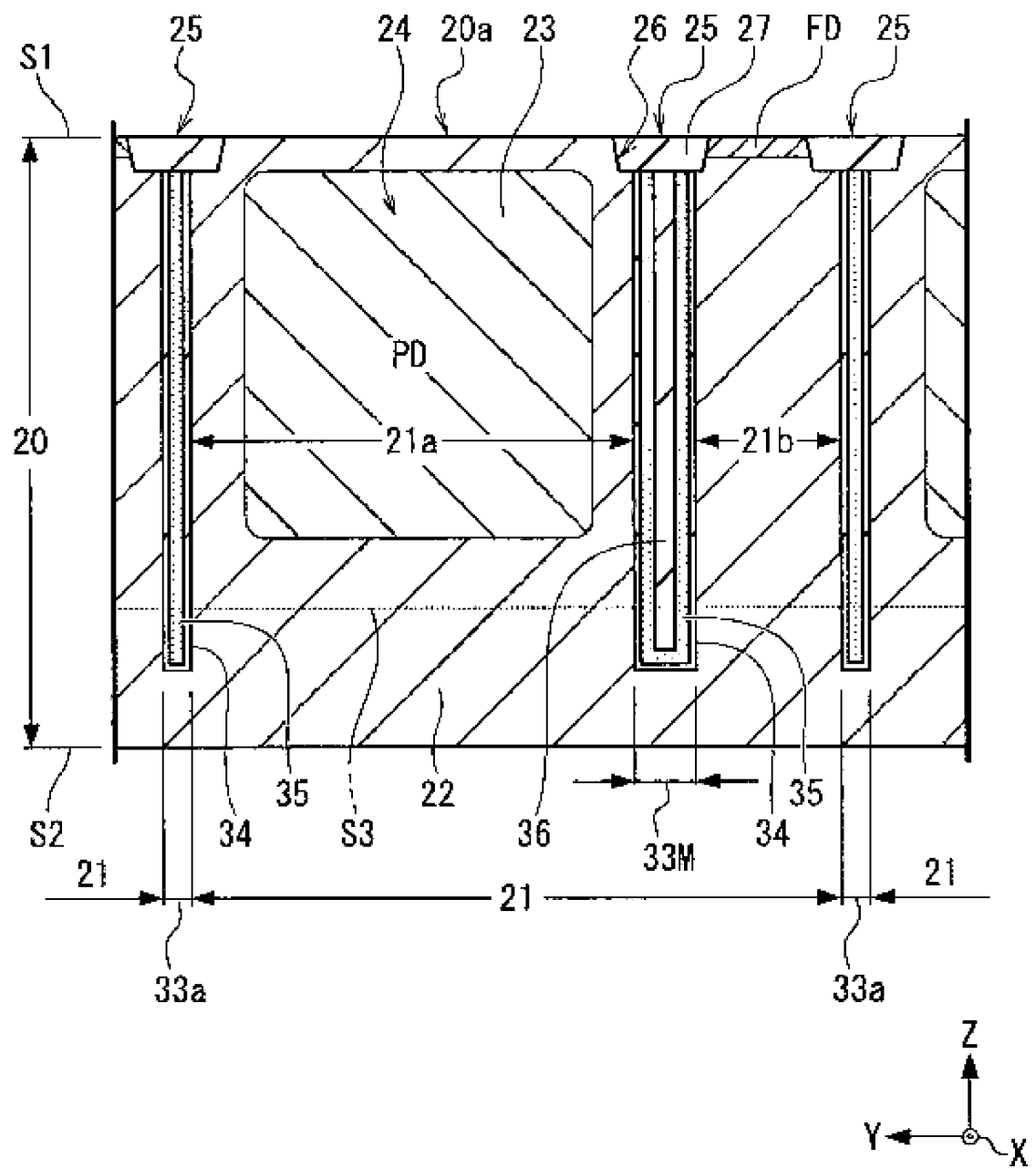


Fig. 59F

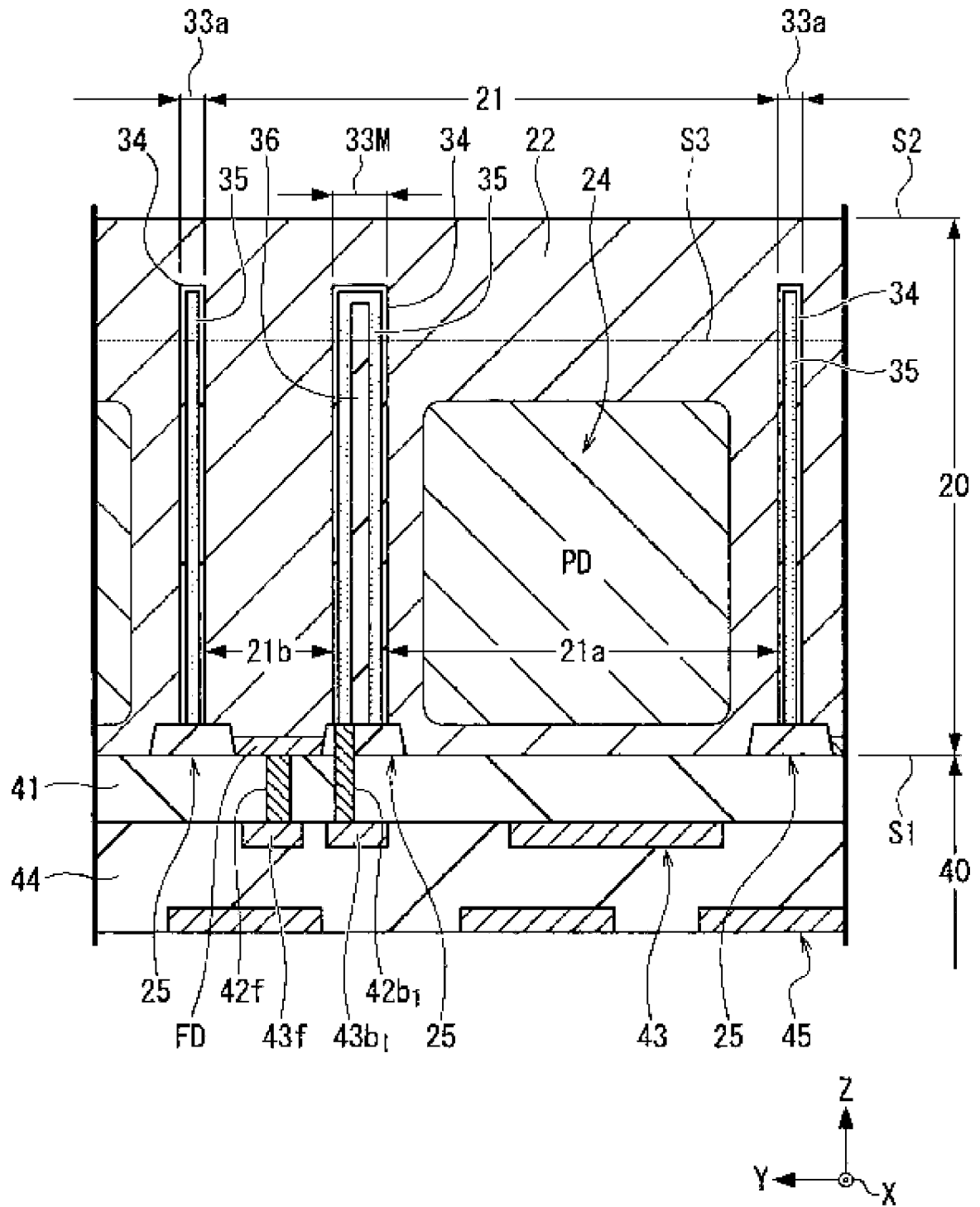


Fig. 59C

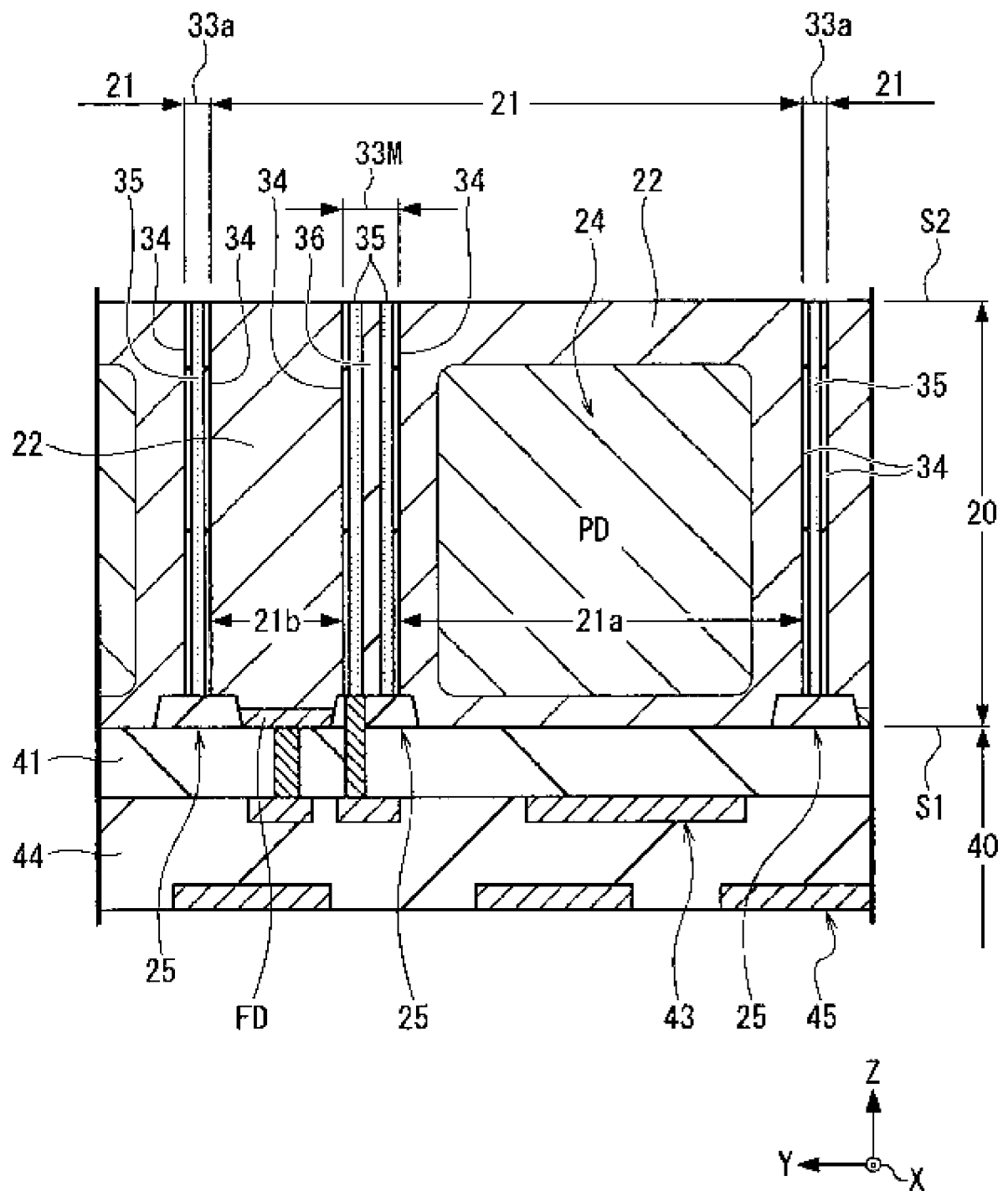


Fig. 59H

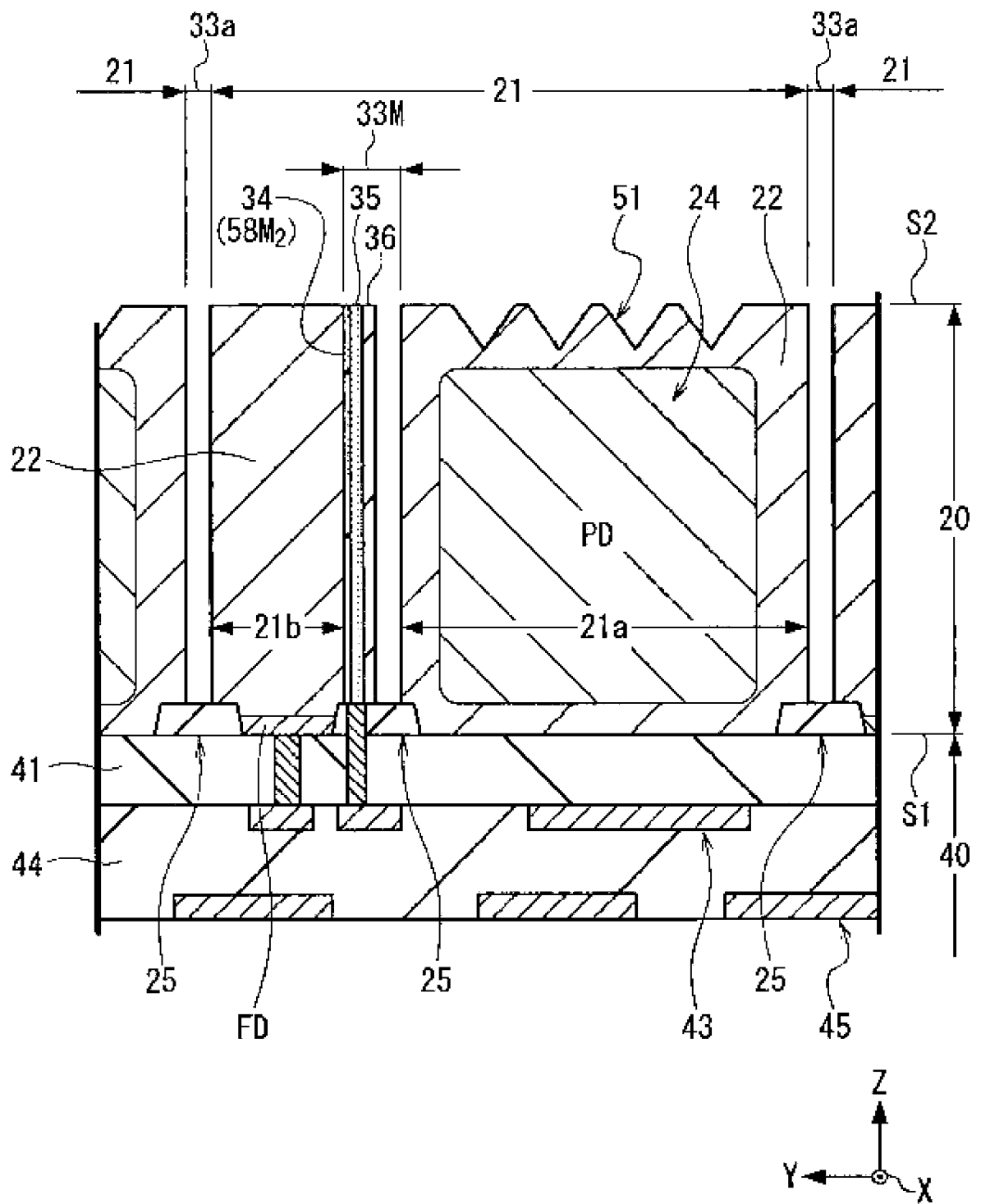


Fig. 59I

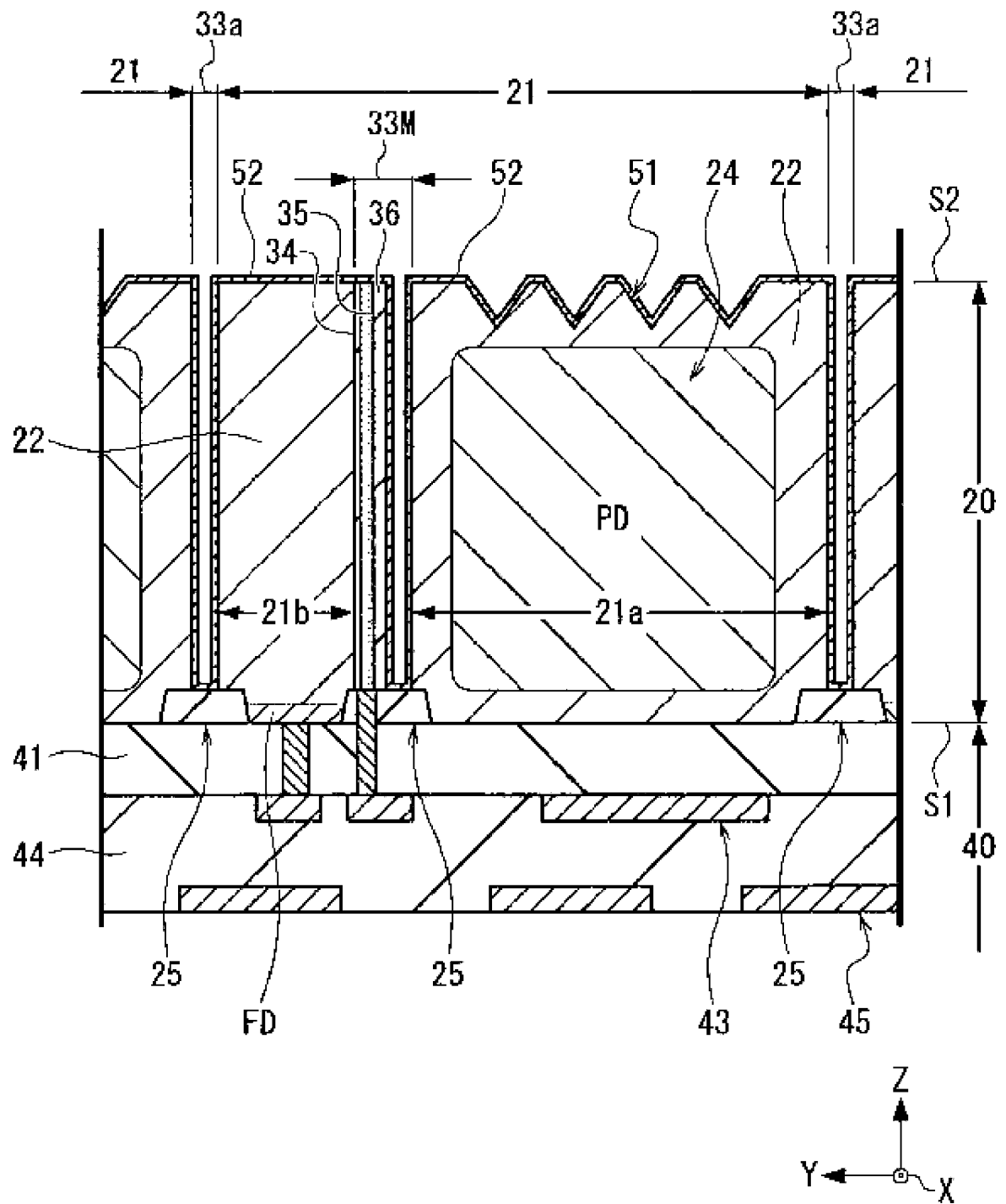


Fig. 59J

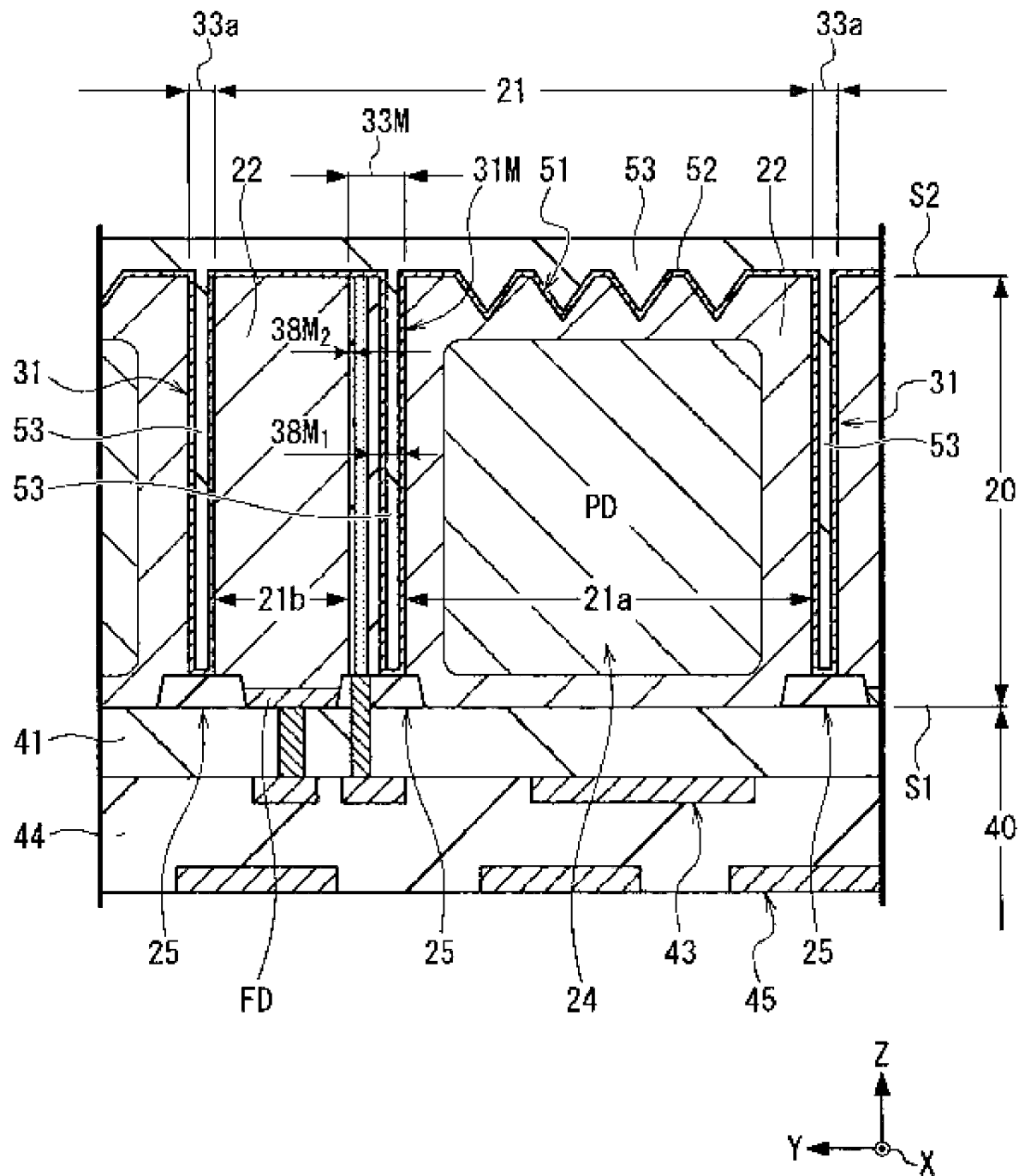


Fig. 60

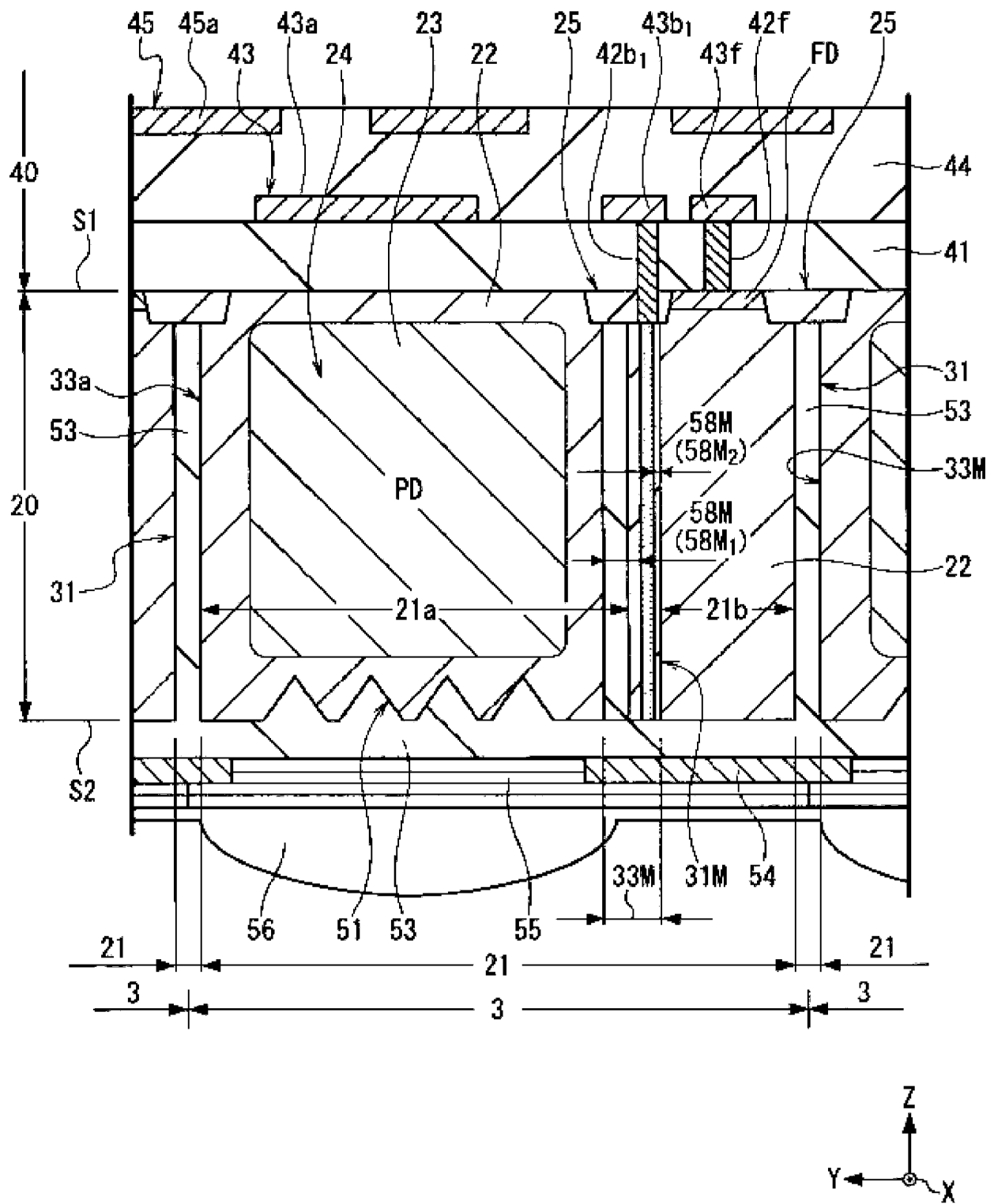


Fig. 61

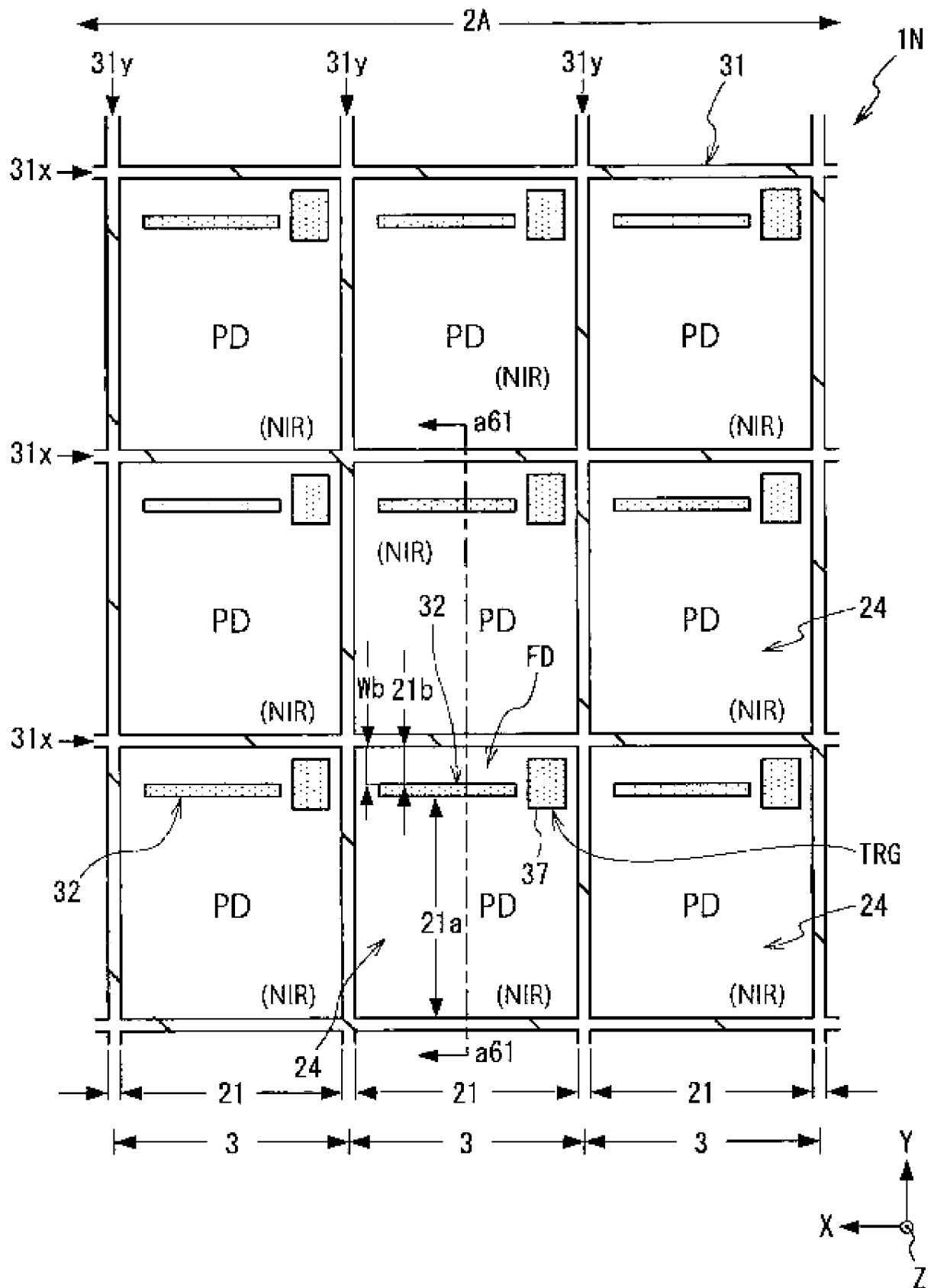


Fig. 62

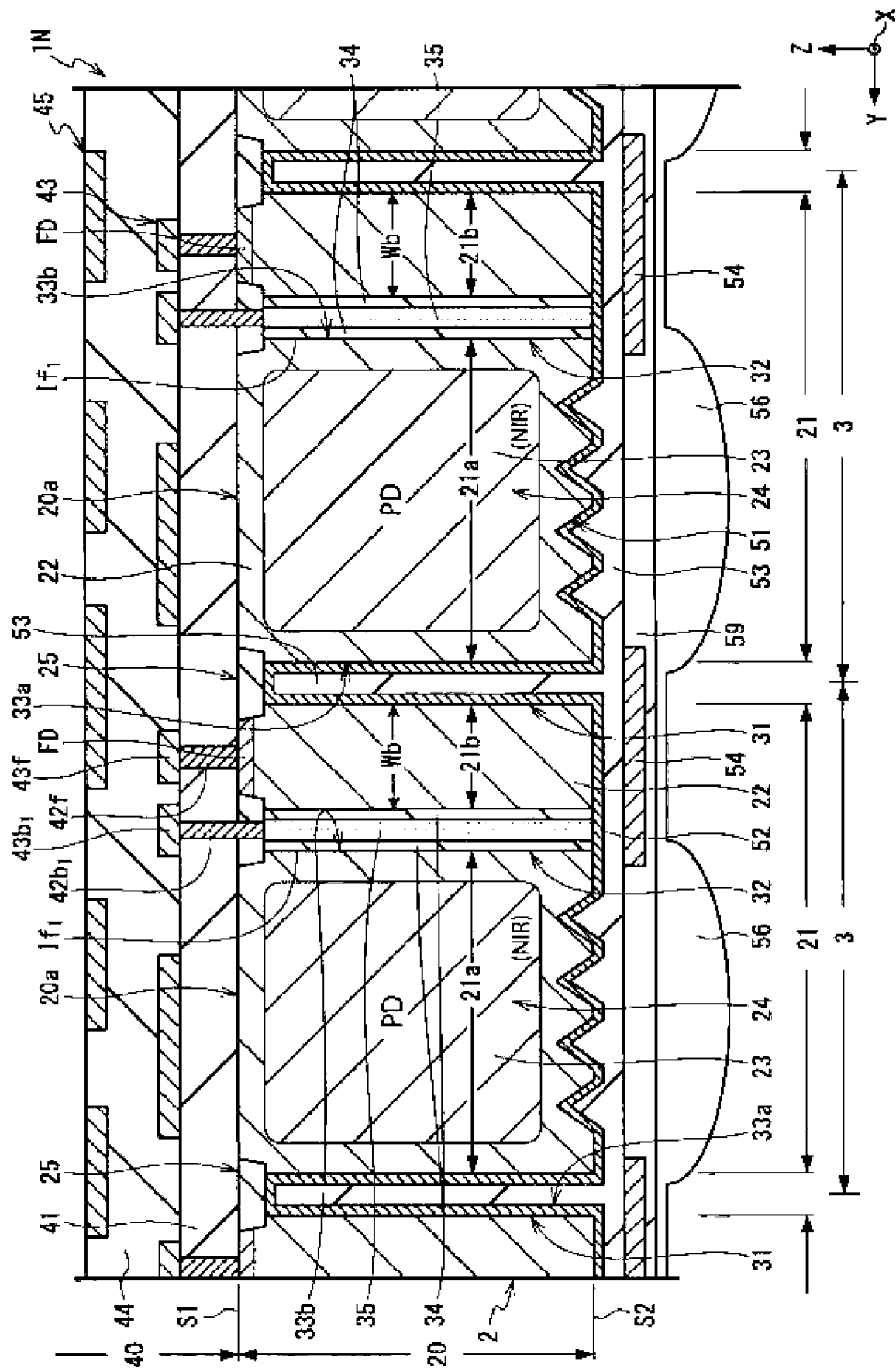


Fig. 63

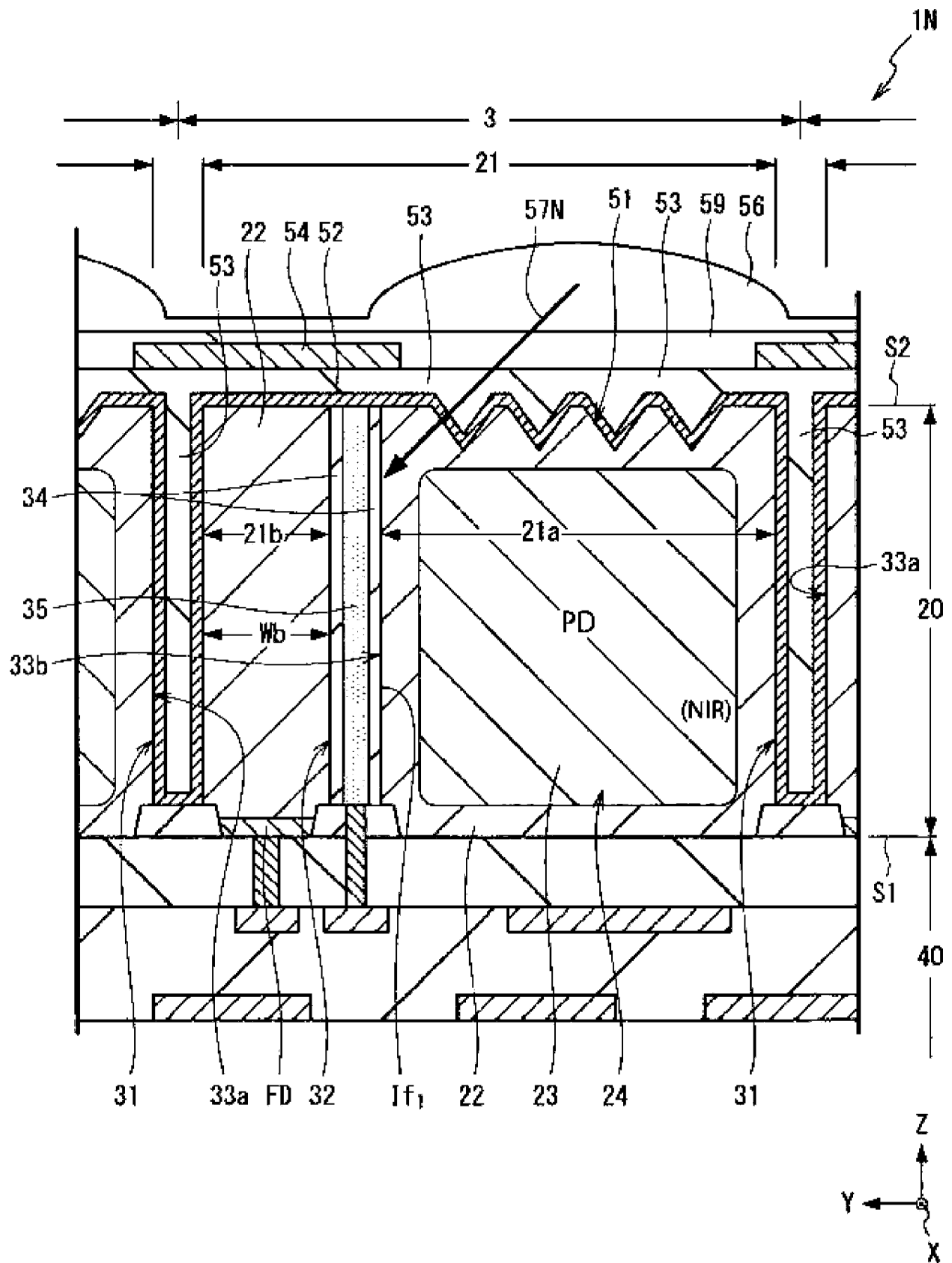


Fig. 64

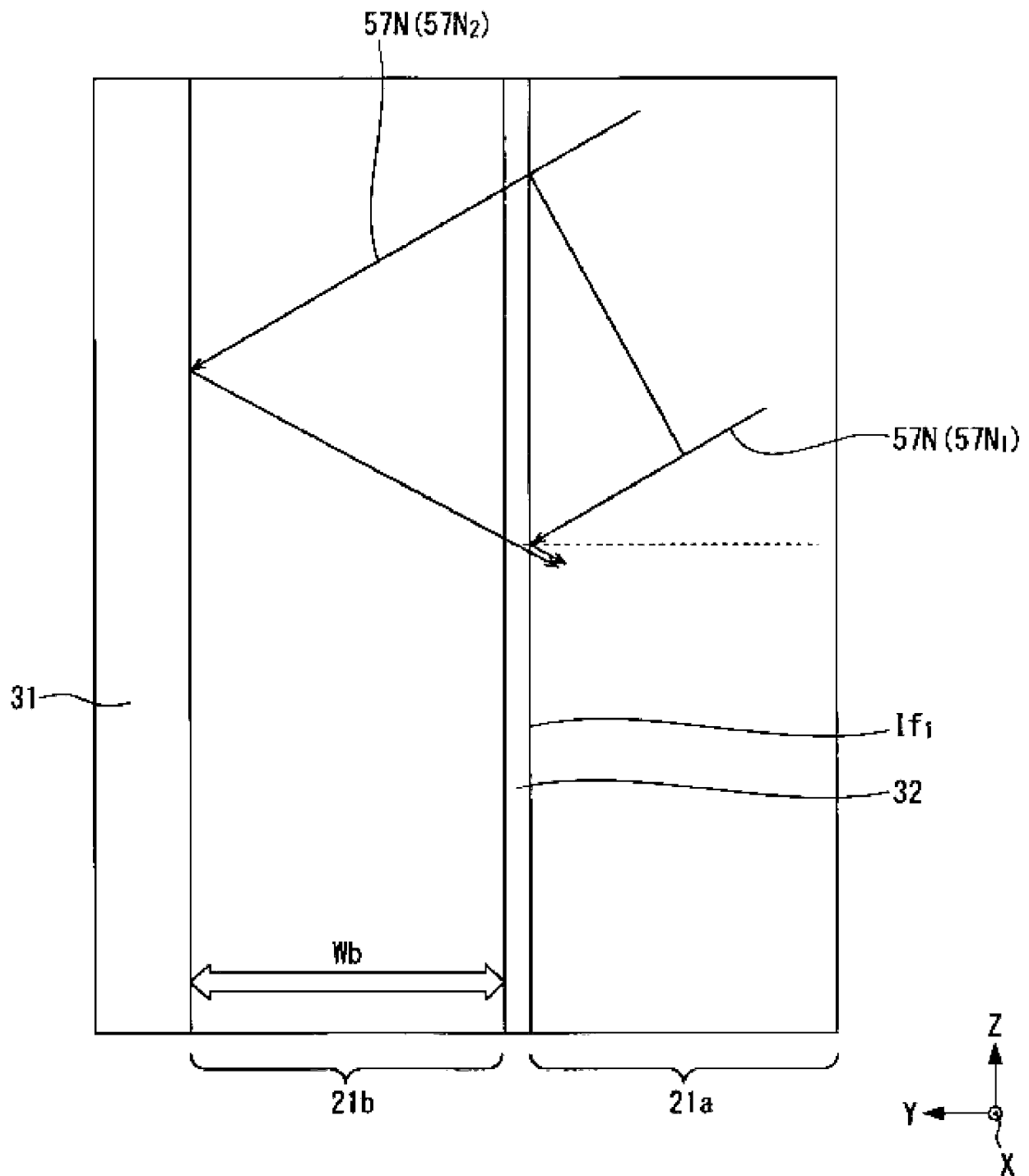


Fig. 65

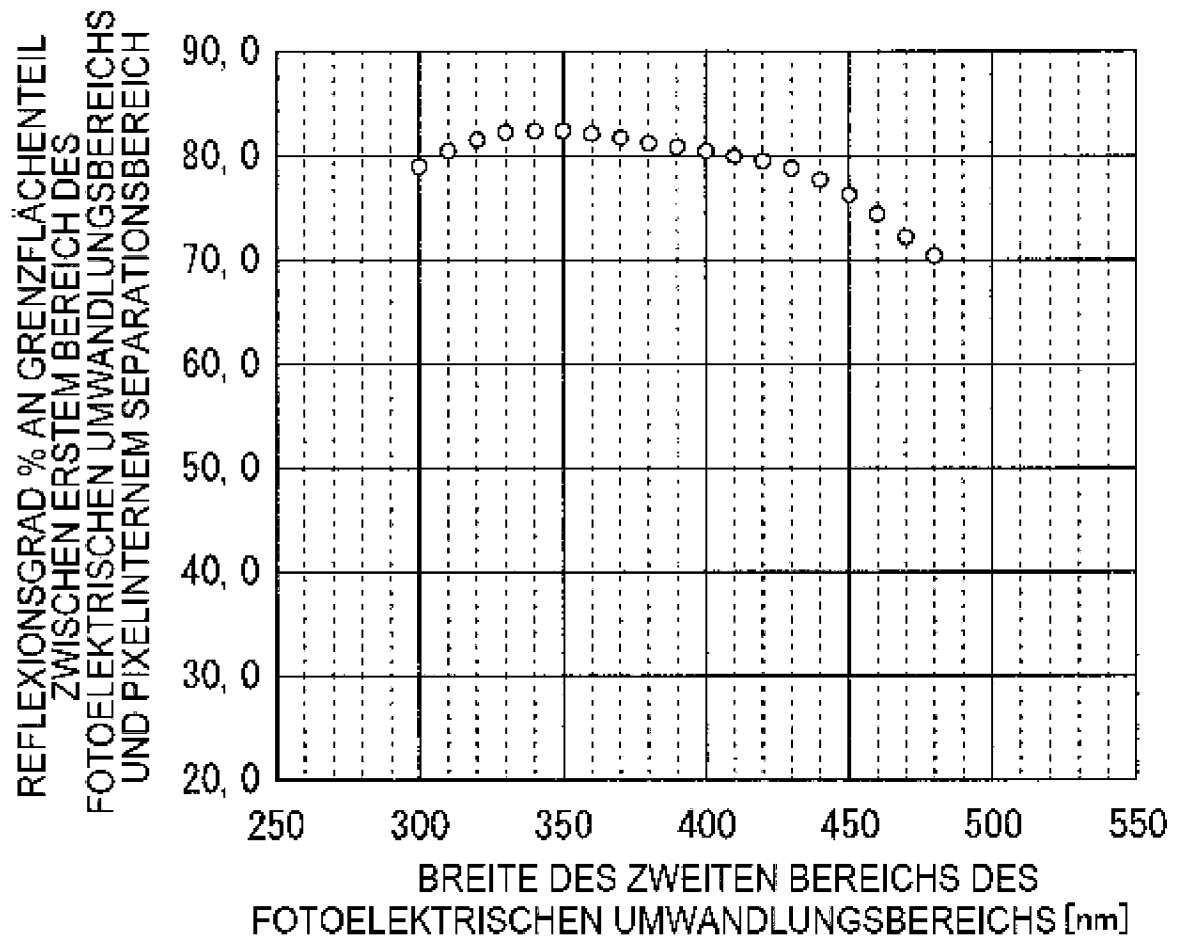


Fig. 66

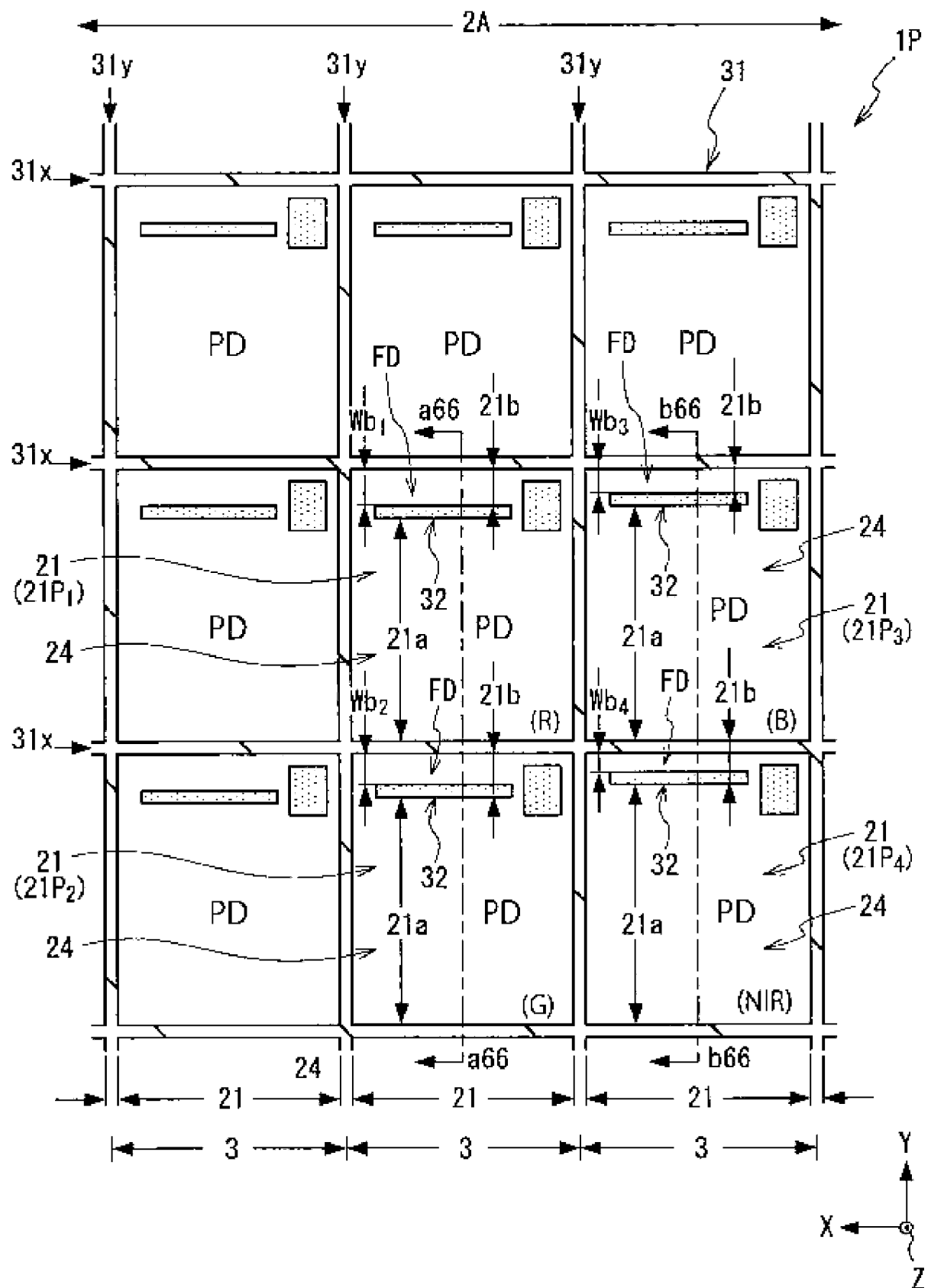


Fig. 67

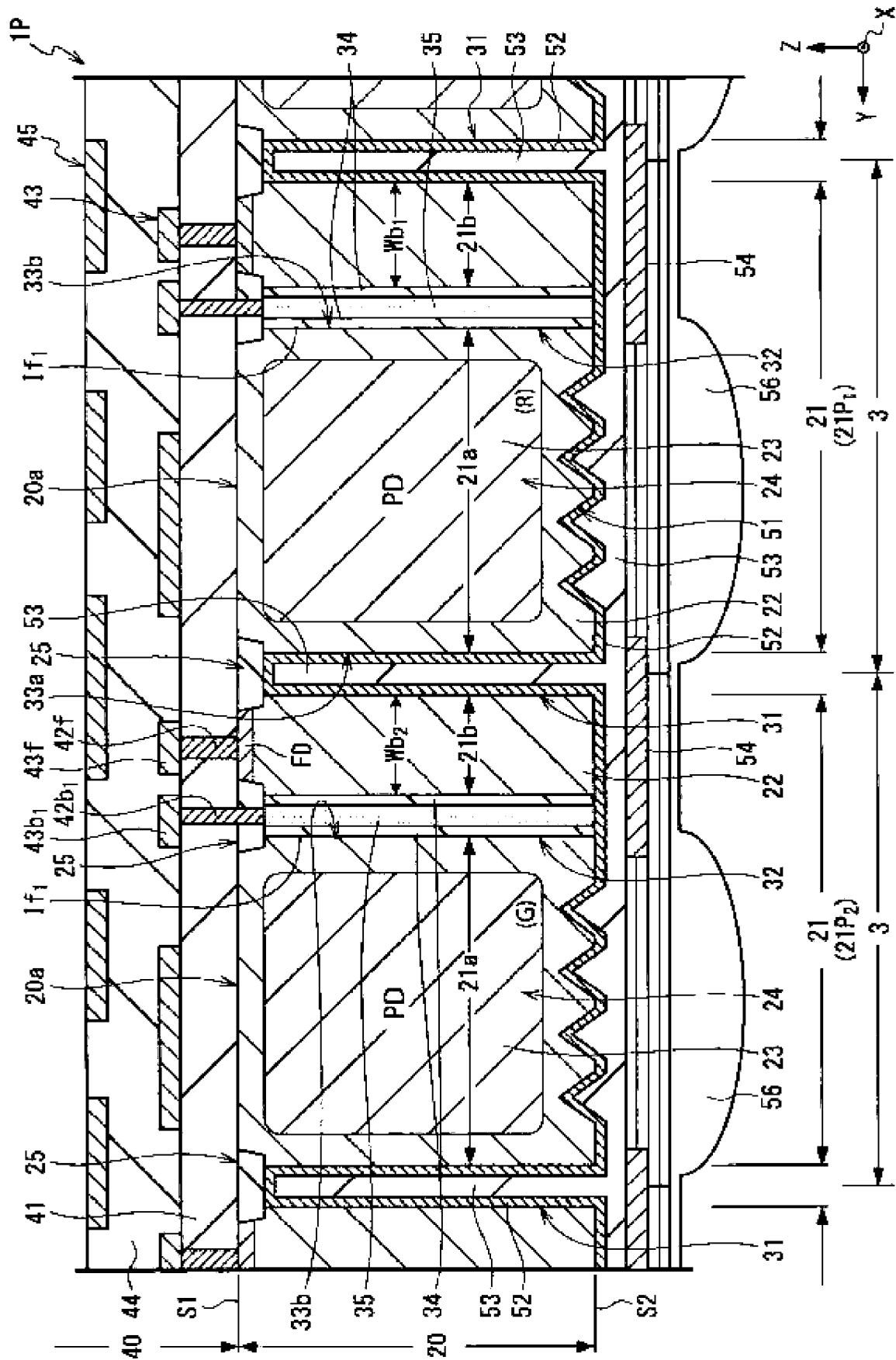


Fig. 68

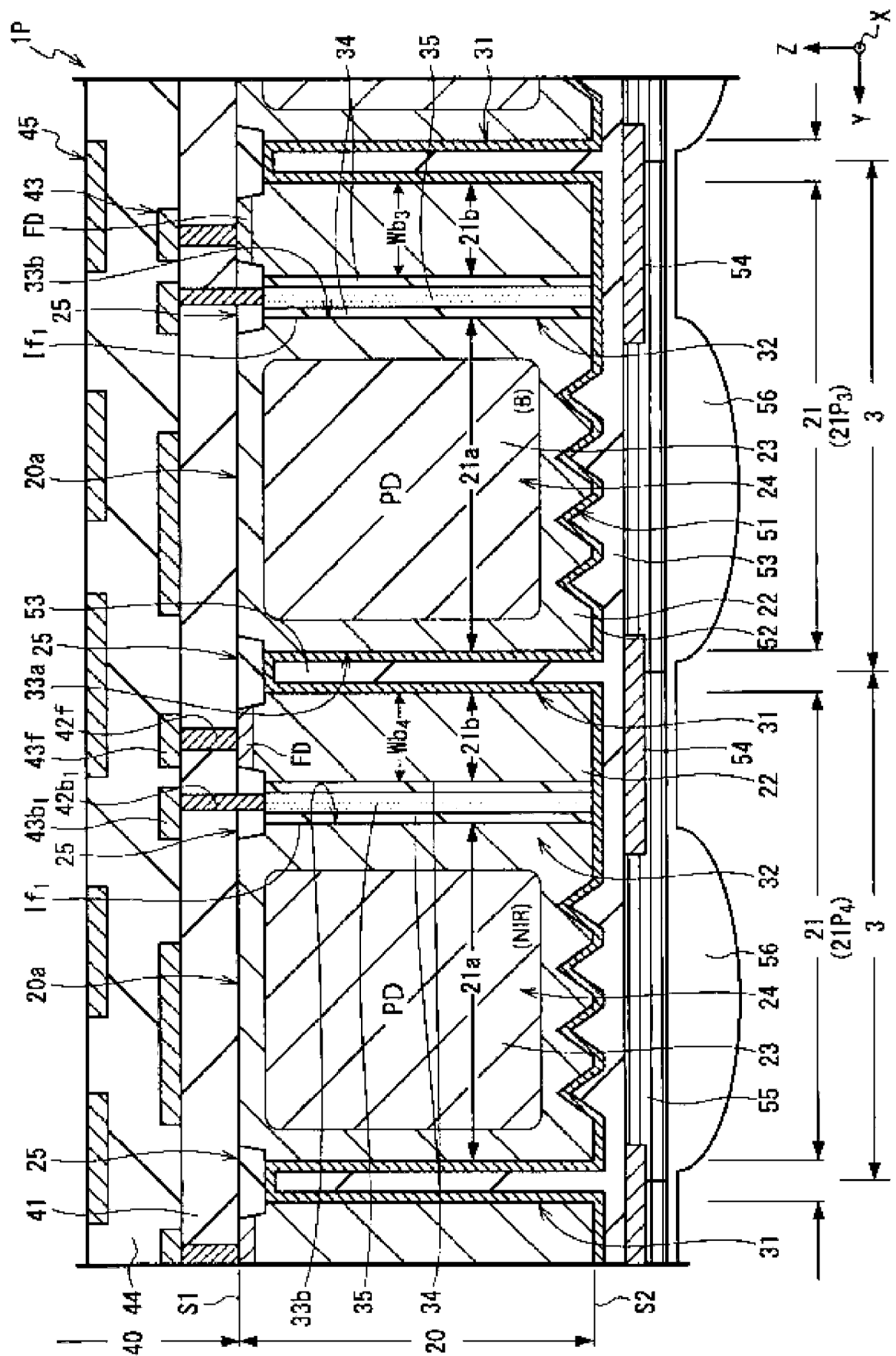


Fig. 69

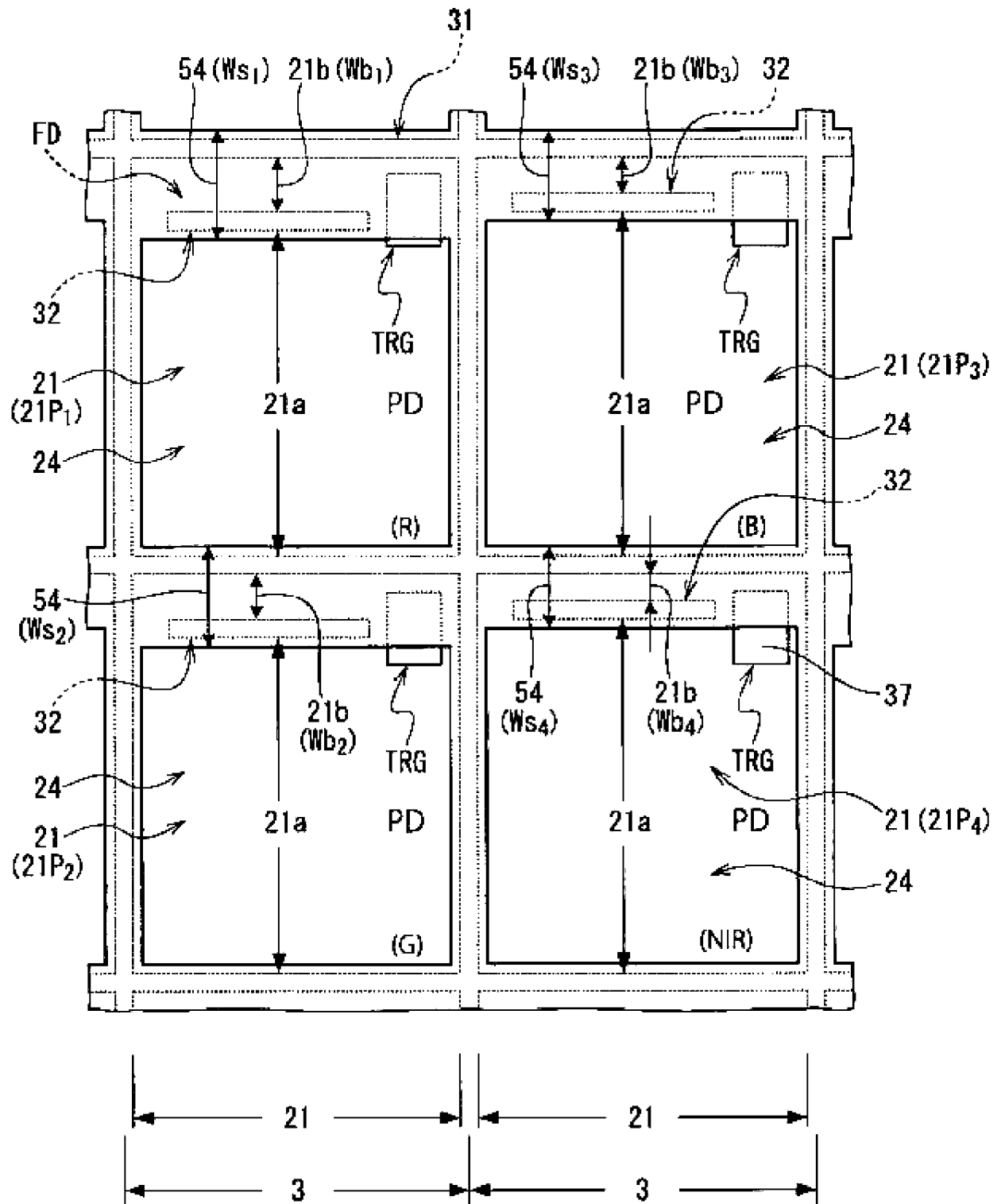


Fig. 70

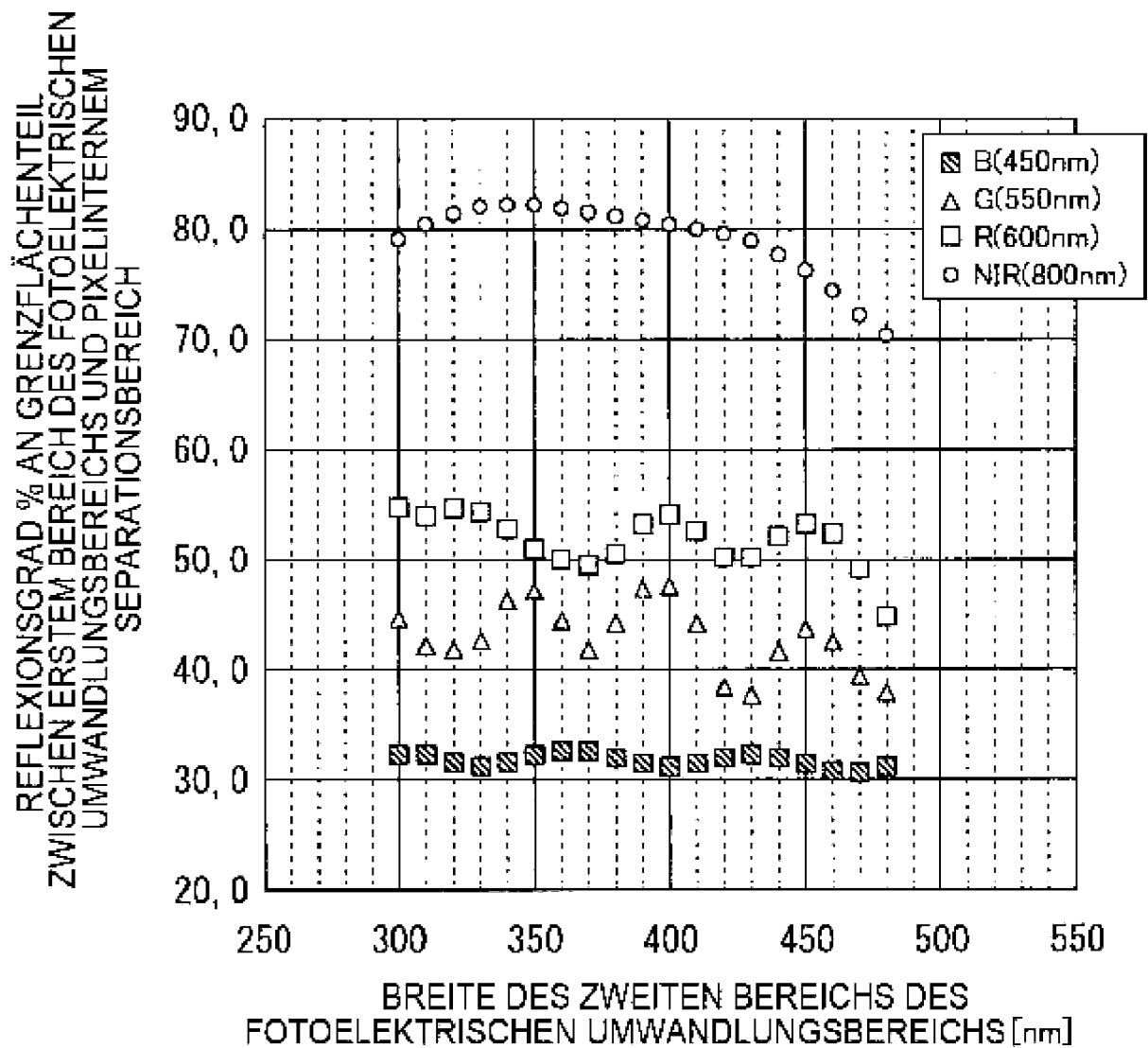


Fig. 71

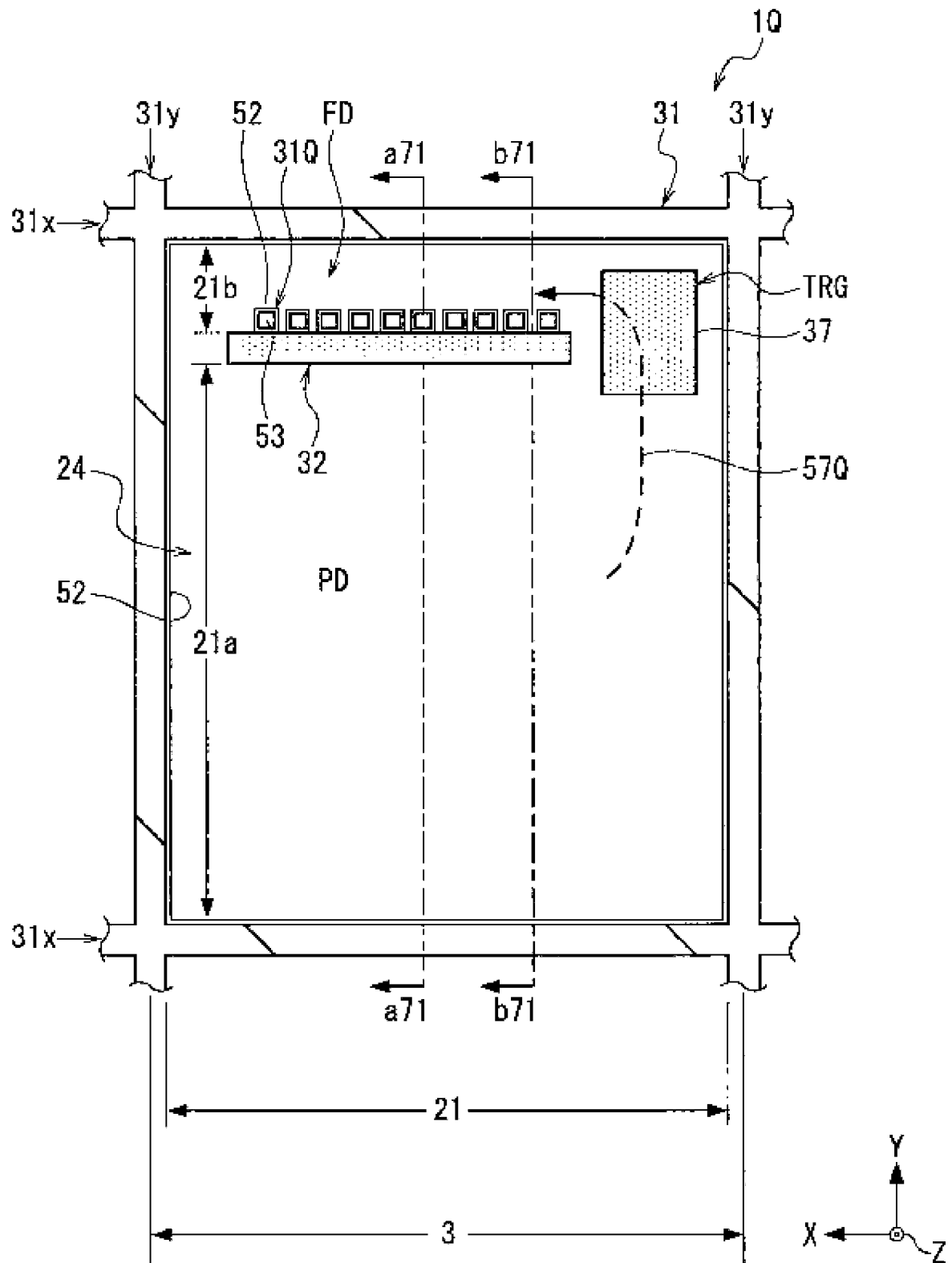


Fig. 72

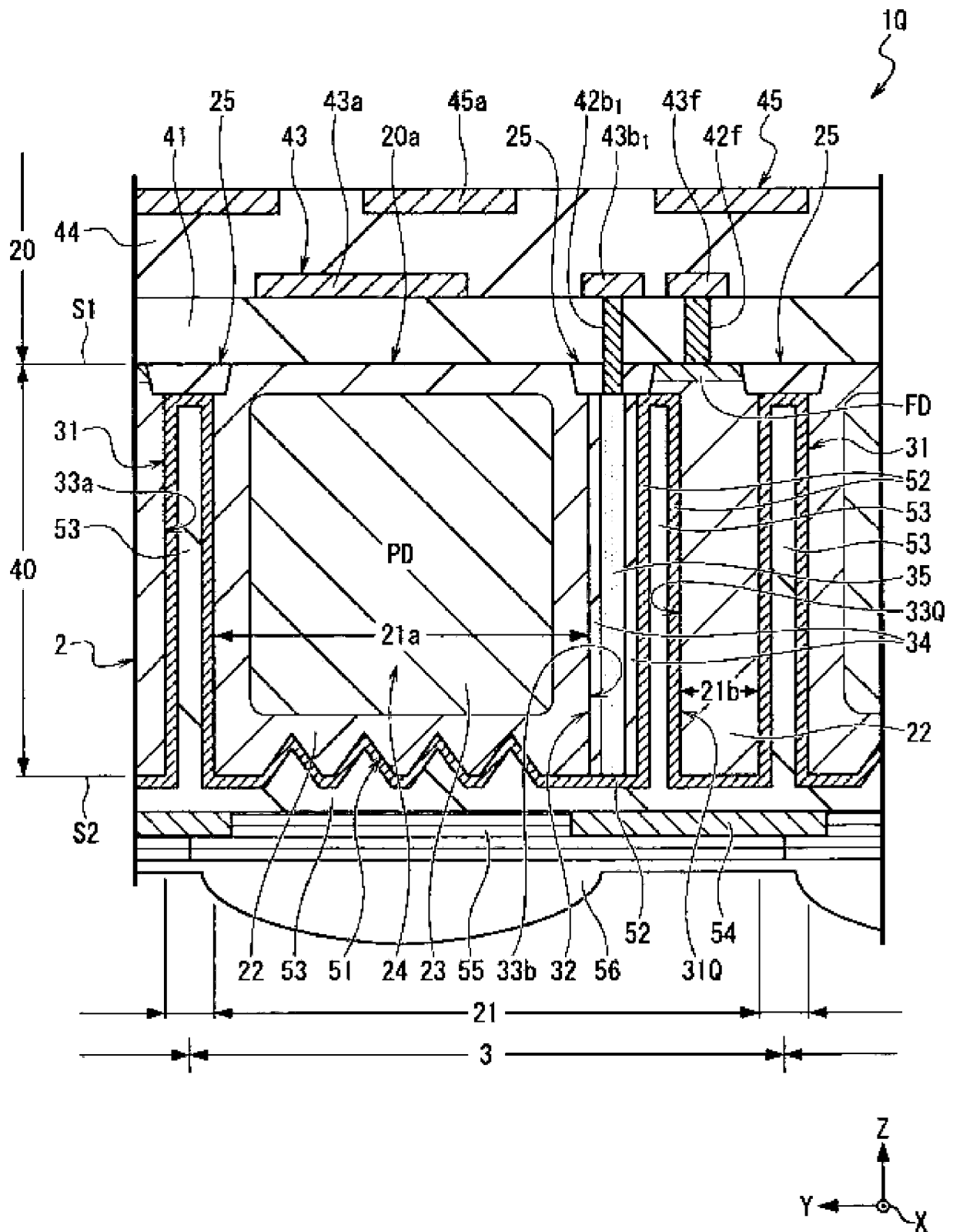


Fig. 73

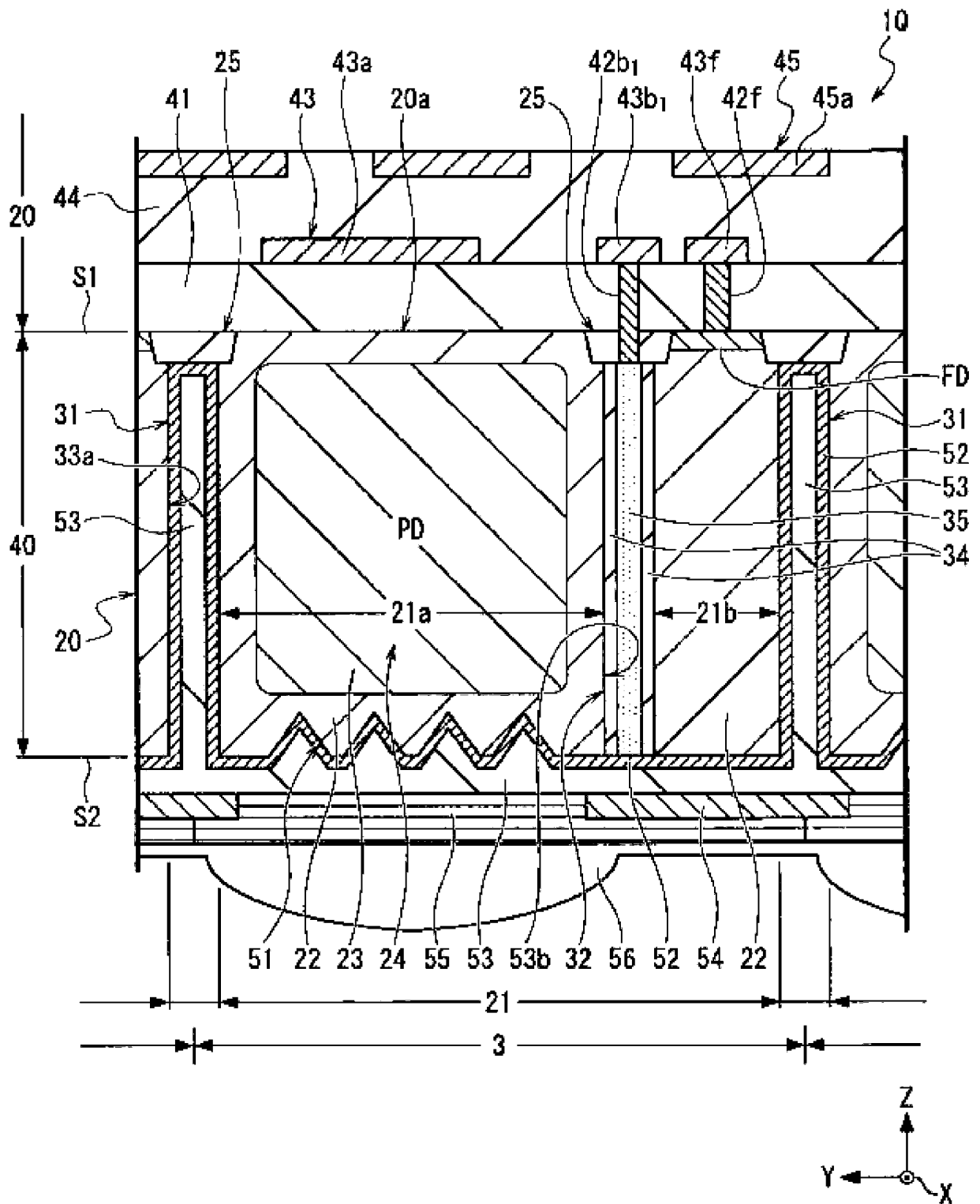


Fig. 74A

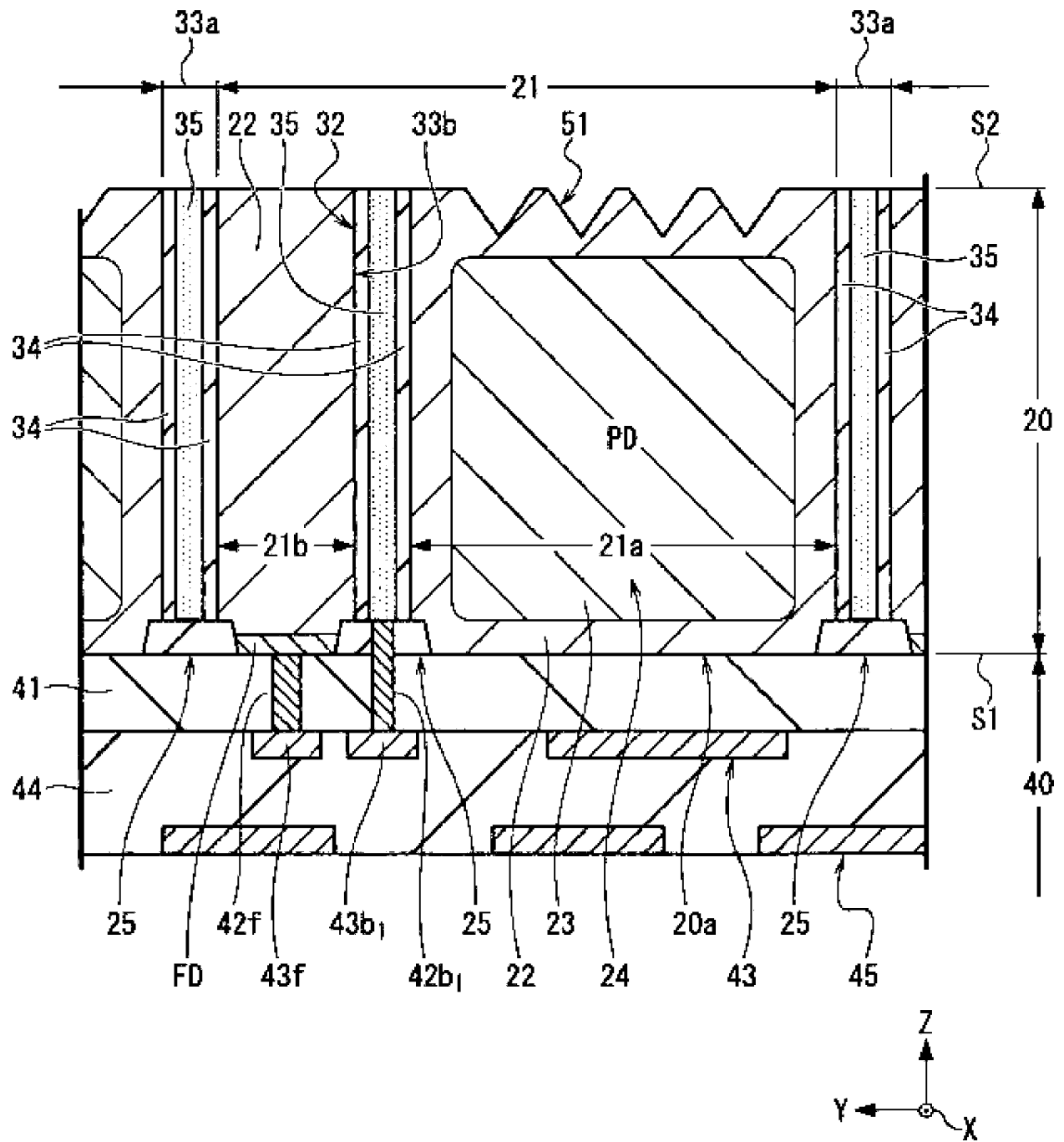


Fig. 74B

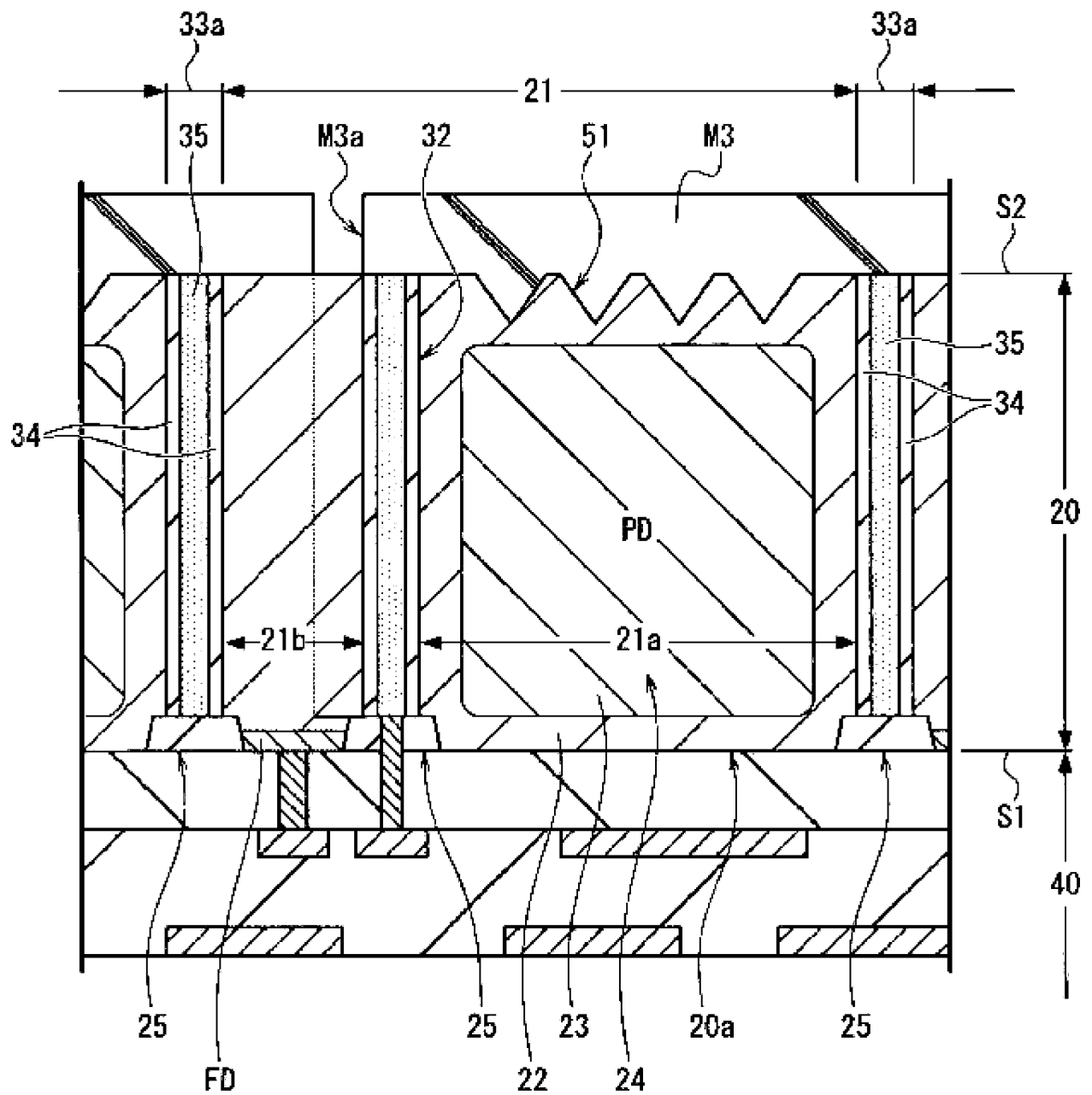


Fig. 7.10

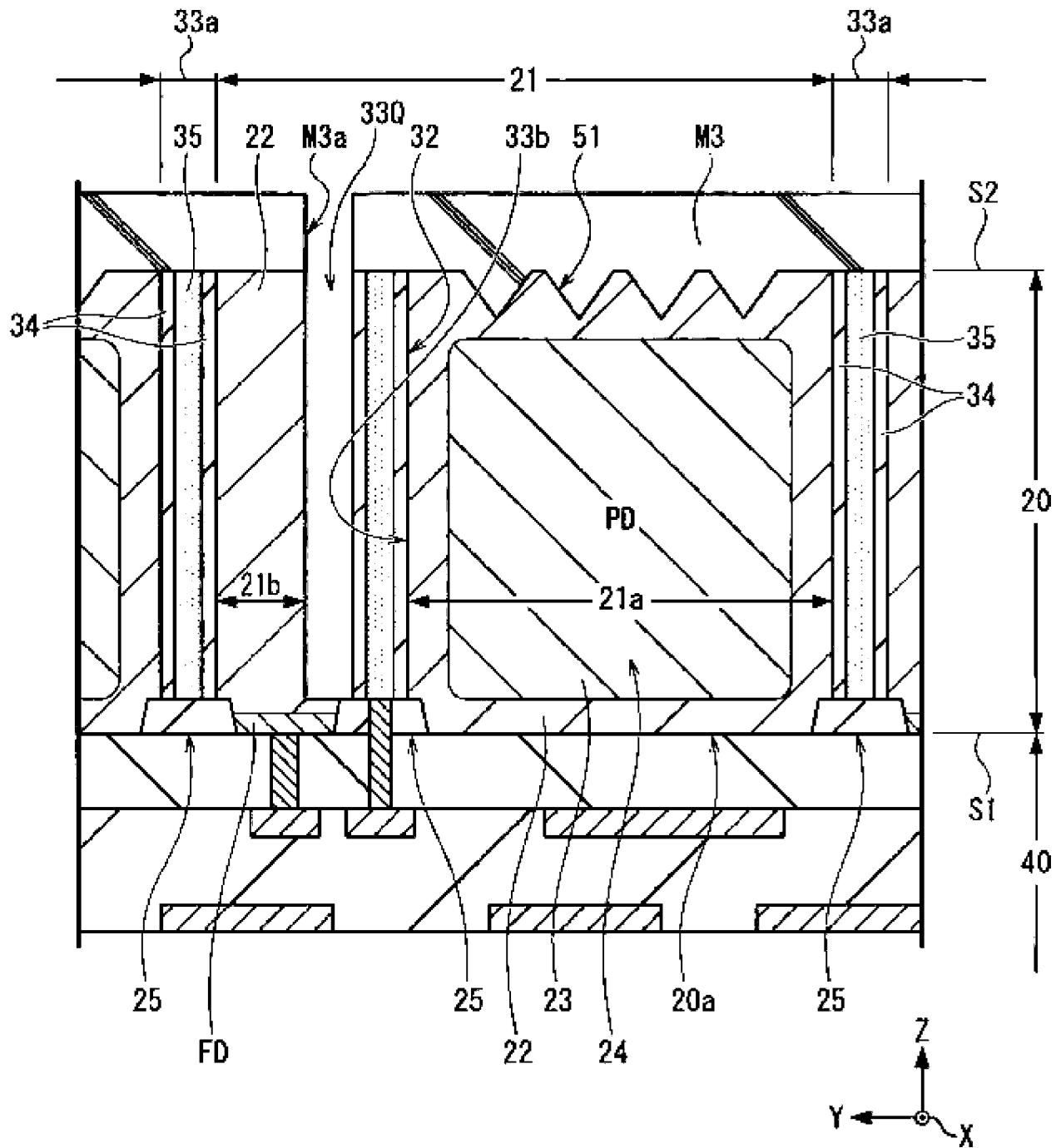


Fig. 74D

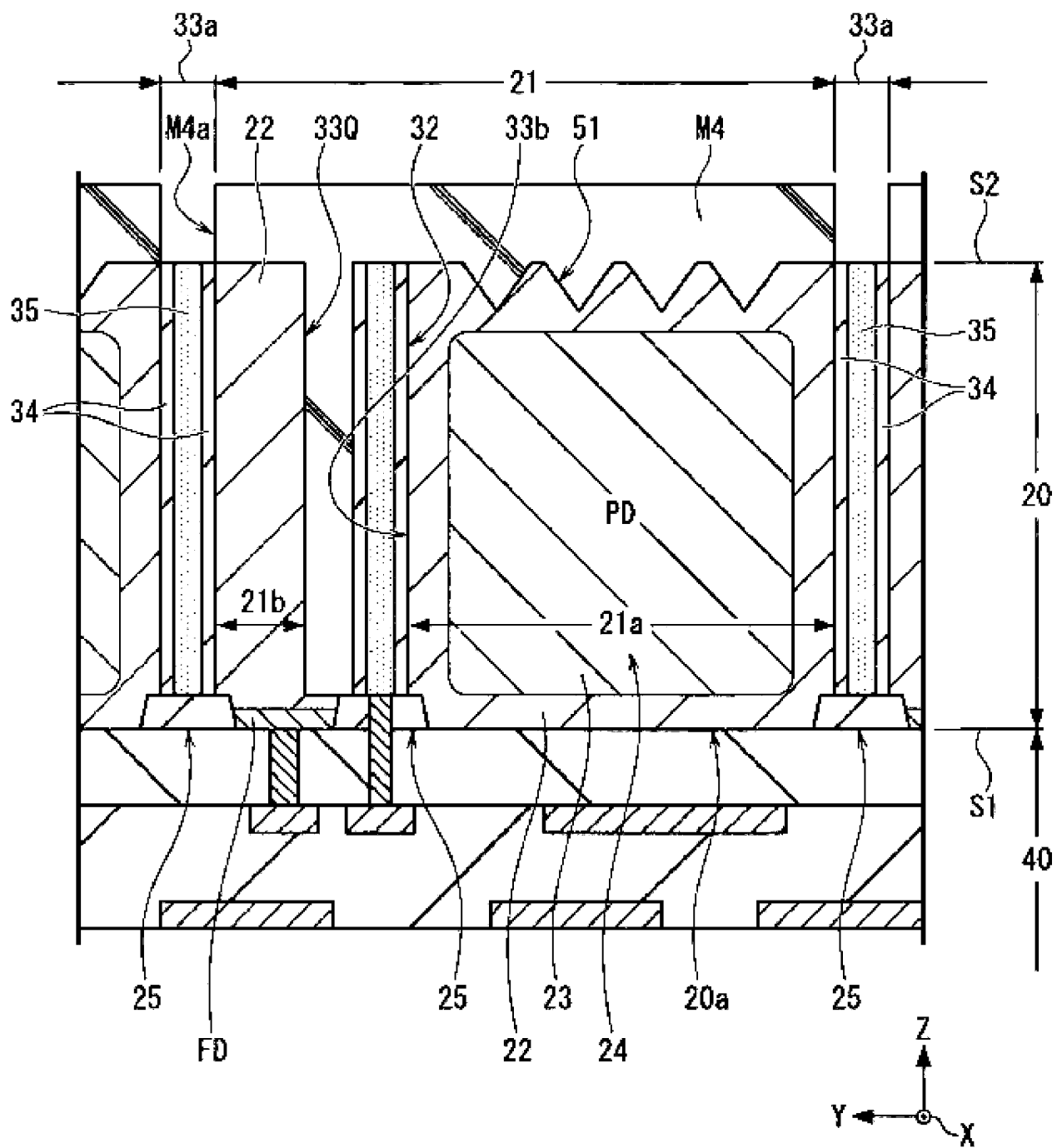


Fig. 74E

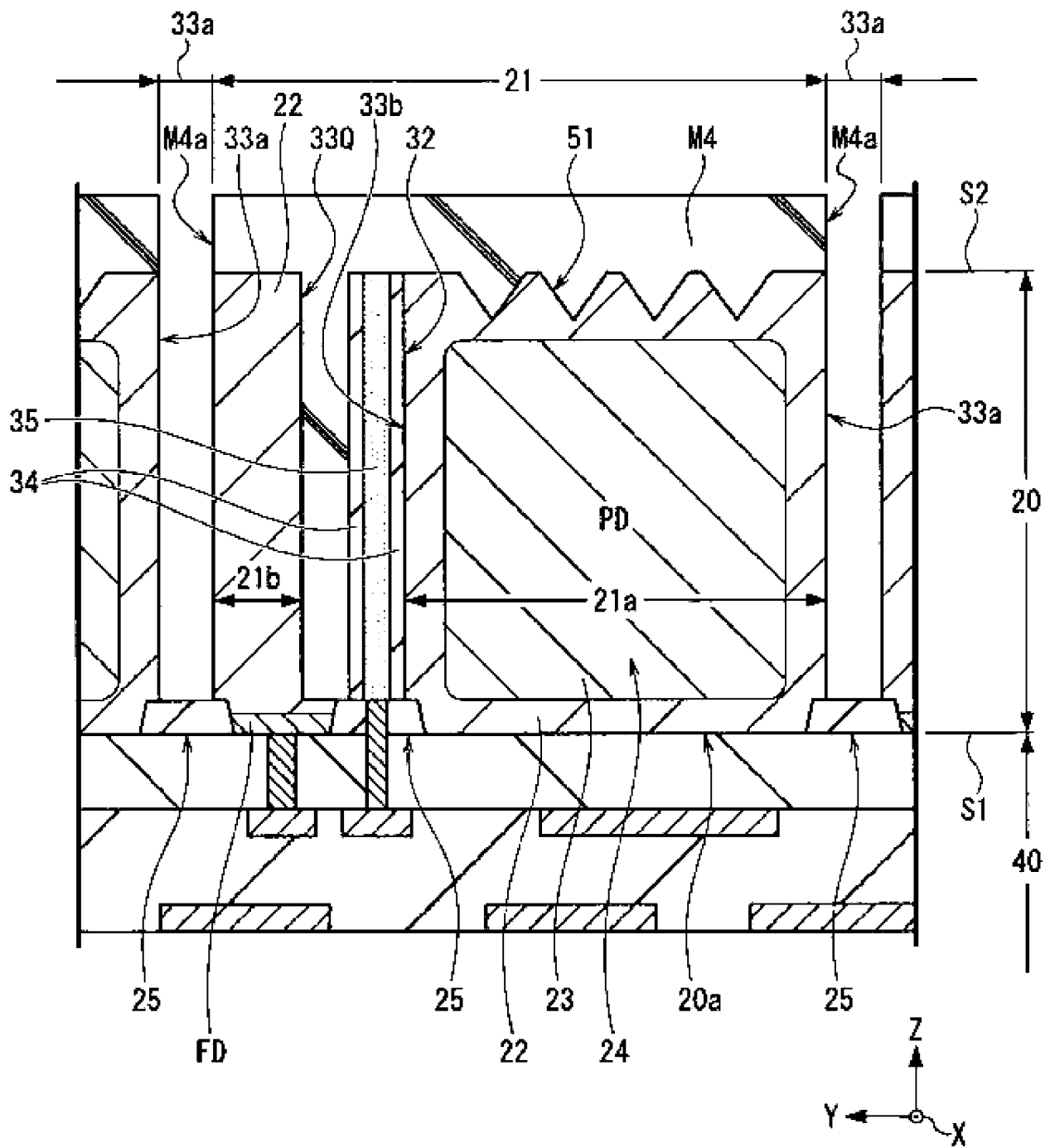


Fig. 74F

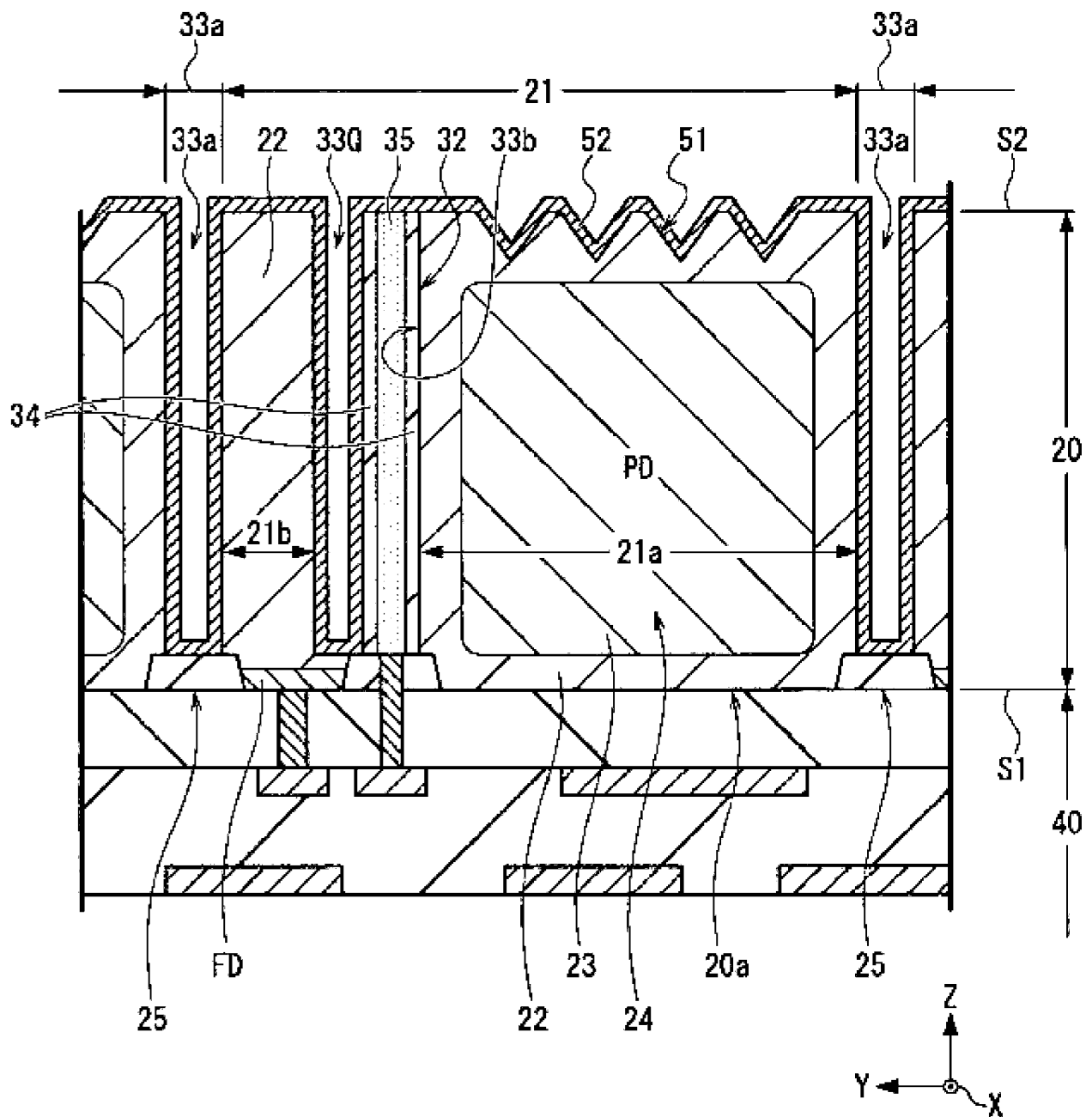


Fig. 74G

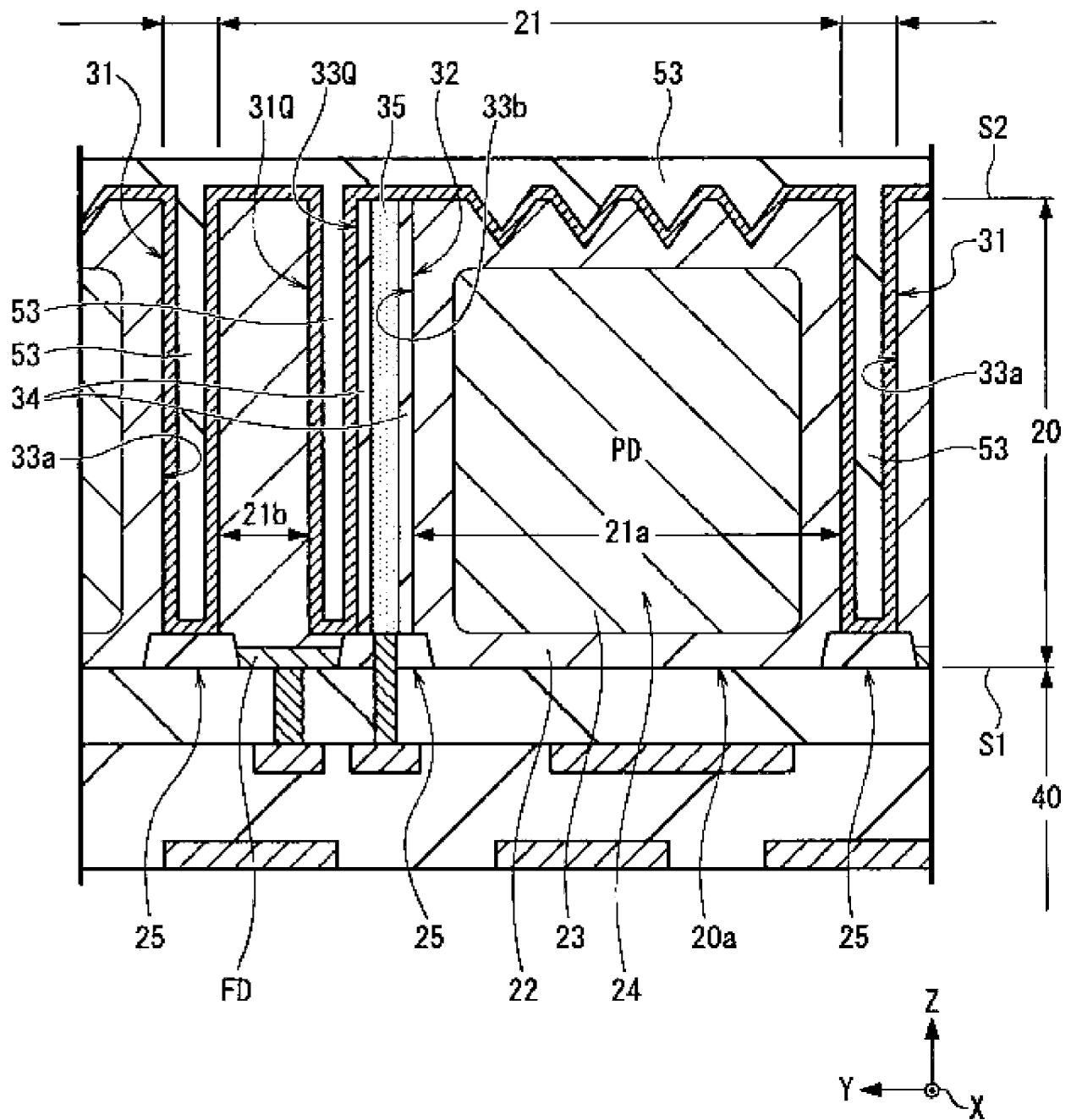


Fig. 75

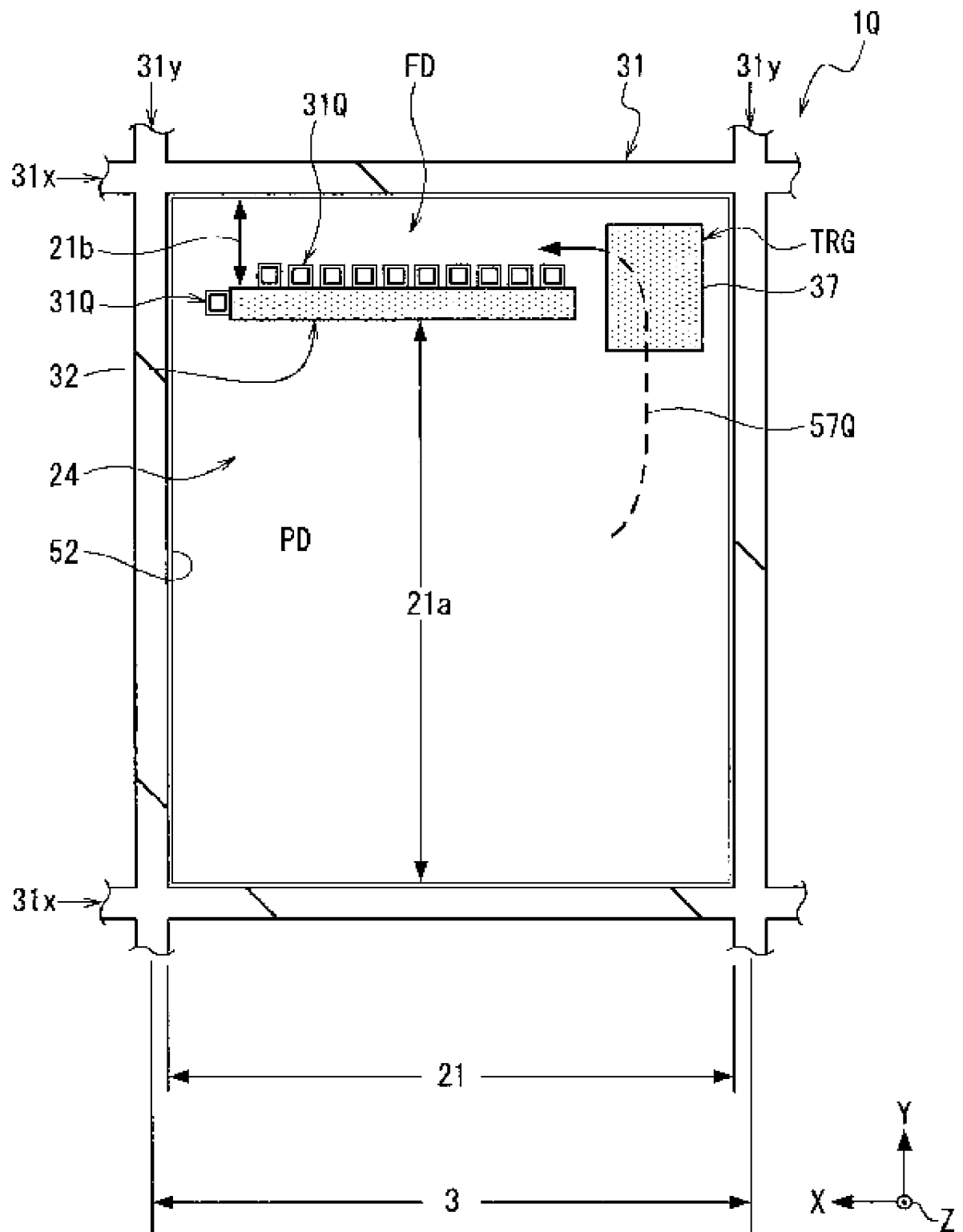


Fig. 76

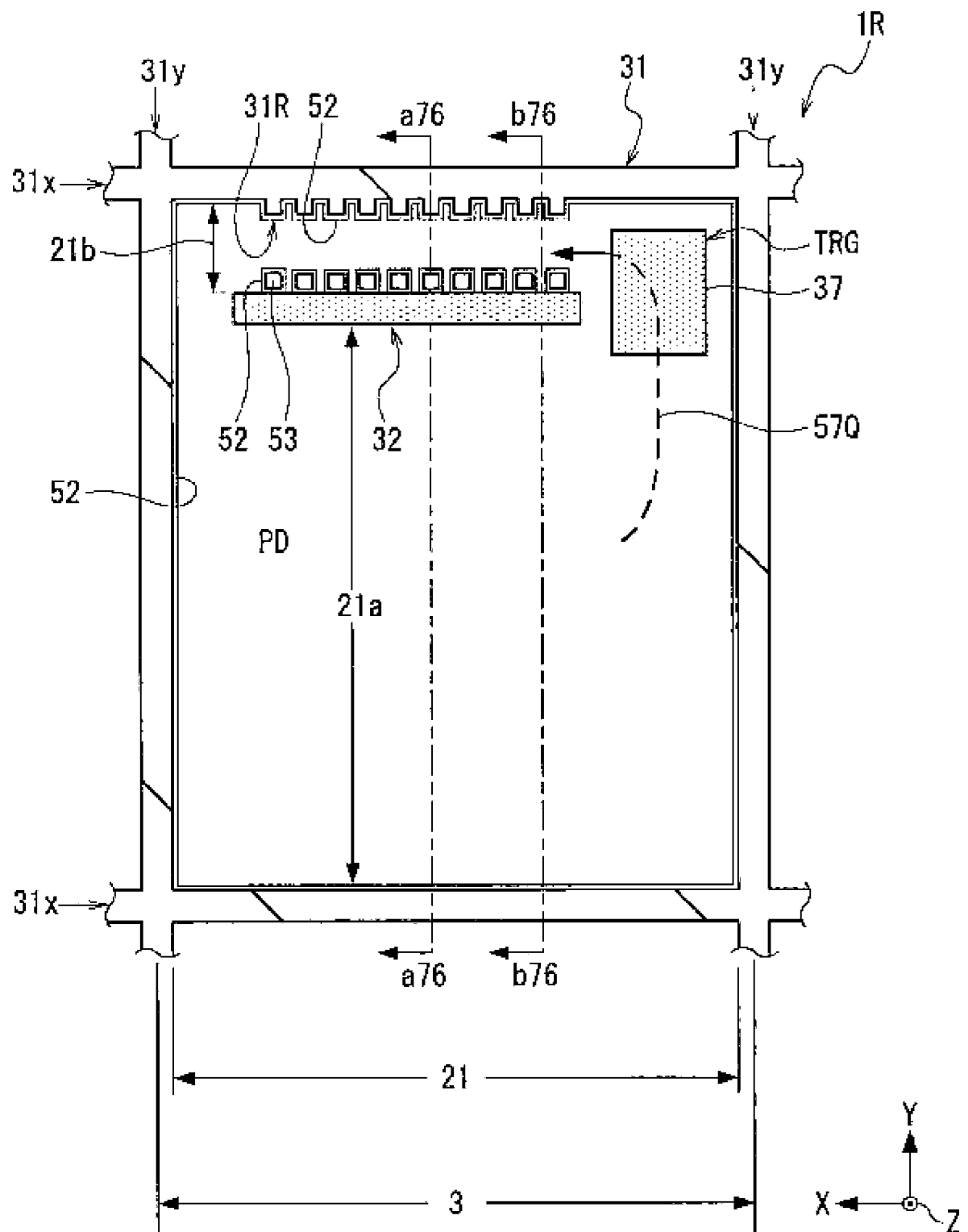


Fig. 77

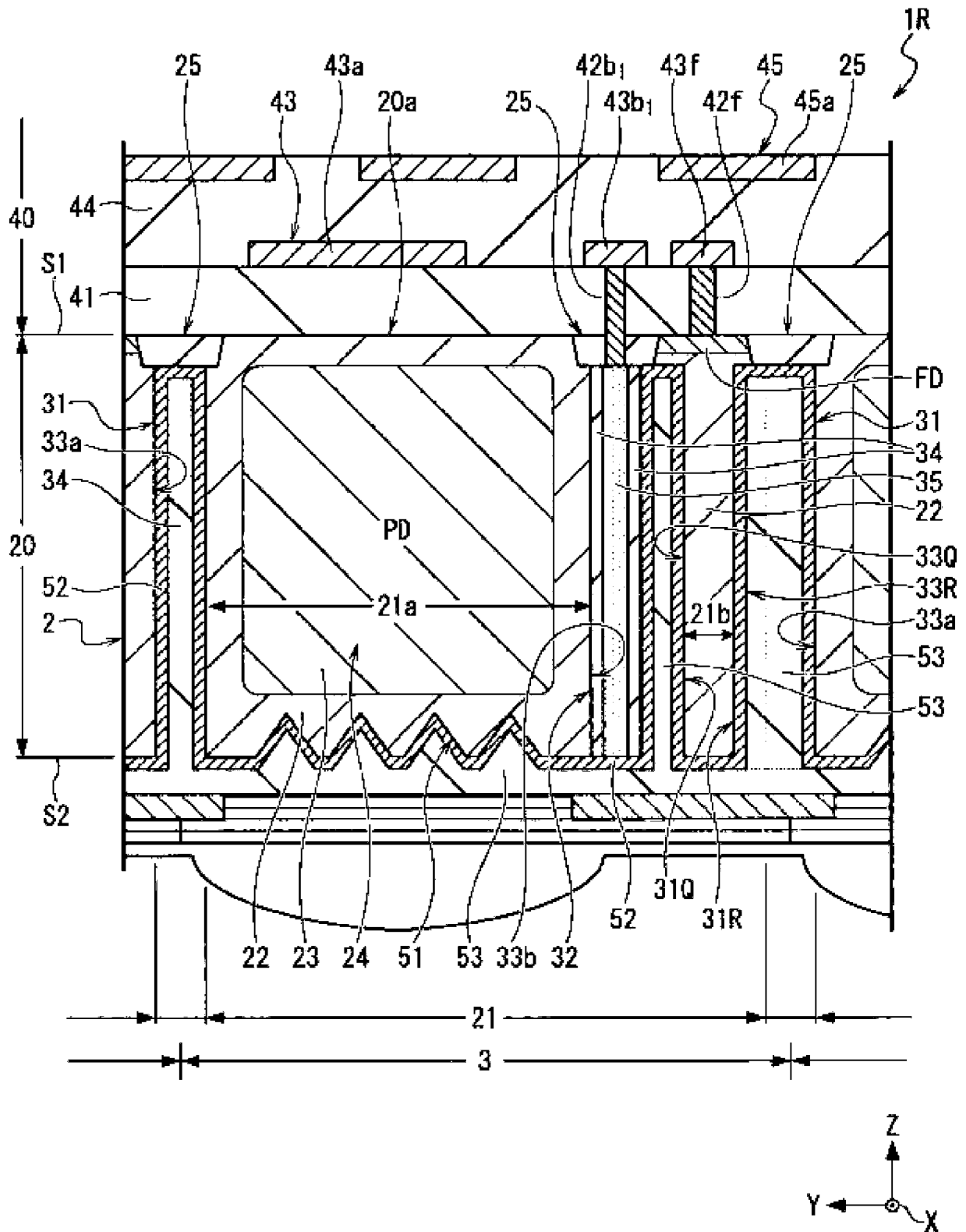


Fig. 78

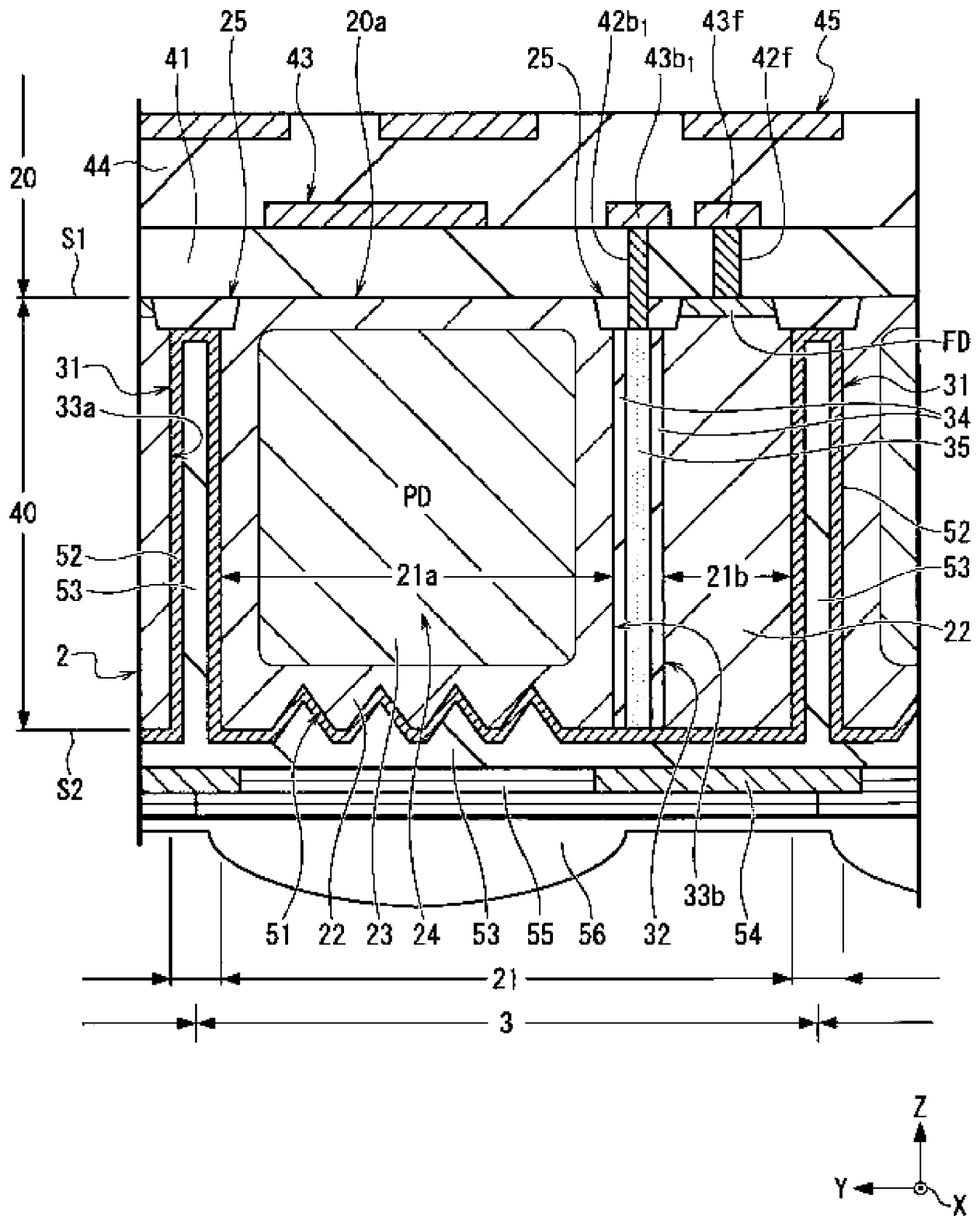


Fig. 79

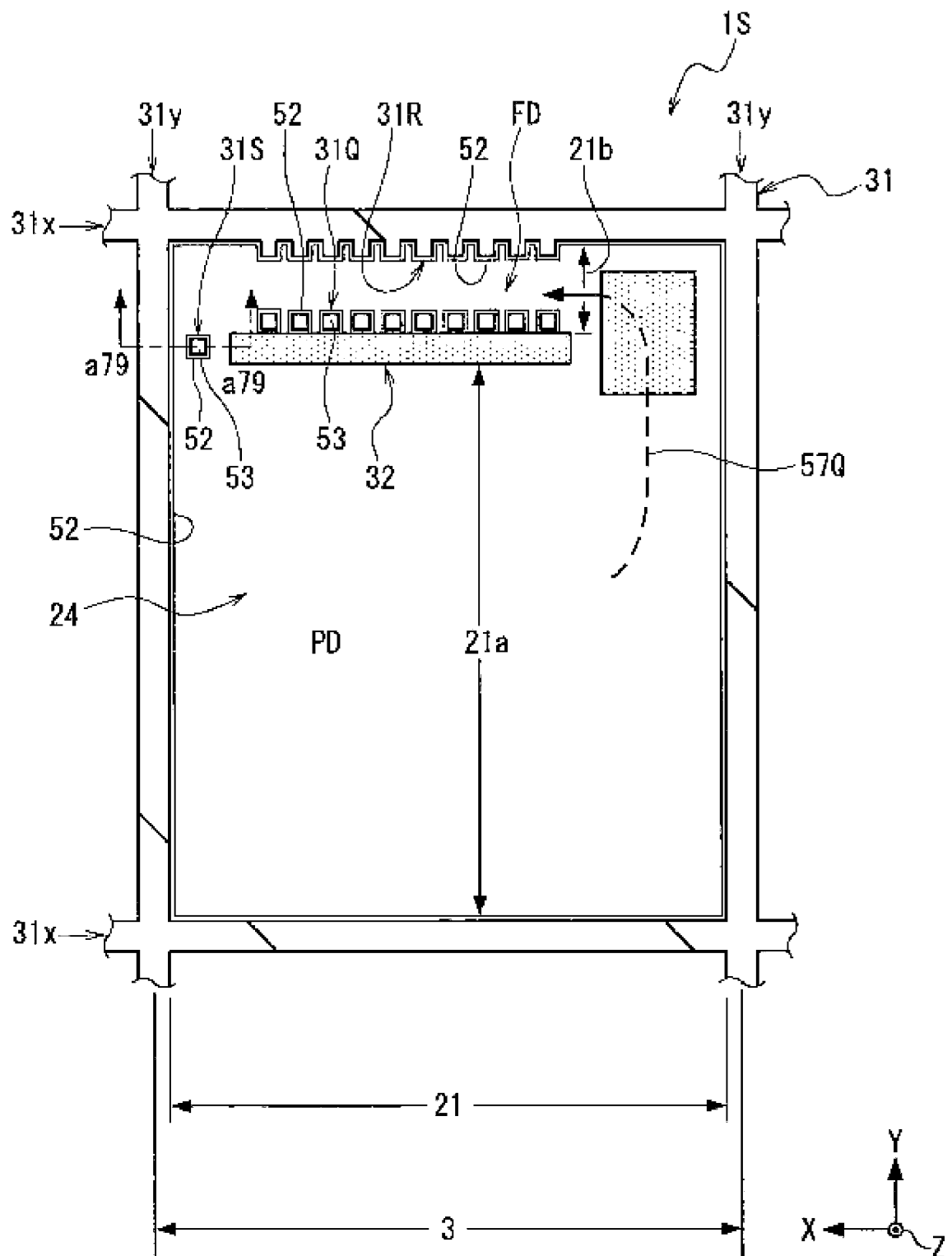


Fig. 80

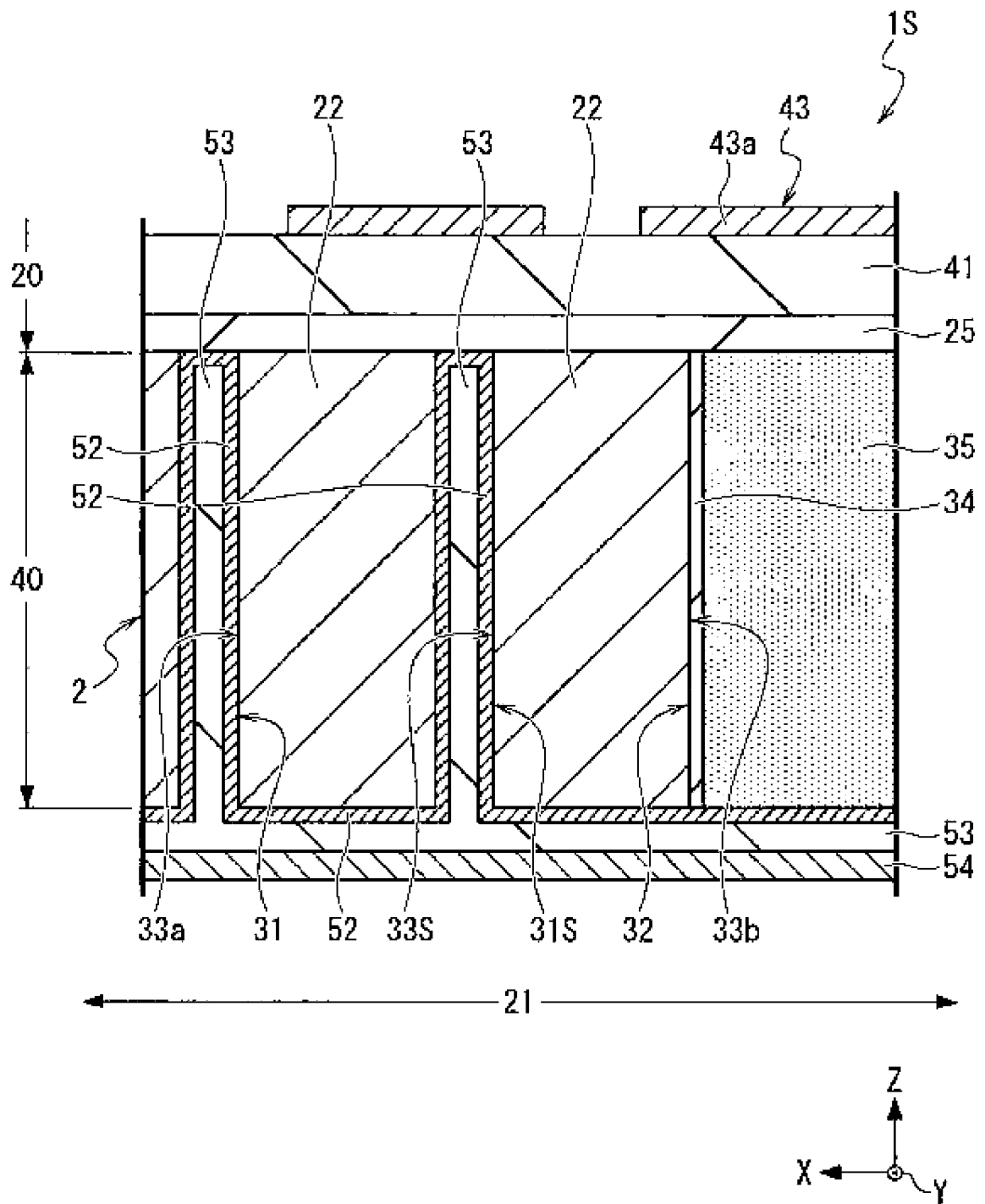


Fig. 81

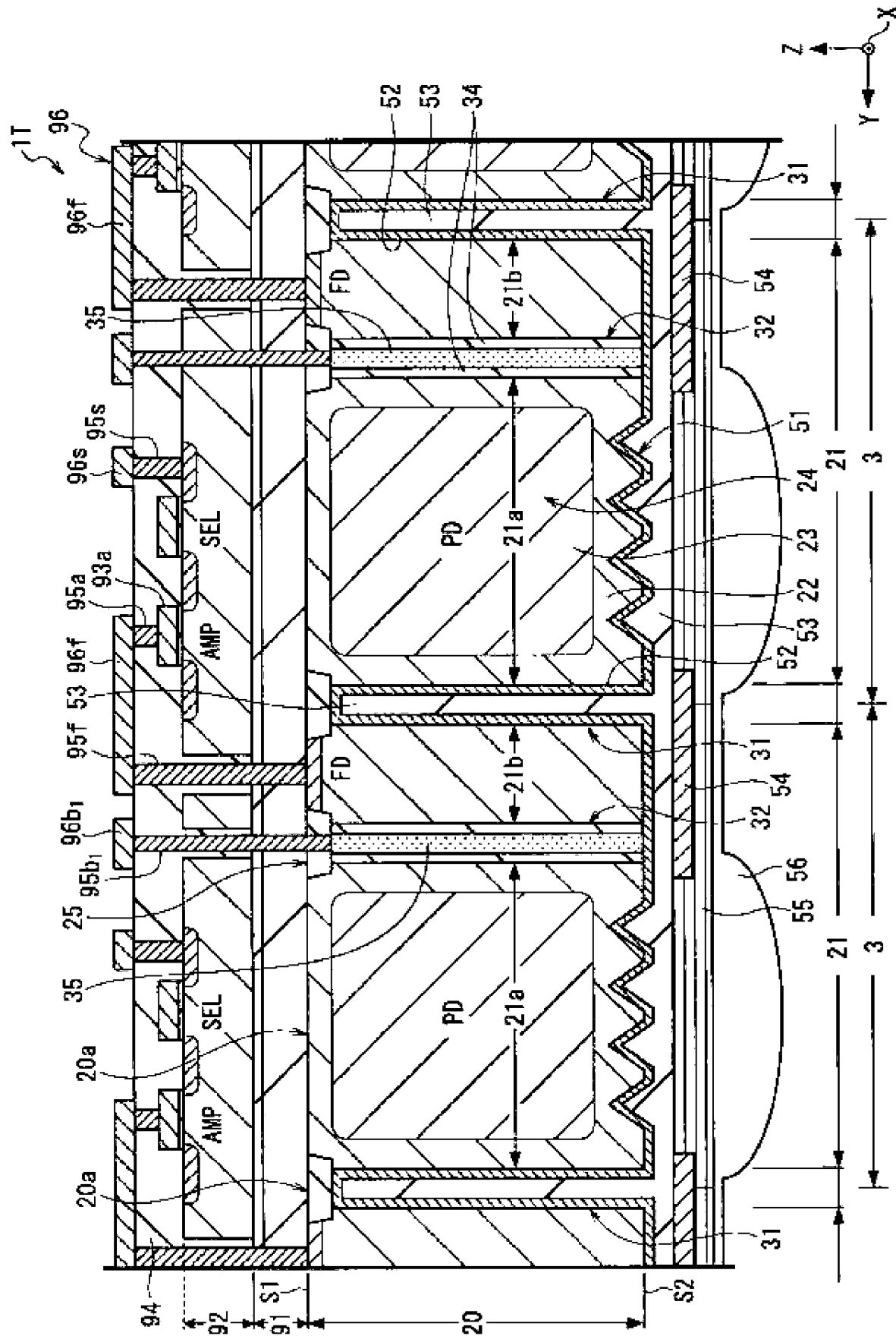


Fig. 82

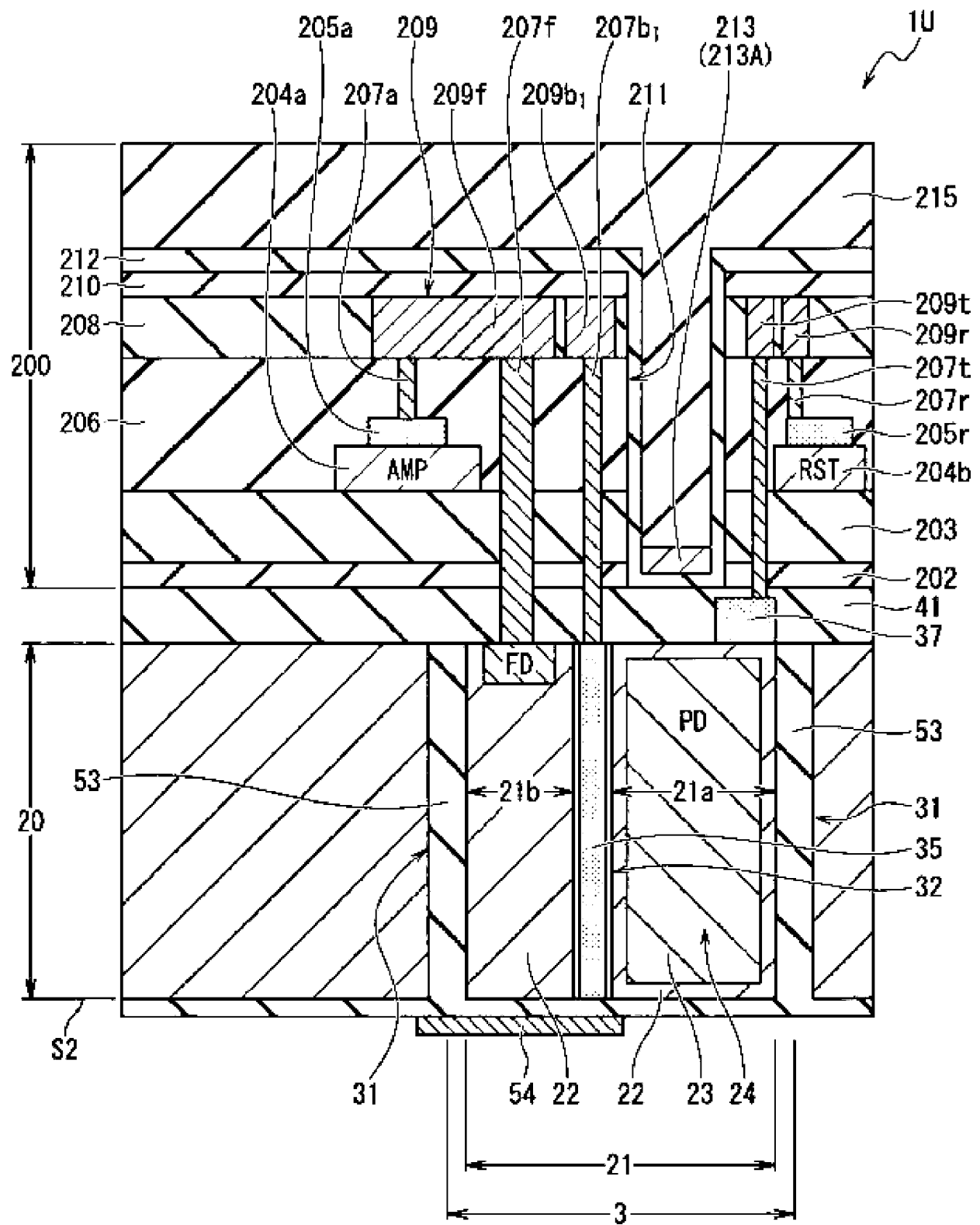


Fig. 83A

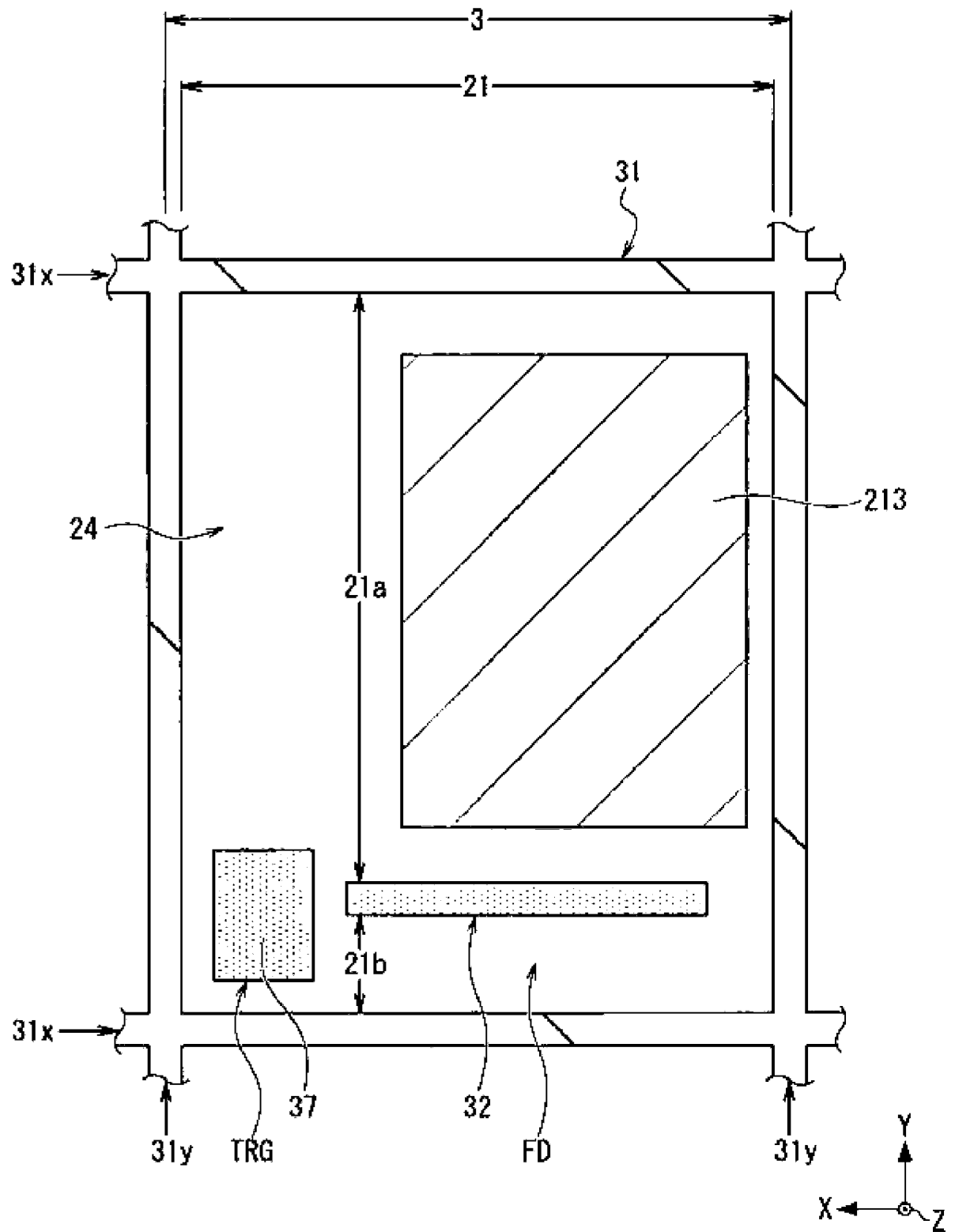


Fig. 83B

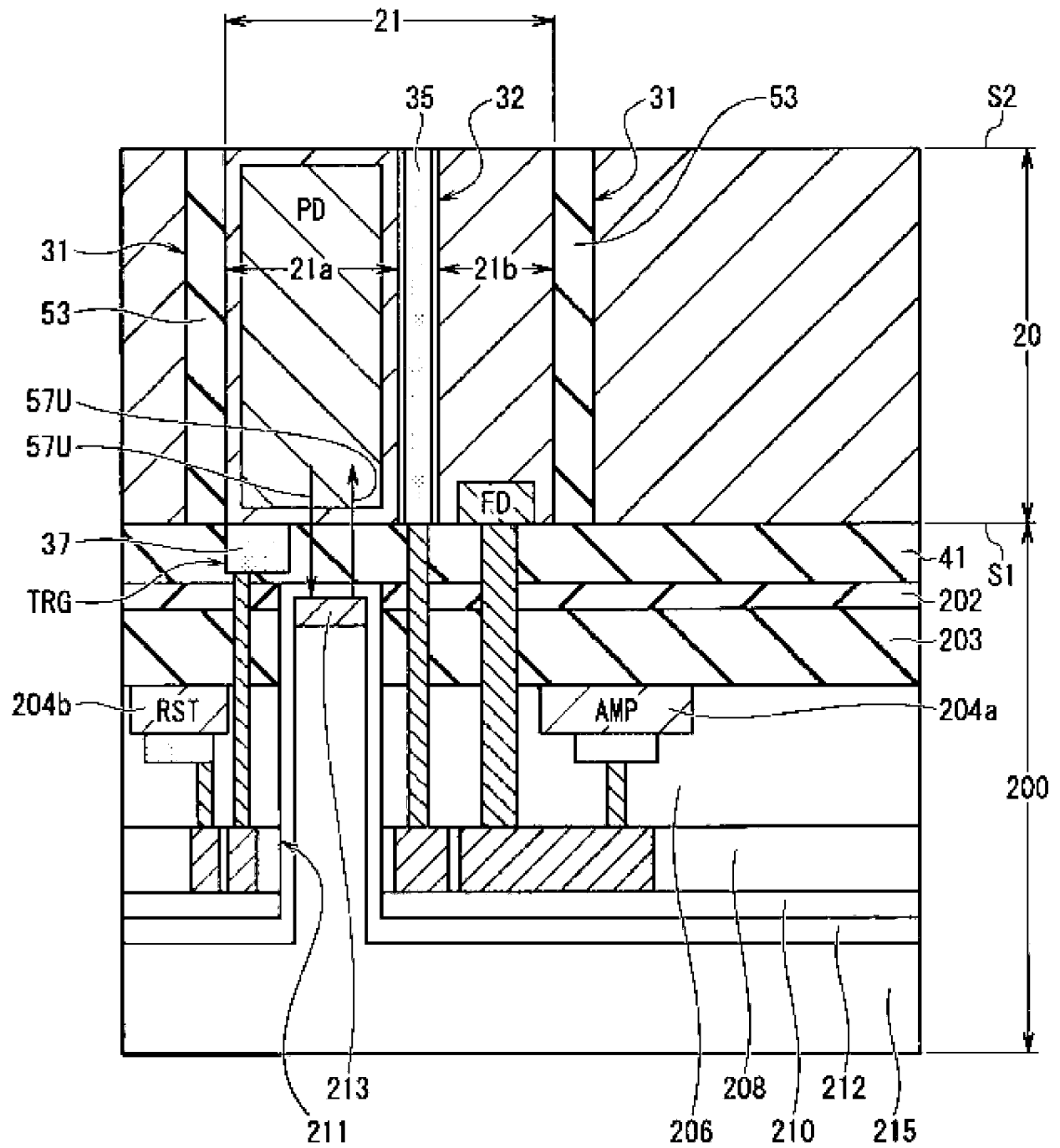


Fig. 84A

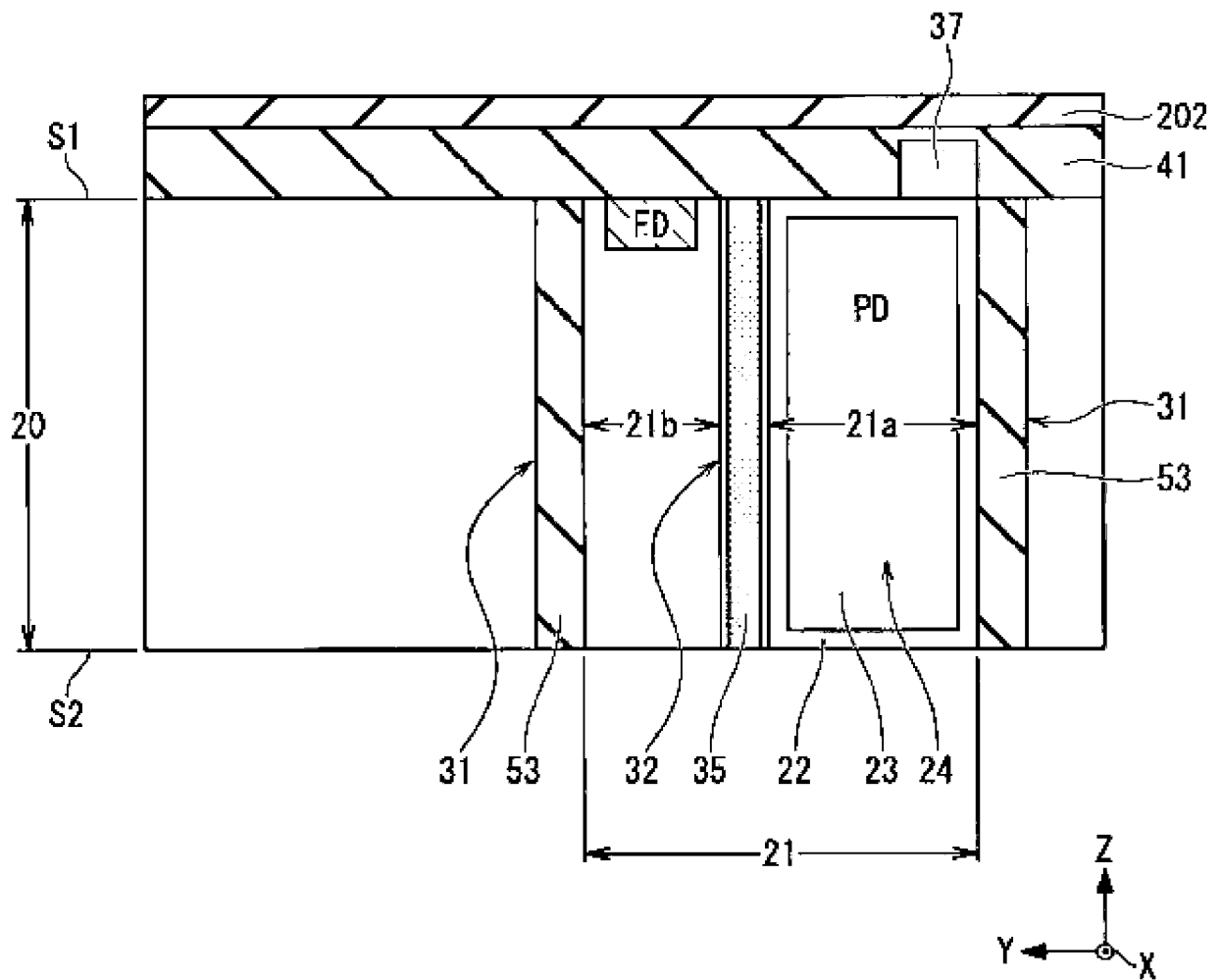


Fig. 84B

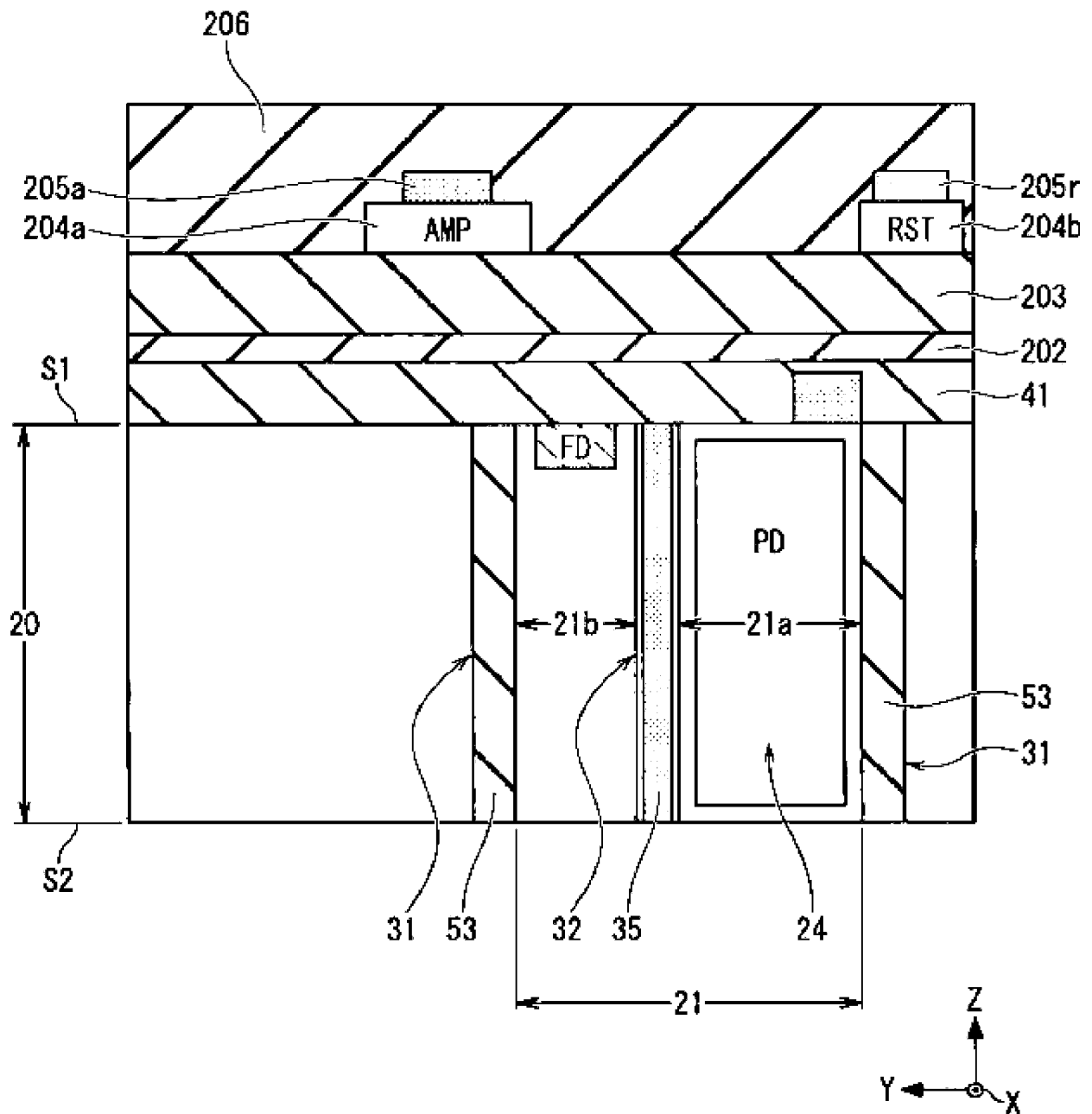


Fig. 84C

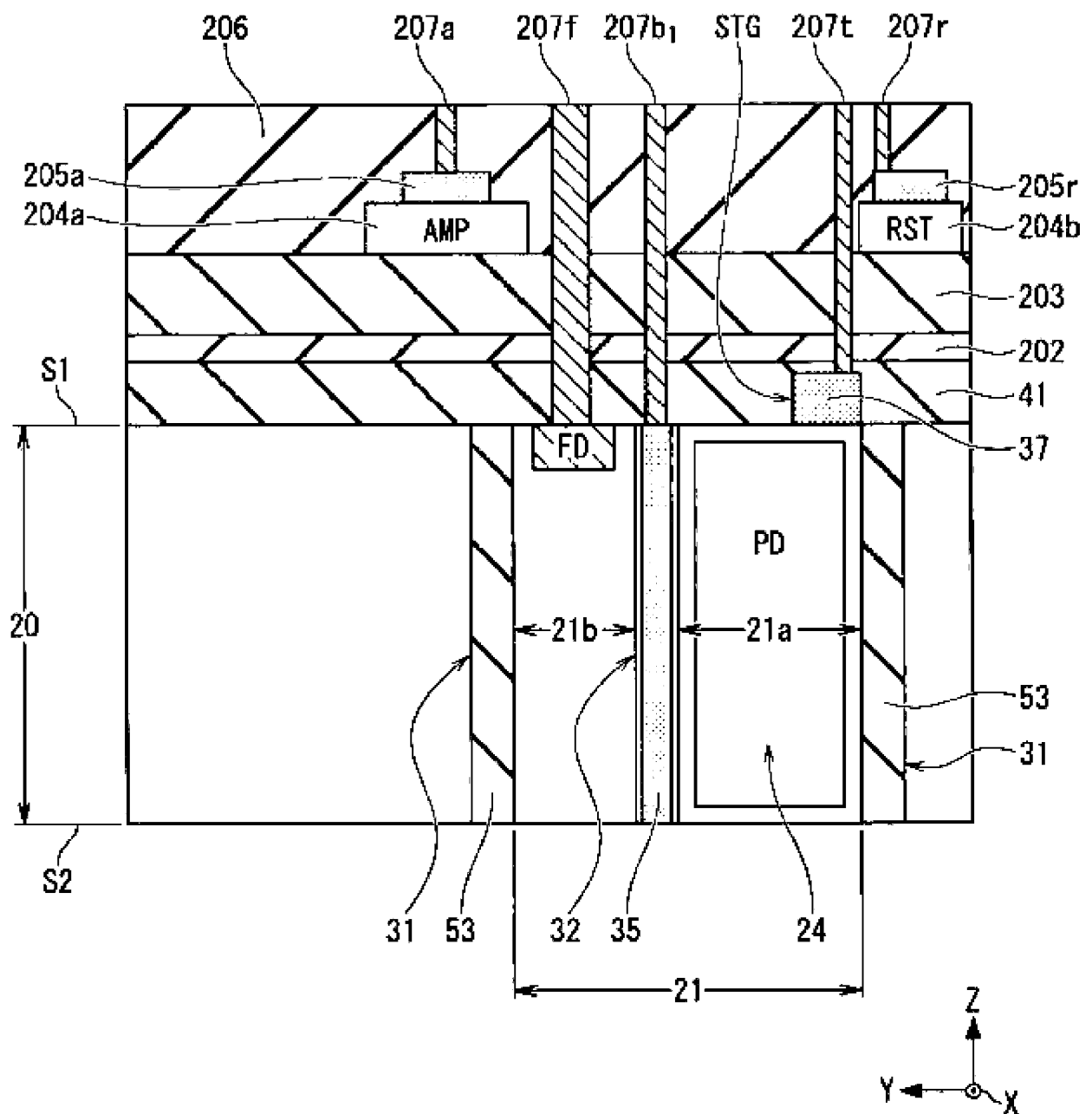


Fig. 84D

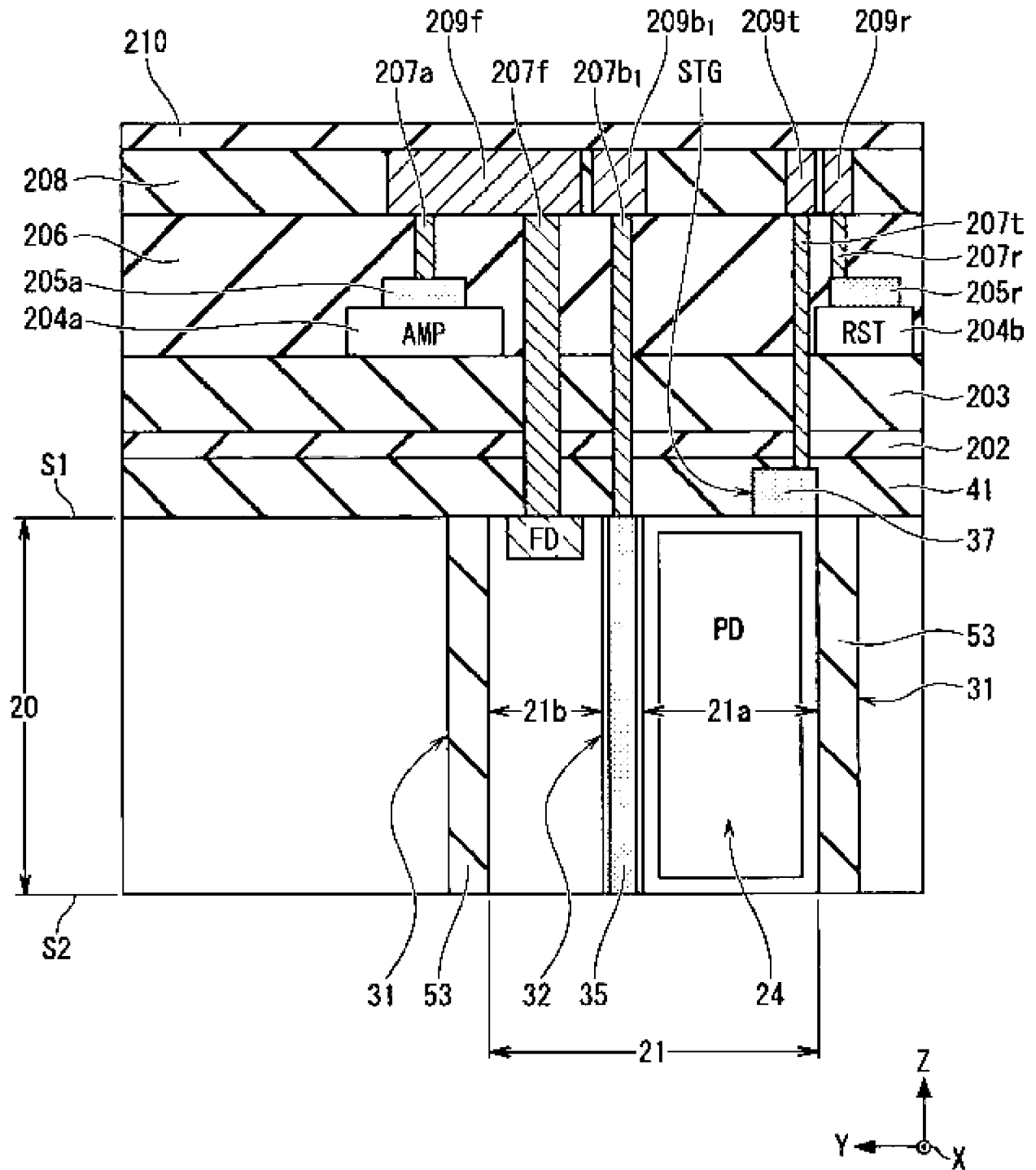


Fig. 84E

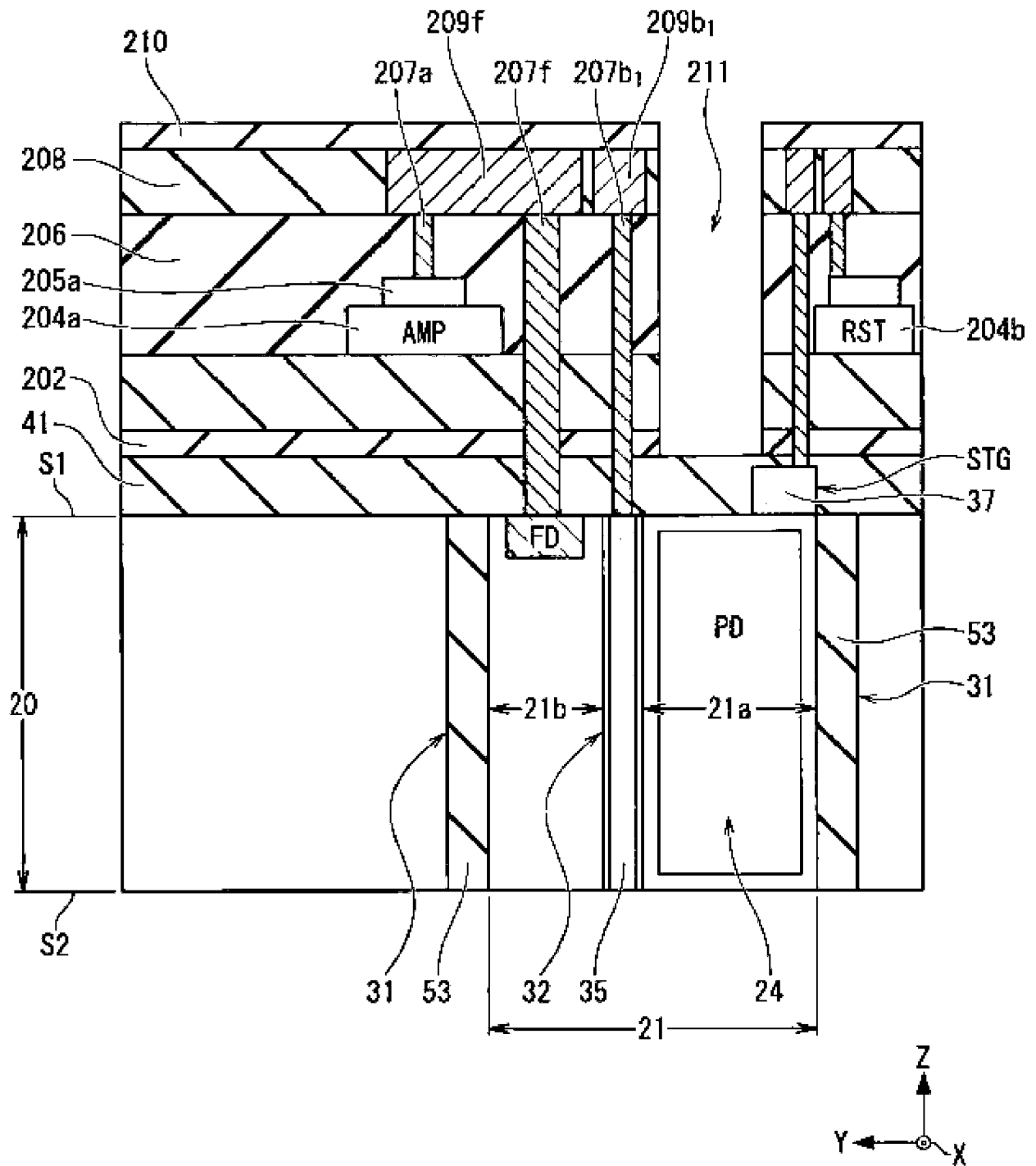


Fig. 84F

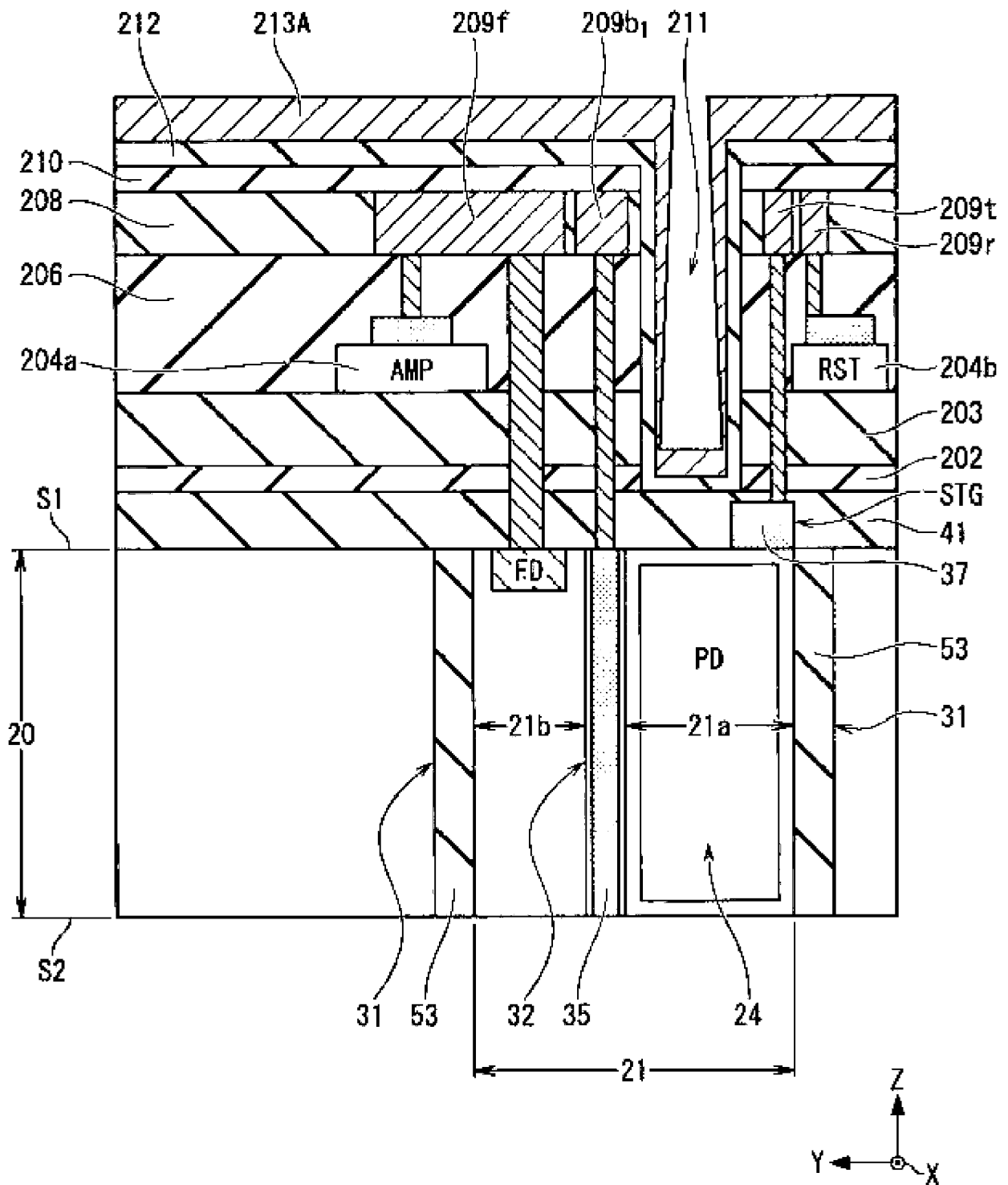


Fig. 84G

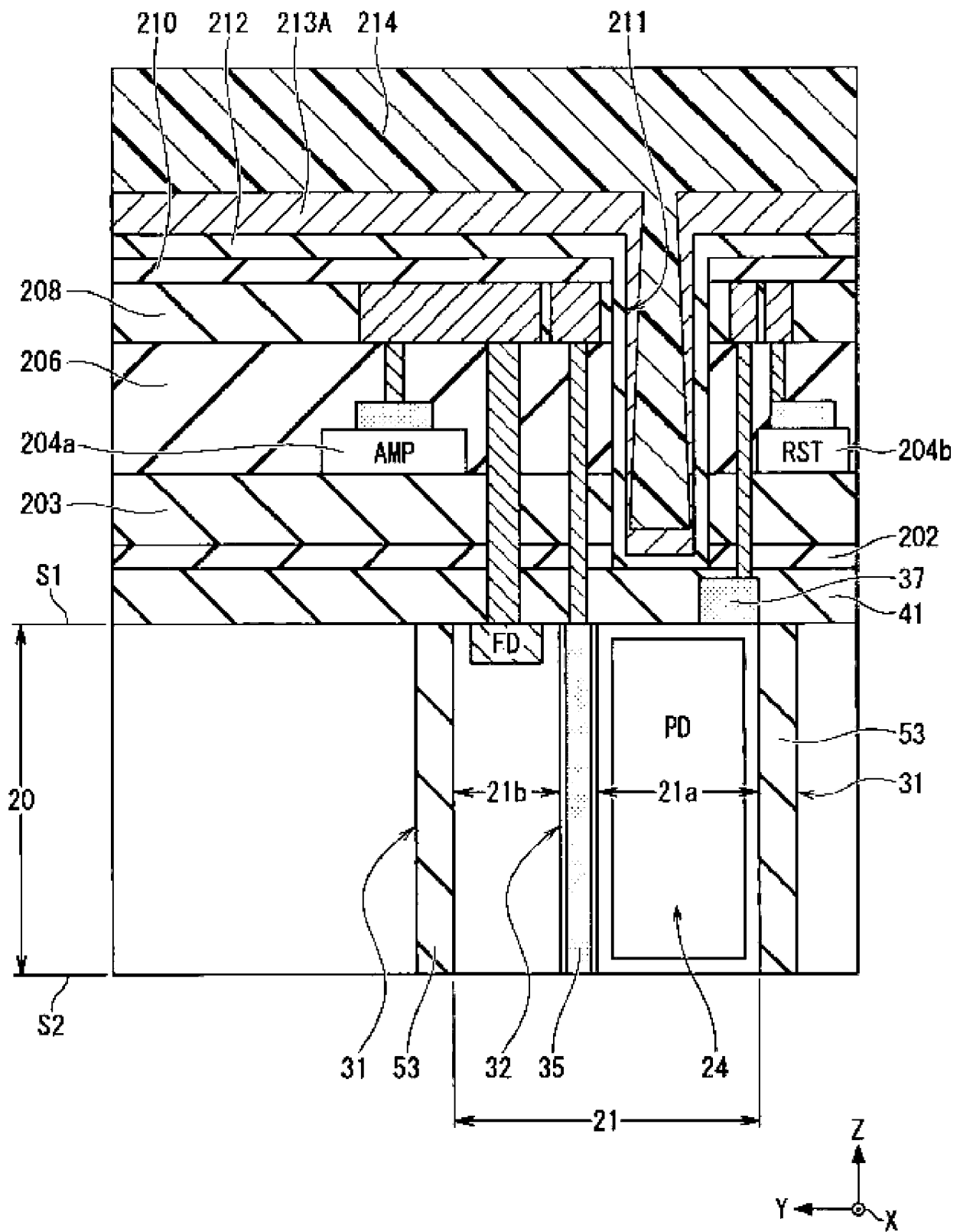


Fig. 84H

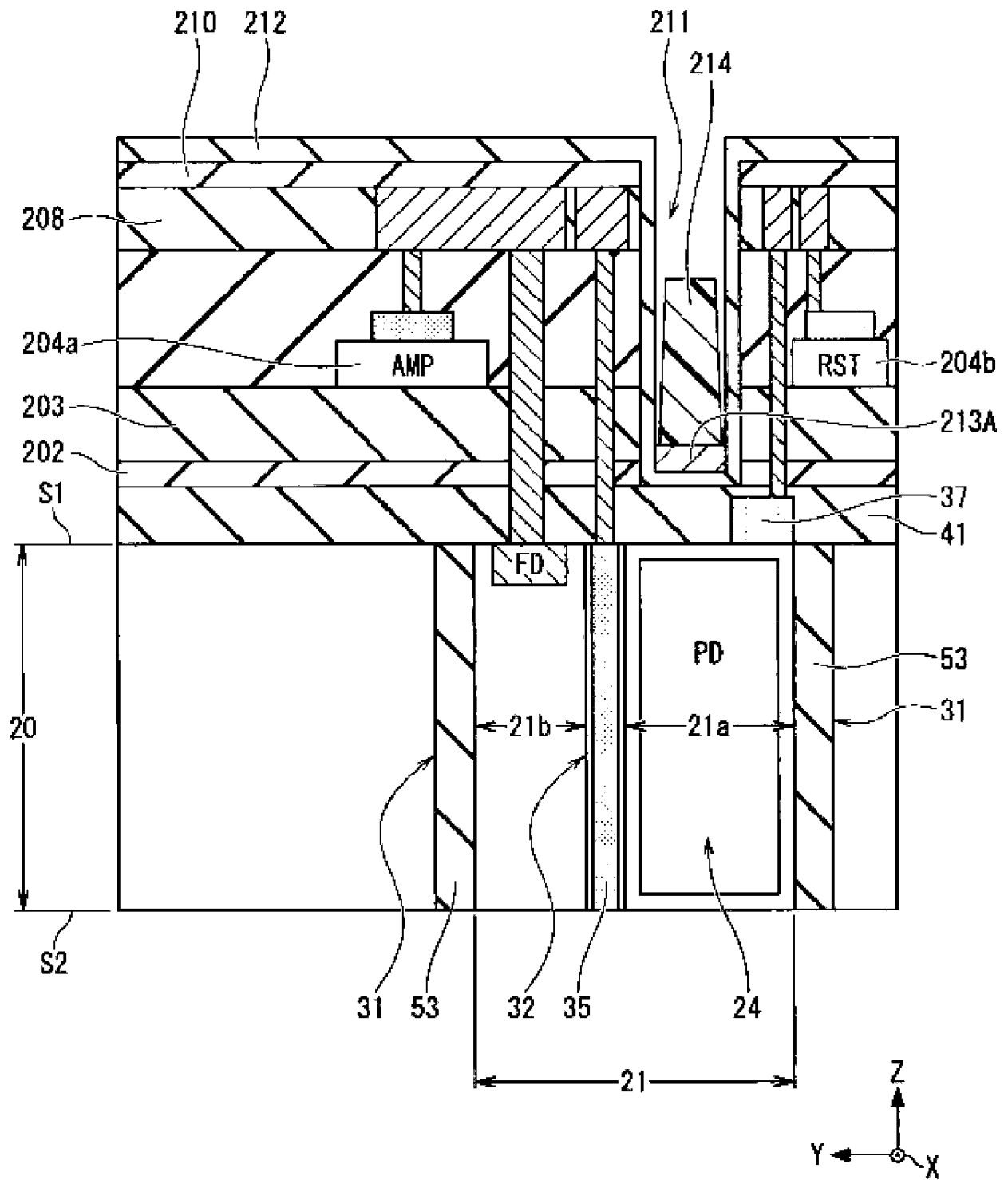


Fig. 8.41

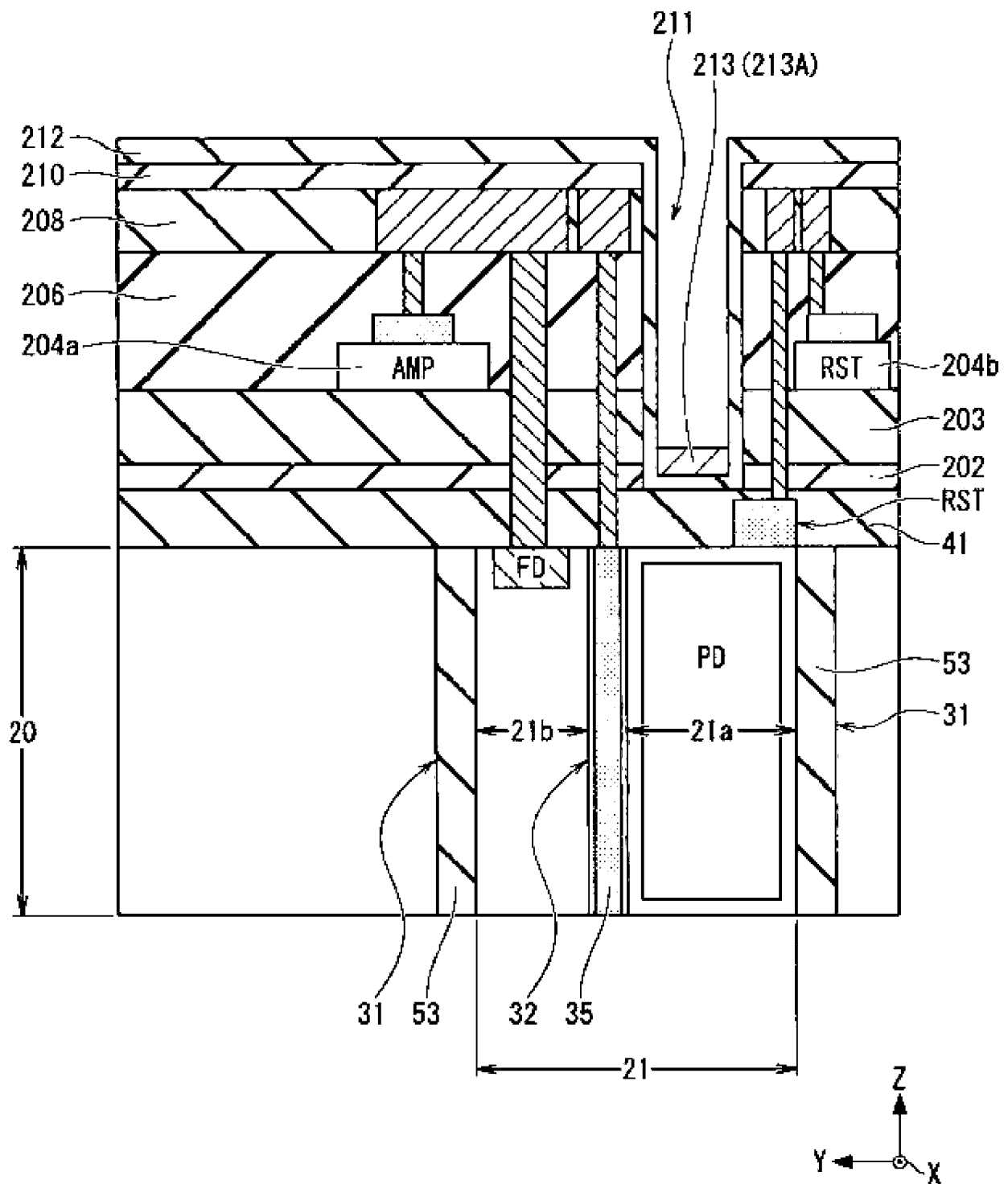


Fig. 84J

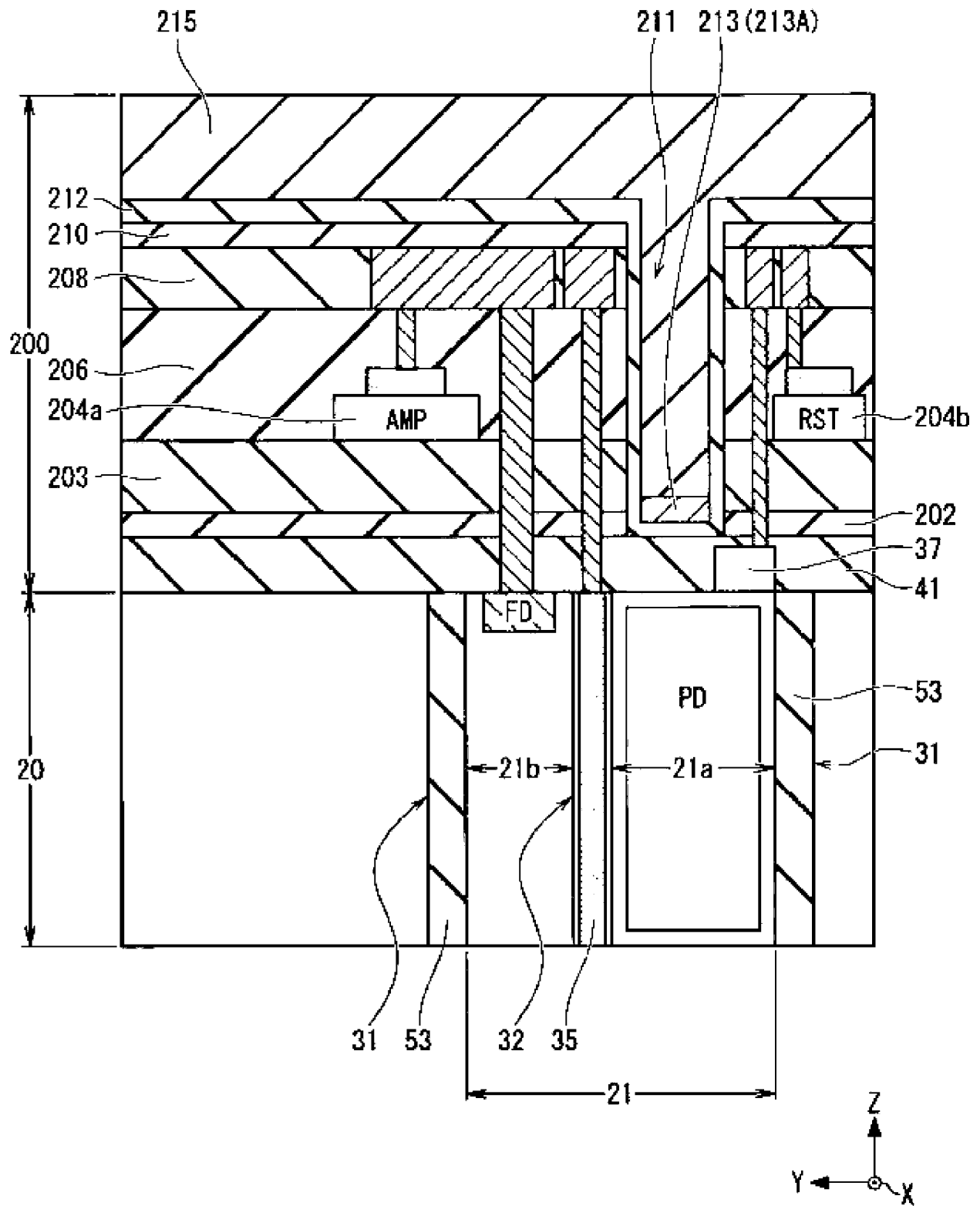


Fig. 85

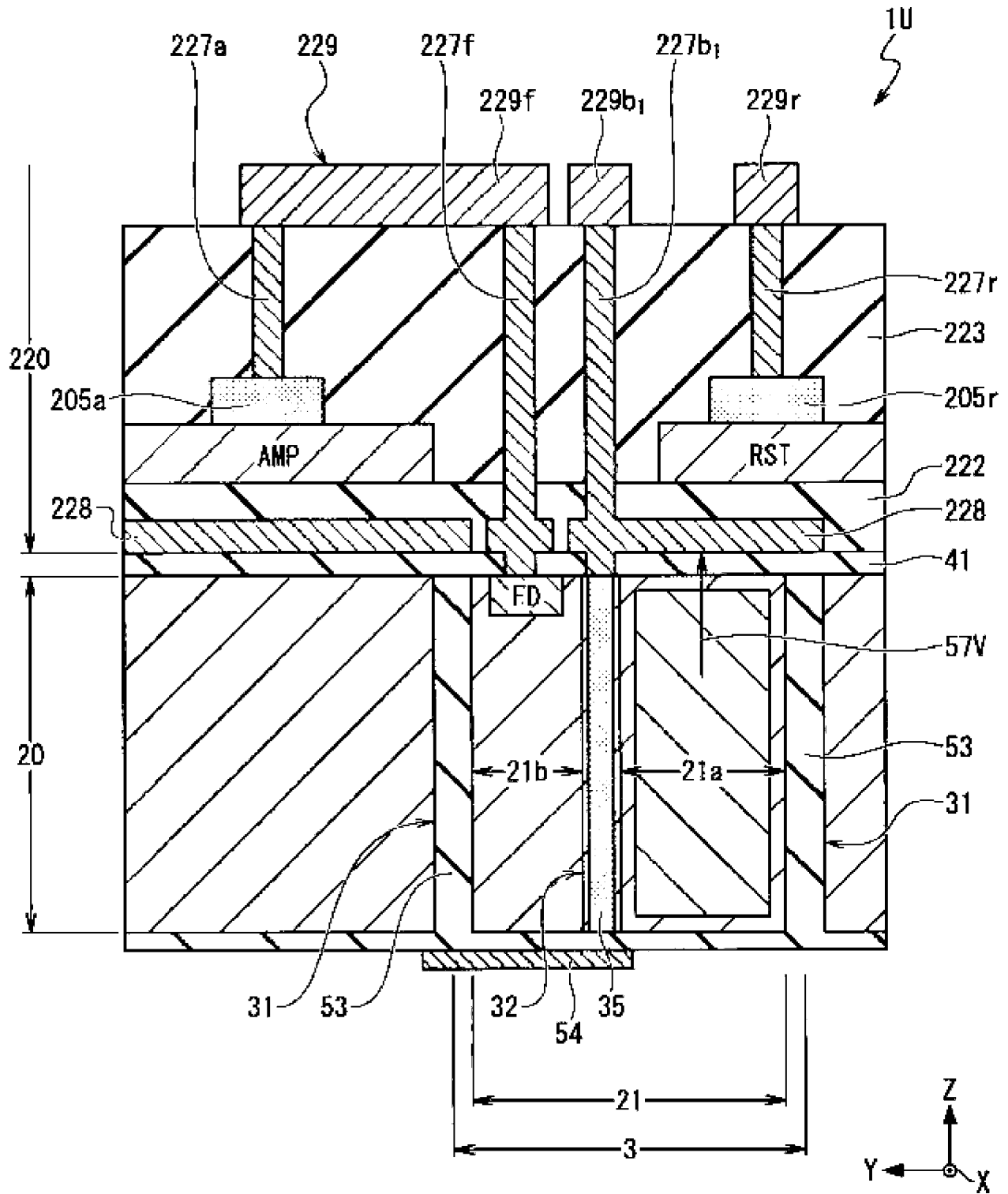


Fig. 86

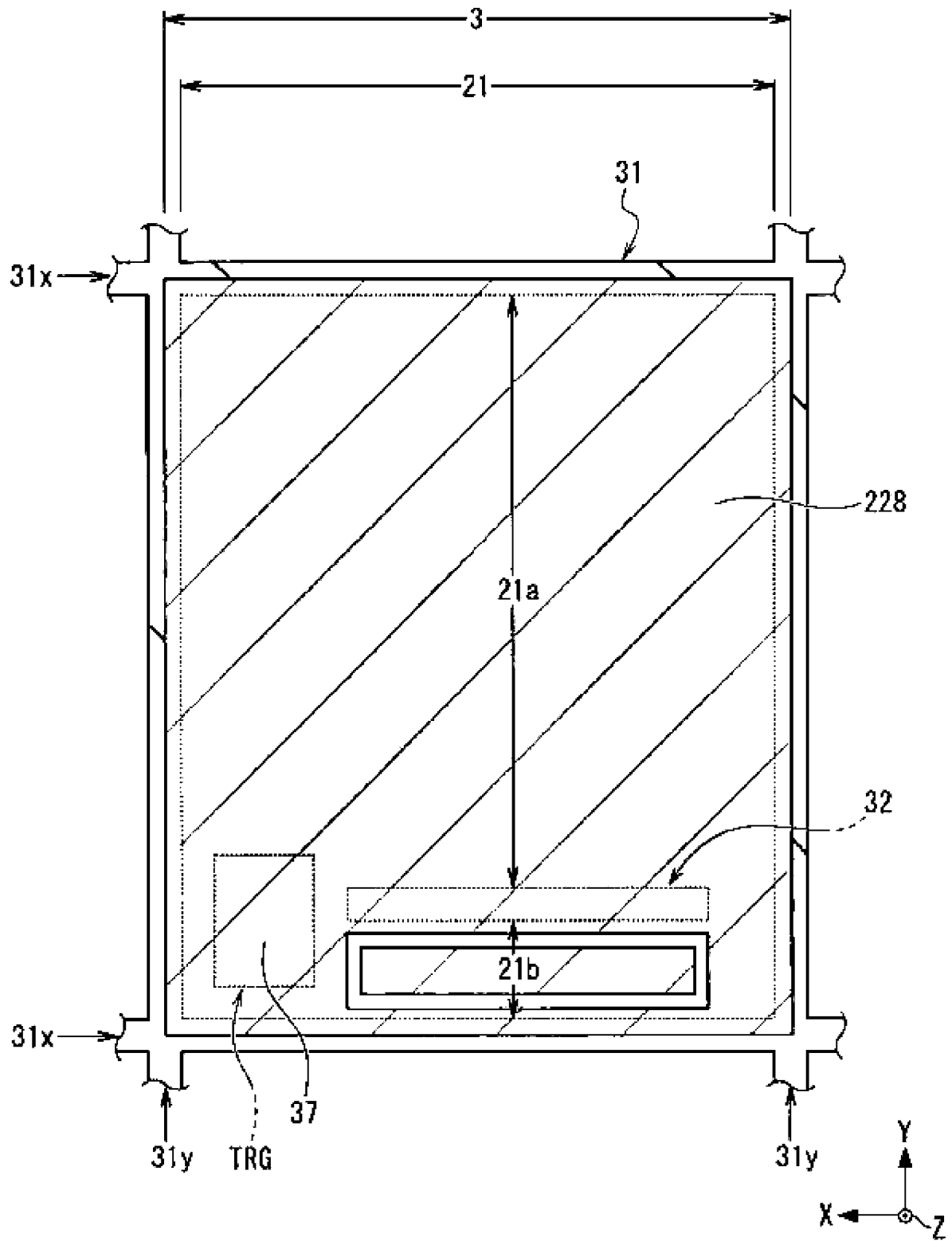


Fig. 87A

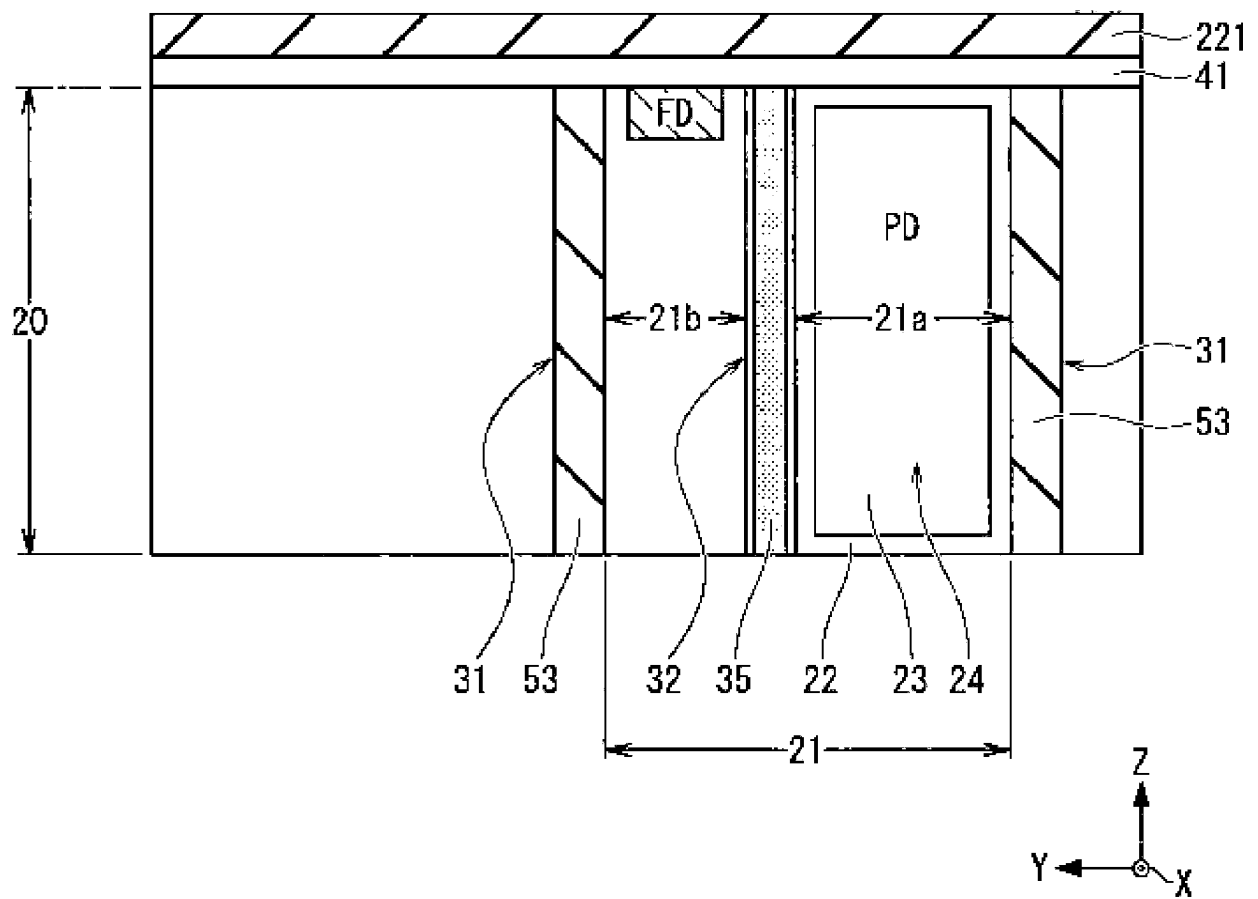


Fig. 87B

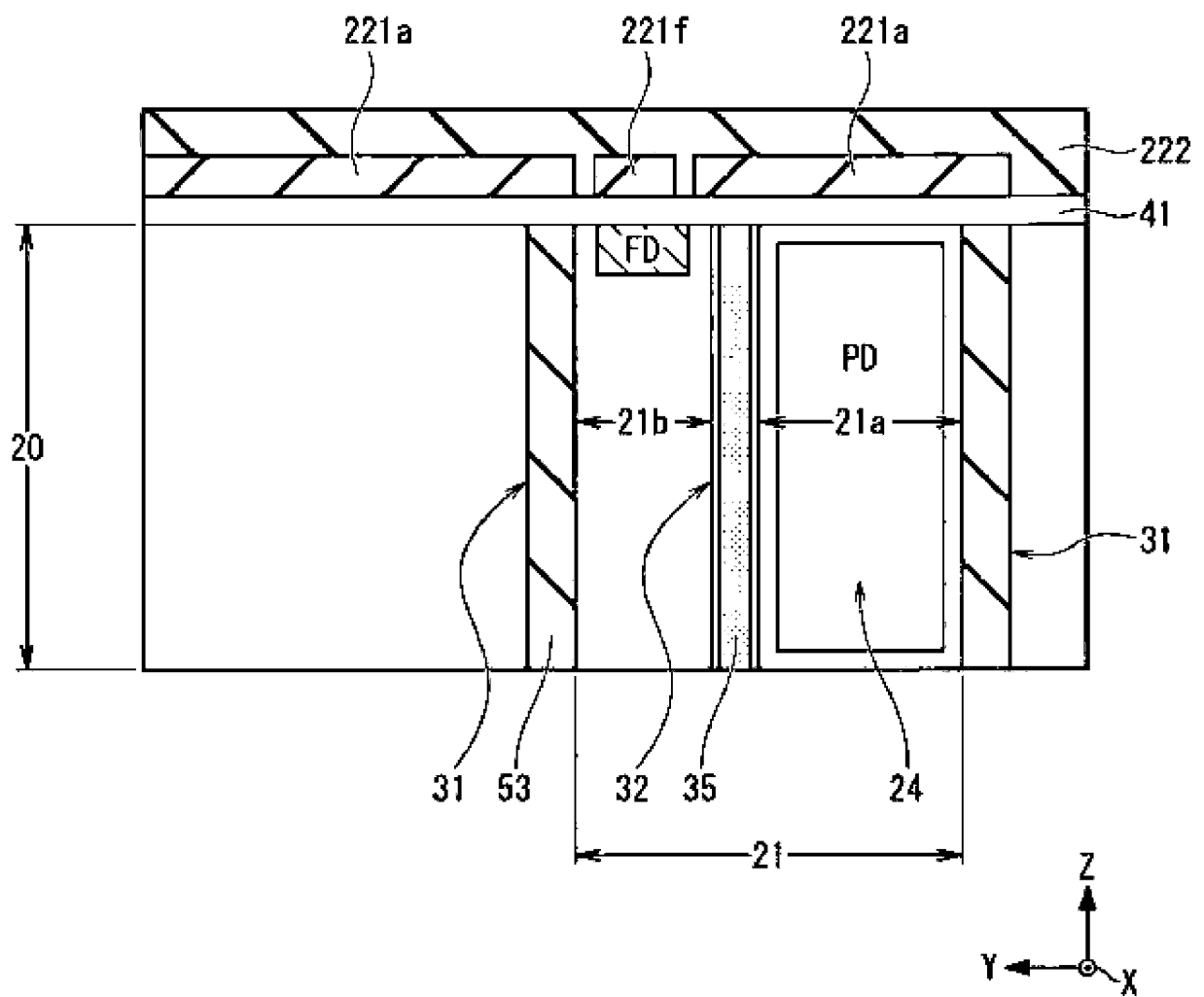


Fig. 87C

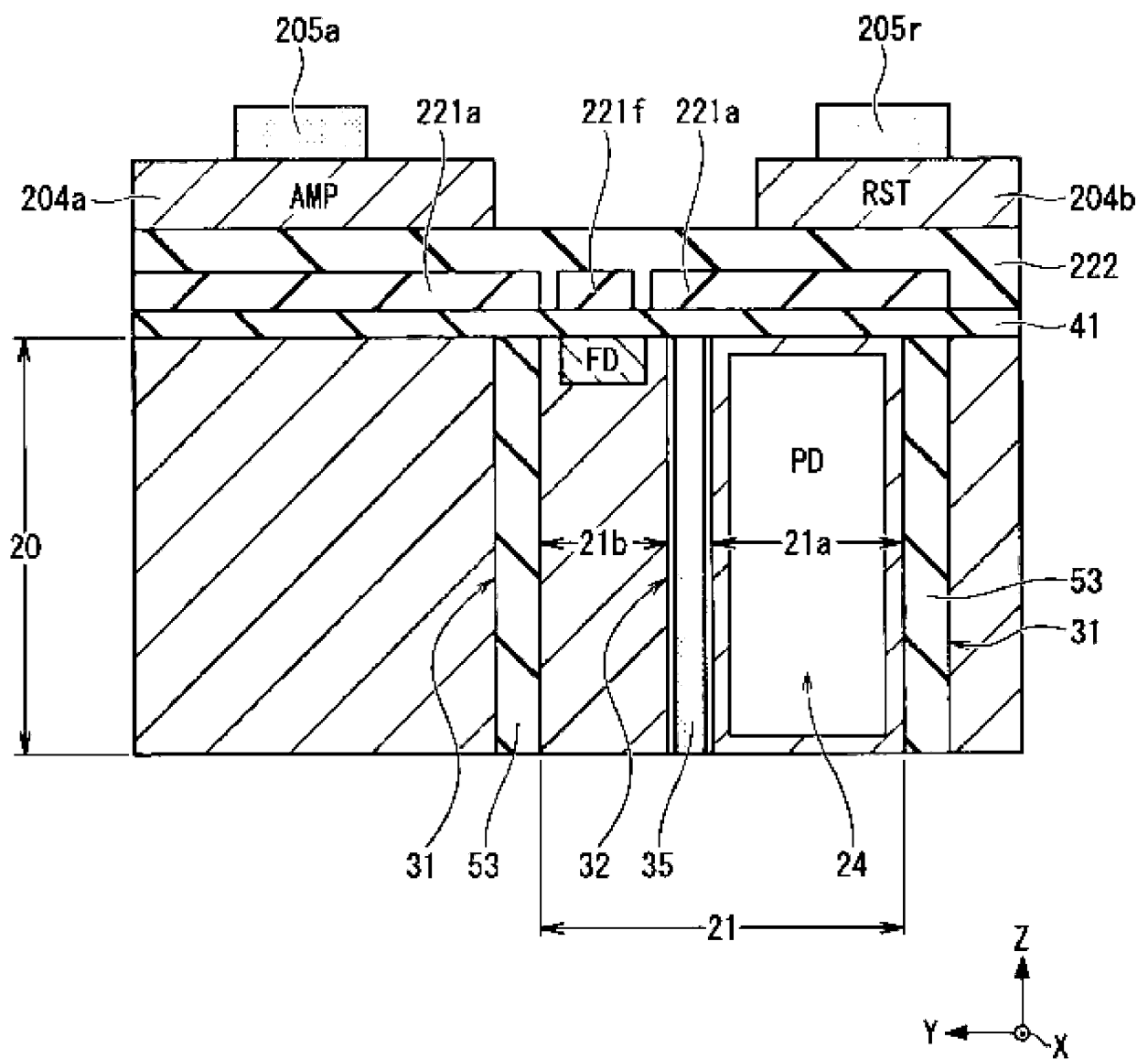


Fig. 87D

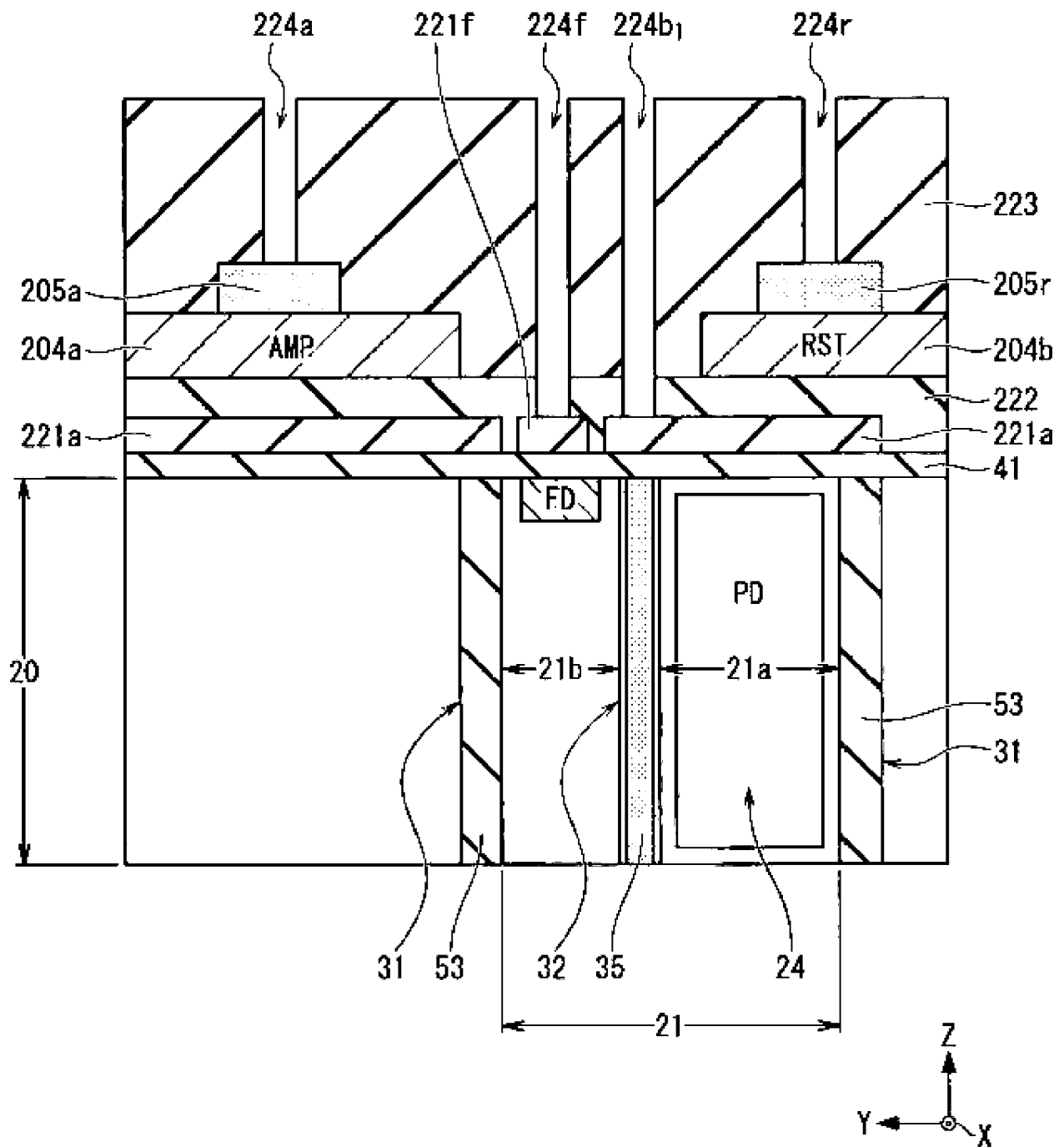


Fig. 87E

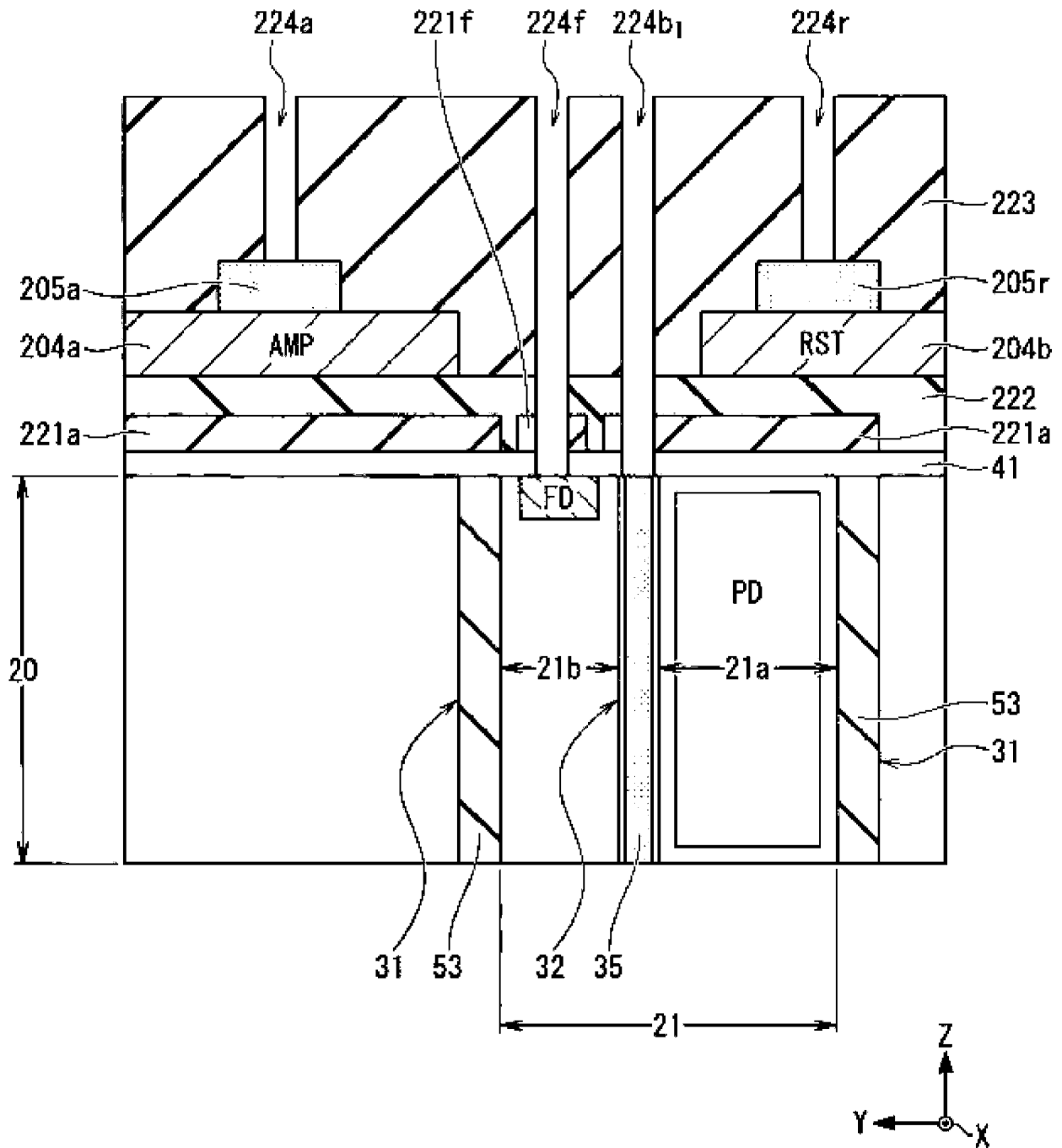


Fig. 87F

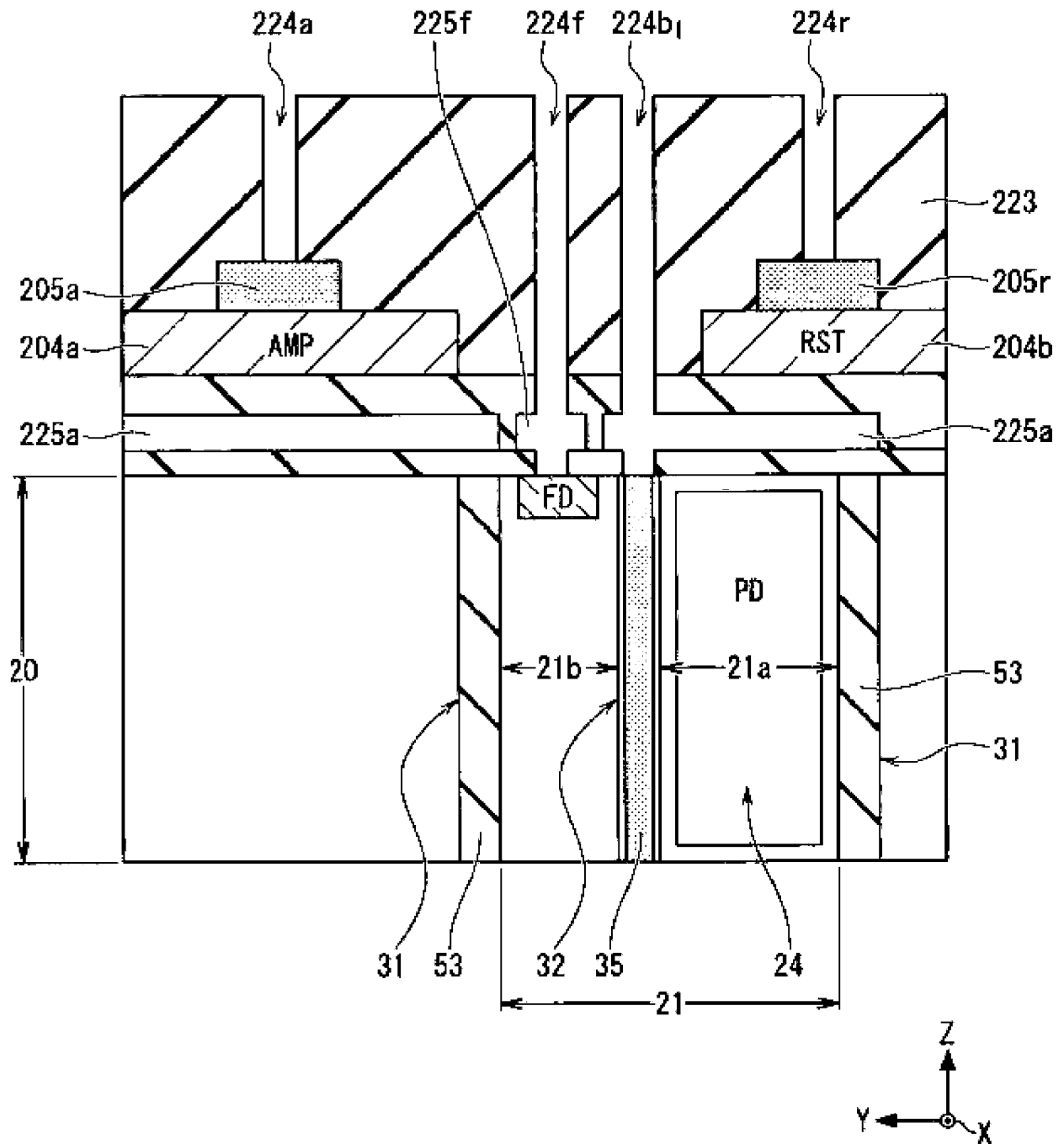


Fig. 87G

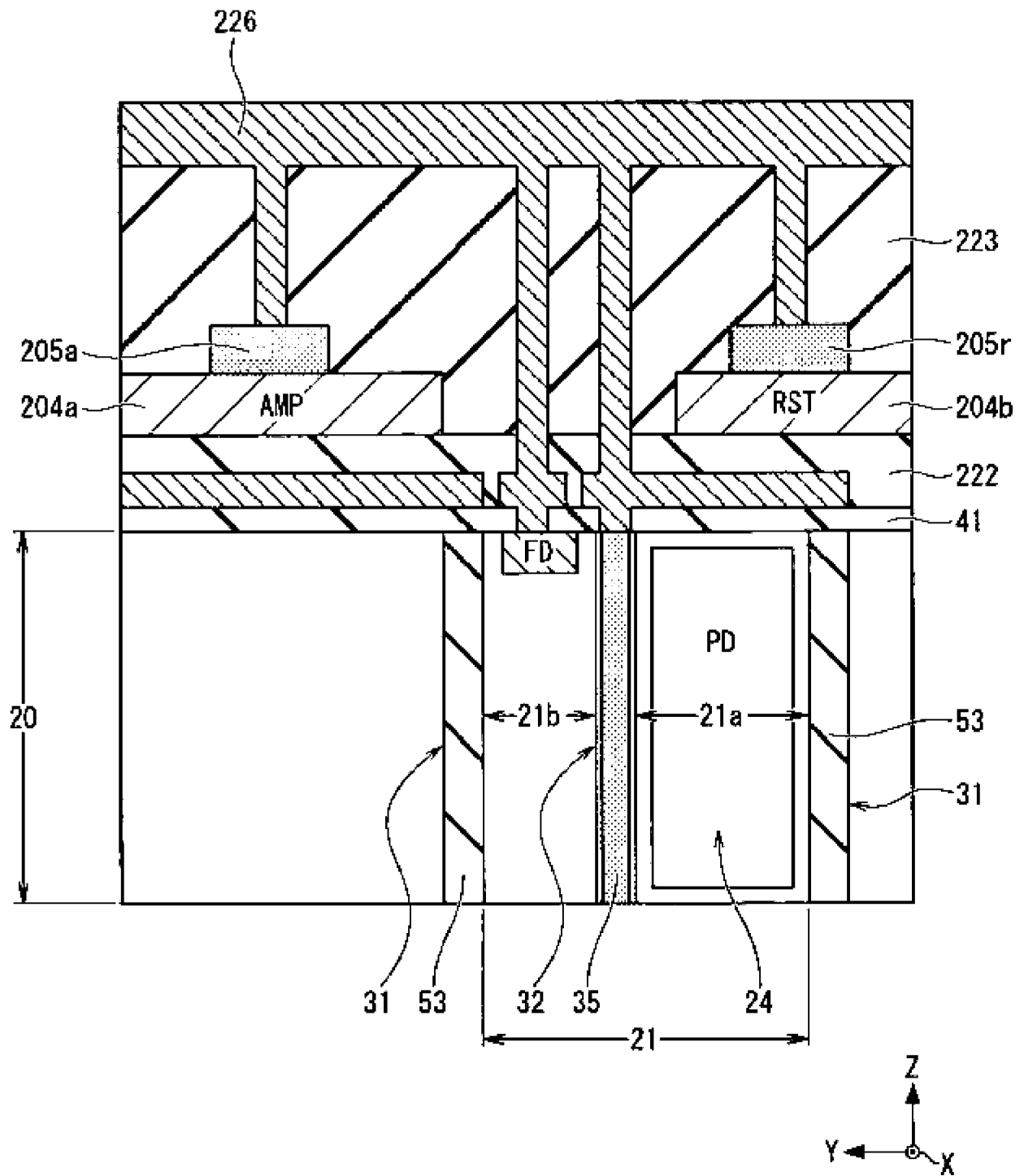


Fig. 87H

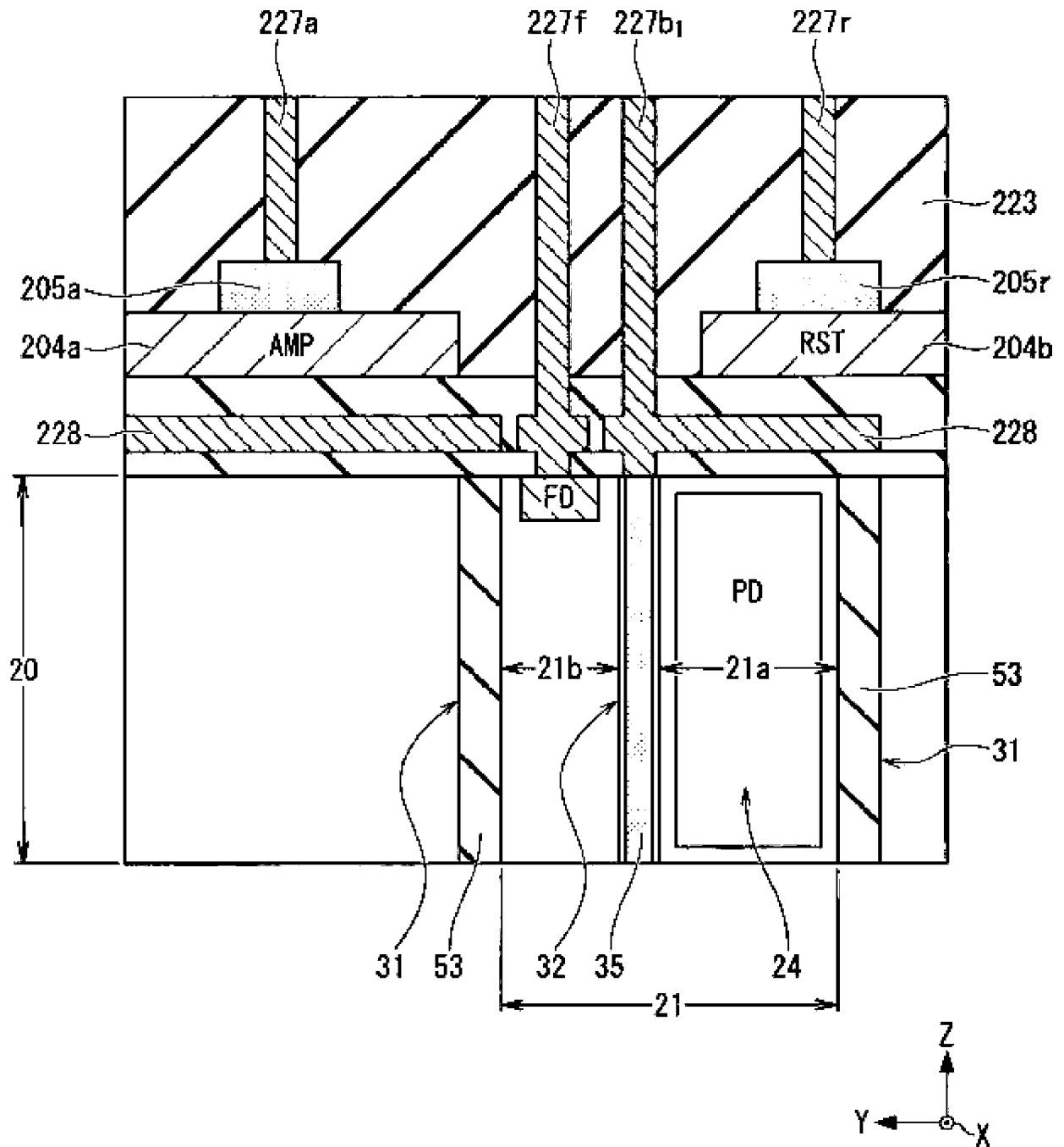


Fig. 871

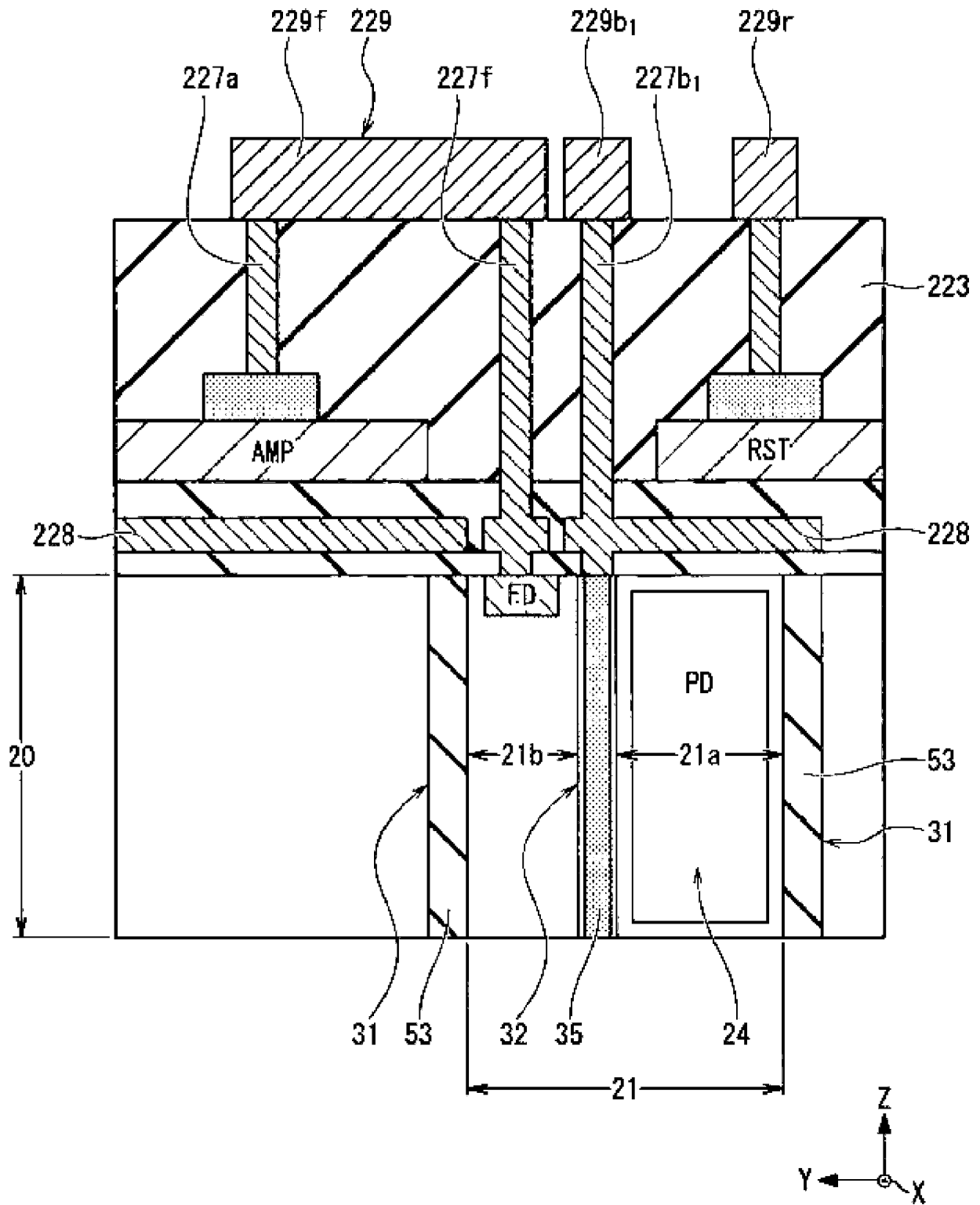


Fig. 88

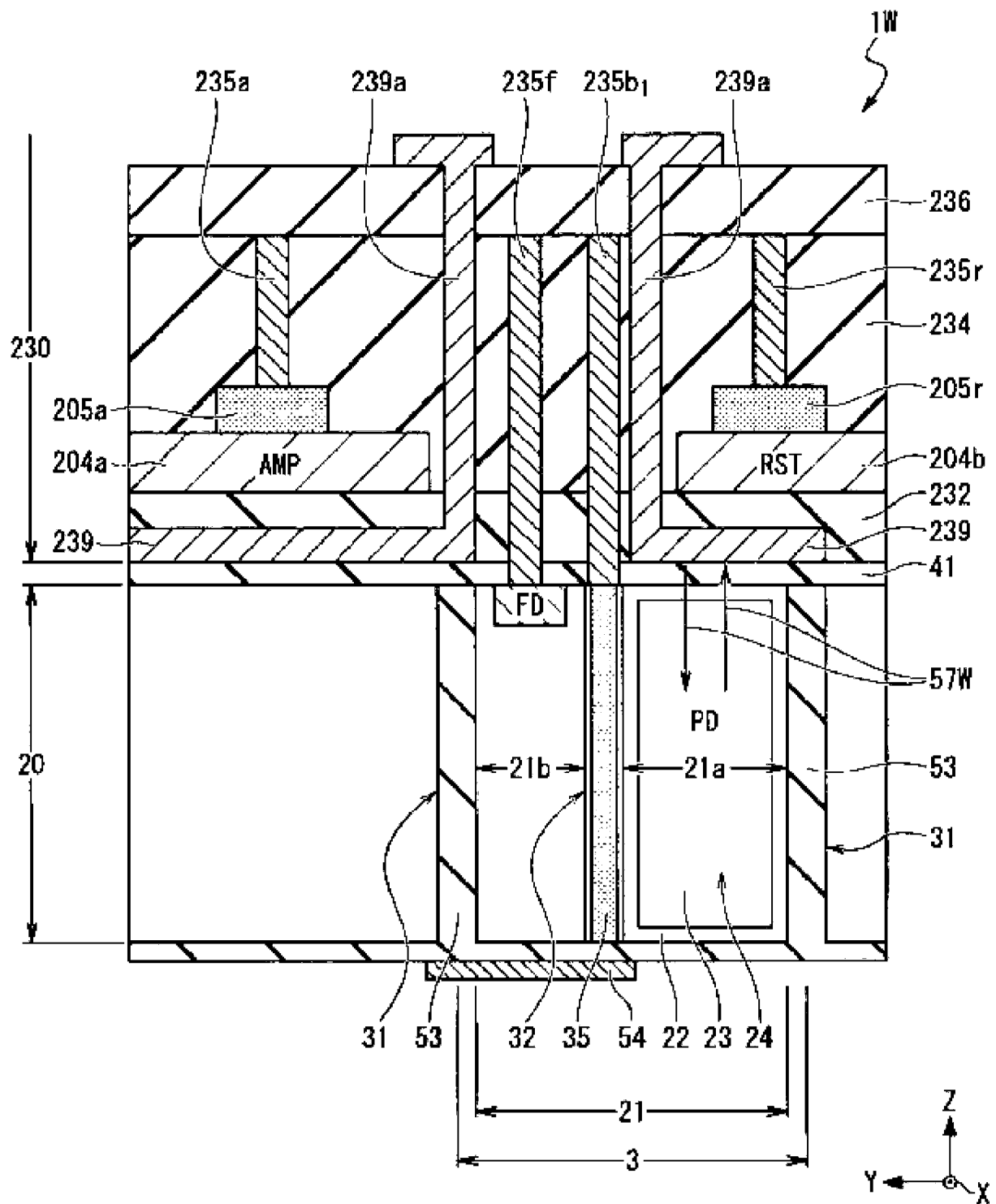


Fig. 89

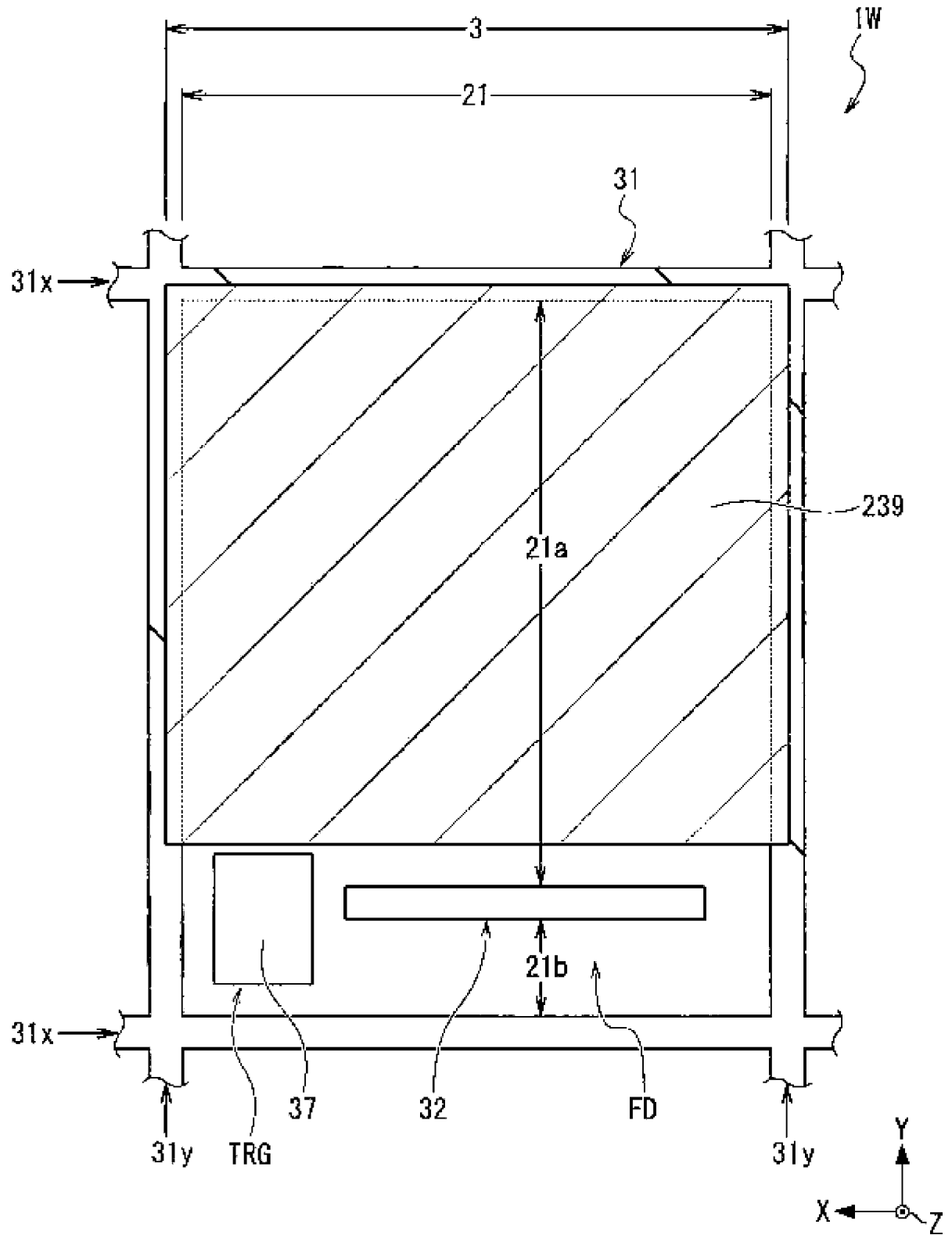


Fig. 90A

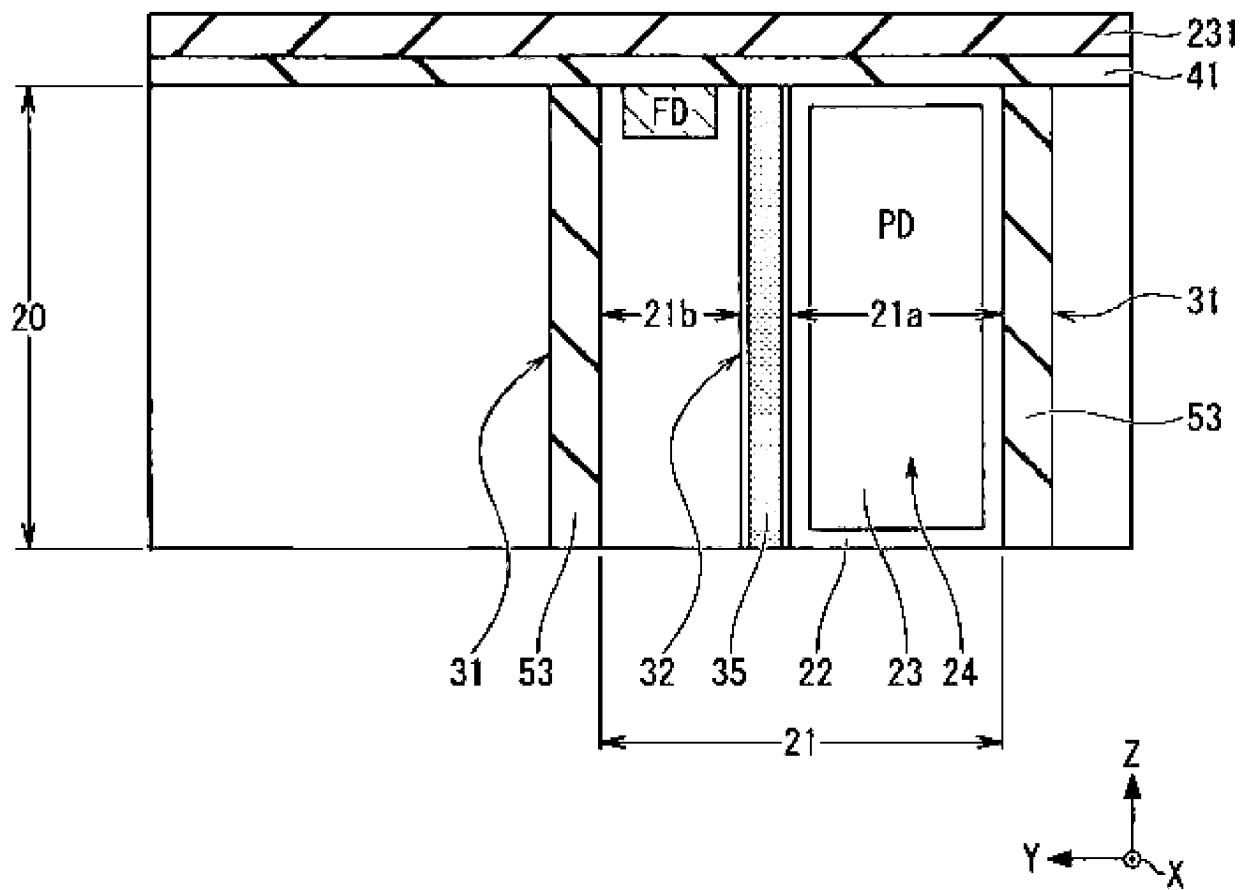


Fig. 90B

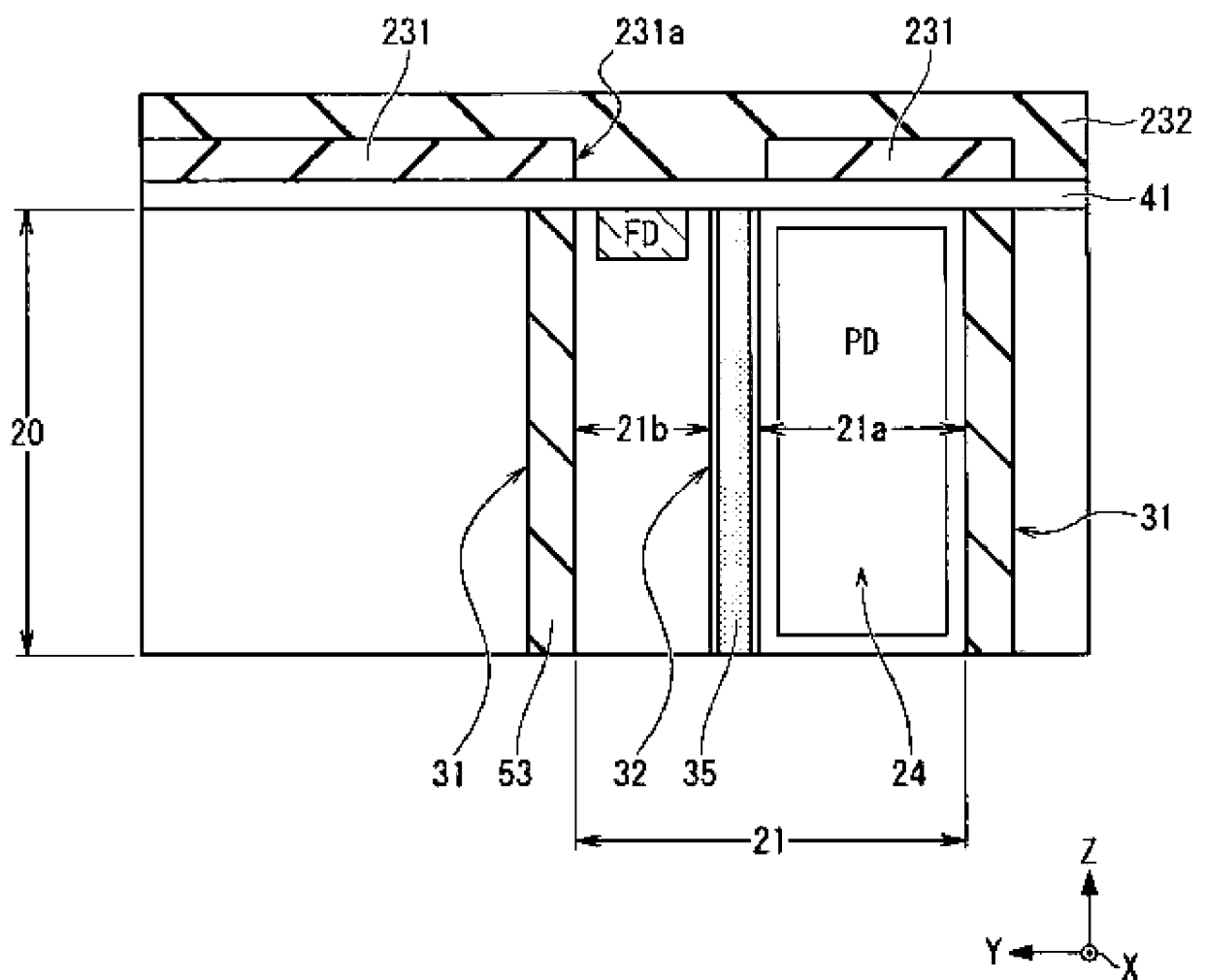


Fig. 90C

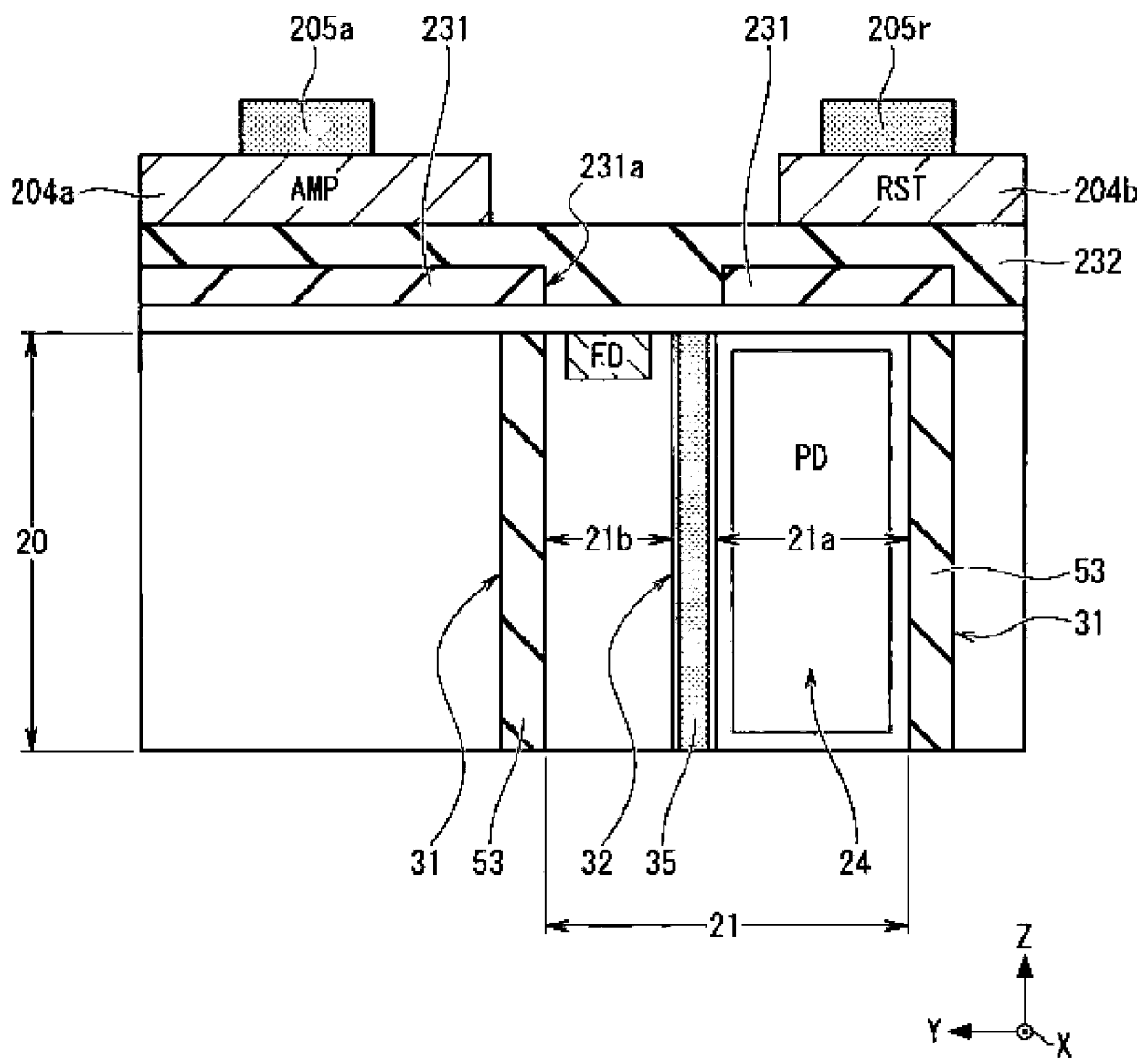


Fig. 90D

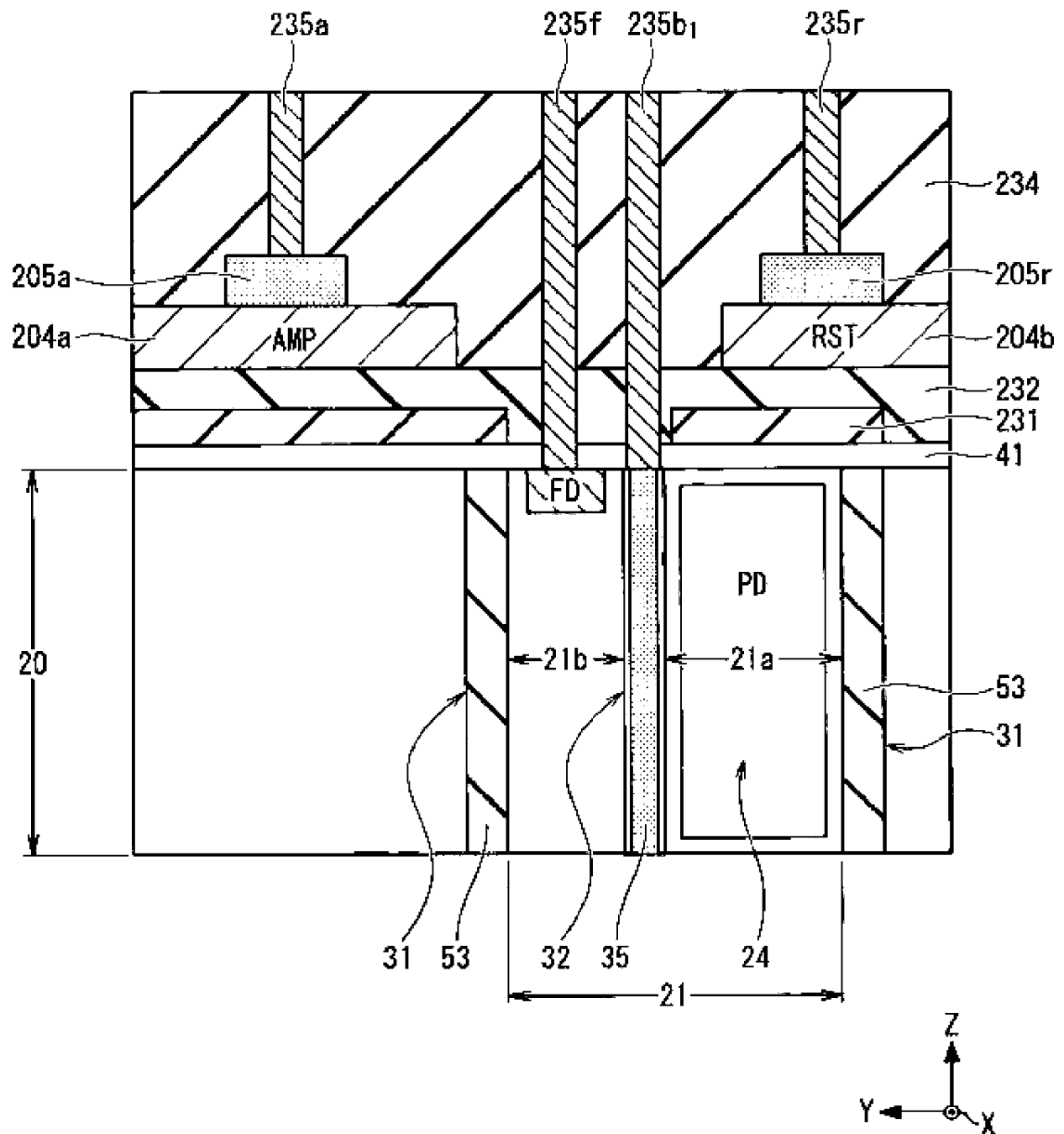


Fig. 90E

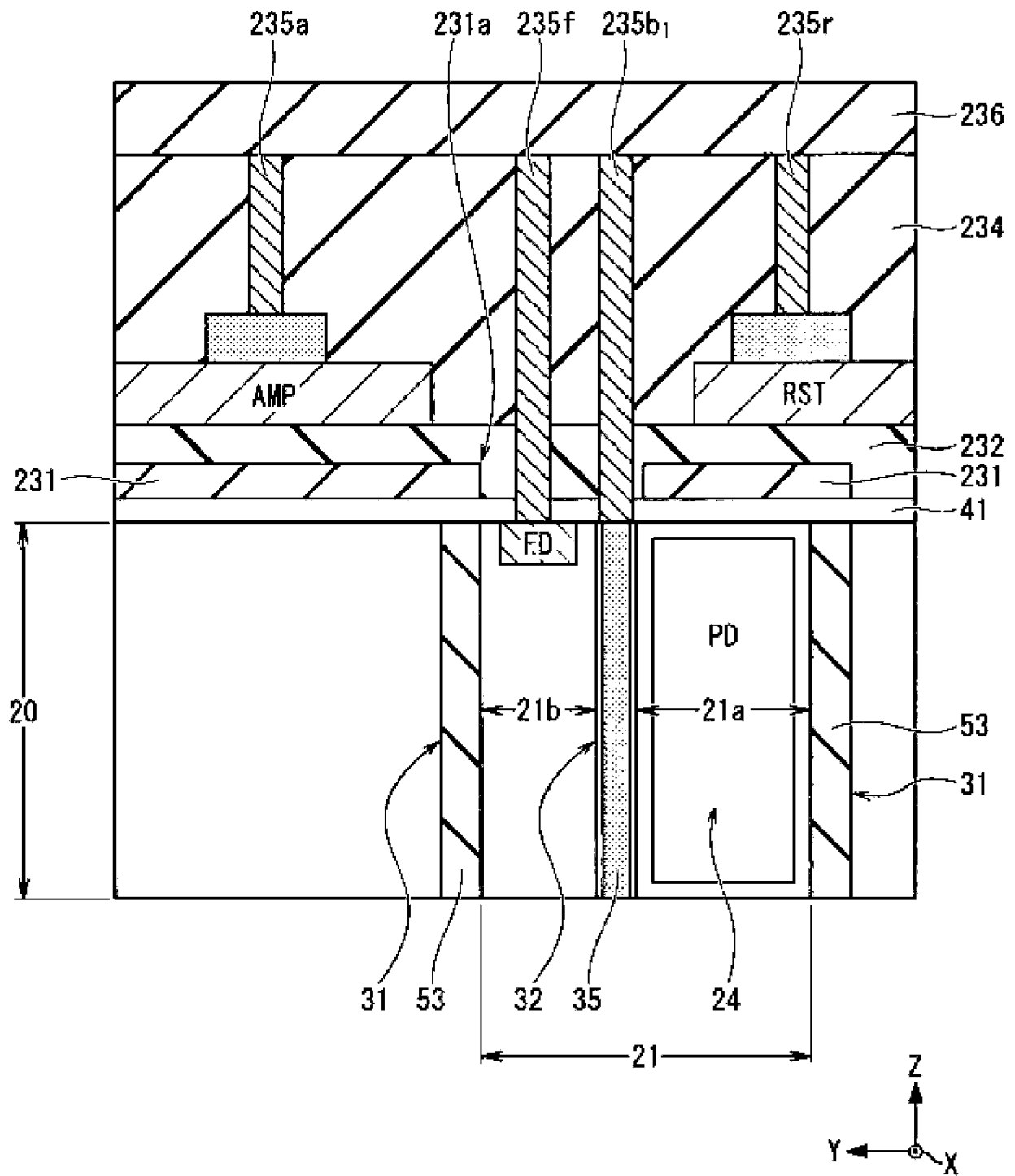


Fig. 90F

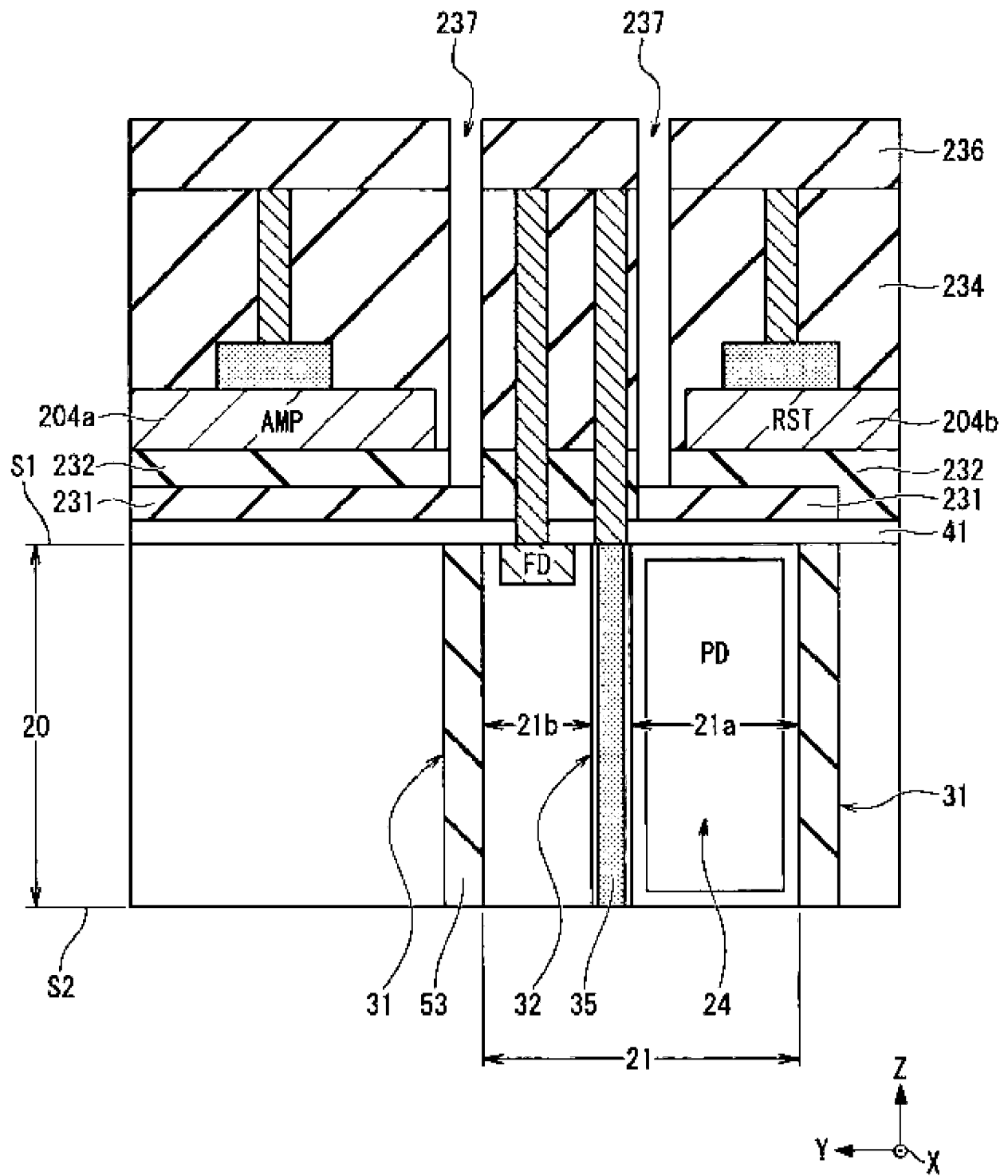


Fig. 90G

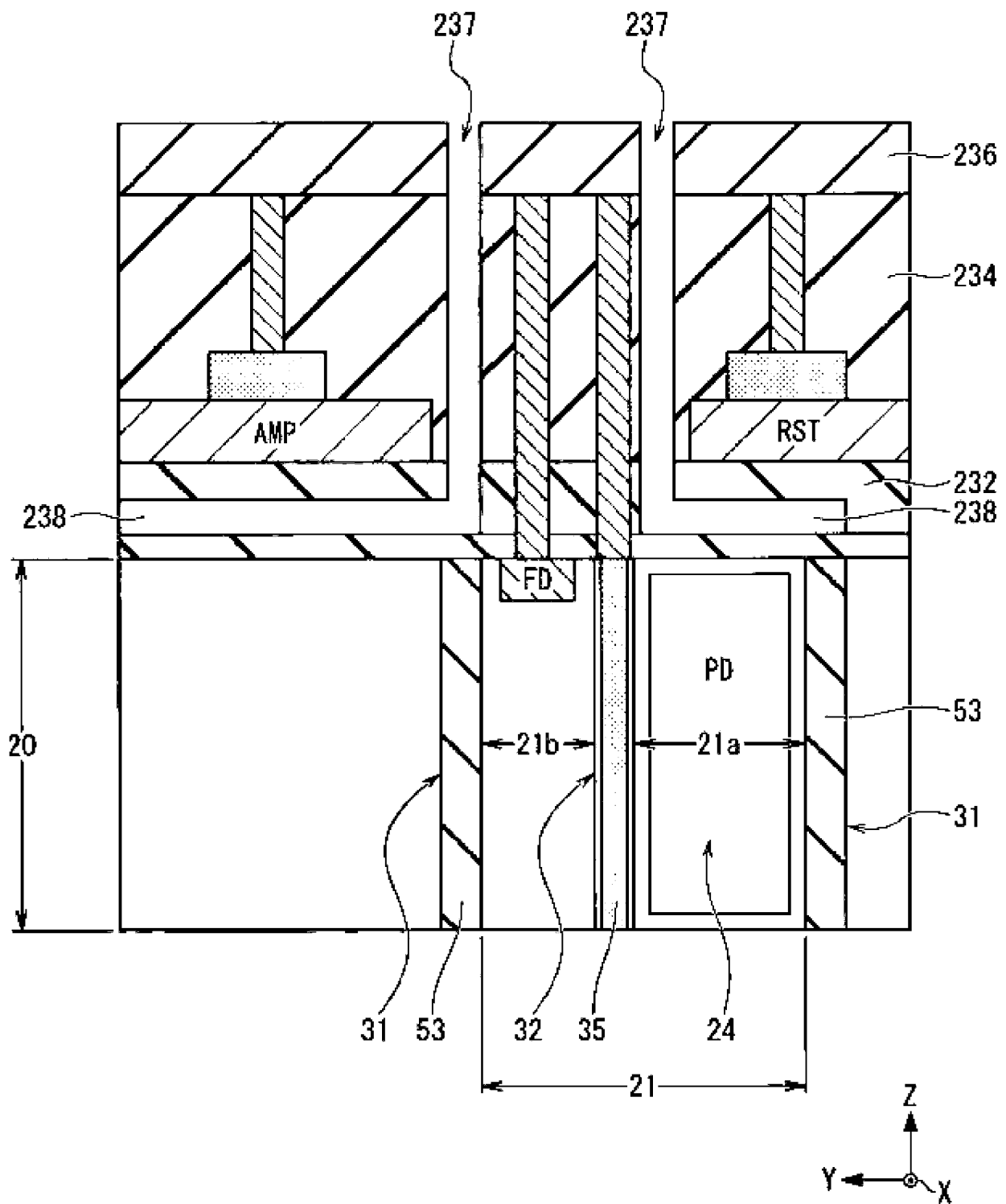


Fig. 90H

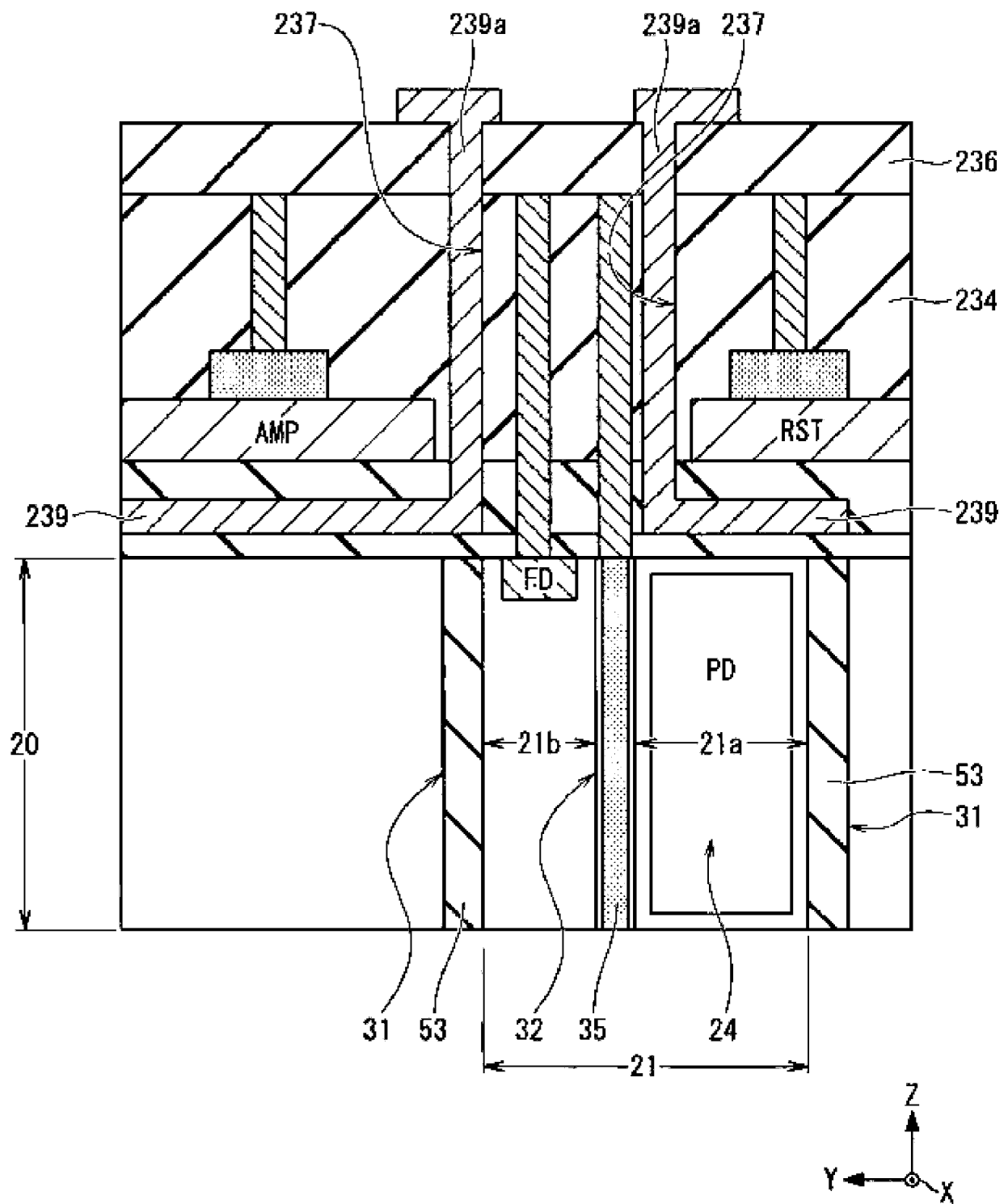


Fig. 91

