(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2022 002 154 T5** 2024.10.10

(12) # Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2022/220084**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2022 002 154.3**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2022/014960**
(86) PCT-Anmeldetag: **28.03.2022**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **20.10.2022**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung in deutscher Übersetzung: **10.10.2024**

(51) Int Cl.: ***H01L 27/146*** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2021-069276 15.04.2021 JP

(71) Anmelder:
SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION, Atsugi-shi, Kanagawa, JP

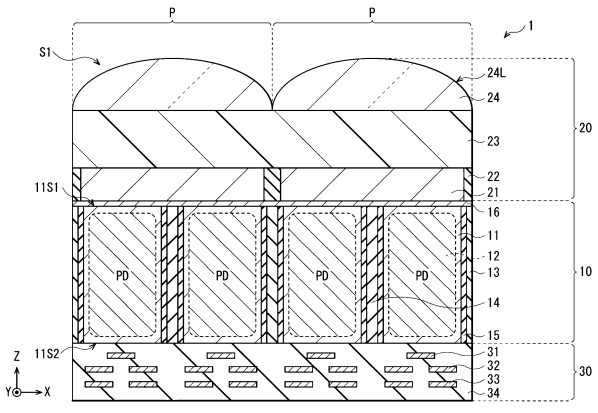
(74) Vertreter:
MFG Patentanwälte Meyer-Wildhagen Meggle-Freund Gerhard PartG mbB, 80799 München, DE

(72) Erfinder:
Sakamoto, Michiko, Atsugi-shi, Kanagawa, JP; Tanaka, Hiroshi, Atsugi-shi, Kanagawa, JP; Otani, Shogo, Atsugi-shi, Kanagawa, JP; Kojima, Takashi, Atsugi-shi, Kanagawa, JP; Iljima, Tadashi, Atsugi-shi, Kanagawa, JP; Kitamura, Shota, Atsugi-shi, Kanagawa, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **BILDGEBUNGSVORRICHTUNG**

(57) Zusammenfassung: Eine Bildgebungsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung umfasst: ein Halbleitersubstrat, das gegenüberliegende erste und zweite Oberflächen aufweist, und das eine Vielzahl von photoelektrischen Umwandlungseinheiten aufweist, in denen eine Vielzahl von Pixeln in Matrixform angeordnet sind, und eine Ladung entsprechend der Menge an empfangenem Licht mittels photoelektrischer Umwandlung für jedes Pixel erzeugt wird; und eine Intra-Pixel-Separationseinheit, die zwischen angrenzenden Pixeln bereitgestellt ist und die die angrenzenden Pixel elektrisch und optisch trennt und zwischen einer Inter-Pixel-Separationseinheit mit einem ersten Brechungsindex und einer angrenzenden photoelektrischen Umwandlungseinheit in einem Pixel bereitgestellt ist und die angrenzende photoelektrische Umwandlungseinheiten elektrisch trennt und einen zweiten Brechungsindex mit einer kleineren Differenz im Brechungsindex vom Halbleitersubstrat als der erste Brechungsindex aufweist.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft eine Bildgebungsvorrichtung, die beispielsweise eine Erfassung von Bildgebungsinformationen und Parallaxeninformationen ermöglicht.

Stand der Technik

[0002] Beispielsweise offenbart PTL 1 einen Bildsensor, in dem eine On-Chip-Linse über eine Vielzahl von Pixeln hinweg angeordnet ist. Ein Graben ist zwischen angrenzenden Pixeln und in einem zentralen Abschnitt eines Phasendifferenzerfassungspixels bereitgestellt.

Zitatliste

Patentliteratur

[0003] PTL 1: Ungeprüfte US-Patentanmeldung, Veröffentlichungsnr. 2017/0012066

Kurzdarstellung der Erfindung

[0004] An dieser Stelle wird eine Bildgebungsvorrichtung gefordert, in der eine On-Chip-Linse über eine Vielzahl von Pixeln hinweg angeordnet ist und die in der Lage ist, Bildgebungsinformationen und Parallaxeninformationen zu erfassen, wie oben beschrieben, um eine optische Charakteristik zu verbessern.

[0005] Es ist wünschenswert, eine Bildgebungsvorrichtung bereitzustellen, die es ermöglicht, eine optische Charakteristik zu verbessern.

[0006] Eine Bildgebungsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung beinhaltet: ein Halbleitersubstrat, das eine erste Oberfläche und eine zweite Oberfläche aufweist, die einander gegenüberliegen, und in dem eine Vielzahl von Pixeln in einer Matrix angeordnet sind, wobei das Halbleitersubstrat eine Vielzahl von photoelektrischen Umwandlungsabschnitten beinhaltet, die jeweils elektrische Ladung entsprechend einer Lichtempfangsmenge mittels photoelektrischer Umwandlung für jedes der Pixel erzeugen; einen Inter-Pixel-Separationsabschnitt, der zwischen den aneinander angrenzenden Pixeln bereitgestellt ist, die angrenzenden Pixel elektrisch und optisch voneinander trennt und einen ersten Brechungsindex aufweist; und einen In-Pixel-Separationsabschnitt, der zwischen den aneinander angrenzenden photoelektrischen Umwandlungsabschnitten innerhalb jedes der Pixel bereitgestellt ist, die angrenzenden photoelektrischen Umwandlungsabschnitte elektrisch trennt und einen zweiten Brechungsindex aufweist, wobei eine Differenz zwischen dem zweiten Brechungsindex und einem Brechungsindex des Halbleitersubstrats kleiner als eine Differenz zwischen dem ersten Brechungsindex und dem Brechungsindex des Halbleitersubstrats ist.

[0007] In der Bildgebungsvorrichtung gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist der Pixelseparationsabschnitt mit dem ersten Brechungsindex zwischen den angrenzenden Pixeln des Halbleitersubstrats bereitgestellt, und der In-Pixel-Separationsabschnitt mit dem zweiten Brechungsindex, dessen Differenz mit dem Brechungsindex des Halbleitersubstrats kleiner als eine Differenz zwischen dem ersten Brechungsindex und dem Brechungsindex des Halbleitersubstrats ist, ist zwischen den aneinander angrenzenden photoelektrischen Umwandlungsabschnitten innerhalb jedes der Pixel bereitgestellt. Dies ermöglicht, dass Licht, das in jedes Pixel mit einem weiten Winkel eintritt, zwischen angrenzenden Pixeln total reflektiert wird und davon abgehalten wird, zwischen angrenzenden photoelektrischen Umwandlungsabschnitten innerhalb des Pixels reflektiert zu werden.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[**Fig.** 1] **Fig.** 1 ist eine schematische Querschnittsansicht eines Beispiels für eine Konfiguration einer Bildgebungsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

[**Fig.** 2] **Fig.** 2 ist eine schematische Draufsicht des Beispiels für die in **Fig.** 1 veranschaulichte Konfiguration der Bildgebungsvorrichtung.

[**Fig.** 3] **Fig.** 3 ist ein Blockdiagramm, das eine Gesamtkonfiguration der in **Fig.** 1 veranschaulichten Bildgebungsvorrichtung veranschaulicht.

[**Fig.** 4] **Fig.** 4 ist ein äquivalentes Schaltbild eines in **Fig.** 1 veranschaulichten Einheitspixels.

[**Fig.** 5A] **Fig.** 5A ist eine schematische Querschnittsansicht zum Beschreiben eines Verfahrens zur Herstellung eines Inter-Pixel-Separationsabschnitts und eines In-Pixel-Separationsabschnitts, die in **Fig.** 1 veranschaulicht sind.

[**Fig.** 5B] **Fig.** 5B ist eine schematische Querschnittsansicht eines Schrittes anschließend an **Fig.** 5A.

[**Fig.** 5C] **Fig.** 5C ist eine schematische Querschnittsansicht eines Schrittes anschließend an **Fig.** 5B.

[**Fig.** 5D] **Fig.** 5D ist eine schematische Querschnittsansicht eines Schrittes anschließend an **Fig.** 5C.

[**Fig.** 5E] **Fig.** 5E ist eine schematische Querschnittsansicht eines Schrittes anschließend an **Fig.** 5D.

[**Fig.** 5F] **Fig.** 5F ist eine schematische Querschnittsansicht eines Schrittes anschließend an **Fig.** 5E.

[**Fig.** 5G] **Fig.** 5G ist eine schematische Querschnittsansicht eines Schrittes anschließend an **Fig.** 5F.

[**Fig.** 5H] **Fig.** 5H ist eine schematische Querschnittsansicht eines Schrittes anschließend an **Fig.** 5G.

[**Fig.** 5I] **Fig.** 5I ist eine schematische Querschnittsansicht eines Schrittes anschließend an **Fig.** 5H.

[**Fig.** 6] **Fig.** 6 ist eine schematische Querschnittsansicht eines Beispiels für eine Konfiguration einer Bildgebungsvorrichtung gemäß Modifikationsbeispiel 1 der vorliegenden Offenbarung.

[**Fig.** 7A] **Fig.** 7A ist eine schematische Querschnittsansicht zum Beschreiben eines Verfahrens zur Herstellung eines Inter-Pixel-Separationsabschnitts und eines In-Pixel-Separationsabschnitts, die in **Fig.** 6 veranschaulicht sind.

[**Fig.** 7B] **Fig.** 7B ist eine schematische Querschnittsansicht eines Schrittes anschließend an **Fig.** 7A.

[**Fig.** 8] **Fig.** 8 ist eine schematische Draufsicht zum Beschreiben einer Konfiguration einer Bildgebungsvorrichtung gemäß Modifikationsbeispiel 2 der vorliegenden Offenbarung.

[**Fig.** 9] **Fig.** 9 ist eine schematische Querschnittsansicht eines Beispiels für eine Konfiguration einer Bildgebungsvorrichtung gemäß Modifikationsbeispiel 3 der vorliegenden Offenbarung.

[**Fig.** 10] **Fig.** 10 ist eine schematische Querschnittsansicht eines Beispiels für eine Konfiguration einer Bildgebungsvorrichtung gemäß Modifikationsbeispiel 4 der vorliegenden Offenbarung.

[**Fig.** 11A] **Fig.** 11A ist eine schematische Querschnittsansicht zum Beschreiben eines Verfahrens zur Herstellung eines Inter-Pixel-Separationsabschnitts und eines In-Pixel-Separationsabschnitts, die in **Fig.** 10 veranschaulicht sind.

[**Fig.** 11B] **Fig.** 11B ist eine schematische Querschnittsansicht eines Schrittes anschließend an **Fig.** 11A.

[**Fig.** 11C] **Fig.** 11C ist eine schematische Querschnittsansicht eines Schrittes anschließend an **Fig.** 11B.

[**Fig.** 12] **Fig.** 12 ist ein Konfigurationsbeispiel des Inter-Pixel-Separationsabschnitts und des In-Pixel-Separationsabschnitts der in **Fig.** 10 veranschaulichten Bildgebungsvorrichtung.

[**Fig.** 13] **Fig.** 13 ist eine schematische Querschnittsansicht eines Beispiels für eine Konfiguration einer Bildgebungsvorrichtung gemäß Modifikationsbeispiel 5 der vorliegenden Offenbarung.

[**Fig.** 14] **Fig.** 14 ist ein Beispiel eines Bildprofils eines Brechungsindexgradienten eines In-Pixel-Separationsabschnitts in der in **Fig.** 13 veranschaulichten Bildgebungsvorrichtung.

[**Fig.** 15] **Fig.** 15 ist ein anderes Beispiel des Bildprofils des Brechungsindexgradienten des In-Pixel-Separationsabschnitts in der in **Fig.** 13 veranschaulichten Bildgebungsvorrichtung.

[**Fig.** 16] **Fig.** 16 ist eine schematische Ansicht eines Konfigurationsbeispiels des In-Pixel-Separationsabschnitts in der in **Fig.** 13 veranschaulichten Bildgebungsvorrichtung.

[**Fig.** 17] **Fig.** 17 ist eine schematische Querschnittsansicht eines Beispiels für eine Konfiguration einer Bildgebungsvorrichtung gemäß Modifikationsbeispiel 6 der vorliegenden Offenbarung.

[**Fig.** 18] **Fig.** 18 ist eine schematische Querschnittsansicht eines Beispiels für eine Konfiguration einer Bildgebungsvorrichtung gemäß Modifikationsbeispiel 7 der vorliegenden Offenbarung.

[**Fig.** 19A] **Fig.** 19A ist eine schematische Querschnittsansicht eines anderen Beispiels für eine Konfiguration eines In-Pixel-Separationsabschnitts in der in **Fig.** 18 veranschaulichten Bildgebungsvorrichtung.

[**Fig.** 20A] **Fig.** 20A ist eine schematische Draufsicht eines Beispiels einer Form eines In-Pixel-Separationsabschnitts in einer Bildgebungsvorrichtung gemäß Modifikationsbeispiel 8 der vorliegenden Offenbarung.

[**Fig.** 20B] **Fig.** 20B ist eine schematische Draufsicht eines anderen Beispiels der Form des In-Pixel-Separationsabschnitts in der Bildgebungsvorrichtung gemäß Modifikationsbeispiel 8 der vorliegenden Offenbarung.

[**Fig.** 20C] **Fig.** 20C ist eine schematische Draufsicht eines anderen Beispiels der Form des In-Pixel-Separationsabschnitts in der Bildgebungsvorrichtung gemäß Modifikationsbeispiel 8 der vorliegenden Offenbarung.

[**Fig.** 20D] **Fig.** 20D ist eine schematische Draufsicht eines anderen Beispiels der Form des In-Pixel-Separationsabschnitts in der Bildgebungsvorrichtung gemäß Modifikationsbeispiel 8 der vorliegenden Offenbarung.

[**Fig.** 21] **Fig.** 21 ist ein Diagramm, das ein Layout-Beispiel des In-Pixel-Separationsabschnitts in Abhängigkeit von einer Position in einem Pixelabschnitt veranschaulicht.

[**Fig.** 22A] **Fig.** 22A ist eine schematische Querschnittsansicht zum Beschreiben eines Verfahrens zur Herstellung eines Inter-Pixel-Separationsabschnitts und eines In-Pixel-Separationsabschnitts gemäß Modifikationsbeispiel 9 der vorliegenden Offenbarung.

[**Fig.** 22B] **Fig.** 22B ist eine schematische Querschnittsansicht eines Schrittes anschließend an **Fig.** 22A.

[**Fig.** 22C] **Fig.** 22C ist eine schematische Querschnittsansicht eines Schrittes anschließend an **Fig.** 22B.

[**Fig.** 22D] **Fig.** 22D ist eine schematische Querschnittsansicht eines Schrittes anschließend an **Fig.** 22C.

[**Fig.** 22E] **Fig.** 22E ist eine schematische Querschnittsansicht eines Schrittes anschließend an **Fig.** 22D.

[**Fig.** 23] **Fig.** 23 ist eine schematische Draufsicht zum Beschreiben einer Konfiguration einer Bildgebungsvorrichtung gemäß Modifikationsbeispiel 10 der vorliegenden Offenbarung.

[**Fig.** 24] **Fig.** 24 ist eine schematische Querschnittsansicht eines Beispiels für eine Konfiguration einer Bildgebungsvorrichtung gemäß Modifikationsbeispiel 11 der vorliegenden Offenbarung.

[**Fig.** 25] **Fig.** 25 ist eine schematische Ansicht eines Beispiels einer planaren Form eines In-Pixel-Separationsabschnitts der in **Fig.** 24 veranschaulichten Bildgebungsvorrichtung.

[**Fig.** 26] **Fig.** 26 ist eine schematische Querschnittsansicht eines anderen Beispiels für die Konfiguration der Bildgebungsvorrichtung gemäß Modifikationsbeispiel 11 der vorliegenden Offenbarung.

[**Fig.** 27] **Fig.** 27 ist ein Diagramm, das ein Layout-Beispiel des In-Pixel-Separationsabschnitts in Abhängigkeit von einer Position in einem Pixelabschnitt veranschaulicht.

[**Fig.** 28A] **Fig.** 28A ist eine schematische Querschnittsansicht zum Beschreiben eines Verfahrens zur Herstellung eines Inter-Pixel-Separationsabschnitts und eines In-Pixel-Separationsabschnitts, die in **Fig.** 24 und 26 veranschaulicht sind.

[**Fig.** 28B] **Fig.** 28B ist eine schematische Querschnittsansicht eines Schrittes anschließend an **Fig.** 28A.

[**Fig.** 28C] **Fig.** 28C ist eine schematische Querschnittsansicht eines Schrittes anschließend an **Fig.** 28B.

[**Fig.** 28D] **Fig.** 28D ist eine schematische Querschnittsansicht eines Schrittes anschließend an **Fig.** 28C.

[**Fig.** 28E] **Fig.** 28E ist eine schematische Querschnittsansicht eines Schrittes anschließend an **Fig.** 28D.

[**Fig.** 28F] **Fig.** 28F ist eine schematische Querschnittsansicht eines Schrittes anschließend an **Fig.** 28E.

[**Fig.** 28G] **Fig.** 28G ist eine schematische Querschnittsansicht eines Schrittes anschließend an **Fig.** 28F.

[**Fig.** 28H] **Fig.** 28H ist eine schematische Querschnittsansicht eines Schrittes anschließend an **Fig.** 28G.

[**Fig.** 28I] **Fig.** 28I ist eine schematische Querschnittsansicht eines Schrittes anschließend an **Fig.** 28H.

[**Fig.** 29] **Fig.** 29 ist eine schematische Querschnittsansicht eines Beispiels für eine Konfiguration einer Bildgebungsvorrichtung gemäß Modifikationsbeispiel 12 der vorliegenden Offenbarung.

[**Fig.** 30A] **Fig.** 30A ist eine schematische Querschnittsansicht zum Beschreiben eines Verfahrens zur Herstellung eines Inter-Pixel-Separationsabschnitts und eines In-Pixel-Separationsabschnitts, die in **Fig.** 29 veranschaulicht sind.

[**Fig.** 30B] **Fig.** 30B ist eine schematische Querschnittsansicht eines Schrittes anschließend an **Fig.** 30A.

[**Fig.** 30C] **Fig.** 30C ist eine schematische Querschnittsansicht eines Schrittes anschließend an **Fig.** 30B.

[**Fig.** 30D] **Fig.** 30D ist eine schematische Querschnittsansicht eines Schrittes anschließend an **Fig.** 30C.

[**Fig.** 30E] **Fig.** 30E ist eine schematische Querschnittsansicht eines Schrittes anschließend an **Fig.** 30D.

[**Fig.** 30F] **Fig.** 30F ist eine schematische Querschnittsansicht eines Schrittes anschließend an **Fig.** 30E.

[**Fig.** 31] **Fig.** 31 ist eine schematische Querschnittsansicht eines Beispiels für eine Konfiguration einer Bildgebungsvorrichtung gemäß Modifikationsbeispiel 13 der vorliegenden Offenbarung.

[**Fig.** 32] **Fig.** 32 ist eine schematische Draufsicht eines Beispiels für die in **Fig.** 31 veranschaulichte Konfiguration der Bildgebungsvorrichtung.

[**Fig.** 33] **Fig.** 33 ist eine schematische Ansicht eines anderen Beispiels für eine Ebenenkonfiguration der Bildgebungsvorrichtung gemäß Modifikationsbeispiel 13 der vorliegenden Offenbarung.

[**Fig.** 34] **Fig.** 34 ist eine schematische Ansicht eines anderen Beispiels für die Ebenenkonfiguration der Bildgebungsvorrichtung gemäß Modifikationsbeispiel 13 der vorliegenden Offenbarung.

[**Fig.** 35] **Fig.** 35 ist eine schematische Ansicht eines anderen Beispiels für die Ebenenkonfiguration der Bildgebungsvorrichtung gemäß Modifikationsbeispiel 13 der vorliegenden Offenbarung.

[**Fig.** 36] **Fig.** 36 ist eine schematische Draufsicht eines Beispiels für ein Layout von Einheitspixeln und On-Chip-Linsen gemäß Modifikationsbeispiel 14 der vorliegenden Offenbarung.

[**Fig.** 37] **Fig.** 37 ist eine schematische Draufsicht eines anderen Beispiels für das Layout der Einheitspixel und der On-Chip-Linsen gemäß Modifikationsbeispiel 14 der vorliegenden Offenbarung.

[**Fig.** 38] **Fig.** 38 ist eine schematische Draufsicht eines anderen Beispiels für das Layout der Einheitspixel und der On-Chip-Linsen gemäß Modifikationsbeispiel 14 der vorliegenden Offenbarung.

[**Fig.** 39] **Fig.** 39 ist eine schematische Draufsicht eines anderen Beispiels für das Layout der Einheitspixel und der On-Chip-Linsen gemäß Modifikationsbeispiel 14 der vorliegenden Offenbarung.

[**Fig.** 40] **Fig.** 40 ist eine schematische Draufsicht eines anderen Beispiels für das Layout der Einheitspixel und der On-Chip-Linsen gemäß Modifikationsbeispiel 14 der vorliegenden Offenbarung.

[**Fig.** 41] **Fig.** 41 ist eine schematische Querschnittsansicht eines Beispiels für eine Konfiguration einer Bildgebungsvorrichtung gemäß Modifikationsbeispiel 15 der vorliegenden Offenbarung.

[**Fig.** 42] **Fig.** 42 ist eine schematische Draufsicht eines Beispiels für die in **Fig.** 41 veranschaulichte Konfiguration der Bildgebungsvorrichtung.

[**Fig.** 43A] **Fig.** 43A ist eine schematische Querschnittsansicht zum Beschreiben eines Verfahrens zur Herstellung eines Inter-Pixel-Separationsabschnitts und eines In-Pixel-Separationsabschnitts, die in **Fig.** 41 veranschaulicht sind.

[**Fig.** 43B] **Fig.** 43B ist eine schematische Querschnittsansicht eines Schrittes anschließend an **Fig.** 43A.

[**Fig.** 43C] **Fig.** 43C ist eine schematische Querschnittsansicht eines Schrittes anschließend an **Fig.** 43B.

[**Fig.** 43D] **Fig.** 43D ist eine schematische Querschnittsansicht eines Schrittes anschließend an **Fig.** 43C.

[**Fig.** 43E] **Fig.** 43E ist eine schematische Querschnittsansicht eines Schrittes anschließend an **Fig.** 43D.

[**Fig.** 43F] **Fig.** 43F ist eine schematische Querschnittsansicht eines Schrittes anschließend an **Fig.** 43E.

[**Fig.** 44] **Fig.** 44 ist eine schematische Draufsicht eines Beispiels für ein Muster eines in **Fig.** 43A veranschaulichten Resistfilms.

[**Fig.** 45] **Fig.** 45 ist eine schematische Draufsicht eines anderen Beispiels für das Muster des in **Fig.** 43A veranschaulichten Resistfilms.

[**Fig.** 46] **Fig.** 46 ist ein Blockdiagramm, das ein Konfigurationsbeispiel einer elektronischen Einrichtung veranschaulicht, die die in **Fig.** 3 veranschaulichte Bildgebungsvorrichtung einschließt.

[**Fig.** 47] **Fig.** 47 ist ein Blockdiagramm, das ein Beispiel einer schematischen Konfiguration eines Fahrzeugsteuersystems darstellt.

[**Fig.** 48] **Fig.** 48 ist ein Diagramm zum Unterstützen der Erläuterung eines Beispiels für Installationspositionen eines Fahrzeugaußeninformationen-Detektionsabschnitts und eines Bildgebungsabschnitts.

[**Fig.** 49] **Fig.** 49 ist eine Ansicht, die ein Beispiel für eine schematische Konfiguration eines endoskopischen Chirurgiesystems darstellt.

[**Fig.** 50] **Fig.** 50 ist ein Blockdiagramm, das ein Beispiel für eine funktionale Konfiguration eines Kamerakopfes und einer Kamerasteuereinheit (CCU) darstellt. Ausführungsweisen der Erfindung

[0008] Es folgt eine ausführliche Beschreibung von Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen. Die folgende Beschreibung ist lediglich ein spezielles Beispiel der vorliegenden Offenbarung und die vorliegende Offenbarung sollte nicht auf die folgenden Aspekte beschränkt werden. Zudem ist die vorliegende Offenbarung nicht auf Anordnungen, Abmessungen, Abmessungsverhältnisse und dergleichen jeder in den Zeichnungen veranschaulichten Komponente beschränkt. Es ist anzumerken, dass die Beschreibung in der folgenden Reihenfolge erfolgt.

1. Ausführungsform (Ein Beispiel für eine Bildgebungsvorrichtung, die einen Inter-Pixel-Separationsabschnitt und einen In-Pixel-Separationsabschnitt mit jeweiligen voneinander verschiedenen Brechungsindizes einschließt)

2. Modifikationsbeispiele

2-1. Modifikationsbeispiel 1 (Ein anderes Beispiel für eine Konfiguration des Inter-Pixel-Separationsabschnitts und des In-Pixel-Separationsabschnitts)

2-2. Modifikationsbeispiel 2 (Ein anderes Beispiel für eine Konfiguration des In-Pixel-Separationsabschnitts)

2-3. Modifikationsbeispiel 3 (Ein anderes Beispiel für die Konfiguration des Inter-Pixel-Separationsabschnitts und des In-Pixel-Separationsabschnitts)

2-4. Modifikationsbeispiel 4 (Ein anderes Beispiel für die Konfiguration des Inter-Pixel-Separationsabschnitts und des In-Pixel-Separationsabschnitts)

2-5. Modifikationsbeispiel 5 (Ein anderes Beispiel für die Konfiguration des Inter-Pixel-Separationsabschnitts und des In-Pixel-Separationsabschnitts)

2-6. Modifikationsbeispiel 6 (Ein anderes Beispiel für die Konfiguration des Inter-Pixel-Separationsabschnitts und des In-Pixel-Separationsabschnitts)

2-7. Modifikationsbeispiel 7 (Ein anderes Beispiel für die Konfiguration des Inter-Pixel-Separationsabschnitts und des In-Pixel-Separationsabschnitts)

2-8. Modifikationsbeispiel 8 (Ein anderes Beispiel für die Konfiguration des Inter-Pixel-Separationsabschnitts und des In-Pixel-Separationsabschnitts)

2-9. Modifikationsbeispiel 9 (Ein anderes Beispiel für ein Verfahren zur Herstellung des Inter-Pixel-Separationsabschnitts und des In-Pixel-Separationsabschnitts)

2-10. Modifikationsbeispiel 10 (Ein anderes Beispiel für die Konfiguration des In-Pixel-Separationsabschnitts)

2-11. Modifikationsbeispiel 11 (Ein anderes Beispiel für die Konfiguration des In-Pixel-Separationsabschnitts)

2-12. Modifikationsbeispiel 12 (Ein anderes Beispiel für die Konfiguration des Inter-Pixel-Separationsabschnitts und des In-Pixel-Separationsabschnitts)

2-13. Modifikationsbeispiel 13 (Ein Beispiel zum Anlegen einer Spannung an sowohl den Inter-Pixel-Separationsabschnitt als auch den In-Pixel-Separationsabschnitt)

2-14. Modifikationsbeispiel 14 (Ein anderes Beispiel für ein Layout von Einheitspixeln und On-Chip-Linsen)

2-15. Modifikationsbeispiel 15 (Ein anderes Beispiel für die Konfiguration des Inter-Pixel-Separationsabschnitts und des In-Pixel-Separationsabschnitts)

3. Anwendungsbeispiele

4. Praktische Anwendungsbeispiele

<1. Ausführungsform>

[0009] **Fig.** 1 veranschaulicht ein Beispiel für eine Querschnittskonfiguration einer Bildgebungsvorrichtung (einer Bildgebungsvorrichtung 1) gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung schematisch. **Fig.** 2 veranschaulicht schematisch ein Beispiel für eine Ebenenkonfiguration der in **Fig.** 1 veranschaulichten Bildgebungsvorrichtung 1, und **Fig.** 1 veranschaulicht einen Querschnitt entlang Linie I-I in **Fig.** 2. **Fig.** 3 veranschaulicht ein Beispiel für eine Gesamtkonfiguration der in **Fig.** 1 veranschaulichten Bildgebungsvorrichtung 1. Die Bildgebungsvorrichtung 1 ist zum Beispiel ein CMOS-Bildsensor (CMOS: Complementary Metal Oxide Semiconductor - komplementärer Metalloxid-Halbleiter) oder dergleichen, der für eine elektronische Einrichtung wie etwa eine digitale Standbildkamera oder eine Videokamera verwendet werden soll, und beinhaltet, als einen Bildgebungsbereich, einen Pixelabschnitt (einen Pixelabschnitt 100A), in dem eine Vielzahl von Pixeln zweidimensional in einer Matrix angeordnet sind. Die Bildgebungsvorrichtung 1 ist zum Beispiel eine sogenannte Bildgebungsvorrichtung mit rückwärtiger Belichtung im CMOS-Bildsensor oder dergleichen.

[0010] Die Bildgebungsvorrichtung 1 der gegenwärtigen Ausführungsform beinhaltet ein Pixel (ein Einheitspixel P), das in der Lage ist, Bildgebungsinformationen und Parallaxeninformationen gleichzeitig zu erfassen. Gemäß der Bildgebungsvorrichtung 1 der gegenwärtigen Ausführungsform ist in dem Pixel-

abschnitt 100A, in dem eine Vielzahl von Einheitspixeln P, die jeweils eine Vielzahl von photoelektrischen Umwandlungsabschnitten 12 einschließen, in einer Matrix angeordnet sind, ein Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 zwischen den aneinander angrenzenden Pixeln bereitgestellt, und ein In-Pixel-Separationsabschnitt 14 ist zwischen den aneinander angrenzenden photoelektrischen Umwandlungsabschnitten 12 innerhalb jedes der Einheitspixel P bereitgestellt. Der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 und der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 weisen jeweilige voneinander verschiedene Brechungsindizes auf.

[Schematische Konfiguration der Bildgebungsvorrichtung]

[0011] Die Bildgebungsvorrichtung 1 nimmt einfallendes Licht (Bildlicht) von einem Motiv über ein optisches Linsensystem auf (nicht veranschaulicht), wandelt eine Menge an einfallendem Licht, das auf einer Bildgebungsoberfläche als ein Bild gebildet wird, in elektrische Signale auf einer Pixel-für-Pixel-Basis um und gibt die elektrischen Signale als Pixelsignale aus. Die Bildgebungsvorrichtung 1 beinhaltet, auf einem Halbleitersubstrat 11, den Pixelabschnitt 100A als einen Bildgebungsbereich und beinhaltet außerdem, in einem Peripheriegebiet des Pixelabschnitts 100A, zum Beispiel eine Vertikalansteuerungsschaltung 111, eine Spaltensignalverarbeitungsschaltung 112, eine Horizontalansteuerungsschaltung 113, eine Ausgabeschaltung 114, eine Steuerschaltung 115 und einen Eingangs-/Ausgangsanschluss 116.

[0012] Im Pixelabschnitt 100A ist beispielsweise die Vielzahl von Einheitspixeln P zweidimensional in einer Matrix angeordnet. Jedes der Vielzahl von Einheitspixeln P dient auch als ein Bildgebungspixel und ein Bildebenenphasendifferenzpixel. Das Bildgebungspixel wandelt ein Zielobjektbild, das durch eine Bildgebungslinse an einer Photodiode PD gebildet wird, photoelektrisch um, um Signale zur Bilderzeugung zu erzeugen. Das Bildebenenphasendifferenzpixel teilt ein Pupillengebiet der Bildgebungslinse und wandelt ein Zielobjektbild aus dem geteilten Pupillengebiet photoelektrisch um, um Signale zur Detektion der Phasendifferenz zu erzeugen.

[0013] Die Einheitspixel P sind beispielsweise mit einer Pixelansteuerungsleitung Llesen (insbesondere eine Zeilenauswahlleitung und eine Rücksetzsteuerleitung) für jede der Pixelzeilen versehen und mit einer vertikalen Signalleitung Lsig für jede der Pixelspalten versehen. Die Pixelansteuerungsleitung Llesen überträgt Ansteuerungssignale zum Lesen von Signalen aus den Pixeln. Ein Ende der Pixelansteuerungsleitung Llesen ist mit einem Ausgangsende der Vertikalansteuerungsschaltung 111 entsprechend jeder der Zeilen gekoppelt.

[0014] Die Vertikalansteuerungsschaltung 111 ist ein Pixelansteuerungsabschnitt, der durch ein Schieberegister, einen Adressdecodierer und dergleichen konfiguriert ist, und steuert die Einheitspixel P des Pixelabschnitts 100A zum Beispiel auf eine zeilenweise Basis an. Die von den jeweiligen Einheitspixeln P in den Pixelzeilen, die selektiv durch die Vertikalansteuerungsschaltung 111 gescannt werden, ausgegebenen Signale werden durch die jeweiligen vertikalen Signalleitungen Lsig an die Spaltensignalverarbeitungsschaltung 112 geliefert. Die Spaltensignalverarbeitungsschaltung 112 ist durch einen Verstärker, einen Horizontalauswahlschalter und dergleichen konfiguriert, die für jede der vertikalen Signalleitungen Lsig bereitgestellt sind.

[0015] Die Horizontalansteuerungsschaltung 113 ist durch ein Schieberegister, einen Adressdecodierer und dergleichen konfiguriert. Die Horizontalansteuerungsschaltung 113 steuert Horizontalauswahlschalter der Spaltensignalverarbeitungsschaltung 112 in Reihenfolge an, während die Horizontalauswahlschalter gescannt werden. Das selektive Scannen durch diese Horizontalansteuerungsschaltung 113 bewirkt, dass Signale der jeweiligen Pixel über die jeweiligen vertikalen Signalleitungen Lsig übertragen werden, sodass sie zu einer horizontalen Signalleitung 121 in Reihenfolge ausgegeben werden, und bewirkt, dass die Signale zur Außenseite des Halbleitersubstrats 11 über die horizontale Signalleitung 121 übertragen werden.

[0016] Die Ausgabeschaltung 114 führt eine Signalverarbeitung an Signalen durch, die von den jeweiligen Spaltensignalverarbeitungsschaltungen 112 über die horizontale Signalleitung 121 sequenziell geliefert werden, und gibt die Signale aus. Die Ausgabeschaltung 114 führt in manchen Fällen zum Beispiel nur Pufferung durch und führt eine Schwarzpegelanpassung, eine Spaltenvariationskorrektur, verschiedene Arten digitaler Signalverarbeitung und dergleichen in anderen Fällen durch.

[0017] Ein Schaltungsteil, der die Vertikalansteuerungsschaltung 111, die Spaltensignalverarbeitungsschaltung 112, die Horizontalansteuerungsschaltung 113, die horizontale Signalleitung 121 und die Ausgabeschaltung 114 einschließt, kann direkt auf dem Halbleitersubstrat 11 ausgebildet sein oder kann auf einer externen Steuerungs-IC bereitgestellt sein. Zusätzlich kann der Schaltungsteil auf einem anderen Substrat ausgebildet sein, das mittels eines Kabels oder dergleichen gekoppelt ist.

[0018] Die Steuerschaltung 115 empfängt einen Takt, der von außerhalb des Halbleitersubstrats 11 geliefert wird, Daten für eine Anweisung über einen

Betriebsmodus und dergleichen und gibt auch Daten, wie etwa interne Informationen über die Bildgebungsvorrichtung 1, aus. Die Steuerschaltung 115 beinhaltet ferner einen Timing-Generator, der eine Vielfalt von Timing-Signalen erzeugt, und steuert die Ansteuerung von Peripherieschaltungen, einschließlich der Vertikalansteuerungsschaltung 111, der Spaltensignalverarbeitungsschaltung 112, der Horizontalansteuerungsschaltung 113 und dergleichen auf Basis der Vielfalt von Timing-Signalen, die durch den Timing-Generator erzeugt werden.

[0019] Der Eingangs-/Ausgangsanschluss 116 tauscht Signale mit der äußeren Umgebung aus.

[Schaltungskonfiguration des Einheitspixels]

[0020] **Fig.** 4 veranschaulicht ein Beispiel für eine Ausleseschaltung des Einheitspixels P der in **Fig.** 3 veranschaulichten Bildgebungsvorrichtung 1. Wie in **Fig.** 4 veranschaulicht, beinhaltet das Einheitspixel P zum Beispiel zwei photoelektrische Umwandlungsabschnitte 12A und 12B, Transfertransistoren TR1 und TR2, eine Floating-Diffusion FD, einen Rücksetztransistor RST, einen Verstärkungstransistor AMP und einen Auswahltransistor SEL.

[0021] Die photoelektrischen Umwandlungsabschnitte 12A und 12B sind jeweils eine Photodiode (PD). Im photoelektrischen Umwandlungsabschnitt 12A ist eine Anode mit einer Massespannungsleitung gekoppelt, und eine Kathode ist mit einer Source des Transfertransistors TR1 gekoppelt. Im photoelektrischen Umwandlungsabschnitt 12B, ähnlich zu dem photoelektrischen Umwandlungsabschnitt 12A, ist eine Anode mit der Massespannungsleitung gekoppelt, und eine Kathode ist mit einer Source des Transfertransistors TR2 gekoppelt.

[0022] Der Transfertransistor TR1 ist zwischen dem photoelektrischen Umwandlungsabschnitt 12A und der Floating-Diffusion FD gekoppelt. Der Transfertransistor TR2 ist zwischen dem photoelektrischen Umwandlungsabschnitt 12B und der Floating-Diffusion FD gekoppelt. Ein Ansteuerungssignal TRsig wird an jede der Gate-Elektroden der Transfertransistoren TR1 und TR2 angelegt. Wenn das Ansteuerungssignal TRsig in einen aktiven Zustand gebracht wird, wird jedes der Transfer-Gates der Transfertransistoren TR1 und TR2 in einen elektrisch leitfähigen Zustand gebracht, und Signalladung, die in jedem der photoelektrischen Umwandlungsabschnitte 12A und 12B akkumuliert wird, wird über die Transfertransistoren TR1 und TR2 zu der Floating-Diffusion FD transferiert.

[0023] Die Floating-Diffusion FD ist zwischen jedem der Transfertransistoren TR1 und TR2 und dem Verstärkungstransistor AMP gekoppelt. Die Floating-Diffusion FD unterzieht die durch die Transfertransistoren TR1 und TR2 transferierte Signalladung einer Ladung-Spannung-Umwandlung in ein Spannungssignal, um das umgewandelte Spannungssignal an den Verstärkungstransistor AMP auszugeben.

[0024] Der Rücksetztransistor RST ist zwischen der Floating-Diffusion FD und einem Leistungsversorgungsabschnitt gekoppelt. Ein Ansteuerungssignal RSTsig wird an eine Gate-Elektrode des Rücksetztransistors RST angelegt. Wenn das Ansteuerungssignal RSTsig in einen aktiven Zustand gebracht wird, wird ein Rücksetz-Gate des Rücksetztransistors RST in einen elektrisch leitfähigen Zustand gebracht, und ein Potenzial der Floating-Diffusion FD wird auf einen Pegel des Leistungsversorgungsabschnitts zurückgesetzt.

[0025] Der Verstärkungstransistor AMP, in dem eine Gate-Elektrode davon mit der Floating-Diffusion FD gekoppelt ist und eine Drain-Elektrode mit dem Leistungsversorgungsabschnitt gekoppelt ist, dient als ein Eingangsteil einer Ausleseschaltung des Spannungssignals, das durch die Floating-Diffusion FD oder eine sogenannte Source-Folger-Schaltung gehalten wird. Das heißt, eine Source-Elektrode des Verstärkungstransistors AMP ist über den Auswahltransistor SEL mit der vertikalen Signalleitung Lsig gekoppelt, um dadurch die Source-Folger-Schaltung mit einer Konstantstromquelle zu konfigurieren, die mit einem Ende der vertikalen Signalleitung Lsig gekoppelt ist.

[0026] Der Auswahltransistor SEL ist zwischen der Source-Elektrode des Verstärkungstransistors AMP und der vertikalen Signalleitung Lsig gekoppelt. Ein Ansteuerungssignal SELsig wird an eine Gate-Elektrode des Auswahltransistors SEL angelegt. Wenn das Ansteuerungssignal SELsig in einen aktiven Zustand gebracht wird, wird der Auswahltransistor SEL in einen elektrisch leitfähigen Zustand gebracht, und das Einheitspixel p wird in einen ausgewählten Zustand gebracht. Dies ermöglicht, das ein Auslesesignal (Pixelsignal), das vom Verstärkungstransistor AMP ausgegeben wird, über den Auswahltransistor SEL an die vertikale Signalleitung Lsig ausgegeben wird.

[0027] Im Einheitspixel P werden zum Beispiel die Signalladung, die im photoelektrischen Umwandlungsabschnitt 12A erzeugt wird, und die Signalladung, die im photoelektrischen Umwandlungsabschnitt 12B erzeugt wird, gelesen. Die jeweiligen Signalladungen, die aus dem photoelektrischen Umwandlungsabschnitt 12A und dem photoelektrischen Umwandlungsabschnitt 12B gelesen werden, werden an einen Phasendifferenzberechnungsblock eines externen Signalverarbeitungsabschnitts ausgegeben, um beispielsweise dadurch ein Signal für den Phasendifferenz-Autofokus zu erfassen. Zusätzlich werden die jeweiligen Signalladungen, die aus

dem photoelektrischen Umwandlungsabschnitt 12A und dem photoelektrischen Umwandlungsabschnitt 12B gelesen werden, in der Floating-Diffusion FD zusammenaddiert und an einen Bildgebungsblock des externen Signalverarbeitungsabschnitts ausgegeben, um zum Beispiel dadurch ein Pixelsignal basierend auf der gesamten elektrischen Ladung des photoelektrischen Umwandlungsabschnitts 12A und des photoelektrischen Umwandlungsabschnitts 12B zu erfassen.

[Konfiguration des Einheitspixels]

[0028] Wie oben beschrieben, ist die Bildgebungsvorrichtung 1 zum Beispiel eine Bildgebungsvorrichtung mit rückwärtiger Belichtung. Die mehreren Einheitspixel P, die zweidimensional im Pixelabschnitt 100A angeordnet sind, weisen jeweils eine Konfiguration auf, in der zum Beispiel ein Lichtempfangsabschnitt 10, ein Lichtbündelungsabschnitt 20 und eine mehrschichtige Verdrahtungsschicht 30 gestapelt sind. Der Lichtbündelungsabschnitt 20 ist auf einer Lichteinfallsseite S1 des Lichtempfangsabschnitts 10 bereitgestellt. Die mehrschichtige Verdrahtungsschicht 30 ist auf einer Seite gegenüber der Lichteinfallsseite S1 des Lichtempfangsabschnitts 10 bereitgestellt.

[0029] Der Lichtempfangsabschnitt 10 beinhaltet das Halbleitersubstrat 11 mit einer ersten Oberfläche 11S1 und einer zweiten Oberfläche 11S2, die einander gegenüberliegen, und eine Vielzahl von photoelektrischen Umwandlungsabschnitten 12, die im Halbleitersubstrat 11 eingebettet und ausgebildet sind. Das Halbleitersubstrat 11 ist zum Beispiel durch ein Siliziumsubstrat ausgebildet. Der photoelektrische Umwandlungsabschnitt 12 ist zum Beispiel eine Photodiode (PD) vom PIN-Typ (positiv, intrinsisch, negativ) und weist einen p-n-Übergang an einem vorbestimmten Gebiet des Halbleitersubstrats 11 auf. Hinsichtlich des photoelektrischen Umwandlungsabschnitts 12, wie oben beschrieben, sind mehrere (z. B. zwei) photoelektrische Umwandlungsabschnitte 12A und 12B für jedes der Einheitspixel P eingebettet und ausgebildet.

[0030] Der Lichtempfangsabschnitt 10 beinhaltet ferner den Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 und den In-Pixel-Separationsabschnitt 14.

[0031] Der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 ist zwischen aneinander angrenzenden Einheitspixeln P bereitgestellt. Mit anderen Worten ist der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 rund um das Einheitspixel P bereitgestellt und ist in einem Gittermuster, wie zum Beispiel in **Fig.** 2 veranschaulicht, im Pixelabschnitt 100A bereitgestellt. Der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 dient zum elektrischen und optischen Trennen voneinander der angrenzenden Einheitspixel P. Der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 erstreckt sich zum Beispiel von einer Seite der ersten Oberfläche 11S1 des Halbleitersubstrats 11 in Richtung einer Seite der zweiten Oberfläche 11S2 davon und dringt zum Beispiel zwischen der ersten Oberfläche 11S1 des Halbleitersubstrats 11 und der zweiten Oberfläche 11S2 davon ein.

[0032] Der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 weist zum Beispiel einen Brechungsindex auf, der geringer als ein Brechungsindex des Halbleitersubstrats 11 ist. Beispiele für ein Material, das im Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 enthalten ist, schließen ein Material mit einem niedrigen Brechungsindex ein, wie etwa Siliziumoxid (SiO_x; 1,3 bis 1,5). Zusätzlich kann der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 durch einen Spalt konstituiert sein. Es ist anzumerken, dass das oben beschriebene Material lediglich beispielhaft und nicht darauf beschränkt ist. Ferner kann der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13, der das Material mit niedrigem Brechungsindex beinhaltet, zum Beispiel mit einem dünnen Film mit hohem Brechungsindex bedeckt sein, wie etwa einem Barrierefilm 17, der später beschrieben wird, der einen höheren Brechungsindex aufweist als das Material mit niedrigem Brechungsindex. Alternativ kann der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 eine mehrschichtige Struktur aufweisen, einschließlich zum Beispiel eines Films mit einem Material mit hohem Brechungsindex darin, solange es möglich ist, den Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 als ein Glied mit einem im Wesentlichen niedrigen Brechungsindex anzusehen.

[0033] Der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 ist zwischen dem photoelektrischen Umwandlungsabschnitt 12A und dem photoelektrischen Umwandlungsabschnitt 12B, die aneinander angrenzend liegen, innerhalb des Einheitspixels P bereitgestellt. Der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 dient zum elektrischen Trennen voneinander des photoelektrischen Umwandlungsabschnitts 12A und des photoelektrischen Umwandlungsabschnitts 12B, die angrenzend aneinander liegen. Wie mit dem Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 erstreckt sich der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 von der Seite der ersten Oberfläche 11S1 des Halbleitersubstrats 11 in Richtung der Seite der zweiten Oberfläche 11S2 davon und dringt zum Beispiel zwischen der ersten Oberfläche 11S1 des Halbleitersubstrats 11 und der zweiten Oberfläche 11S2 davon ein.

[0034] Der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 weist zum Beispiel einen Brechungsindex auf, der im Wesentlichen gleich dem Brechungsindex des Halbleitersubstrats 11 oder höher als der Brechungsindex des Inter-Pixel-Separationsabschnitts 13 ist. Beispiele für ein Material, das im In-Pixel-Separationsabschnitt 14 enthalten ist, beinhalten Tantaloxid (TaO_x; 2,2), Diamant (2,4), Titanoxid (TiO_x; 2,4), Zirkonoxid (ZrO_x; 2,2), Hafniumoxid (HfO_x; 1,9), Cero-

xid (CeO_x; 2,2), Eisenoxid (FeO_x; 2,9), Aluminiumoxid (AlO_x; 1,63), Siliziumnitrid (SiN; 1,9) und Nioboxid (NbO_x; 2,5). Numerische Werte in Klammern geben die jeweiligen Brechungsindizes an. Zusätzlich kann der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 nicht dotiertes Polysilizium (Poly-Si) oder amorphes Silizium beinhalten. Es ist anzumerken, dass die oben beschriebenen Materialien lediglich beispielhaft und nicht darauf beschränkt sind.

[0035] Ferner kann, wie mit dem Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13, der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 mit dem später beschriebenen Barrierefilm 17 bedeckt sein. Alternativ kann der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 eine mehrschichtige Struktur aufweisen, einschließlich zum Beispiel eines Films mit einem Material mit niedrigem Brechungsindex darin, solange es möglich ist, den In-Pixel-Separationsabschnitt 14 als ein Glied mit einem Brechungsindex anzusehen, der im Wesentlichen gleich dem Brechungsindex des Halbleitersubstrats 11 oder höher als der Brechungsindex des Inter-Pixel-Separationsabschnitts 13 ist.

[0036] Ein Isolierfilm 15 ist zum Beispiel rund um den Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 und den In-Pixel-Separationsabschnitt 14 bereitgestellt. Beispiele für den Isolierfilm 15 beinhalten einen Siliziumoxid(SiO_x)-Film.

[0037] Eine Festladungsschicht 16, die auch als eine Antireflexion an der ersten Oberfläche 11S1 des Halbleitersubstrats 11 dient, ist ferner auf der ersten Oberfläche 11S1 des Halbleitersubstrats 11 bereitgestellt. Die Festladungsschicht 16 kann ein Film mit einer positiven festen Ladung oder ein Film mit einer negativen festen Ladung sein. Beispiele für ein in der Festladungsschicht 16 enthaltenes Material beinhalten ein Halbleitermaterial und ein leitfähiges Material, die jeweils eine Bandlücke breiter als eine Bandlücke des Halbleitersubstrats 11 aufweisen. Spezifische Beispiele dafür beinhalten Hafniumoxid (HfO_x), Aluminiumoxid (AlO_x), Zirkonoxid (ZrO_x), Tantaloxid (TaO_x), Titanoxid (TiO_x), Lanthanoxid (LaO_x), Praseodymoxid (PrO_x), Ceroxid (CeO_x), Neodymoxid (NdO_x), Promethiumoxid (PmO_x), Samariumoxid (SmO_x), Europiumoxid (EuO_x), Gadoliniumoxid (GdO_x), Terbiumoxid (TbO_x), Dysprosiumoxid (DyO_x), Holmiumoxid (HoO_x), Thuliumoxid (TmO_x), Ytterbiumoxid (YbO_x), Lutetiumoxid (LuO_x), Yttriumoxid (YO_x), Hafniumnitrid (HfN_x), Aluminiumnitrid (AlN_x), Hafniumoxynitrid (HfO_xN_y) und Aluminiumoxynitrid (AlO_xN_y). Die Festladungsschicht 16 kann ein Einzelschichtfilm oder ein gestapelter Film mit unterschiedlichen Materialien sein.

[0038] Der Lichtbündelungsabschnitt 20 ist auf der Lichteinfallsseite S1 des Lichtempfangsabschnitts 10 bereitgestellt. Der Lichtbündelungsabschnitt 20 beinhaltet zum Beispiel ein Farbfilter 21, einen Lichtabschirmungsabschnitt 22, eine Planarisierungsschicht 23 und eine Linsenschicht 24 für jedes Einheitspixel P. Das Farbfilter 21, der Lichtabschirmungsabschnitt 22, die Planarisierungsschicht 23 und die Linsenschicht 24 sind in dieser Reihenfolge von einer Seite des Lichtempfangsabschnitts 10 gestapelt. Das Farbfilter 21 transmittiert selektiv zum Beispiel rotes Licht (R), grünes Licht (G) oder blaues Licht (B). Der Lichtabschirmungsabschnitt 22 ist zwischen den Einheitspixeln P der Farbfilter 21 bereitgestellt.

[0039] Bezüglich des Farbfilters 21 sind, zum Beispiel für vier Einheitspixel P, die in 2 Zeilen × 2 Spalten angeordnet sind, zwei Farbfilter 21G, die selektiv das grüne Licht (G) transmittieren, auf einer diagonalen Linie angeordnet, und Farbfilter 21R und 21B, die das rote Licht (R) bzw. das blaue Licht (B) selektiv transmittieren, sind jeweils auf der senkrechten diagonalen Linie angeordnet (siehe zum Beispiel **Fig.** 8). In jedem der Einheitspixel P, die zum Beispiel mit einem entsprechenden der Farbfilter 21R, 21G und 21B versehen sind, wird das entsprechende Farblicht in jedem photoelektrischen Umwandlungsabschnitt 12 detektiert. Das heißt, im Pixelabschnitt 100A sind die Einheitspixel P, die das rote Licht (R) detektieren, die Einheitspixel P, die das grüne Licht (G) detektieren, und die Einheitspixel P, die das blaue Licht (B) detektieren, in einem Bayer-Muster angeordnet.

[0040] Der Lichtabschirmungsabschnitt 22 ist bereitgestellt, um ein Lecken von Licht, das schräg in das Farbfilter 21 eintritt, in das benachbarte Einheitspixel P zu verhindern, und ist zwischen den Einheitspixeln P der Farbfilter 21 bereitgestellt, wie oben beschrieben. Mit anderen Worten ist der Lichtabschirmungsabschnitt 22 in einem Gittermuster im Pixelabschnitt 100A bereitgestellt. Beispiele für ein Material, das im Lichtabschirmungsabschnitt 22 enthalten ist, beinhalten ein leitfähiges Material mit einer Lichtabschirmungseigenschaft. Spezifische Beispiele dafür beinhalten Wolfram (W), Silber (Ag), Kupfer (Cu), Aluminium (Al) und eine Legierung von Al und Kupfer (Cu).

[0041] Die Planarisierungsschicht 23 dient zum Planarisieren einer Oberfläche der Lichteinfallsseite S1, die das Farbfilter 21 und den Lichtabschirmungsabschnitt 22 einschließt. Die Planarisierungsschicht 23 beinhaltet zum Beispiel Siliziumoxid (SiO_x), Siliziumnitrid (SiN_x), Siliziumoxinitrid (SiO_xN_y) oder dergleichen.

[0042] Die Linsenschicht 24 ist zum Beispiel bereitgestellt, um die gesamte Oberfläche des Pixelabschnitts 100A zu bedecken, und beinhaltet, auf einer Oberfläche davon, eine Vielzahl von On-Chip-Linsen 24L, die beispielsweise lückenlos bereitgestellt sind. Die On-Chip-Linse 24L dient dazu, einfall-

endes Licht von oberhalb des photoelektrischen Umwandlungsabschnitts 12 zu bündeln, und ist zum Beispiel für jedes Einheitspixel P bereitgestellt, wie in **Fig.** 2 veranschaulicht. Das heißt, die On-Chip-Linse 24L ist über die Vielzahl von photoelektrischen Umwandlungsabschnitten 12 hinweg innerhalb des Einheitspixels P bereitgestellt. Ferner stimmen in einer Draufsicht der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 und eine Abgrenzung der Vielzahl von On-Chip-Linsen 24L im Wesentlichen überein. Die Linsenschicht 24 beinhaltet zum Beispiel ein anorganisches Material wie beispielsweise Siliziumoxid (SiO_x) oder Siliziumnitrid (SiN_x). Zusätzlich kann die Linsenschicht 24 ein organisches Material mit einem hohen Brechungsindex beinhalten, wie etwa ein Harz auf Episulfidbasis und eine Thietanverbindung oder ein Harz davon. Die Form der On-Chip-Linse 24L ist nicht besonders beschränkt, und verschiedene Linsenformen wie etwa eine halbkugelförmige Form und eine halbzylindrische Form können angenommen werden.

[0043] Die mehrschichtige Verdrahtungsschicht 30 ist auf einer Seite gegenüber der Lichteinfallsseite S1 des Lichtempfangsabschnitts 10 bereitgestellt, insbesondere auf der Seite der zweiten Oberfläche 11S2 des Halbleitersubstrats 11. Die mehrschichtige Verdrahtungsschicht 30 weist eine Konfiguration auf, in der zum Beispiel mehrere Verdrahtungsschichten 31, 32 und 33 mit einer dazwischen angeordneten Zwischenschicht-Isolierschicht 34 gestapelt sind. Zusätzlich zu der oben beschriebenen Ausleseschaltung beinhaltet die mehrschichtige Verdrahtungsschicht 30 zum Beispiel die Vertikalansteuerungsschaltung 111, die Spaltensignalverarbeitungsschaltung 112, die Horizontalansteuerungsschaltung 113, die Ausgabeschaltung 114, die Steuerschaltung 115, den Eingangs-/Ausgangsanschluss 116 und dergleichen.

[0044] Die Verdrahtungsschichten 31, 32 und 33 beinhalten jeweils zum Beispiel Aluminium (Al), Kupfer (Cu), Wolfram (W) oder dergleichen. Zusätzlich können die Verdrahtungsschichten 31, 32 und 33 jeweils Polysilizium (Poly-Si) beinhalten.

[0045] Die Zwischenschicht-Isolierschicht 34 wird zum Beispiel durch einen einschichtigen Film einschließlich eines von Siliziumoxid (SiO_x), TEOS, Siliziumnitrid (SiN_x), Siliziumoxynitrid (SiO_xN_y) oder dergleichen oder einen gestapelten Film einschließlich zwei oder mehr davon gebildet.

[Verfahren zur Herstellung des Inter-Pixel-Separationsabschnitts und des In-Pixel-Separationsabschnitts]

[0046] Der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 und der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 gemäß der gegenwärtigen Ausführungsform können zum Beispiel wie folgt gebildet werden.

[0047] Zuerst werden eine STI (Shallow Trench Isolation - flache Grabenisolierung) und eine FFTI (Full Trench Isolation - volle Grabenisolierung) jeweils zwischen zwei photoelektrischen Umwandlungsabschnitten 12, die zwischen den Einheitspixeln P bereitgestellt sind, und zwischen zwei photoelektrischen Umwandlungsabschnitten 12, die innerhalb des Einheitspixels P bereitgestellt sind, gebildet. Spezifisch, wie in **Fig.** 5A veranschaulicht, wird eine Öffnung 11H1 als die STI von der Seite der zweiten Oberfläche 11S2 des Halbleitersubstrats 11 gebildet und ein SiO_x-Film wird zum Beispiel darin eingebettet, wonach anschließend eine Öffnung 11H2 als die FFTI innerhalb der STI gebildet wird und ein SiO_x-Film zum Beispiel auf ähnliche Weise darin eingebettet wird. Danach werden, wie in **Fig.** 5A veranschaulicht, eine Öffnung 11H3 und eine Öffnung 11H4 jeweils innerhalb der FFTI zwischen den Einheitspixeln P und innerhalb der FFTI innerhalb des Einheitspixels P gebildet, und Polysilizium wird zum Beispiel darin als das Einbettungsmaterial 41 eingebettet. Danach wird zum Beispiel eine p-Wanne innerhalb des Halbleitersubstrats 11 durch Ionenimplantation gebildet, und ein photoelektrischer n-Typ-Umwandlungsabschnitt 12 wird in der p-Wanne gebildet.

[0048] Danach wird, wie in **Fig.** 5B veranschaulicht, das Halbleitersubstrat 11 invertiert, und die erste Oberfläche 11S1 des Halbleitersubstrats 11 wird zum Beispiel mittels CMP (Chemical Mechanical Polishing - chemisch-mechanisches Polieren) geschliffen, um die FFTI und das Einbettungsmaterial 41 freizulegen. Danach wird, wie in **Fig.** 5C veranschaulicht, eine Maske 42 zum Beispiel auf der FFTI und dem Einbettungsmaterial 41, in denen der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 gebildet werden soll, auf der Seite der ersten Oberfläche 11S1 des Halbleitermaterials 11 gebildet. Das Einbettungsmaterial 41 innerhalb der Öffnung 11H4 wird zum Beispiel durch Nassätzen oder Trockenätzen entfernt. Spezifisch ermöglicht es Remote-Plasma oder chemisches Trockenätzen (CDE), das Einbettungsmaterial 41 zu entfernen, ohne das Halbleitermaterial 11 zu beschädigen.

[0049] Danach wird, wie in **Fig.** 5D veranschaulicht, zum Beispiel ein Tantaloxidfilm in die Öffnung 11H4 eingebettet, und die erste Oberfläche 11S1 des Halbleitersubstrats 11 wird zum Beispiel mittels CMP planarisiert. Infolgedessen wird der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 gebildet. Danach wird, wie in **Fig.** 5E veranschaulicht, die Maske 42 auf dem In-Pixel-Separationsabschnitt 14 gebildet, und das Einbettungsmaterial 41 innerhalb der Öffnung 11H3 wird zum Beispiel durch Nassätzen oder Trockenätzen entfernt. Danach wird, wie in **Fig.** 5F veranschaulicht, zum Beispiel ein Siliziumoxidfilm in die Öffnung 11H3

eingebettet, und die erste Oberfläche 11S1 des Halbleitersubstrats 11 wird zum Beispiel mittels CMP planarisiert. Infolgedessen wird der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 gebildet.

[0050] Danach wird, wie in **Fig.** 5G veranschaulicht, die Festladungsschicht 16 auf der ersten Oberfläche 11S1 des Halbleitersubstrats 11 gebildet. Danach wird, wie in **Fig.** 5H veranschaulicht, der Lichtabschirmungsabschnitt 22 auf der Festladungsschicht 16 zum Beispiel im Gittermuster gebildet. Danach wird, wie in **Fig.** 5I veranschaulicht, das Farbfilter 21 innerhalb des Gittermusters des Lichtabschirmungsabschnitts 22 gebildet. Danach wird die Planarisierungsschicht 23 auf dem Farbfilter 21 und dem Lichtabschirmungsabschnitt 22 gebildet, und schließlich wird die Linsenschicht 24 mit der Planarisierungsschicht 23 gebondet. Somit wird die in **Fig.** 1 veranschaulichte Bildgebungsvorrichtung 1 fertiggestellt.

[Funktionsweise und Wirkung]

[0051] In der Bildgebungsvorrichtung 1 gemäß der gegenwärtigen Ausführungsform ist der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 zwischen den angrenzenden Einheitspixeln P des Halbleitersubstrats 11 bereitgestellt, und der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 ist zwischen den angrenzenden photoelektrischen Umwandlungsabschnitten 12 innerhalb des Einheitspixels P bereitgestellt. Der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 und der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 weisen jeweilige voneinander verschiedene Brechungsindizes auf. Insbesondere beinhaltet der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 ein Material mit einem Brechungsindex, dessen Differenz mit einem Brechungsindex des Halbleitermaterials 11 größer als eine Differenz zwischen einem Brechungsindex des In-Pixel-Separationsabschnitts 14 und dem Brechungsindex des Halbleitermaterials 11 ist, und der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 beinhaltet ein Material mit einem Brechungsindex, der im Wesentlichen gleich dem Brechungsindex des Halbleitermaterials 11 oder höher als der Brechungsindex des im Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 enthaltenen Materials ist. Somit wird Licht, das in die Einheitspixel P eintritt, mit anderen Worten Licht, das in den Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 und den In-Pixel-Separationsabschnitt 14 mit einem weiten Winkel eintritt, zwischen angrenzenden Einheitspixeln P total reflektiert, und es wird verhindert, dass es zwischen angrenzenden photoelektrischen Umwandlungsabschnitten innerhalb des Einheitspixels P reflektiert wird. Dies wird nachfolgenden beschrieben.

[0052] In den letzten Jahren ist ein Bildsensor populär geworden, der eine Fokusdetektionsfunktion unter Verwendung eines Phasendifferenzdetektionsverfahrens aufweist. In einem solchen Bildsensor weist jedes Pixel eine Vielzahl von Photodioden auf. Das gemeinsame Nutzen einer On-Chip-Linse mit der Vielzahl von Photodioden ermöglicht die gleichzeitige Erfassung von Bildgebungsinformationen und Parallaxeninformationen.

[0053] Wie oben beschrieben, wird in dem Bildsensor, in dem eine On-Chip-Linse durch die Vielzahl von Photodioden gemeinsam genutzt wird, ein Separationsabschnitt zwischen angrenzenden Pixeln bereitgestellt, und ein Separationsabschnitt wird zwischen angrenzenden Photodioden innerhalb des Pixels bereitgestellt. Der zwischen angrenzenden Pixeln bereitgestellte Separationsabschnitt und der zwischen angrenzenden Photodioden innerhalb des Pixels bereitgestellte Separationsabschnitt beinhalten das gleiche Material. Insbesondere beinhalten die Separationsabschnitte jeweils ein Material mit niedrigem Brechungsindex (zum Beispiel n = 1 bis 2,5), dessen Brechungsindex geringer als ein Brechungsindex von Silizium ist (n = 3 bis 4). In dem Bildsensor mit einer derartigen Konfiguration tritt, falls Licht von einem Siliziumsubstrat mit hohem Brechungsindex in einen Separationsabschnitt mit niedrigem Brechungsindex mit einem weiten Winkel eintritt, optisch wahrscheinlich Totalreflexion auf.

[0054] Im Gegensatz dazu ist es in einer Innenseite des Pixels wünschenswert, dass das Licht ursprünglich in die Photodiode eintritt, die angrenzend angeordnet ist, um ohne Reflexion durch den Separationsabschnitt zwischen den Photodioden transmittiert zu werden und photoelektrisch in der Photodiode umgewandelt zu werden, die angrenzend angeordnet ist. In dem Bildsensor mit der oben beschriebenen Konfiguration wird jedoch der Großteil des Lichts, das mit einem weiten Winkel im Separationsabschnitt zwischen den Photodioden eingetreten ist, total reflektiert. Dementsprechend kann eine Bildebenenphasendifferenzcharakteristik verschlechtert sein.

[0055] Um dies anzusprechen, beinhaltet in der gegenwärtigen Ausführungsform der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13, der zwischen den angrenzenden Einheitspixeln P bereitgestellt ist, das Material mit einem Brechungsindex, der niedriger als der des Halbleitermaterials 11 ist, und der In-Pixel-Separationsabschnitt 14, der zwischen den angrenzenden photoelektrischen Umwandlungsabschnitten 12 innerhalb des Einheitspixel P bereitgestellt ist, beinhaltet das Material mit einem Brechungsindex, der im Wesentlichen gleich dem des Halbleitermaterials 11 oder höher als der des Inter-Pixel-Separationsabschnitts 13 ist. Infolgedessen wird die Totalreflexion des Lichts, das in den In-Pixel-Separationsabschnitt 14 mit einem weiten Winkel eintritt, reduziert.

[0056] Wie oben beschrieben, ist es in der Bildgebungsvorrichtung 1 der gegenwärtigen Ausführungs-

form möglich, die Transmission des Lichts im In-Pixel-Separationsabschnitt 14 zu verbessern, der die angrenzenden photoelektrischen Umwandlungsabschnitte 12 innerhalb des Einheitspixels P elektrisch voneinander trennt, und das durch die On-Chip-Linse 24L gebündelte Licht durch den ursprünglichen photoelektrischen Umwandlungsabschnitt 12 photoelektrisch umzuwandeln. Es ist daher möglich, die optische Charakteristik zu verbessern. Beispielsweise ist es möglich, die Bildebenenphasendifferenzcharakteristik zu verbessern.

[0057] Als Nächstes ist die Beschreibung der Modifikationsbeispiele 1 bis 15 der vorliegenden Offenbarung gegeben. Nachfolgend sind Komponenten, die jenen der vorstehenden Ausführungsform ähnlich sind, mit den gleichen Bezugsziffern bezeichnet, und Beschreibungen von diesen werden gegebenenfalls weggelassen.

<2. Modifikationsbeispiele>

(2-1. Modifikationsbeispiel 1)

[0058] **Fig.** 6 veranschaulicht ein Beispiel für eine Querschnittskonfiguration einer Bildgebungsvorrichtung (einer Bildgebungsvorrichtung 1A) gemäß Modifikationsbeispiel 1 der vorliegenden Offenbarung schematisch. Die Bildgebungsvorrichtung 1A ist ein CMOS-Sensor oder dergleichen, der zum Beispiel in einer elektronischen Einrichtung wie etwa einer digitalen Standbildkamera oder einer Videokamera verwendet werden soll. Ähnlich zu der vorstehenden Ausführungsform ist die Bildgebungsvorrichtung 1A zum Beispiel eine sogenannte Bildgebungsvorrichtung mit rückwärtiger Belichtung.

[0059] Die vorstehende Ausführungsform gibt das Beispiel an, in dem sowohl der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 als auch der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 zwischen der ersten Oberfläche 11S1 des Halbleitermaterials 11 und der zweiten Oberfläche 11S2 davon eindringt; die vorliegende Offenbarung ist jedoch nicht darauf beschränkt. Beispielsweise, wie in **Fig.** 6 veranschaulicht, können sich der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 und der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 jeweils von der ersten Oberfläche 11S1 des Halbleitermaterials 11 in Richtung der zweiten Oberfläche 11S2 des Halbleitermaterials 11 erstrecken und weisen eine Unterseite auf, die innerhalb des Halbleitermaterials 11 ausgebildet ist.

[0060] Der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 und der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 gemäß dem gegenwärtigen Modifikationsbeispiel können zum Beispiel auch wie folgt gebildet werden.

[0061] Zuerst werden, ähnlich wie die vorstehende Ausführungsform, die STI, die FFT und der photoelektrische Umwandlungsabschnitt 12 gebildet. Spezifisch werden die Öffnung 11H3 und die Öffnung 11H4 jeweils innerhalb der FFTI zwischen den Einheitspixeln P und innerhalb der FFTI innerhalb des Einheitspixels P gebildet, und Polysilizium wird zum Beispiel darin als das Einbettungsmaterial 41 eingebettet. Danach wird, wie in **Fig.** 7A veranschaulicht, das Einbettungsmaterial 41 zu einer vorbestimmten Tiefe zurückgeätzt, und ein SiO_x-Film wird darin eingebettet. Danach wird zum Beispiel eine p-Wanne innerhalb des Halbleitersubstrats 11 durch Ionenimplantation gebildet, und ein photoelektrischer n-Typ-Umwandlungsabschnitt 12 wird in der p-Wanne gebildet.

[0062] Danach wird, wie in **Fig.** 7B veranschaulicht, das Halbleitersubstrat 11 invertiert, und die erste Oberfläche 11S1 des Halbleitersubstrats 11 wird zum Beispiel mittels CMP geschliffen, um die FFTI freizulegen. Danach werden, ähnlich zu der oben beschriebenen Ausführungsform, der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 und der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 separat gebildet, und ferner werden die Festladungsschicht 16, das Farbfilter 21, der Lichtabschirmungsabschnitt 22, die Planarisierungsschicht 23 und die Linsenschicht 24 sequenziell gebildet. Somit wird die in **Fig.** 6 veranschaulichte Bildgebungsvorrichtung 1A fertiggestellt.

(2-2. Modifikationsbeispiel 2)

[0063] **Fig.** 8 veranschaulicht schematisch ein anderes Beispiel für die Ebenenkonfiguration der Bildgebungsvorrichtung 1 gemäß einem Modifikationsbeispiel (Modifikationsbeispiel 2) der oben beschriebenen Ausführungsform. Im Allgemeinen tritt Farbmischung wahrscheinlicher bei längeren Wellenlängen auf, und somit kann der Brechungsindex des In-Pixel-Separationsabschnitts 14 zum Beispiel in Abhängigkeit von einer Wellenlänge von Licht, das in jedem Einheitspixel P photoelektrisch umgewandelt werden soll, geändert werden. Mit anderen Worten kann der Brechungsindex des In-Pixel-Separationsabschnitts 14 in Abhängigkeit vom Farbfilter 21 geändert werden, der in einem oberen Teil jedes Einheitspixels P (auf der Lichteinfallsseite S1) bereitgestellt ist.

[0064] Insbesondere weist der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 vorzugsweise einen höheren Brechungsindex auf, wenn die Wellenlänge von Licht, das in der Vielzahl von photoelektrischen Umwandlungsabschnitten 12 innerhalb des Einheitspixels photoelektrisch umgewandelt werden soll, länger wird. Beispielsweise wie in **Fig.** 8 veranschaulicht, falls für vier Einheitspixel P, die in 2 Zeilen × 2 Spalten angeordnet sind, die zwei Farbfilter 21G, die selektiv das grüne Licht (G) transmittieren, auf einer diagonalen Linie angeordnet, und die Farbfilter 21R und 21B, die das rote Licht (R) bzw. das blaue Licht

(B) selektiv transmittieren, jeweils auf der senkrechten diagonalen Linie angeordnet sind, können die jeweiligen Brechungsindizes der In-Pixel-Separationsabschnitte 14R, 14G und 14B, die in jedem Einheitspixel P ausgebildet sind, 14R > 14G > 14B erfüllen.

[0065] Ferner kann der In-Pixel-Separationsabschnitt 14R des Einheitspixels P, in das das rote Licht (R) eintritt, in dem die Farbmischung zwischen R, G und B am wahrscheinlichsten auftreten wird, ein Material mit einem Brechungsindex beinhalten, der höher als jene der anderen In-Pixel-Separationsabschnitte 14G und 14B ist (14R > 14G = 14B). Alternativ kann der In-Pixel-Separationsabschnitt 14B des Einheitspixels P, in das das blaue Licht (B) eintritt, in dem die Farbmischung zwischen R, G und B am wenigsten wahrscheinlich auftreten wird, ein Material mit einem Brechungsindex beinhalten, der niedriger als jene der anderen In-Pixel-Separationsabschnitte 14R und 14G ist (14R = 14G > 14B).

[0066] Ferner kann nur der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 des Einheitspixels P, in das das rote Licht (R) eintritt, ein Material mit einem Brechungsindex beinhalten, der niedriger als jene der anderen Inter-Pixel-Separationsabschnitte 13 ist.

[0067] Wie oben beschrieben, ist es möglich, die optische Charakteristik zusätzlich zu den Effekten der vorstehenden Ausführungsform weiter zu verbessern.

[0068] Es ist anzumerken, dass das gegenwärtige Modifikationsbeispiel das Beispiel angibt, in dem das rote Licht (R), das grüne Licht (G) und das blaue Licht (B) photoelektrisch in den vier Einheitspixeln P umgewandelt werden, die in 2 Zeilen × 2 Spalten angeordnet sind; jedoch ist die vorliegende Offenbarung nicht darauf beschränkt. Beispielsweise können die vier Einheitspixel P, die in 2 Zeilen × 2 Spalten angeordnet sind, dazu ausgelegt sein, Y (Gelb)/M (Magenta)/G (Grün)/C (Cyan) oder W (Weiß) photoelektrisch umzuwandeln, oder ein IR (Infrarot) kann zur photoelektrischen Umwandlung ausgelegt sein.

(2-3. Modifikationsbeispiel 3)

[0069] Fig. 9 veranschaulicht ein Beispiel für eine Querschnittskonfiguration einer Bildgebungsvorrichtung (einer Bildgebungsvorrichtung 1B) gemäß Modifikationsbeispiel 3 der vorliegenden Offenbarung schematisch. Die Bildgebungsvorrichtung 1B ist ein CMOS-Sensor oder dergleichen, der zum Beispiel in einer elektronischen Einrichtung wie etwa einer digitalen Standbildkamera oder einer Videokamera verwendet werden soll. Ähnlich zu der vorstehenden Ausführungsform ist die Bildgebungsvorrichtung 1B zum Beispiel eine sogenannte Bildgebungsvorrichtung mit rückwärtiger Belichtung.

[0070] Die vorstehende Ausführungsform gibt das Beispiel an, in dem der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 und der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 ihre jeweiligen Breiten aufweisen, die im Wesentlichen zueinander gleich sind; wie in **Fig.** 9 veranschaulicht, kann jedoch zum Beispiel eine Breite W2 des In-Pixel-Separationsabschnitts 14 schmaler als eine Breite W1 des Inter-Pixel-Separationsabschnitts 13 sein (W1 < W2). Spezifisch ist die Breite W1 des Inter-Pixel-Separationsabschnitts 13 zum Beispiel größer oder gleich 100 nm und kleiner oder gleich 500 nm, und die Breite W2 des In-Pixel-Separationsabschnitts 14 ist zum Beispiel größer oder gleich 1 nm und kleiner oder gleich 100 nm, und vorzugsweise größer oder gleich 1 nm und kleiner oder gleich 50 nm.

[0071] Infolgedessen liegt, wenn die Dicke auf den oben beschriebenen Dickenbereich reduziert wird, ein optischer Film in einem Filmdickenbereich, in dem unwahrscheinlich Totalreflexion auftreten wird. Die Transmission von Licht im In-Pixel-Separationsabschnitt 14 wird somit beachtlich verbessert, und das durch die On-Chip-Linse 24L gebündelte Licht wird durch den ursprünglichen photoelektrischen Umwandlungsabschnitt 12 photoelektrisch umgewandelt. Ferner wird eine Abnahme der Empfindlichkeit oder die Erzeugung von gestreutem Licht reduziert, das verursacht wird, wenn das durch die On-Chip-Linse 24L gebündelte Licht auf den In-Pixel-Separationsabschnitt 14 trifft. Es ist daher möglich, die optische Charakteristik zusätzlich zu den Effekten der vorstehenden Ausführungsform weiter zu verbessern.

[0072] Es ist anzumerken, dass in einem Fall, bei dem die Breite W2 des In-Pixel-Separationsabschnitts 14 erheblich reduziert ist (zum Beispiel kleiner oder gleich 10 nm), der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 und der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 jeweilige Materialien mit dem gleichen Brechungsindex enthalten können. Insbesondere können der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 und der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 jeweils zum Beispiel Siliziumoxid (SiO_x) mit einem Brechungsindex enthalten, der kleiner als der des Halbleitermaterials 11 ist, oder können jeweils ein Spalt sein. Ferner können der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 und der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 jeweils eine Kombination eines Siliziumoxidfilms und des Spalts sein.

(2-4. Modifikationsbeispiel 4)

[0073] Fig. 10 veranschaulicht ein Beispiel für eine Querschnittskonfiguration einer Bildgebungsvorrichtung (einer Bildgebungsvorrichtung 1C) gemäß Modifikationsbeispiel 4 der vorliegenden Offenba-

rung schematisch. Die Bildgebungsvorrichtung 1C ist ein CMOS-Sensor oder dergleichen, der zum Beispiel in einer elektronischen Einrichtung wie etwa einer digitalen Standbildkamera oder einer Videokamera verwendet werden soll. Ähnlich zu der vorstehenden Ausführungsform ist die Bildgebungsvorrichtung 1C zum Beispiel eine sogenannte Bildgebungsvorrichtung mit rückwärtiger Belichtung.

[0074] Der Barrierefilm 17 kann ferner rund um den Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 und rund um den In-Pixel-Separationsabschnitt 14 gebildet werden. Der Barrierefilm 17 kann zum Beispiel Aluminiumoxid (AlO_x) oder Tantaloxid (TaO_x) enthalten.

[0075] Der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 und der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 gemäß dem gegenwärtigen Modifikationsbeispiel können zum Beispiel wie folgt gebildet werden.

[0076] Zuerst wird, ähnlich zu der vorstehenden Ausführungsform, das Einbettungsmaterial 41 innerhalb der Öffnung 11H4 entfernt. Danach wird, wie in **Fig.** 11A veranschaulicht, ein Aluminiumoxidfilm als der Barrierefilm 17 auf einer Seitenfläche und einer unteren Oberfläche der Öffnung 11H4 mittels zum Beispiel ALD (Atomic Layer Deposition - Atomlagenabscheidung) gebildet. Danach wird, wie in **Fig.** 11A veranschaulicht, zum Beispiel ein Tantaloxidfilm in der Öffnung 11H4 eingebettet, wonach anschließend der Aluminiumoxidfilm erneut als der Barrierefilm 17 auf dem Tantaloxidfilm gebildet wird. Danach wird die erste Oberfläche 11S1 des Halbleitersubstrats 11 zum Beispiel mittels CMP planarisiert. Somit wird der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 gebildet, der durch den Barrierefilm 17 bedeckt wird.

[0077] Danach wird, wie in **Fig.** 11B veranschaulicht, die Maske 42 auf dem In-Pixel-Separationsabschnitt 14 gebildet, und das Einbettungsmaterial 41 innerhalb der Öffnung 11H3 wird zum Beispiel durch Nassätzen oder Trockenätzen entfernt. Danach wird, wie in **Fig.** 11C veranschaulicht, ein Aluminiumoxidfilm als der Barrierefilm 17 auf einer Seitenfläche und einer unteren Oberfläche der Öffnung 11H3 zum Beispiel mittels ALD gebildet, wonach anschließend zum Beispiel ein Siliziumoxidfilm in der Öffnung 11H3 eingebettet wird, und der Aluminiumoxidfilm erneut als der Barrierefilm 17 auf dem Tantaloxidfilm gebildet wird. Danach wird die erste Oberfläche 11S1 des Halbleitersubstrats 11 zum Beispiel mittels CMP planarisiert. Somit wird der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 gebildet, der durch den Barrierefilm 17 bedeckt wird.

[0078] Danach werden, ähnlich zu der vorstehenden Ausführungsform, die Festladungsschicht 16, das Farbfilter 21, der Lichtabschirmungsabschnitt 22, die Planarisierungsschicht 23 und die Linsenschicht 24 sequenziell gebildet. Somit wird die in **Fig.** 10 veranschaulichte Bildgebungsvorrichtung 1C fertiggestellt.

[0079] In einem Fall, bei dem der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 zum Beispiel Eisenoxid enthält, kann der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 eine Verunreinigungsstelle von Si werden und der Dunkelstrom kann zunehmen.

[0080] Im Gegensatz dazu wird in dem gegenwärtigen Modifikationsbeispiel der Isolierfilm 17, der zum Beispiel Aluminiumoxid enthält, rund um den Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 und den In-Pixel-Separationsabschnitt 14 gebildet. Dies ermöglicht es, Diffusion von Verunreinigungen vom In-Pixel-Separationsabschnitt 14 zu dem Halbleitersubstrat 11 zu reduzieren.

[0081] Ferner wird, wie mit dem oben beschriebenen Modifikationsbeispiel 2, falls der Brechungsindex des In-Pixel-Separationsabschnitts 14 in Abhängigkeit von der Wellenlänge des Lichts geändert wird, das durch den photoelektrischen Umwandlungsabschnitt 12 absorbiert werden soll, bevorzugt, zum Beispiel eine Vielzahl (beispielsweise zwei Arten) von Materialien aus den oben beschriebenen Bestandsmaterialien des In-Pixel-Separationsabschnitts 14 auszuwählen und abwechselnd Filme (eine erste Schicht 17A und eine zweite Schicht 17B) einschließlich der jeweiligen ausgewählten Materialien mittels zum Beispiel eines ALD-Verfahrens zu stapeln, um dadurch einen mehrschichtigen Film bereitzustellen, in dem die erste Schicht 17A und die zweite Schicht 17B abwechselnd gestapelt sind, wie zum Beispiel in **Fig.** 12 veranschaulicht.

[0082] Der mittels des ALD-Verfahrens gebildete Film ist ein gestapelter Film auf atomarer Ebene, und es ist somit selbst durch physikalische Diffraktometrie oder dergleichen nicht möglich, die Schichten zu trennen, und der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 weist eine ternäre Verbindungsstruktur aus zwei Arten von Materialien und Sauerstoff (O) auf. In diesem Fall ermöglicht das Anpassen der Anzahl von Malen, die die erste Schicht 17A gestapelt ist, und die Anzahl von Malen, die die zweite Schicht 17B gestapelt ist, ein Zusammensetzungsverhältnis leicht zu ändern. Dies ermöglicht es, den Brechungsindex des In-Pixel-Separationsabschnitts 14 leicht anzupassen.

(2-5. Modifikationsbeispiel 5)

[0083] **Fig.** 13 veranschaulicht ein Beispiel für eine Querschnittskonfiguration einer Bildgebungsvorrichtung (einer Bildgebungsvorrichtung 1D) gemäß Modifikationsbeispiel 5 der vorliegenden Offenbarung schematisch. Die Bildgebungsvorrichtung 1D ist ein CMOS-Sensor oder dergleichen, der zum Beispiel in einer elektronischen Einrichtung wie etwa

einer digitalen Standbildkamera oder einer Videokamera verwendet werden soll. Ähnlich zu der vorstehenden Ausführungsform ist die Bildgebungsvorrichtung 1D zum Beispiel eine sogenannte Bildgebungsvorrichtung mit rückwärtiger Belichtung.

[0084] Wie in **Fig.** 14 veranschaulicht, kann der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 zum Beispiel einen Brechungsindexgradienten aufweisen, bei dem sich der Brechungsindex allmählich von einem Mittelteil in Richtung eines äußeren Randteils in eine Nachbarrichtung (zum Beispiel eine X-Achsenrichtung in **Fig.** 13) der angrenzenden photoelektrischen Umwandlungsabschnitte 12 innerhalb des Einheitspixels P ändert. **Fig.** 14 veranschaulicht einen beispielhaften Brechungsindexgradienten in eine A-A'-Richtung in **Fig.** 13. Insbesondere weist der äußere Randteil, der in der Nähe des photoelektrischen Umwandlungsabschnitts 12 liegt, einen Brechungsindex gleich dem des Halbleitersubstrats 11 (das Siliziumsubstrat) auf, und der Mittelteil weist einen Brechungsindex geringer als der des äußeren Randteils auf.

[0085] Es ist möglich, den In-Pixel-Separationsabschnitt 14 mit dem wie in **Fig.** 14 veranschaulichten Brechungsindexgradienten zum Beispiel unter Verwendung von Siliziumoxid zu bilden, in dem ein Sauerstoffgehalt vom Mittelteil durch den äußeren Randteil angepasst wird. Insbesondere ist es möglich, den In-Pixel-Separationsabschnitt 14 zu bilden, indem bewirkt wird, dass Siliziumoxid näher zu dem Mittelteil reich an Sauerstoff ist und näher zu dem äußeren Randteil reich an Silizium ist. Wie oben beschrieben, zum Beispiel in einem Fall, bei dem der Brechungsindexgradient durch das Ändern einer Zusammensetzung des Siliziumoxidfilms gebildet wird, ist es möglich, dass er durch das Erhöhen oder Verringern der Sauerstoffversorgung während der Bildung eines amorphen Siliziumfilms unter Verwendung zum Beispiel eines CVD-Verfahrens (Chemical Vapor Deposition - chemische Gasphasenabscheidung) gebildet wird.

[0086] Es ist anzumerken, dass **Fig.** 14 ein Beispiel eines Bildprofils des Brechungsindexgradienten des In-Pixel-Separationsabschnitts 14 veranschaulicht, und das Beispiel nicht darauf beschränkt ist. Beispielsweise veranschaulicht **Fig.** 14 ein Beispiel, in dem der Brechungsindexgradient des In-Pixel-Separationsabschnitts 14 kontinuierlich geändert wird; wie zum Beispiel in **Fig.** 15 veranschaulicht, kann der Brechungsindexgradient des In-Pixel-Separationsabschnitts 14 jedoch intermittierend geändert werden, beispielsweise schrittweise geändert werden.

[0087] Es ist auch möglich, den Brechungsindexgradienten des In-Pixel-Separationsabschnitts 14 durch Kombinieren unterschiedlicher Materialien zu bilden. In diesem Fall wird bevorzugt, als ein Material, das im In-Pixel-Separationsabschnitt 14 enthalten ist, ein Material mit einer hohen Bandlücke wie etwa Hafniumoxid (HfO_x), Aluminiumoxid (AlO_x), Zirkoniumoxid (ZrO_x), Tantaloxid (TaO_x) oder dergleichen auszuwählen.

[0088] Der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 mit dem Brechungsindexgradienten in die Nachbarrichtung (zum Beispiel die X-Achsenrichtung in **Fig.** 13) der angrenzenden photoelektrischen Umwandlungsabschnitte 12 innerhalb des Einheitspixels P kann zum Beispiel durch abwechselndes Stapeln von zwei Arten von Schichten (eine erste Schicht 17C und eine zweite Schicht 17D) mit unterschiedlichen Zusammensetzungen oder Materialien durch zweckmäßiges Ändern von Filmdicken gebildet werden, wie in **Fig.** 16 veranschaulicht. Beispielsweise in einem Fall der Bildung des Brechungsindexgradienten unter Verwendung unterschiedlicher Materialien wird zum Beispiel ein Film durch das Anpassen jeweiliger Filmdicken einer amorphen Siliziumschicht (die erste Schicht 17C) und einer Schicht mit einem Material mit hoher Bandlücke (die zweite Schicht 17D) auf eine derartige Art und Weise, dass ein Verhältnis der zweiten Schicht 17D im Mittelteil hoch ist, gebildet. In dieser Konfiguration wird die Schicht mit dem Material mit hoher Bandlücke (die zweite Schicht 17D) zum Beispiel unter Verwendung eines ALD-Verfahrens gebildet.

[0089] Wie oben beschrieben, ist das gegenwärtige Modifikationsbeispiel mit dem In-Pixel-Separationsabschnitt 14 mit dem Brechungsindexgradienten versehen, bei dem sich der Brechungsindex allmählich von dem Mittelteil in Richtung des äußeren Randteils in die Nachbarrichtung (zum Beispiel die X-Achsenrichtung) der angrenzenden photoelektrischen Umwandlungsabschnitte 12 innerhalb des Einheitspixels P ändert. Insbesondere weist der äußere Randteil, der in der Nähe des photoelektrischen Umwandlungsabschnitts 12 liegt, einen Brechungsindex gleich dem des Halbleitersubstrats 11 (das Siliziumsubstrat) auf, und der Mittelteil weist einen Brechungsindex geringer als der des äußeren Randteils auf. Dies ermöglicht es, optische Reflexion zu reduzieren, während die elektrische Trennung im In-Pixel-Separationsabschnitt 14 beibehalten wird. Es ist daher möglich, die optische Charakteristik zusätzlich zu den Effekten der vorstehenden Ausführungsform weiter zu verbessern.

(2-6. Modifikationsbeispiel 6)

[0090] **Fig.** 17 veranschaulicht ein Beispiel für eine Querschnittskonfiguration einer Bildgebungsvorrichtung (einer Bildgebungsvorrichtung 1E) gemäß Modifikationsbeispiel 6 der vorliegenden Offenbarung schematisch. Die Bildgebungsvorrichtung 1E ist ein CMOS-Sensor oder dergleichen, der zum Beispiel in einer elektronischen Einrichtung wie etwa

einer digitalen Standbildkamera oder einer Videokamera verwendet werden soll. Ähnlich zu der vorstehenden Ausführungsform ist die Bildgebungsvorrichtung 1E zum Beispiel eine sogenannte Bildgebungsvorrichtung mit rückwärtiger Belichtung.

[0091] Das oben beschriebene Modifikationsbeispiel 3 gibt das Beispiel an, bei dem die Breite W2 des In-Pixel-Separationsabschnitts 14 schmaler als die Breite W1 des Inter-Pixel-Separationsabschnitts 13 ist (W1 < W2); wie oben beschrieben wird jedoch bevorzugt, den Barrierefilm 17 rund um den In-Pixel-Separationsabschnitt 14 in einem Fall zu bilden, bei dem die Breite W2 des In-Pixel-Separationsabschnitts 14 ausreichend reduziert ist und der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 zum Beispiel Polysilizium oder amorphes Silizium enthält. Der Barrierefilm 17 weist eine Dicke von beispielsweise größer oder gleich einer Dicke einer Ein-Atom-Schicht und kleiner als 5 nm auf, und vorzugsweise größer oder gleich der Dicke der Ein-Atom-Schicht und kleiner als 3 nm. Dies reduziert die Erzeugung eines Grenzflächenzustands zwischen dem In-Pixel-Separationsabschnitt 14 und dem Halbleitersubstrat 11, während eine Verringerung der Transmission aufgrund des Barrierefilms 17 unterdrückt wird. In der Konfiguration des gegenwärtigen Modifikationsbeispiels kann ferner der Isolierfilm 15 rund um den In-Pixel-Separationsabschnitt 14 weggelassen werden.

[0092] Wie oben beschrieben, wird die Breite W2 des In-Pixel-Separationsabschnitts 14 ausreichend reduziert, und der Barrierefilm 17 wird ferner rund um den In-Pixel-Separationsabschnitt 14 gebildet. Dies reduziert die Erzeugung des Grenzflächenzustands zwischen dem Halbleitersubstrat 11 und dem In-Pixel-Separationsabschnitt 14. Es ist daher möglich, eine elektrische Charakteristik zusätzlich zu den Effekten des oben beschriebenen Modifikationsbeispiels 2 zu verbessern.

[0093] Ferner ist es möglich, zum Beispiel in einem Fall, bei dem der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 Polysilizium oder amorphes Silizium dotiert mit Verunreinigungen enthält, Diffusion von Verunreinigungen vom In-Pixel-Separationsabschnitt 14 zum Halbleitermaterial 11 durch den Barrierefilm 17 zu reduzieren.

[0094] Zusätzlich wird es möglich, die elektrische Trennung zwischen den angrenzenden photoelektrischen Umwandlungsabschnitten 12 innerhalb des Einheitspixels P im Vergleich zu einem Fall zu erhöhen, bei dem einfach die Breite W2 des In-Pixel-Separationsabschnitts 14 reduziert wird.

(2-7. Modifikationsbeispiel 7)

[0095] **Fig.** 18 veranschaulicht ein Beispiel für eine Querschnittskonfiguration einer Bildgebungsvorrichtung (einer Bildgebungsvorrichtung 1F) gemäß Modifikationsbeispiel 7 der vorliegenden Offenbarung schematisch. Die Bildgebungsvorrichtung 1F ist ein CMOS-Sensor oder dergleichen, der zum Beispiel in einer elektronischen Einrichtung wie etwa einer digitalen Standbildkamera oder einer Videokamera verwendet werden soll. Ähnlich zu der vorstehenden Ausführungsform ist die Bildgebungsvorrichtung 1F zum Beispiel eine sogenannte Bildgebungsvorrichtung mit rückwärtiger Belichtung.

[0096] Wie in **Fig.** 18 veranschaulicht, kann der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 zum Beispiel einen Zwischenraum zwischen dem In-Pixel-Separationsabschnitt 14 und der ersten Oberfläche 11S1 des Halbleitersubstrats 11 aufweisen und kann auf eine derartige Art und Weise verjüngt sein, dass sich eine Breite in einer In-Ebenen-Richtung des Halbleitersubstrats 11 (z. B. die X-Achsenrichtung) von der ersten Oberfläche 11S1 in Richtung der zweiten Oberfläche 11S2 erhöht. Wie mit dem oben beschriebenen Modifikationsbeispiel 6 wird der Barrierefilm 17 rund um den verjüngten In-Pixel-Separationsabschnitt 14 gebildet.

[0097] Beispielsweise selbst in dem Fall, bei dem die Breite W2 des In-Pixel-Separationsabschnitts 14 kleiner als 100 nm ist, wie mit dem oben beschriebenen Modifikationsbeispiel 3 oder dergleichen, belegt der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 zum Beispiel etwa 10 % des Einheitspixels P hinsichtlich Fläche und Volumen. Dementsprechend wird Licht probabilistisch nahe zu dem Prozentsatz im In-Pixel-Separationsabschnitt 14 absorbiert.

[0098] Im Gegensatz dazu liefert das gegenwärtige Modifikationsbeispiel den In-Pixel-Separationsabschnitt 14, der auf eine derartige Art und Weise verjüngt ist, dass die Breite W2 von der Seite der zweiten Oberfläche 11S2 des Halbleitersubstrats 11 in Richtung der Seite der ersten Oberfläche 11S1 davon schmaler wird, und den Zwischenraum zwischen der ersten Oberfläche 11S1 des Halbleitersubstrats 11 und dem In-Pixel-Separationsabschnitt 14. Aus den Teilen von Licht, die von der Lichteinfallsseite S1 eintreten, weist das blaue Licht (B) einen hohen Absorptionsgrad von Si auf und wird daher in der Nähe der ersten Oberfläche 11S1 des Halbleitersubstrats 11 absorbiert. Dies reduziert die Absorption des blauen Lichts (B) durch den In-Pixel-Separationsabschnitt 14. Das rote Licht (R) und das grüne Licht (G) weisen jeweilige Absorptionsgrade auf, die geringer als der des blauen Lichts (B) sind, und erreichen einen tiefen Teil des Halbleitersubstrats 11 (die Seite der zweiten Oberfläche 11S2); der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 ist jedoch im gegenwärtigen Modifikationsbeispiel verjüngt, was die Wahrscheinlichkeit reduziert, dass das Licht, das durch die Seite der ersten Oberfläche 11S1 des Halbleitersubstrats 11 läuft, absorbiert

wird. Es ist daher möglich, die Lichtabsorptionseffizienz zusätzlich zu den Effekten des oben beschriebenen Modifikationsbeispiels 3 und Modifikationsbeispiels 6 zu verbessern.

[0099] Ferner wird Licht, das einen unteren Teil des verjüngten In-Pixel-Separationsabschnitts 14 erreicht, in der Nähe der Abgrenzung der angrenzenden photoelektrischen Umwandlungsabschnitte 12 absorbiert, und somit ist ein Einfluss an der Leistungsfähigkeit einer Bildebenenphasendifferenz klein, selbst wenn das Licht durch irgendwelche der angrenzenden photoelektrischen Umwandlungsabschnitte 12 absorbiert wird. Dementsprechend kann das Licht an dem In-Pixel-Separationsabschnitt 14 reflektiert werden, ohne dadurch transmittiert zu werden, zum Beispiel kann ein Spalt G innerhalb des In-Pixel-Separationsabschnitts 14 gebildet werden, wie in **Fig.** 19 veranschaulicht. Dies reduziert den Absorptionsverlust aufgrund des In-Pixel-Separationsabschnitts 14 zusätzlich und ermöglicht es, die Lichtabsorptionseffizienz weiter zu verbessern.

(2-8. Modifikationsbeispiel 8)

[0100] **Fig.** 20A bis 20D veranschaulichen schematisch andere Beispiele der Form des In-Pixel-Separationsabschnitts 14 der Bildgebungsvorrichtung 1 gemäß einem Modifikationsbeispiel (Modifikationsbeispiel 8) der vorstehenden Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Die vorstehende Ausführungsform gibt das Beispiel des In-Pixel-Separationsabschnitts 14 an, der sich zwischen dem Paar gegenüberliegender Seiten des Inter-Pixel-Separationsabschnitts 13 erstreckt, der das Einheitspixel P umgibt, die vorliegende Offenbarung ist jedoch nicht darauf beschränkt.

[0101] Wie in **Fig.** 20A veranschaulicht, kann der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 zum Beispiel einen Zwischenraum zwischen dem In-Pixel-Separationsabschnitt 14 und dem Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13, der das Einheitspixel P umgibt, aufweisen. Ferner, wie in **Fig.** 20B veranschaulicht, kann der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 zum Beispiel zwei In-Pixel-Separationsabschnitte 14A und 14B aufweisen, die sich jeweils von einem entsprechenden des Paares gegenüberliegender Seiten des Inter-Pixel-Separationsabschnitts 13, der das Einheitspixel P umgibt, in Richtung der Mitte des Einheitspixels P erstrecken und einen Zwischenraum dazwischen aufweisen. Ferner, wie in **Fig.** 20C veranschaulicht, kann der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 zum Beispiel einen Zwischenraum zwischen dem Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13, der das Einheitspixel P umgibt, und jedem der zwei In-Pixel-Separationsabschnitte 14A und 14B aufweisen. Des Weiteren veranschaulicht **Fig.** 20C ein Beispiel, bei dem die In-Pixel-Separationsabschnitte 14A und 14B bereitgestellt sind, die jeweils eine rechteckige Form in Draufsicht aufweisen; wie in **Fig.** 20D veranschaulicht, können die In-Pixel-Separationsabschnitte 14A und 14B jedoch jeweils eine Kreisform aufweisen, einschließlich zum Beispiel einer Ellipse.

[0102] Wie oben beschrieben, ermöglicht das Bereitstellen des In-Pixel-Separationsabschnitts 14 zwischen den angrenzenden photoelektrischen Umwandlungsabschnitten 12 teilweise, die Streuung von Licht zu reduzieren, während eine elektrische Trennungscharakteristik beibehalten wird. Es ist daher möglich, die optische Charakteristik zusätzlich zu den Effekten der vorstehenden Ausführungsform weiter zu verbessern.

[0103] Ferner, wie in **Fig.** 21 veranschaulicht, können beispielsweise Positionen, an denen die zwei In-Pixel-Separationsabschnitte 14A und 14B im Einheitspixel P ausgebildet sind, in Abhängigkeit von einer Position des Einheitspixels P im Pixelabschnitt 100A und einer Offsetmenge der On-Chip-Linse 24L bezüglich des Mittelteils des Einheitspixels P geändert werden. Dies ermöglicht es, eine Differenz der Charakteristikempfindlichkeit und dergleichen auf schräges Licht zu reduzieren, das zum Beispiel durch Linsenverschiebung verursacht wird.

(2-9. Modifikationsbeispiel 9)

[0104] **Fig.** 22A bis 22E veranschaulichen ein anderes Beispiel des Verfahrens zur Herstellung des Inter-Pixel-Separationsabschnitts 13 und des In-Pixel-Separationsabschnitts 14 gemäß Modifikationsbeispiel 9 der vorliegenden Offenbarung. Wie in der vorstehenden Ausführungsform beschrieben, kann der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 durch einen Spalt konstituiert sein. Der durch den Spalt konstituierte Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 kann zum Beispiel wie folgt gebildet werden.

[0105] Zuerst werden, ähnlich wie die vorstehende Ausführungsform, die STI, die FFT und der photoelektrische Umwandlungsabschnitt 12 gebildet. Spezifisch werden die Öffnung 11H3 und die Öffnung 11H4 jeweils innerhalb der FFTI zwischen den Einheitspixeln P und innerhalb der FFTI innerhalb des Einheitspixels P gebildet, und Polysilizium wird zum Beispiel darin als das Einbettungsmaterial 41 eingebettet. Danach wird, wie in **Fig.** 22A veranschaulicht, ein Oxidfilm 18 in einem oberen Teil der Öffnung 11H2 gebildet. Als ein Material des Oxidfilms 18 wird ein Material ausgewählt, das nicht geätzt wird, zum Beispiel wenn das Halbleitersubstrat 11 invertiert wird und das Einbettungsmaterial 41 durch Ätzen entfernt wird. Danach wird zum Beispiel eine p-Wanne innerhalb des Halbleitersubstrats 11 durch Ionenimplantation gebildet, und ein photoelektrischer n-Typ-Umwandlungsabschnitt 12 wird in der p-Wanne gebildet.

[0106] Danach wird, wie in **Fig.** 22B veranschaulicht, das Halbleitersubstrat 11 invertiert, und die erste Oberfläche 11S1 des Halbleitersubstrats 11 wird zum Beispiel mittels CMP geschliffen, um die FFTI und das Einbettungsmaterial 41 freizulegen. Danach wird, wie in **Fig.** 22C veranschaulicht, ähnlich zu der vorstehenden Ausführungsform, das Einbettungsmaterial 41 innerhalb der Öffnung 11H4 entfernt, wonach anschließend eine Maske 43 auf der ersten Oberfläche 11S1 des Halbleitersubstrats 11 gebildet wird, der kontinuierliche Barrierefilm 17 auf einer Seitenfläche und der unteren Oberfläche der Öffnung 11H4 und der Maske 43 gebildet wird, und ein Tantaloxidfilm, zum Beispiel wie der In-Pixel-Separationsabschnitt 14, in der Öffnung 11H4 eingebettet wird.

[0107] Danach, wie in **Fig.** 22D veranschaulicht, planarisiert zum Beispiel ein Rückätzen die erste Oberfläche 11S1 des Halbleitersubstrats 11, entfernt das Einbettungsmaterial 41 innerhalb der Öffnung 11H3 und bildet den Barrierefilm 17, der auf der Seitenfläche und der unteren Oberfläche der Öffnung 11H3 und der ersten Oberfläche 11S1 des Halbleitersubstrats 11 kontinuierlich ist. Danach, wie in **Fig.** 22E veranschaulicht, wird die Öffnung 11H3 zum Beispiel unter Verwendung einer nicht konformen Filmbildungsbedingung auf der ersten Oberfläche 11S1 des Halbleitersubstrats 11 geschlossen, und der durch den Spalt konstituierte Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 wird gebildet.

[0108] Danach werden, ähnlich zu der vorstehenden Ausführungsform, die Festladungsschicht 16, das Farbfilter 21, der Lichtabschirmungsabschnitt 22, die Planarisierungsschicht 23 und die Linsenschicht 24 sequenziell gebildet. Somit wird die in **Fig.** 1 veranschaulichte Bildgebungsvorrichtung 1 fertiggestellt.

(2-10. Modifikationsbeispiel 10)

[0109] Fig. 23 veranschaulicht schematisch ein anderes Beispiel für die Ebenenkonfiguration der Bildgebungsvorrichtung 1 gemäß einem Modifikationsbeispiel (Modifikationsbeispiel 10) des Modifikationsbeispiels 8. Die beiden In-Pixel-Separationsabschnitte 14A und 14B können einen Abstand 1 zwischen den beiden In-Pixel-Separationsabschnitten 14A und 14B in Abhängigkeit von der Wellenlänge des Lichts, das in jedem Einheitspixel p photoelektrisch umgewandelt werden soll, variieren. Mit anderen Worten kann der Brechungsindex des In-Pixel-Separationsabschnitts 14 den Abstand zwischen den beiden In-Pixel-Separationsabschnitten 14A und 14B in Abhängigkeit vom Farbfilter 21 variieren, das in dem oberen Teil jedes Einheitspixels P (auf der Lichteinfallsseite S1) bereitgestellt ist.

[0110] Beispielsweise wird bevorzugt, dass der Abstand zwischen den beiden In-Pixel-Separationsabschnitten 14A und 14B größer ist, wenn die Wellenlänge von Licht, das in der Vielzahl von photoelektrischen Umwandlungsabschnitten 12 innerhalb des Einheitspixels photoelektrisch umgewandelt werden soll, länger ist. Spezifisch, wie in **Fig.** 23 veranschaulicht, für vier Einheitspixel P, die in 2 Zeilen × 2 Spalten angeordnet sind, sind die zwei Farbfilter 21G, die selektiv das grüne Licht (G) transmittieren, auf einer diagonalen Linie angeordnet, und die Farbfilter 21Rund 21B, die das rote Licht (R) bzw. das blaue Licht (B) selektiv transmittieren, sind jeweils auf der senkrechten diagonalen Linie angeordnet. In einem solchen Fall erfüllen die Abstände lr, lg und lb zwischen den beiden In-Pixel-Separationsabschnitten 14A und 14B, die jeweils in einem entsprechenden der Einheitspixel P ausgebildet sind, lr > lg > lb. Dies ermöglicht daher, die optische Charakteristik zusätzlich zu den Effekten des oben beschriebenen Modifikationsbeispiels 8 weiter zu verbessern.

(2-11. Modifikationsbeispiel 11)

[0111] Fig. 24 veranschaulicht ein Beispiel für eine Querschnittskonfiguration einer Bildgebungsvorrichtung (einer Bildgebungsvorrichtung 1G) gemäß Modifikationsbeispiel 11 der vorliegenden Offenbarung schematisch. Die Bildgebungsvorrichtung 1G ist ein CMOS-Sensor oder dergleichen, der zum Beispiel in einer elektronischen Einrichtung wie etwa einer digitalen Standbildkamera oder einer Videokamera verwendet werden soll. Ähnlich zu der vorstehenden Ausführungsform ist die Bildgebungsvorrichtung 1G zum Beispiel eine sogenannte Bildgebungsvorrichtung mit rückwärtiger Belichtung.

[0112] Die vorstehende Ausführungsform gibt das Beispiel an, in dem der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 eine FFTI-Struktur aufweist; die vorliegende Offenbarung ist jedoch nicht darauf beschränkt. Wie in **Fig.** 24 veranschaulicht, kann beispielsweise der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 zum Beispiel eine RDTI-Struktur aufweisen, die sich von der ersten Oberfläche 11S1 des Halbleitermaterials 11 in Richtung der zweiten Oberfläche 11S2 davon erstreckt. Ein Diffusionsgebiet 19, in dem Verunreinigungen diffundiert werden, ist zwischen der Unterseite des In-Pixel-Separationsabschnitts 14 und der zweiten Oberfläche 11S2 des Halbleitersubstrats 11 ausgebildet. Mit anderen Worten sind in der Bildgebungsvorrichtung 1G gemäß dem gegenwärtigen Modifikationsbeispiel die angrenzenden photoelektrischen Umwandlungsabschnitte innerhalb des Einheitspixels P durch den In-Pixel-Separationsabschnitt 14 mit der RDTI-Struktur und dem Diffusionsgebiet 19 elektrisch getrennt.

[0113] Der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 gemäß dem gegenwärtigen Modifikationsbeispiel kann mit

Modifikationsbeispiel 2 kombiniert werden, um darin enthaltene Materialien in Abhängigkeit von der Wellenlänge des Lichts, das in jedem Einheitspixel P photoelektrisch umgewandelt werden soll, zu ändern. Ferner kann, wie in **Fig.** 25 veranschaulicht, ein planares Layout des In-Pixel-Separationsabschnitts 14 in Abhängigkeit von der Wellenlänge des Lichts, das in jedem Einheitspixel P photoelektrisch umgewandelt werden soll, geändert werden. Des Weiteren kann, wie in **Fig.** 26 veranschaulicht, eine Breite (W1, W1') und eine Tiefe des In-Pixel-Separationsabschnitts 14 in Abhängigkeit von der Wellenlänge des Lichts, das in jedem Einheitspixel P photoelektrisch umgewandelt werden soll, geändert werden. Darüber hinaus können, wie in **Fig.** 27 veranschaulicht, in dem In-Pixel-Separationsabschnitt 14 mit der im Wesentlichen Kreuzform, der im Einheitspixel P auf der rechten Seite der in **Fig.** 25 veranschaulichten Zeichnung bereitgestellt ist, eine Position, an der der im Wesentlichen kreuzförmige In-Pixel-Separationsabschnitt 14 im Einheitspixel P ausgebildet ist, und eine Kreuzposition des im Wesentlichen kreuzförmigen In-Pixel-Separationsabschnitts 14 in Abhängigkeit von der Position des Einheitspixels P im Pixelabschnitt 100A und der Offsetmenge der On-Chip-Linse 24L bezüglich des Mittelteils des Einheitspixels P geändert werden, wie mit Modifikationsbeispiel 8.

[0114] Der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 gemäß dem gegenwärtigen Modifikationsbeispiel kann zum Beispiel auch wie folgt gebildet werden.

[0115] Zuerst, wie in **Fig.** 28A veranschaulicht, ähnlich zu der vorstehenden Ausführungsform, werden die STI und die FFTI an einer Position gebildet, an der der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 gebildet werden soll, wonach anschließend die Öffnung 11H3 in der FFTI gebildet wird, und zum Beispiel Polysilizium darin als das Einbettungsmaterial 41 eingebettet wird.

[0116] Danach werden, wie in **Fig.** 28B veranschaulicht, das Diffusionsgebiet 19 und der photoelektrische Umwandlungsabschnitt 12 zum Beispiel durch Ionenimplantationsaktivierung an einer Position gebildet, an der der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 gebildet werden soll. Danach wird, wie in **Fig.** 28C veranschaulicht, das Halbleitersubstrat 11 invertiert, und die erste Oberfläche 11S1 des Halbleitersubstrats 11 wird zum Beispiel mittels CMP geschliffen, um die FFTI freizulegen. Danach wird, wie in **Fig.** 28D veranschaulicht, die Öffnung 11H4, die die RDTI sein soll, zum Beispiel durch reaktives Ionenätzen (RIE) von der Seite der ersten Oberfläche 11S1 des Halbleitersubstrats 11 an einer Position gebildet, an der der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 gebildet werden soll.

[0117] Danach wird, wie in **Fig.** 28E veranschaulicht, der Isolierfilm 15 auf der Seitenfläche und der unteren Oberfläche der Öffnung 11H4 gebildet. Danach wird, wie in **Fig.** 28F veranschaulicht, die Festladungsschicht 16 auf der ersten Oberfläche 11S1 des Halbleitersubstrats 11 und auf der Seitenfläche und der unteren Oberfläche der Öffnung 11H4 gebildet, wonach anschließend ein vorbestimmtes Material (ein Material A), das als der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 dient, in der Öffnung 11H4 eingebettet wird und die Oberfläche zum Beispiel mittels CMP planarisiert wird.

[0118] Es ist anzumerken, dass, wie oben beschrieben, im Fall des Änderns der Materialien, die im In-Pixel-Separationsabschnitt 14 enthalten sind, in Abhängigkeit von der Wellenlänge des Lichts, das in jedem Einheitspixel P photoelektrisch umgewandelt werden soll, der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 wie folgt anders gebildet wird.

[0119] Zum Beispiel, wie in **Fig.** 28F veranschaulicht, wird die Festladungsschicht 16 gebildet, und ein Material, das im In-Pixel-Separationsabschnitt 14 enthalten ist, wird in die Öffnung 11H4 eingebettet, wonach anschließend zum Beispiel eine Maske an einer anderen Position auf dem In-Pixel-Separationsabschnitt 14 (ein In-Pixel-Separationsabschnitt 14X1) als eine Position gebildet wird, an der ein In-Pixel-Separationsabschnitt 14X2 gebildet werden soll. Wie in **Fig.** 28G veranschaulicht, wird das in einer Öffnung 11H4' eingebettete Material A zum Beispiel durch Nassätzen oder Trockenätzen entfernt.

[0120] Danach wird, wie in **Fig.** 28H veranschaulicht, die Maske 43 auf der Festladungsschicht 16 gebildet, die auf der ersten Oberfläche 11S1 des Halbleitermaterials 11 ausgebildet ist, wonach anschließend ein vorbestimmtes Material (ein Material B), das als der In-Pixel-Separationsabschnitt 14X2 dient, in der Öffnung 11H4' eingebettet wird. Danach wird, wie in **Fig.** 28I veranschaulicht, die Maske 43 zum Beispiel mittels CMP entfernt, und die Oberfläche der Festladungsschicht 16 wird planarisiert.

[0121] Danach werden, ähnlich zu der vorstehenden Ausführungsform, das Farbfilter 21, der Lichtabschirmungsabschnitt 22, die Planarisierungsschicht 23 und die Linsenschicht 24 sequenziell gebildet. Somit wird die in **Fig.** 24 und 26 veranschaulichte Bildgebungsvorrichtung 1G fertiggestellt.

(2-12. Modifikationsbeispiel 12)

[0122] **Fig.** 29 veranschaulicht ein Beispiel für eine Querschnittskonfiguration einer Bildgebungsvorrichtung (einer Bildgebungsvorrichtung 1H) gemäß Modifikationsbeispiel 12 der vorliegenden Offenbarung schematisch. Die Bildgebungsvorrichtung 1H

ist ein CMOS-Sensor oder dergleichen, der zum Beispiel in einer elektronischen Einrichtung wie etwa einer digitalen Standbildkamera oder einer Videokamera verwendet werden soll. Ähnlich zu der vorstehenden Ausführungsform ist die Bildgebungsvorrichtung 1H zum Beispiel eine sogenannte Bildgebungsvorrichtung mit rückwärtiger Belichtung.

[0123] Das oben beschriebene Modifikationsbeispiel 11 gibt das Beispiel an, bei dem der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 die RDTI-Struktur aufweist; wie in **Fig.** 29 veranschaulicht, können jedoch sowohl der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 als auch der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 jeweils die RDTI-Struktur aufweisen.

[0124] Der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 und der In-Pixel-Separationsabschnitt 14, die jeweils die RDTI-Struktur aufweisen, können auf eine ähnliche Art und Weise wie der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 (14X1, 14X2) des oben beschriebenen Modifikationsbeispiels 11 gebildet werden. Zuerst werden das Diffusionsgebiet 19 und der photoelektrische Umwandlungsabschnitt 12 zum Beispiel mittels Ionenimplantationsaktivierung von der Seite der zweiten Oberfläche 11S2 des Halbleitersubstrats 11 an einer Position gebildet, an der der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 und der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 gebildet werden sollen. Danach wird das Halbleitersubstrat 11 invertiert, und die erste Oberfläche 11S1 des Halbleitersubstrats 11 wird zum Beispiel mittels CMP geschliffen, um einen Dünnfilm zu bilden.

[0125] Danach wird, wie in **Fig.** 30A veranschaulicht, die Öffnung 11H4, die die RDTI sein soll, zum Beispiel mittels RIE von der Seite der ersten Oberfläche 11S1 des Halbleitersubstrats 11 an einer Position gebildet, an der der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 gebildet werden soll. Danach wird, wie in **Fig.** 30B veranschaulicht, der Isolierfilm 15 auf der Seitenfläche und der unteren Oberfläche der Öffnung 11H4 gebildet, wonach anschließend ein vorbestimmtes Material, das als der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 dient, in der Öffnung 11H4 eingebettet wird und die Oberfläche zum Beispiel mittels CMP planarisiert wird. Danach wird eine Maske auf der ersten Oberfläche 11S1 des Halbleitersubstrats 11 gebildet, und wie in **Fig.** 30C veranschaulicht, wird eine Öffnung 11H5, die die RDTI sein soll, zum Beispiel mittels RIE an einer Position gebildet, an der der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 gebildet werden soll.

[0126] Danach wird, wie in **Fig.** 30D veranschaulicht, die Festladungsschicht 16 auf der ersten Oberfläche 11S1 des Halbleitersubstrats 11 und auf der Seitenfläche und der unteren Oberfläche der Öffnung 11H4 gebildet, wonach anschließend ein vorbestimmtes Material, das als der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 dient, in der Öffnung 11H5 eingebettet wird und die Oberfläche zum Beispiel mittels CMP planarisiert wird. In dem Fall, bei dem der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 den Spalt G einschließt, wie in **Fig.** 30E veranschaulicht, wird zum Beispiel eine Schicht13X einschließlich eines vorbestimmten Materials, das als der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 dient, auf der Festladungsschicht 16 zum Beispiel mittels CVD gebildet, um den Spalt G innerhalb der Öffnung 11H5 zu bilden. Danach wird, wie in **Fig.** 30F veranschaulicht, eine Schutzschicht 26 einschließlich zum Beispiel Siliziumoxid, auf der ersten Oberfläche 11S1 des Halbleitersubstrats 11 gebildet, um einen oberen Teil der Öffnung 11H5 (den Spalt G) zu schließen, in dem der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 ausgebildet ist.

[0127] Danach werden, ähnlich zu der vorstehenden Ausführungsform, das Farbfilter 21, der Lichtabschirmungsabschnitt 22, die Planarisierungsschicht 23 und die Linsenschicht 24 sequenziell gebildet. Somit wird die in **Fig.** 29 veranschaulichte Bildgebungsvorrichtung 1H fertiggestellt.

(2-13. Modifikationsbeispiel 13)

[0128] **Fig.** 31 veranschaulicht ein Beispiel für eine Querschnittskonfiguration einer Bildgebungsvorrichtung (einer Bildgebungsvorrichtung 1I) gemäß Modifikationsbeispiel 13 der vorliegenden Offenbarung schematisch. Die Bildgebungsvorrichtung 1I ist ein CMOS-Sensor oder dergleichen, der zum Beispiel in einer elektronischen Einrichtung wie etwa einer digitalen Standbildkamera oder einer Videokamera verwendet werden soll. Ähnlich zu der vorstehenden Ausführungsform ist die Bildgebungsvorrichtung 1I zum Beispiel eine sogenannte Bildgebungsvorrichtung mit rückwärtiger Belichtung.

[0129] Wie in **Fig.** 31 veranschaulicht, kann zum Beispiel eine Elektrode 25 über sowohl dem Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 als auch dem In-Pixel-Separationsabschnitt 14 bereitgestellt sein. Insbesondere sind zum Beispiel die Elektroden 25 auf der Festladungsschicht 16 bereitgestellt, und der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 und der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 sind elektrisch mit den jeweiligen Elektroden 25 über jeweilige Öffnungen 16H gekoppelt, die in der Festladungsschicht 16 bereitgestellt sind. Wie in **Fig.** 32 veranschaulicht, ist zum Beispiel die Elektrode 25 über dem Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 und dem In-Pixel-Separationsabschnitt 14 bereitgestellt und erstreckt sich in eine Y-Achsenrichtung.

[0130] Die Elektrode 25 beinhaltet vorzugsweise ein lichtdurchlässiges, elektrisch leitfähiges Material, ist jedoch in Abhängigkeit von einem Layout der Elektrode 25 nicht darauf beschränkt. Das Folgende kann als ein Layout-Beispiel der Elektrode 25 zusätzlich zu

dem in **Fig.** 32 veranschaulichten Layout gegeben sein. Wie in **Fig.** 33 veranschaulicht, kann zum Beispiel die Elektrode 25 über dem Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 und dem In-Pixel-Separationsabschnitt 14 bereitgestellt sein und sich in die X-Achsenrichtung erstrecken. Alternativ, wie in **Fig.** 34 veranschaulicht, kann sich die Elektrode 25, die über dem In-Pixel-Separationsabschnitt 14 bereitgestellt ist und sich in die Y-Achsenrichtung erstreckt, auch auf eine derartige Art und Weise in die X-Achsenrichtung erstrecken, dass sie im Wesentlichen die gesamte Oberfläche des Einheitspixels P bedeckt. Gleichermaßen, wie in **Fig.** 35 veranschaulicht, kann sich die Elektrode 25, die über dem In-Pixel-Separationsabschnitt 14 bereitgestellt ist und sich in die X-Achsenrichtung erstreckt, auch auf eine derartige Art und Weise in die Y-Achsenrichtung erstrecken, dass sie im Wesentlichen die gesamte Oberfläche des Einheitspixels P bedeckt.

[0131] Wie oben beschrieben, erhöht das Bereitstellen der Elektrode 25 über dem Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 und dem In-Pixel-Separationsabschnitt 14 und das Anlegen zum Beispiel einer negativen Vorspannung an den Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 und den In-Pixel-Separationsabschnitt 14 Knobs zum Optimieren der Pixelleistungsfähigkeit, und ermöglicht, eine Pixelcharakteristik zu verbessern.

(2-14. Modifikationsbeispiel 14)

[0132] **Fig.** 36 bis 40 veranschaulichen jeweils ein anderes Beispiel für das Layout der Einheitspixel P und der On-Chip-Linsen 24L gemäß einem Modifikationsbeispiel (Modifikationsbeispiel 14) der oben beschriebenen Ausführungsform.

[0133] Beispielsweise können die photoelektrischen Umwandlungsabschnitte 12 innerhalb des Einheitspixels P ein Layout aufweisen, in dem zwei photoelektrische Umwandlungsabschnitte parallel angeordnet sind, wie in **Fig.** 2 veranschaulicht, und können auch ein Layout aufweisen, in dem vier photoelektrische Umwandlungsabschnitte 12 in 2 Zeilen × 2 Spalten angeordnet sind, wie zum Beispiel in **Fig.** 36 veranschaulicht. Ferner, wie in **Fig.** 37 veranschaulicht, kann zum Beispiel für das Einheitspixel P eine On-Chip-Linse 24L für zwei angrenzende photoelektrische Umwandlungsabschnitte 12 innerhalb des Einheitspixels P angeordnet sein.

[0134] Ferner muss die Anzahl von photoelektrischen Umwandlungsabschnitten 12 innerhalb des Einheitspixels P nicht notwendigerweise in allen Pixeln die gleiche sein. Wie in **Fig.** 38 veranschaulicht, kann das Einheitspixel P, das das rote Licht (R) und das grüne Licht (G), die jeweils eine relativ lange Wellenlänge aufweisen, photoelektrisch umwandelt, zwei photoelektrische Umwandlungsabschnitte beinhalten, die in 2 Zeilen × 1 Spalte angeordnet sind, und das Einheitspixel P, das das blaue Licht (B) mit einer relativ kurzen Wellenlänge photoelektrisch umwandelt, kann vier photoelektrische Umwandlungsabschnitte 12 beinhalten, die in 2 Zeilen × 2 Spalten angeordnet sind.

[0135] Ferner geben das Modifikationsbeispiel 3 und dergleichen, die oben beschrieben sind, das Beispiel an, in dem die Farbfilter 21R, 21G und 21B einzeln in einem Einheitspixel P angeordnet sind; die vorliegende Offenbarung ist jedoch nicht darauf beschränkt. Wie in **Fig.** 39 veranschaulicht, können die Farbfilter 21R, 21G und 21B zum Beispiel einzeln über die Vielzahl von Einheitspixeln P (zum Beispiel vier Einheitspixel P) angeordnet sein.

[0136] Des Weiteren geben die oben beschriebene Ausführungsform und dergleichen das Beispiel an, in dem die Einheitspixel P, die in der Lage sind, die Bildgebungsinformationen und die Parallaxeninformationen gleichzeitig zu erfassen, zweidimensional in einer Matrix in einem Pixelabschnitt 100A angeordnet sind; die Einheitspixel P, die in der Lage sind, die die Bildgebungsinformationen und die Parallaxeninformationen gleichzeitig zu erfassen, können jedoch diskret innerhalb des Pixelabschnitts 100A angeordnet sein. Spezifisch, wie in **Fig.** 40 veranschaulicht, kann zum Beispiel ein Einheitspixel Py, das in der Lage ist, die Parallaxeninformationen zu erfassen, in einem Teil des Pixelabschnitts 100A angeordnet sein, in dem Einheitspixel Px, die die Bildgebungsinformationen erfassen, zweidimensional in einer Matrix angeordnet sind.

(2-15. Modifikationsbeispiel 15)

[0137] **Fig.** 41 veranschaulicht ein Beispiel für eine Querschnittskonfiguration einer Bildgebungsvorrichtung (einer Bildgebungsvorrichtung 1I) gemäß Modifikationsbeispiel 15 der vorliegenden Offenbarung schematisch. **Fig.** 42 veranschaulicht schematisch ein Beispiel für eine Ebenenkonfiguration der in **Fig.** 41 veranschaulichten Bildgebungsvorrichtung 1, und **Fig.** 41 veranschaulicht einen Querschnitt entlang einer Linie IV-IV in **Fig.** 42. Die Bildgebungsvorrichtung 1I ist ein CMOS-Sensor oder dergleichen, der zum Beispiel in einer elektronischen Einrichtung wie etwa einer digitalen Standbildkamera oder einer Videokamera verwendet werden soll. Ähnlich zu der vorstehenden Ausführungsform ist die Bildgebungsvorrichtung 1I zum Beispiel eine sogenannte Bildgebungsvorrichtung mit rückwärtiger Belichtung.

[0138] Das oben beschriebene Modifikationsbeispiel 3 gibt das Beispiel an, in dem die Breite des In-Pixel-Separationsabschnitts 14 schmaler als die Breite des Inter-Pixel-Separationsabschnitts 13 ist, und das Modifikationsbeispiel 12 gibt das Beispiel an, in dem der Spalt G innerhalb des Inter-Pixel-

Separationsabschnitts 13 gebildet wird; es ist jedoch möglich, diese Beispiele zu kombinieren.

[0139] Der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 und der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 gemäß dem gegenwärtigen Modifikationsbeispiel können zum Beispiel wie folgt gebildet werden.

[0140] Zuerst wird, wie in **Fig.** 43A veranschaulicht, ein Film einer harten Maske 44 auf der ersten Oberfläche 11S1 des Halbleitersubstrats 11 gebildet. Danach wird ein Resistfilm 45 auf der harten Maske 44 mittels Photolithographietechnologie gebildet. Der Resistfilm 45 ist in einer derartigen Art und Weise strukturiert, dass eine Linienbreite innerhalb des Einheitspixels P, in dem der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 gebildet werden soll, schmaler ist als eine Linienbreite zwischen den angrenzenden Einheitspixeln P, in denen der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 gebildet werden soll. Danach wird, wie in **Fig.** 43B veranschaulicht, die harte Maske 44 zum Beispiel durch Trockenätzen bearbeitet.

[0141] Danach wird, wie in **Fig.** 43C veranschaulicht, das Halbleitersubstrat 11 zum Beispiel durch Trockenätzen bearbeitet, um eine Öffnung 11H6 zum Bilden des Inter-Pixel-Separationsabschnitts 13 und eine Öffnung 11H7 zum Bilden des In-Pixel-Separationsabschnitts 14 zu bilden. Danach wird, wie in **Fig.** 43D veranschaulicht, die harte Maske 44 entfernt.

[0142] Danach wird, wie in **Fig.** 43E veranschaulicht, zum Beispiel ein Aluminiumoxidfilm gebildet, um den Isolierfilm 15 zu bilden, der die erste Oberfläche 11S1 des Halbleitersubstrats 11 und die jeweiligen Seitenflächen und die jeweiligen unteren Oberflächen der Öffnungen 11H6 und 11H7 bedeckt. Danach wird, wie in **Fig.** 43F veranschaulicht, ein Titanoxidfilm zum Beispiel unter Verwendung eines ALD-Verfahrens gebildet. Infolgedessen wird der Inter-Pixel-Separationsabschnitt 13 mit dem Spalt G in der Öffnung 11H6 gebildet, und der In-Pixel-Separationsabschnitt 14 wird in der Öffnung 11H7 gebildet, die durch den Titanoxidfilm geschlossen wird.

[0143] Es ist anzumerken, dass **Fig.** 42 den In-Pixel-Separationsabschnitt 14 mit einer konstanten Breite veranschaulicht, die vorliegende Offenbarung jedoch nicht darauf beschränkt ist. Wie in **Fig.** 44 und 45 veranschaulicht, ermöglicht zum Beispiel eine Strukturierung des Resistfilms 45, den In-Pixel-Separationsabschnitt 14 zu bilden, der sich in die X-Achsenrichtung und die Y-Achsenrichtung auf eine derartige Art und Weise erstreckt, dass die Linienbreite bei oder nahe einem Schnittpunkt davon schmaler ist.

<3. Anwendungsbeispiele>

[0144] Die oben beschriebene Bildgebungsvorrichtung 1 oder dergleichen kann bei verschiedenen Arten von elektronischen Einrichtungen angewendet werden, die jeweils eine Bildgebungsfunktion aufweisen, für die Beispiele ein Kamerasystem wie etwa eine digitale Standbildkamera oder eine Videokamera und ein Mobiltelefon mit einer Bildgebungsfunktion einschließen. **Fig.** 46 veranschaulicht eine schematische Konfiguration einer elektronischen Einrichtung 1000.

[0145] Die elektronische Einrichtung 1000 beinhaltet zum Beispiel eine Linsengruppe 1001, die Bildgebungsvorrichtung 1, eine DSP(Digitalsignalprozessor)-Schaltung 1002, einen Frame-Speicher 1003, eine Anzeige 1004, eine Aufzeichnungseinheit 1005, eine Bedienungseinheit 1006 und eine Leistungsquelleneinheit 1007, und sie sind über eine Busleitung 1008 miteinander gekoppelt.

[0146] Die Linsengruppe 1001 erfasst einfallendes Licht (Bildlicht) von einem Motiv auf und bildet ein Bild auf einer Bildgebungsoberfläche der Bildgebungsvorrichtung 1. Die Bildgebungsvorrichtung 1 wandelt eine Menge des einfallenden Lichts, das durch die Linsengruppe 1001 in ein Bild auf der Bildgebungsoberfläche gebildet wurde, in ein elektrisches Signal in Einheiten von Pixeln um und gibt das elektrische Signal als ein Pixelsignal an die DSP-Schaltung 1002 aus.

[0147] Die DSP-Schaltung 1002 ist eine Signalverarbeitungsschaltung, die ein Signal verarbeitet, das von der Bildgebungsvorrichtung 1 geliefert wird. Die DSP-Schaltung 1002 gibt Bilddaten aus, die durch Verarbeiten des von der Bildgebungsvorrichtung 1 gelieferten Signals erhalten werden. Der Frame-Speicher 1003 hält die von der DSP-Schaltung 1002 verarbeiteten Bilddaten temporär in Einheiten von Frames.

[0148] Die Anzeige 1004 beinhaltet zum Beispiel eine Anzeigevorrichtung vom Paneltyp, wie etwa ein Flüssigkristallpanel oder ein organisches EL (Elektrolumineszenz)-Panel, und zeichnet Bilddaten eines Bewegtbildes oder eines Standbildes, das durch die Bildgebungsvorrichtung 1 erfasst wird, in einem Aufzeichnungsmedium wie etwa einem Halbleiterspeicher oder einer Festplatte auf.

[0149] Die Bedienungseinheit 1006 gibt ein Bedienungssignal für verschiedene Funktionen der elektronischen Einrichtung 1000 gemäß einer durch den Benutzer durchgeführten Bedienung aus. Die Leistungsquelleneinheit 1007 stellt verschiedene Arten von Leistungsquellen bereit, die als Betriebsleistungsquellen für die DSP-Schaltung 1002, den Frame-Speicher 1003, die Anzeige 1004, die Auf-

zeichnungseinheit 1005 und die Bedienungseinheit 1006 dienen, für diese Versorgungsziele zweckmäßig bereit.

<4. Praktische Anwendungsbeispiele>

(Beispiel der praktischen Anwendung auf einen mobilen Körper)

[0150] Die Technologie (die vorliegende Technologie) gemäß der vorliegenden Offenbarung ist auf eine Vielfalt von Produkten anwendbar. Zum Beispiel kann die Technologie gemäß der vorliegenden Offenbarung als eine Vorrichtung erreicht werden, die auf einer beliebigen Art eines mobilen Körpers, wie etwa einem Automobil, einem Elektrofahrzeug, einem Hybridelektrofahrzeug, einem Motorrad, einem Fahrrad, einer „Personal Mobility"-Vorrichtung, einem Luftfahrzeug, einer Drohne, einem Schiff oder einem Roboter, montiert ist.

[0151] **Fig.** 47 ist ein Blockdiagramm, das ein Beispiel einer schematischen Konfiguration eines Fahrzeugsteuersystems als ein Beispiel für ein Steuersystem eines mobilen Körpers darstellt, an dem die Technologie gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung angewendet werden kann.

[0152] Das Fahrzeugsteuersystem 12000 beinhaltet eine Vielzahl von elektronischen Steuereinheiten, die über ein Kommunikationsnetzwerk 12001 miteinander verbunden sind. In dem in **Fig.** 47 dargestellten Beispiel beinhaltet das Fahrzeugsteuersystem 12000 eine Antriebssystemsteuereinheit 12010, eine Karosseriesystemsteuereinheit 12020, eine Fahrzeugaußeninformationen-Detektionseinheit 12030, eine Fahrzeuginneninformationen-Detektionseinheit 12040 und eine integrierte Steuereinheit 12050. Zusätzlich sind ein Mikrocomputer 12051, ein Ton-/Bildausgabeabschnitt 12052 und eine am Fahrzeug befestigte Netzwerkschnittstelle (Schn.) 12053 als eine funktionelle Konfiguration der integrierten Steuereinheit 12050 veranschaulicht.

[0153] Die Antriebssystemsteuereinheit 12010 steuert den Betrieb von Vorrichtungen, die mit dem Antriebssystem des Fahrzeugs in Beziehung stehen, gemäß verschiedenen Arten von Programmen. Beispielsweise fungiert die Antriebssystemsteuereinheit 12010 als eine Steuervorrichtung für eine Antriebskrafterzeugungsvorrichtung zum Erzeugen der Antriebskraft des Fahrzeugs, wie etwa einen Verbrennungsmotor, einen Antriebsmotor oder dergleichen, ein Antriebskraftübertragungsmechanismus zum Übertragen der Antriebskraft auf Räder, ein Lenkmechanismus zum Anpassen des Lenkwinkels des Fahrzeugs, eine Bremsvorrichtung zum Erzeugen der Bremskraft des Fahrzeugs und dergleichen.

[0154] Die Karosseriesystemsteuereinheit 12020 steuert den Betrieb verschiedener Arten von Vorrichtungen, die einer Fahrzeugkarosserie bereitgestellt sind, gemäß verschiedenen Arten von Programmen. Beispielsweise fungiert die Karosseriesystemsteuereinheit 12020 als eine Steuervorrichtung für ein schlüsselloses Zutrittssystem, ein Smart-Key-System, eine Fensterhebervorrichtung oder verschiedene Arten von Leuchten wie etwa ein Scheinwerfer, eine Rückfahrleuchte, eine Bremsleuchte, ein Blinker, eine Nebelleuchte oder dergleichen. In diesem Fall können Funkwellen, die von einer mobilen Vorrichtung als eine Alternative zu einem Schlüssel übertragen werden, oder Signale verschiedener Arten von Schaltern in die Karosseriesystemsteuereinheit 12020 eingegeben werden. Die Karosseriesystemsteuereinheit 12020 empfängt diese eingegebenen Funkwellen oder Signale und steuert eine Türverriegelungsvorrichtung, die Fensterhebervorrichtung, die Leuchten oder dergleichen des Fahrzeugs.

[0155] Die Fahrzeugaußeninformationen-Detektionseinheit 12030 detektiert Informationen über die Außenseite des Fahrzeugs, das das Fahrzeugsteuersystem 12000 beinhaltet. Beispielsweise ist die Fahrzeugaußeninformationen-Detektionseinheit 12030 mit einem Bildgebungsabschnitt 12031 verbunden. Die Fahrzeugaußeninformationen-Detektionseinheit 12030 veranlasst, dass der Bildgebungsabschnitt 12031 ein Bild der Außenseite des Fahrzeugs bildlich erfasst, und empfängt das bildlich erfasste Bild. Auf Basis des empfangenen Bildes kann die Fahrzeugaußeninformationen-Detektionseinheit 12030 eine Verarbeitung zum Detektieren eines Objekts wie etwa eines Menschen, eines Fahrzeugs, eines Hindernisses, eines Schildes, eines Zeichens auf einer Straßenoberfläche oder dergleichen oder eine Verarbeitung zum Detektieren eines Abstands zu diesem durchführen.

[0156] Der Bildgebungsabschnitt 12031 ist ein optischer Sensor, der Licht empfängt und der ein elektrisches Signal entsprechend einer empfangenen Lichtmenge des Lichts ausgibt. Der Bildgebungsabschnitt 12031 kann das elektrische Signal als ein Bild ausgeben oder kann das elektrische Signal als Informationen über einen gemessenen Abstand ausgeben. Zusätzlich kann Licht, das durch den Bildgebungsabschnitt 12031 empfangen wird, sichtbares Licht sein, oder kann nicht sichtbares Licht wie etwa Infrarotstrahlen oder dergleichen sein.

[0157] Die Fahrzeuginneninformationen-Detektionseinheit 12040 detektiert Informationen über den Innenraum des Fahrzeugs. Die Fahrzeuginneninformationen-Detektionseinheit 12040 ist zum Beispiel mit einem Fahrerzustand-Detektionsabschnitt 12041 verbunden, der den Zustand eines Fahrers detektiert. Der Fahrerzustand-Detektionsabschnitt

12041 beinhaltet zum Beispiel eine Kamera, die den Fahrer bildlich erfasst. Auf Basis von Detektionsinformationen, die vom Fahrerzustand-Detektionsabschnitt 12041 eingegeben werden, kann die Fahrzeuginneninformationen-Detektionseinheit 12040 eine Ermüdung des Fahrers oder einen Konzentrationsgrad des Fahrers berechnen oder kann bestimmen, ob der Fahrer döst.

[0158] Der Mikrocomputer 12051 kann einen Steuerzielwert für die Antriebskrafterzeugungsvorrichtung, den Lenkmechanismus oder die Bremsvorrichtung auf Basis der Informationen über die Innenseite oder Außenseite des Fahrzeugs berechnen, wobei die Informationen durch die Fahrzeugaußeninformationen-Detektionseinheit 12030 oder die Fahrzeuginneninformationen-Detektionseinheit 12040 erhalten werden, und einen Steuerbefehl an die Antriebssystemsteuereinheit 12010 ausgeben. Beispielsweise kann der Mikrocomputer 12051 eine kooperative Steuerung durchführen, die Funktionen eines Fahrerassistenzsystems (FAS) implementieren soll, dessen Funktionen Kollisionsvermeidung oder Aufprallminderung für das Fahrzeug, folgendes Fahren basierend auf einem Folgeabstand, ein die Fahrzeuggeschwindigkeit aufrechterhaltendes Fahren, eine Kollisionswarnung des Fahrzeugs, eine Abweichungswarnung des Fahrzeugs von einer Spur oder dergleichen beinhalten.

[0159] Zusätzlich kann der Mikrocomputer 12051 eine kooperative Steuerung durchführen, die für automatisiertes Fahren beabsichtigt ist, was veranlasst, dass das Fahrzeug automatisch ohne Abhängigkeit von der Bedienung des Fahrers fährt oder dergleichen, durch Steuern der Antriebskrafterzeugungsvorrichtung, des Lenkmechanismus, der Bremsvorrichtung oder dergleichen auf Basis der Informationen über die Außenseite oder Innenseite des Fahrzeugs, wobei die Informationen durch die Fahrzeugaußeninformationen-Detektionseinheit 12030 oder die Fahrzeuginneninformationen-Detektionseinheit 12040 erhalten werden.

[0160] Zusätzlich kann der Mikrocomputer 12051 einen Steuerbefehl an die Karosseriesystemsteuereinheit 12020 auf Basis der Informationen über die Außenseite des Fahrzeugs ausgeben, wobei die Informationen durch die Fahrzeugaußeninformationen-Detektionseinheit 12030 erhalten werden. Beispielsweise kann der Mikrocomputer 12051 eine kooperative Steuerung durchführen, die ein Blenden verhindern soll, indem der Scheinwerfer so gesteuert wird, dass er sich von einem Fernlicht zu einem Abblendlicht zum Beispiel gemäß der Position eines vorausfahrenden Fahrzeugs oder eines entgegenkommenden Fahrzeugs ändert, das durch die Fahrzeugaußeninformationen-Detektionseinheit 12030 detektiert wird.

[0161] Der Ton-/Bildausgabeabschnitt 12052 überträgt ein Ausgabesignal mit mindestens einen aus einem Ton und einem Bild zu einer Ausgabevorrichtung, die in der Lage ist, einem Insassen des Fahrzeugs oder der Außenseite des Fahrzeugs visuell oder akustisch Informationen zu melden. In dem Beispiel von **Fig.** 57 sind ein Audiolautsprecher 12061, ein Anzeigeabschnitt 12062 und eine Instrumententafel 12063 als die Ausgabevorrichtung veranschaulicht. Der Anzeigeabschnitt 12062 kann zum Beispiel eine fahrzeuginterne Anzeige und/oder ein Head-Up-Display beinhalten.

[0162] **Fig.** 48 ist ein Diagramm, das ein Beispiel für die Installationsposition des Bildgebungsabschnitts 12031 darstellt.

[0163] In **Fig.** 48 beinhaltet der Bildgebungsabschnitt 12031 Bildgebungsabschnitte 12101, 12102, 12103, 12104 und 12105.

[0164] Die Bildgebungsabschnitte 12101, 12102, 12103, 12104 und 12105 sind zum Beispiel an Positionen an einer Frontnase, Seitenspiegeln, einer hinteren Stoßstange, einer hinteren Tür des Fahrzeugs 12100 sowie einer Position an einem oberen Teil einer Windschutzscheibe im Innenraum des Fahrzeugs angeordnet. Der Bildgebungsabschnitt 12101, der an der Frontnase bereitgestellt ist, und der Bildgebungsabschnitt 12105, der am oberen Teil der Windschutzscheibe innerhalb des Innenraums des Fahrzeugs bereitgestellt ist, erhalten hauptsächlich ein Bild der Vorderseite des Fahrzeugs 12100. Die Bildgebungsabschnitte 12102 und 12103, die an den Seitenspiegeln bereitgestellt sind, erhalten hauptsächlich ein Bild der Seiten des Fahrzeugs 12100. Der Bildgebungsabschnitt 12104, der an der hinteren Stoßstange oder der hinteren Tür bereitgestellt ist, erhält hauptsächlich ein Bild der Rückseite des Fahrzeugs 12100. Der Bildgebungsabschnitt 12105, der am oberen Teil der Windschutzscheibe innerhalb des Innenraums des Fahrzeugs bereitgestellt ist, wird hauptsächlich verwendet, um ein vorausfahrendes Fahrzeug, einen Fußgänger, ein Hindernis, ein Signal, ein Verkehrsschild, eine Spur oder dergleichen zu detektieren.

[0165] Im Übrigen stellt **Fig.** 48 ein Beispiel für Fotografierbereiche der Bildgebungsabschnitte 12101 bis 12104 dar. Ein Bildgebungsbereich 12111 repräsentiert den Bildgebungsbereich des Bildgebungsabschnitts 12101, der an der Frontnase bereitgestellt ist. Bildgebungsbereiche 12112 und 12113 repräsentieren die Bildgebungsbereiche der Bildgebungsabschnitte 12102 bzw. 12103, die an den Seitenspiegeln bereitgestellt sind. Ein Bildgebungsbereich 12114 repräsentiert den Bildgebungsbereich des Bildgebungsabschnitts 12104, der an der hinteren Stoßstange oder der hinteren Tür bereitgestellt ist. Ein Vogelperspektivenbild des Fahrzeugs 12100,

wie von oben aus betrachtet, wird durch Überlagern von Bilddaten erhalten, die zum Beispiel durch die Bildgebungsabschnitte 12101 bis 12104 bildlich erfasst werden.

[0166] Mindestens einer der Bildgebungsabschnitte 12101 bis 12104 kann eine Funktion zum Erhalten von Abstandsinformationen aufweisen. Beispielsweise kann mindestens einer der Bildgebungsabschnitte 12101 bis 12104 eine Stereo-Kamera sein, die aus einer Vielzahl von Bildgebungselementen besteht, oder kann ein Bildgebungselement mit Pixeln für eine Phasendifferenzdetektion sein.

[0167] Beispielsweise kann der Mikrocomputer 12051 einen Abstand zu jedem dreidimensionalen Objekt innerhalb der Bildgebungsbereiche 12111 bis 12114 und eine zeitliche Änderung des Abstands (relative Geschwindigkeit bezüglich des Fahrzeugs 12100) auf Basis der Abstandsinformationen, die von den Bildgebungsabschnitten 12101 bis 12104 erhalten werden, bestimmen und dadurch ein nächstliegendes dreidimensionales Objekt als ein vorausfahrendes Fahrzeug extrahieren, dass sich insbesondere auf einem Fortbewegungspfad des Fahrzeugs 12100 befindet und in die im Wesentlichen gleiche Richtung wie das Fahrzeug 12100 mit einer vorbestimmten Geschwindigkeit (zum Beispiel gleich oder mehrere als 0 km/Stunde) fährt. Ferner kann der Mikrocomputer 12051 einen Folgeabstand, der vor einem vorausfahrenden Fahrzeug beibehalten werden soll, im Voraus festlegen und eine automatische Bremssteuerung (einschließlich Folgestoppsteuerung), automatische Beschleunigungssteuerung (einschließlich Folgestartsteuerung) oder dergleichen durchführen. Es ist somit möglich, eine kooperative Steuerung durchzuführen, die für ein automatisiertes Fahren beabsichtigt ist, das veranlasst, dass das Fahrzeug automatisch ohne Abhängigkeit von der Bedienung des Fahrers oder dergleichen fährt.

[0168] Beispielsweise kann der Mikrocomputer 12051 dreidimensionale Objektdaten über dreidimensionale Objekte in dreidimensionale Objektdaten eines zweirädrigen Fahrzeugs, eines standardmäßig bemessenen Fahrzeugs, eines groß bemessenen Fahrzeugs, eines Fußgängers, eines Strommastes und anderer dreidimensionaler Objekte auf Basis der Abstandsinformationen, die von den Bildgebungsabschnitten 12101 bis 12104 erhalten werden, klassifizieren, die klassifizierten dreidimensionalen Objektdaten extrahieren und die extrahierten dreidimensionalen Objektdaten für eine automatische Vermeidung eines Hindernisses verwenden. Beispielsweise identifiziert der Mikrocomputer 12051 Hindernisse im Umfeld des Fahrzeugs 12100 als Hindernisse, die der Fahrer des Fahrzeugs 12100 visuell erkennen kann, und Hindernisse, die für den Fahrer des Fahrzeugs 12100 visuell schwierig zu erkennen sind. Dann bestimmt der Mikrocomputer 12051 ein Kollisionsrisiko, das ein Risiko einer Kollision mit jedem Hindernis angibt. In einer Situation, bei der das Kollisionsrisiko gleich oder höher als ein Sollwert ist, und somit eine Wahrscheinlichkeit einer Kollision besteht, gibt der Mikrocomputer 12051 eine Warnung über den Audiolautsprecher 12061 oder den Anzeigeabschnitt 12062 an den Fahrer aus und führt eine erzwungene Abbremsung oder Vermeidungslenkung über die Antriebssystemsteuereinheit 12010 durch. Der Mikrocomputer 12051 kann dadurch das Fahren unterstützen, um eine Kollision zu vermeiden.

[0169] Mindestens einer der Bildgebungsabschnitte 12101 bis 12104 kann eine Infrarotkamera sein, die Infrarotstrahlen detektiert. Der Mikrocomputer 12051 kann zum Beispiel einen Fußgänger erkennen, indem bestimmt wird, ob es einen Fußgänger in bildlich erfassten Bildern der Bildgebungsabschnitte 12101 bis 12104 gibt oder nicht. Eine solche Erkennung eines Fußgängers wird zum Beispiel durchgeführt durch eine Prozedur des Extrahierens charakteristischer Punkte in den bildlich erfassten Bildern der Bildgebungsabschnitte 12101 bis 12104 als Infrarotkameras und eine Prozedur des Bestimmens, ob es der Fußgänger ist oder nicht, indem eine Musterabgleichverarbeitung an einer Reihe von charakteristischen Punkten, die die Kontur des Objekts repräsentieren, durchgeführt wird. Wenn der Mikrocomputer 12051 bestimmt, das es einen Fußgänger in den bildlich erfassten Bildern der Bildgebungsabschnitte 12101 bis 12104 gibt, und somit den Fußgänger erkennt, steuert der Ton-/Bildausgabeabschnitt 12052 den Anzeigeabschnitt 12062, sodass eine viereckige Konturlinie zur Hervorhebung angezeigt wird, die auf den erkannten Fußgänger überlagert werden soll. Der Ton-/Bildausgabeabschnitt 12052 kann auch den Anzeigeabschnitt 12062 steuern, sodass ein Symbol oder dergleichen, das den Fußgänger repräsentiert, an einer gewünschten Position angezeigt wird.

[0170] Zuvor wurde die Beschreibung eines Beispiels für das Mobilkörpersteuersystem gegeben, auf das die Technologie gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung angewendet werden kann. Die Technologie gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung kann auf den Bildgebungsabschnitt 12031 unter den Komponenten der oben beschriebenen Konfiguration angewendet werden. Insbesondere kann die Bildgebungsvorrichtung 100 auf den Bildgebungsabschnitt 12031 angewendet werden. Die Anwendung der Technologie gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung auf den Bildgebungsabschnitt 12031 erlaubt ein erfasstes Hochauflösungsbild mit geringem Rauschen, wodurch es ermöglicht wird, eine sehr genaue Steuerung unter Nutzung des

erfassten Bildes in dem Mobilkörpersteuersystem durchzuführen.

<Beispiel für eine praktische Anwendung auf ein endoskopisches Chirurgiesystem>

[0171] Die Technologie gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung (vorliegenden Technologie) ist auf verschiedene Produkte anwendbar. Zum Beispiel kann die Technologie gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung auf ein endoskopisches Chirurgiesystem angewandt werden.

[0172] **Fig.** 49 ist eine Ansicht, die ein Beispiel für eine schematische Konfiguration eines endoskopischen Chirurgiesystems darstellt, auf das die Technologie gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung (vorliegenden Technologie) angewendet werden kann.

[0173] In **Fig.** 49 ist ein Zustand veranschaulicht, in dem ein Chirurg (Arzt) 11131 ein endoskopisches Chirurgiesystem 11000 verwendet, um eine Operation für einen Patienten 11132 auf einem Patientenbett 11133 durchzuführen. Wie dargestellt, beinhaltet das endoskopische Chirurgiesystem 11000 ein Endoskop 11100, andere chirurgische Werkzeuge 11110, wie etwa einen Pneumoperitoneumschlauch 11111 und eine Energievorrichtung 11112, eine Stützarmeinrichtung 11120, die das Endoskop 11100 darauf stützt, und einen Wagen 11200, auf dem verschiedene Einrichtungen zur endoskopischen Chirurgie montiert sind.

[0174] Das Endoskop 11100 beinhaltet einen Linsentubus 11101, der ein Gebiet mit einer vorbestimmten Länge von einem distalen Ende von diesem aufweist, das in einen Körperhohlraum des Patienten 11132 einzuführen ist, und einen Kamerakopf 11102, der mit einem proximalen Ende des Linsentubus 11101 verbunden ist. Bei dem dargestellten Beispiel ist das Endoskop 11100 dargestellt, das ein starres Endoskop mit dem Linsentubus 11101 des harten Typs beinhaltet. Jedoch kann das Endoskop 11100 ansonsten als ein flexibles Endoskop mit dem Linsentubus 11101 des flexiblen Typs enthalten sein.

[0175] Der Linsentubus 11101 weist an einem distalen Ende von diesem eine Öffnung auf, in die eine Objektivlinse eingepasst ist. Eine Lichtquelleneinrichtung 11203 ist derart mit dem Endoskop 11100 verbunden, dass durch die Lichtquelleneinrichtung 11203 erzeugtes Licht durch einen Lichtleiter, der sich im Inneren des Linsentubus 11101 erstreckt, in ein distales Ende des Linsentubus 11101 eingeführt wird und durch die Objektivlinse zu einem Beobachtungsziel in einem Körperhohlraum des Patienten 11132 hin abgestrahlt wird. Es ist anzumerken, dass das Endoskop 11100 ein Vorwärtsbetrachtungsendoskop sein kann oder ein Schrägbetrachtungsendoskop oder ein Seitenbetrachtungsendoskop sein kann.

[0176] Ein optisches System und ein Bildaufnahmeelement sind im Inneren des Kamerakopfes 11102 bereitgestellt, sodass von dem Beobachtungsziel reflektiertes Licht (Beobachtungslicht) durch das optische System auf das Bildaufnahmeelement verdichtet abgebildet wird. Das Beobachtungslicht wird durch das Bildaufnahmeelement photoelektrisch umgewandelt, um ein elektrisches Signal zu erzeugen, das dem Beobachtungslicht entspricht, nämlich ein Bildsignal, das einem Beobachtungsbild entspricht. Das Bildsignal wird als RAW-Daten zu einer CCU 11201 übertragen.

[0177] Die CCU 11201 beinhaltet eine zentrale Verarbeitungseinheit (CPU), eine Grafikverarbeitungseinheit (GPU) oder dergleichen und steuert einen Betrieb des Endoskops 11100 und eine Anzeigeeinrichtung 11202 integral. Ferner empfängt die CCU 11201 ein Bildsignal von dem Kamerakopf 11102 und führt verschiedene Bildprozesse zum Anzeigen eines Bildes basierend auf dem Bildsignal, wie etwa zum Beispiel einen Entwicklungsprozess (Demosaic-Prozess), für das Bildsignal durch.

[0178] Die Anzeigeeinrichtung 11202 zeigt unter Steuerung der CCU 11201 auf dieser ein Bild basierend auf einem Bildsignal an, für das die Bildprozesse durch die CCU 11201 durchgeführt wurden.

[0179] Die Lichtquelleneinrichtung 11203 beinhaltet eine Lichtquelle, wie etwa zum Beispiel eine Leuchtdiode (LED), und liefert Bestrahlungslicht bei einer Bildgebung eines chirurgischen Gebiets an das Endoskop 11100.

[0180] Eine Eingabeeinrichtung 11204 ist eine Eingabeschnittstelle für das endoskopische Chirurgiesystem 11000. Ein Benutzer kann das Eingeben verschiedener Arten von Informationen oder eine Anweisungseingabe in das endoskopische Chirurgiesystem 11000 durch die Eingabeeinrichtung 11204 durchführen. Zum Beispiel würde der Benutzer eine Anweisung oder dergleichen zum Ändern einer Bildaufnahmebedingung (Art des Bestrahlungslichts, Vergrößerung, Brennweite oder dergleichen) durch das Endoskop 11100 eingeben.

[0181] Eine Behandlungswerkzeugsteuereinrichtung 11205 steuert eine Ansteuerung der Energievorrichtung 11112 zur Kauterisation oder Inzision von Gewebe, Versiegelung eines Blutgefäßes oder dergleichen. Eine Pneumoperitoneumeinrichtung 11206 führt Gas durch den Pneumoperitoneumschlauch 11111 in einen Körperhohlraum des Patienten 11132 ein, um den Körperhohlraum aufzublasen, um das Sichtfeld des Endoskops 11100 sicherzustel-

len und den Arbeitsraum für den Chirurgen sicherzustellen. Ein Aufzeichnungsgerät 11207 ist eine Einrichtung, die zum Aufzeichnen verschiedener Arten von Informationen bezüglich der Chirurgie in der Lage ist. Ein Drucker 11208 ist eine Einrichtung, die zum Drucken verschiedener Arten von Informationen bezüglich der Chirurgie in verschiedenen Formen, wie etwa eines Textes, eines Bildes oder eines Graphen, in der Lage ist.

[0182] Es sei angemerkt, dass die Lichtquelleneinrichtung 11203, die Bestrahlungslicht für das Endoskop 11100 bereitstellt, wenn ein Chirurgiegebiet bildlich zu erfassen ist, eine Weißlichtquelle beinhalten kann, die zum Beispiel eine LED, eine Laserlichtquelle oder eine Kombination von ihnen beinhalten kann. Wenn eine Weißlichtquelle eine Kombination aus roten, grünen und blauen (RGB) Laserlichtquellen beinhaltet, kann eine Anpassung des Weißabgleichs eines aufgenommenen Bildes durch die Lichtquelleneinrichtung 11203 durchgeführt werden, da die Ausgabeintensität und das Ausgabetiming mit einem hohen Genauigkeitsgrad für jede Farbe (jede Wellenlänge) gesteuert werden können. Ferner werden in diesem Fall Laserstrahlen von den jeweiligen RGB-Laserlichtquellen zeitlich aufgeteilt auf ein Beobachtungsziel gestrahlt und wird eine Ansteuerung der Bildaufnahmeelemente des Kamerakopfes 11102 in Synchronisation mit den Bestrahlungstimings gesteuert. Dann können Bilder, die einzeln der R-, G- und B-Farbe entsprechen, auch zeitlich aufgeteilt aufgenommen werden. Gemäß diesem Verfahren kann ein Farbbild erhalten werden, selbst wenn keine Farbfilter für das Bildaufnahmeelement bereitgestellt sind.

[0183] Ferner kann die Lichtquelleneinrichtung 11203 so gesteuert werden, dass die Intensität von auszugebendem Licht für jede vorbestimmte Zeit geändert wird. Durch das Steuern der Ansteuerung des Bildaufnahmeelements des Kamerakopfes 11102 in Synchronisation mit dem Timing der Änderung der Intensität von Licht, um Bilder zeitlich aufgeteilt zu erfassen, und Synthetisieren der Bilder kann ein Bild mit hohem Dynamikbereich ohne unterbelichtete blockartige Schatten und überbelichtete Hervorhebungen erzeugt werden.

[0184] Ferner kann die Lichtquelleneinrichtung 11203 so konfiguriert sein, dass sie Licht eines vorbestimmten Wellenlängenbandes bereitstellt, das für eine Speziallichtbeobachtung bereit ist. Bei einer Speziallichtbeobachtung wird zum Beispiel durch Ausnutzung der Wellenlängenabhängigkeit einer Absorption von Licht in einem Körpergewebe von Bestrahlungslicht eines schmalen Bandes im Vergleich zu Bestrahlungslicht bei einer gewöhnlichen Beobachtung (nämlich Weißlicht) eine Schmalbandbeobachtung (Schmalbandbildgebung) zur Bildgebung eines vorbestimmten Gewebes, wie etwa eines Blutgefäßes eines oberflächlichen Teils der Schleimhaut oder dergleichen, mit einem hohem Kontrast durchgeführt. Alternativ dazu kann bei einer Speziallichtbeobachtung eine Fluoreszenzbeobachtung zum Erhalten eines Bildes aus Fluoreszenzlicht durchgeführt werden, das durch Bestrahlung mit Anregungslicht erzeugt wird. Bei einer Fluoreszenzbeobachtung ist es möglich, eine Beobachtung von Fluoreszenzlicht von einem Körpergewebe durch Abstrahlen von Anregungslicht auf das Körpergewebe (Autofluoreszenzbeobachtung) durchzuführen oder ein Fluoreszenzlichtbild durch lokales Injizieren eines Reagenzes, wie etwa Indocyaningrün (ICG), in ein Körpergewebe und Bestrahlen mit Anregungslicht, das einer Fluoreszenzlichtwellenlänge des Reagenzes entspricht, auf das Körpergewebe zu erhalten. Die Lichtquelleneinrichtung 11203 kann dazu ausgelegt sein, solches schmalbandiges Licht und/oder Anregungslicht bereitzustellen, das für eine Speziallichtbeobachtung, wie oben beschrieben, geeignet ist.

[0185] **Fig.** 50 ist ein Blockdiagramm, das ein Beispiel für eine Funktionskonfiguration des Kamerakopfes 11102 und der CCU 11201, die in **Fig.** 49 dargestellt sind, darstellt.

[0186] Der Kamerakopf 11102 beinhaltet eine Linseneinheit 11401, eine Bildaufnahmeeinheit 11402, eine Ansteuerungseinheit 11403, eine Kommunikationseinheit 11404 und eine Kamerakopfsteuereinheit 11405. Die CCU 11201 beinhaltet eine Kommunikationseinheit 11411, eine Bildverarbeitungseinheit 11412 und eine Steuereinheit 11413. Der Kamerakopf 11102 und die CCU 11201 sind zur Kommunikation durch ein Übertragungskabel 11400 miteinander verbunden.

[0187] Die Linseneinheit 11401 ist ein optisches System, das bei einer Verbindungsstelle zu dem Linsentubus 11101 bereitgestellt ist. Beobachtungslicht, das von einem distalen Ende des Linsentubus 11101 einfällt, wird zu dem Kamerakopf 11102 geleitet und in die Linseneinheit 11401 eingeleitet. Die Linseneinheit 11401 beinhaltet eine Kombination aus einer Vielzahl Linsen, einschließlich einer Zoomlinse und einer Fokussierungslinse.

[0188] Die Anzahl an Bildaufnahmeelementen, die in der Bildaufnahmeeinheit 11402 enthalten sind, kann eins (Einzelplattentyp) oder eine Mehrzahl (Mehrfachplattentyp) sein. Wenn die Bildaufnahmeeinheit 11402 als jene des Mehrfachplattentyps konfiguriert ist, werden zum Beispiel Bildsignale, die R, G bzw. B entsprechen, durch die Bildaufnahmeelemente erzeugt, und die Bildsignale können synthetisiert werden, um ein Farbbild zu erhalten. Die Bildaufnahmeeinheit 11402 kann auch so konfiguriert sein, dass sie ein Paar von Bildaufnahmeelementen zum Erfassen jeweiliger Bildsignale für das rechte

Auge und das linke Auge aufweist, die für eine dreidimensionale (3D) Anzeige bereit sind. Falls eine 3D-Anzeige durchgeführt wird, dann kann die Tiefe eines lebenden Körpergewebes in einem Operationsgebiet genauer von dem Chirurgen 11131 erfasst werden. Es ist anzumerken, dass, wenn die Bildaufnahmeeinheit 11402 als jene vom stereoskopischen Typ konfiguriert ist, eine Vielzahl von Systemen aus Linseneinheiten 11401 bereitgestellt sind, die den einzelnen Bildaufnahmeelementen entsprechen.

[0189] Ferner ist die Bildaufnahmeeinheit 11402 möglicherweise nicht notwendigerweise in dem Kamerakopf 11102 bereitgestellt. Zum Beispiel kann die Bildaufnahmeeinheit 11402 unmittelbar hinter der Objektivlinse im Inneren des Linsentubus 11101 vorgesehen sein.

[0190] Die Ansteuerungseinheit 11403 beinhaltet einen Aktor und bewegt die Zoomlinse und die Fokussierungslinse der Linseneinheit 11401 um einen vorbestimmten Abstand entlang einer optischen Achse unter der Steuerung der Kamerakopfsteuereinheit 11405. Folglich können die Vergrößerung und der Brennpunkt eines durch die Bildaufnahmeeinheit 11402 aufgenommenen Bildes geeignet angepasst werden.

[0191] Die Kommunikationseinheit 11404 beinhaltet eine Kommunikationseinrichtung zum Übertragen und Empfangen verschiedener Arten von Informationen an die und von der CCU 11201. Die Kommunikationseinheit 11404 überträgt ein von der Bildaufnahmeeinheit 11402 erfasstes Bildsignal durch das Übertragungskabel 11400 als RAW-Daten an die CCU 11201.

[0192] Außerdem empfängt die Kommunikationseinheit 11404 ein Steuersignal zum Steuern der Ansteuerung des Kamerakopfes 11102 von der CCU 11201 und liefert das Steuersignal an die Kamerakopfsteuereinheit 11405. Das Steuersignal beinhaltet Informationen bezüglich Bildaufnahmebedingungen, wie etwa zum Beispiel Informationen, dass eine Bildwiederholrate eines aufgenommenen Bildes designiert wird, Informationen, dass ein Belichtungswert bei der Bildaufnahme designiert wird, und/oder Informationen, dass eine Vergrößerung und ein Brennpunkt eines aufgenommenen Bildes designiert werden.

[0193] Es sei angemerkt, dass die Bildaufnahmebedingungen, wie etwa die Bildwiederholrate, der Belichtungswert, die Vergrößerung oder der Brennpunkt durch den Benutzer designiert werden können oder automatisch durch die Steuereinheit 11413 der CCU 11201 basierend auf einem erfassten Bildsignal festgelegt werden können. Im letzteren Fall werden eine Autobelichtung(AE)-Funktion, eine Autofokus (AF)-Funktion und eine Autoweißabgleich(AWB)-Funktion in das Endoskop 11100 eingebunden.

[0194] Die Kamerakopfsteuereinheit 11405 steuert die Ansteuerung des Kamerakopfes 11102 basierend auf einem Steuersignal von der CCU 11201, das durch die Kommunikationseinheit 11404 empfangen wird.

[0195] Die Kommunikationseinheit 11411 beinhaltet eine Kommunikationseinrichtung zum Übertragen und Empfangen verschiedener Arten von Informationen an den und von dem Kamerakopf 11102. Die Kommunikationseinheit 11411 empfängt ein Bildsignal, das von dem Kamerakopf 11102 durch das Übertragungskabel 11400 an diese übertragen wird.

[0196] Ferner überträgt die Kommunikationseinheit 11411 ein Steuersignal zum Steuern der Ansteuerung des Kamerakopfes 11102 an den Kamerakopf 11102. Das Bildsignal und das Steuersignal können durch elektrische Kommunikation, optische Kommunikation oder dergleichen übertragen werden.

[0197] Die Bildverarbeitungseinheit 11412 führt verschiedene Bildverarbeitungsprozesse für ein Bildsignal in der Form von RAW-Daten durch, die von dem Kamerakopf 11102 an diese übertragen werden.

[0198] Die Steuereinheit 11413 führt verschiedene Arten einer Steuerung in Bezug auf die Bildaufnahme eines chirurgischen Gebiets oder dergleichen durch das Endoskop 11100 und eine Anzeige eines aufgenommenen Bildes durch, das durch die Bildaufnahme des chirurgischen Gebiets oder desgleichen erhalten wird. Zum Beispiel erzeugt die Steuereinheit 11413 ein Steuersignal zum Steuern der Ansteuerung des Kamerakopfes 11102.

[0199] Ferner steuert die Steuereinheit 11413 die Anzeigeeinrichtung 11202 basierend auf einem Bildsignal, für das Bildprozesse durch die Bildverarbeitungseinheit 11412 durchgeführt wurden, um ein aufgenommenes Bild anzuzeigen, in dem das chirurgische Gebiet oder dergleichen bildlich erfasst ist. Daraufhin kann die Steuereinheit 11413 verschiedene Objekte in dem aufgenommenen Bild unter Verwendung verschiedener Bilderkennungstechnologien erkennen. Zum Beispiel kann die Steuereinheit 11413 ein chirurgisches Werkzeug, wie etwa eine Zange, ein spezielles lebendes Körpergebiet, eine Blutung, Nebel, wenn die Energievorrichtung 11112 verwendet wird, und so weiter durch Detektieren der Form, Farbe und so weiter von Kanten von Objekten, die in dem aufgenommenen Bild enthaltenen sind, erkennen. Die Steuereinheit 11413 kann, wenn sie die Anzeigeeinrichtung 11202 zum Anzeigen eines aufgenommenen Bildes steuert, bewirken, dass verschiedene Arten von Chirurgiehilfsinformationen auf eine überlappende Weise mit einem Bild

des Operationsgebiets unter Verwendung eines Ergebnisses der Erkennung angezeigt werden. Wenn Chirurgiehilfsinformationen auf eine überlappende Weise angezeigt und dem Chirurgen 11131 präsentiert werden, kann die Last für den Chirurgen 11131 reduziert werden und kann der Chirurg 11131 mit Sicherheit mit der Chirurgie fortfahren.

[0200] Das Übertragungskabel 11400, das den Kamerakopf 11102 und die CCU 11201 miteinander verbindet, ist ein elektrisches Signalkabel, das zur Kommunikation eines elektrischen Signals bereit ist, eine optische Faser, die zum optischen Kommunizieren bereit ist, oder ein Kompositkabel, das sowohl zur elektrischen als auch optischen Kommunikation bereit ist.

[0201] Während bei dem dargestellten Beispiel eine Kommunikation durch eine drahtgebundene Kommunikation unter Verwendung des Übertragungskabels 11400 durchgeführt wird, kann hier die Kommunikation zwischen dem Kamerakopf 11102 und der CCU 11201 durch drahtlose Kommunikation durchgeführt werden.

[0202] Zuvor wurde die Beschreibung eines Beispiels für das endoskopische Chirurgiesystem gegeben, auf das die Technologie gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung anwendbar ist. Die Technologie gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist auf geeignete Weise auf zum Beispiel die Bildaufnahmeeinheit 11402, die in dem Kamerakopf 11102 des Endoskops 11100 bereitgestellt ist, unter den oben beschriebenen Konfigurationen anwendbar. Das Anwenden der Technologie gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung auf die Bildaufnahmeeinheit 11402 ermöglicht der Bildaufnahmeeinheit 11402, eine kleinere Größe oder höhere Auflösungseigenschaft aufzuweisen, wodurch es ermöglicht wird, das kleine oder hochauflösende Endoskop 11100 bereitzustellen.

[0203] Vorstehend wurde eine Beschreibung mit Bezug auf die Ausführungsform, die Modifikationsbeispiele 1 bis 15, Anwendungsbeispiele und praktische Anwendungsbeispiele gegeben; die vorliegende Technologie ist jedoch nicht auf die vorstehende Ausführungsform und dergleichen beschränkt und kann in einer breiten Vielfalt von Weisen modifiziert werden. Beispielsweise wurden die Modifikationsbeispiele 1 bis 15 oben als Modifikationsbeispiele der vorstehenden Ausführungsform beschrieben; die Konfigurationen der jeweiligen Modifikationsbeispiele können jedoch zweckmäßig kombiniert werden.

[0204] Es sei angemerkt, dass die hierin beschriebenen Effekte lediglich beispielhaft sind und nicht auf die Beschreibung beschränkt sein sollten, und können ferner andere Effekte beinhalten.

[0205] Es wird angemerkt, dass die vorliegende Offenbarung auch die folgende Konfiguration aufweisen kann. Gemäß der vorliegenden Technologie der folgenden Konfigurationen ist der Pixelseparationsabschnitt mit dem ersten Brechungsindex zwischen den angrenzenden Pixeln des Halbleitersubstrats bereitgestellt, und der In-Pixel-Separationsabschnitt mit dem zweiten Brechungsindex, dessen Differenz mit dem Brechungsindex des Halbleitersubstrats kleiner als eine Differenz zwischen dem ersten Brechungsindex und dem Brechungsindex des Halbleitersubstrats ist, ist zwischen den aneinander angrenzenden photoelektrischen Umwandlungsabschnitten innerhalb jedes der Pixel bereitgestellt. Dies ermöglicht, dass Licht, das in jedes Pixel mit einem weiten Winkel eintritt, zwischen angrenzenden Pixeln total reflektiert wird und davon abgehalten wird, zwischen angrenzenden photoelektrischen Umwandlungsabschnitten innerhalb des Pixels reflektiert zu werden. Dies ermöglicht es, die optische Charakteristik zu verbessern.

[0206] (1) Eine Bildgebungsvorrichtung, die beinhaltet:

ein Halbleitersubstrat, das eine erste Oberfläche und eine zweite Oberfläche aufweist, die sich gegenüberliegen, und wobei eine Vielzahl von Pixeln in einer Matrix angeordnet ist, wobei das Halbleitersubstrat eine Vielzahl von photoelektrischen Umwandlungsabschnitten beinhaltet, die jeweils elektrische Ladung entsprechend einer Lichtempfangsmenge mittels photoelektrischer Umwandlung für jedes der Pixel erzeugen;

einen Inter-Pixel-Separationsabschnitt, der zwischen den aneinander angrenzenden Pixeln bereitgestellt ist, die angrenzenden Pixel elektrisch und optisch voneinander trennt und einen ersten Brechungsindex aufweist; und

einen In-Pixel-Separationsabschnitt, der zwischen den aneinander angrenzenden photoelektrischen Umwandlungsabschnitten innerhalb jedes der Pixel bereitgestellt ist, die angrenzenden photoelektrischen Umwandlungsabschnitte elektrisch trennt und einen zweiten Brechungsindex aufweist, wobei eine Differenz zwischen dem zweiten Brechungsindex und einem Brechungsindex des Halbleitersubstrats kleiner als eine Differenz zwischen dem ersten Brechungsindex und dem Brechungsindex des Halbleitersubstrats ist.

[0207] (2) Die Bildgebungsvorrichtung nach (1), wobei der zweite Brechungsindex höher als der erste Brechungsindex ist.

[0208] (3) Die Bildgebungsvorrichtung nach (1) oder (2), wobei der zweite Brechungsindex des In-Pixel-Separationsabschnitts für jedes der Pixel in Abhängigkeit von einer Wellenlänge von Licht, das in der Vielzahl von photoelektrischen Umwandlungsabschnitten innerhalb jedes der Pixel photoelektrisch umgewandelt werden soll, anders ist.

[0209] (4) Die Bildgebungsvorrichtung nach (3), wobei der zweite Brechungsindex des In-Pixel-Separationsabschnitts höher ist, wenn die Wellenlänge des Lichts, das in der Vielzahl von photoelektrischen Umwandlungsabschnitten innerhalb jedes der Pixel photoelektrisch umgewandelt werden soll, länger ist.

[0210] (5) Die Bildgebungsvorrichtung nach einem von (1) bis (4), wobei
der In-Pixel-Separationsabschnitt einen Brechungsindexgradienten aufweist, bei dem sich ein Brechungsindex kontinuierlich oder intermittierend von einem Mittelteil in Richtung eines äußeren Randteils in eine Nachbarrichtung der angrenzenden photoelektrischen Umwandlungsabschnitte innerhalb jedes der Pixel ändert, und
ein Brechungsindex des äußeren Randteils höher als ein Brechungsindex des Mittelteils ist.

[0211] (6) Die Bildgebungsvorrichtung nach (5), wobei der Mittelteil des In-Pixel-Separationsabschnitts ein Material mit einer Bandlücke höher als eine Bandlücke des äußeren Randteils beinhaltet.

[0212] (7) Die Bildgebungsvorrichtung nach (5) oder (6), wobei der In-Pixel-Separationsabschnitt einen gestapelten Film beinhaltet, in dem eine erste Schicht und eine zweite Schicht, die jeweilige voneinander verschiedene Bandlücken aufweisen, abwechselnd gestapelt sind, wobei jeweilige Filmdicken der ersten Schicht und der zweiten Schicht im Mittelteil von den jeweiligen Dicken im äußeren Randteil geändert werden, wobei sich die erste Schicht und die zweite Schicht jeweils zwischen der ersten Oberfläche des Halbleitersubstrats und der zweiten Oberfläche des Halbleitersubstrats erstrecken.

[0213] (8) Die Bildgebungsvorrichtung nach einem von (1) bis (7), wobei der In-Pixel-Separationsabschnitt amorphes Silizium oder Polysilizium, das im Halbleitersubstrat eingebettet ist, und einen Barrierefilm, der rund um das amorphe Silizium oder das Polysilizium bereitgestellt ist und dieses bedeckt, beinhaltet.

[0214] (9) Die Bildgebungsvorrichtung nach (8), wobei der Barrierefilm einen Metalloxidfilm beinhaltet.

[0215] (10) Die Bildgebungsvorrichtung nach einem von (1) bis (9), wobei eine Breite des In-Pixel-Separationsabschnitts in einer In-Ebenen-Richtung des Halbleitersubstrats schmaler als eine Breite des Inter-Pixel-Separationsabschnitts in die In-Ebenen-Richtung des Halbleitersubstrats ist.

[0216] (11) Die Bildgebungsvorrichtung nach einem von (1) bis (10), wobei
der In-Pixel-Separationsabschnitt einen Zwischenraum zwischen dem In-Pixel-Separationsabschnitt und der ersten Oberfläche des Halbleitersubstrats aufweist, und
eine Breite des In-Pixel-Separationsabschnitts in einer In-Ebenen-Richtung des Halbleitersubstrats von einer Seite der ersten Oberfläche in Richtung einer Seite der zweiten Oberfläche zunimmt.

[0217] (12) Die Bildgebungsvorrichtung nach (11), wobei der In-Pixel-Separationsabschnitt einen Spalt innerhalb des In-Pixel-Separationsabschnitts aufweist.

[0218] (13) Die Bildgebungsvorrichtung nach einem von (1) bis (12), wobei
der In-Pixel-Separationsabschnitt einen ersten Separationsabschnitt und einen zweiten Separationsabschnitt aufweist, die voneinander unabhängig sind und sich von einem entsprechenden eines Paares gegenüberliegender Seiten des Inter-Pixel-Separationsabschnitts, der jedes der Pixel umgibt, in Richtung einer Mitte jedes der Pixel erstrecken, und
der erste Separationsabschnitt einen Zwischenraum zwischen dem ersten Separationsabschnitt und dem Inter-Pixel-Separationsabschnitt aufweist und der zweite Separationsabschnitt einen Zwischenraum zwischen dem zweiten Separationsabschnitt und dem Inter-Pixel-Separationsabschnitt aufweist.

[0219] (14) Die Bildgebungsvorrichtung nach (13), wobei sich ein Abstand zwischen dem ersten Separationsabschnitt und dem zweiten Separationsabschnitt innerhalb jedes der Pixel in Abhängigkeit von einer Wellenlänge von Licht unterscheidet, das in der Vielzahl von photoelektrischen Umwandlungsabschnitten innerhalb jedes der Pixel photoelektrisch umgewandelt werden soll, und der Abstand größer ist, wenn die Wellenlänge länger ist.

[0220] (15) Die Bildgebungsvorrichtung nach einem von (1) bis (14), wobei der Inter-Pixel-Separationsabschnitt und der In-Pixel-Separationsabschnitt rund um mit einem Barrierefilm bedeckt sind.

[0221] (16) Die Bildgebungsvorrichtung nach (15), wobei der Barrierefilm einen Aluminiumoxidfilm beinhaltet.

[0222] (17) Die Bildgebungsvorrichtung nach einem von (1) bis (16), wobei sich sowohl der Inter-Pixel-Separationsabschnitt als auch der In-Pixel-Separationsabschnitt von der ersten Oberfläche des Halblei-

tersubstrats in Richtung der zweiten Oberfläche des Halbleitersubstrats erstrecken.

[0223] (18) Die Bildgebungsvorrichtung nach (17), wobei eine Verunreinigungsdiffusionsschicht zwischen einer Unterseite des Inter-Pixel-Separationsabschnitts und der zweiten Oberfläche und zwischen einer Unterseite des In-Pixel-Separationsabschnitts und der zweiten Oberfläche gebildet wird.

[0224] p (19) Die Bildgebungsvorrichtung nach einem von (1) bis (18), wobei eine Elektrode ferner auf der ersten Oberfläche des Halbleitersubstrats bereitgestellt ist, wobei die Elektrode dazu ausgelegt ist, eine Spannung an sowohl den Inter-Pixel-Separationsabschnitt als auch den In-Pixel-Separationsabschnitt anzulegen.

[0225] (20) Die Bildgebungsvorrichtung nach einem von (1) bis (19), wobei sowohl der Inter-Pixel-Separationsabschnitt als auch der In-Pixel-Separationsabschnitt zwischen der ersten Oberfläche des Halbleitersubstrats und der zweiten Oberfläche des Halbleitersubstrats eindringen.

[0226] (21) Die Bildgebungsvorrichtung nach einem von (1) bis (20), wobei
eine Breite des In-Pixel-Separationsabschnitts in einer In-Ebenen-Richtung des Halbleitersubstrats schmaler als eine Breite des Inter-Pixel-Separationsabschnitts in die In-Ebenen-Richtung des Halbleitersubstrats ist, und
der Inter-Pixel-Separationsabschnitt einen Spalt innerhalb des Inter-Pixel-Separationsabschnitts aufweist.

[0227] (22) Die Bildgebungsvorrichtung nach (21), wobei
die Vielzahl von Pixeln jeweils vier photoelektrische Umwandlungsabschnitte beinhalten, die in zwei Zeilen und zwei Spalten angeordnet sind, und
sich der In-Pixel-Separationsabschnitt in eine erste Richtung und eine zweite Richtung erstreckt, um die vier photoelektrischen Umwandlungsabschnitte voneinander zu trennen, die angrenzend aneinander liegen, wobei die zweite Richtung senkrecht zu der ersten Richtung ist, und die Breite in die In-Ebenen-Richtung des Halbleitersubstrats bei oder nahe einem Schnittpunkt des In-Pixel-Separationsabschnitts schmaler ist.

[0228] (23) Eine Bildgebungsvorrichtung, die beinhaltet:

ein Halbleitersubstrat, das eine erste Oberfläche und eine zweite Oberfläche aufweist, die sich gegenüberliegen, und wobei eine Vielzahl von Pixeln in einer Matrix angeordnet ist, wobei das Halbleitersubstrat eine Vielzahl von photoelektrischen Umwandlungsabschnitten beinhaltet, die jeweils elektrische Ladung entsprechend einer Lichtempfangsmenge mittels photoelektrischer Umwandlung für jedes der Pixel erzeugen;

einen Inter-Pixel-Separationsabschnitt, der zwischen den aneinander angrenzenden Pixeln bereitgestellt ist, die angrenzenden Pixel elektrisch und optisch voneinander trennt und einen ersten Brechungsindex aufweist; und

einen In-Pixel-Separationsabschnitt, der zwischen den aneinander angrenzenden photoelektrischen Umwandlungsabschnitten innerhalb jedes der Pixel bereitgestellt ist, die angrenzenden photoelektrischen Umwandlungsabschnitte elektrisch trennt und einen zweiten Brechungsindex aufweist, der höher als der erste Brechungsindex ist.

[0229] (24) Eine Bildgebungsvorrichtung, die beinhaltet:

ein Halbleitersubstrat, das eine erste Oberfläche und eine zweite Oberfläche aufweist, die sich gegenüberliegen, und wobei eine Vielzahl von Pixeln in einer Matrix angeordnet ist, wobei das Halbleitersubstrat eine Vielzahl von photoelektrischen Umwandlungsabschnitten beinhaltet, die jeweils elektrische Ladung entsprechend einer Lichtempfangsmenge mittels photoelektrischer Umwandlung für jedes der Pixel erzeugen;

einen Inter-Pixel-Separationsabschnitt, der zwischen den aneinander angrenzenden Pixeln bereitgestellt ist und die angrenzenden Pixel elektrisch und optisch voneinander trennt; und

einen In-Pixel-Separationsabschnitt, der zwischen den aneinander angrenzenden photoelektrischen Umwandlungsabschnitten innerhalb jedes der Pixel bereitgestellt ist, die angrenzenden photoelektrischen Umwandlungsabschnitte elektrisch trennt und einen Brechungsindexgradienten aufweist, in dem sich ein Brechungsindex kontinuierlich oder intermittierend von einem Mittelteil in Richtung eines äußeren Randteils in eine Nachbarrichtung der angrenzenden photoelektrischen Umwandlungsabschnitte innerhalb jedes der Pixel ändert.

[0230] (25) Eine Bildgebungsvorrichtung, die beinhaltet:

ein Halbleitersubstrat, das eine erste Oberfläche und eine zweite Oberfläche aufweist, die sich gegenüberliegen, und wobei eine Vielzahl von Pixeln in einer Matrix angeordnet ist, wobei das Halbleitersubstrat eine Vielzahl von photoelektrischen Umwandlungsabschnitten beinhaltet, die jeweils elektrische Ladung entsprechend einer Lichtempfangsmenge mittels photoelektri-

scher Umwandlung für jedes der Pixel erzeugen;

einen Inter-Pixel-Separationsabschnitt, der zwischen den aneinander angrenzenden Pixeln bereitgestellt ist und die angrenzenden Pixel elektrisch und optisch voneinander trennt; und

einen In-Pixel-Separationsabschnitt, der zwischen den aneinander angrenzenden photoelektrischen Umwandlungsabschnitten innerhalb jedes der Pixel bereitgestellt ist, die angrenzenden photoelektrischen Umwandlungsabschnitte elektrisch trennt und eine Breite in einer In-Ebenen-Richtung des Halbleitersubstrats aufweist, die schmaler als eine Breite des Inter-Pixel-Separationsabschnitts in die In-Ebenen-Richtung des Halbleitersubstrats ist.

[0231] (26) Eine Bildgebungsvorrichtung, die beinhaltet:

ein Halbleitersubstrat, das eine erste Oberfläche und eine zweite Oberfläche aufweist, die sich gegenüberliegen, und wobei eine Vielzahl von Pixeln in einer Matrix angeordnet ist, wobei das Halbleitersubstrat eine Vielzahl von photoelektrischen Umwandlungsabschnitten beinhaltet, die jeweils elektrische Ladung entsprechend einer Lichtempfangsmenge mittels photoelektrischer Umwandlung für jedes der Pixel erzeugen;

einen Inter-Pixel-Separationsabschnitt, der zwischen den aneinander angrenzenden Pixeln bereitgestellt ist und die angrenzenden Pixel elektrisch und optisch voneinander trennt; und

einen In-Pixel-Separationsabschnitt, der zwischen den aneinander angrenzenden photoelektrischen Umwandlungsabschnitten innerhalb jedes der Pixel bereitgestellt ist, die angrenzenden photoelektrischen Umwandlungsabschnitte elektrisch trennt und eine Breite in einer In-Ebenen-Richtung des Halbleitersubstrats aufweist, die allmählich von einer Seite der ersten Oberfläche in Richtung einer Seite der zweiten Oberfläche zunimmt.

[0232] Diese Anmeldung beansprucht den Vorteil der japanischen Prioritätspatentanmeldung JP2021-069276, die am 15. April 2021 beim japanischen Patentamt eingereicht wurde und deren gesamter Inhalt durch Bezugnahme hierin aufgenommen wird.

[0233] Fachleute verstehen, dass verschiedene Modifikationen, Kombinationen, Teilkombinationen und Änderungen in Abhängigkeit von Gestaltungsanforderungen und anderen Faktoren erfolgen können, insofern diese im Schutzumfang der angehängten Ansprüche oder deren Äquivalente liegen.

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 2021069276 [0232]

Patentansprüche

1. Bildgebungsvorrichtung, umfassend:
ein Halbleitersubstrat, das eine erste Oberfläche und eine zweite Oberfläche aufweist, die sich gegenüberliegen, und wobei eine Vielzahl von Pixeln in einer Matrix angeordnet ist, wobei das Halbleitersubstrat eine Vielzahl von photoelektrischen Umwandlungsabschnitten beinhaltet, die jeweils elektrische Ladung entsprechend einer Lichtempfangsmenge mittels photoelektrischer Umwandlung für jedes der Pixel erzeugen;
einen Inter-Pixel-Separationsabschnitt, der zwischen den aneinander angrenzenden Pixeln bereitgestellt ist, die angrenzenden Pixel elektrisch und optisch voneinander trennt und einen ersten Brechungsindex aufweist; und
einen In-Pixel-Separationsabschnitt, der zwischen den aneinander angrenzenden photoelektrischen Umwandlungsabschnitten innerhalb jedes der Pixel bereitgestellt ist, die angrenzenden photoelektrischen Umwandlungsabschnitte elektrisch trennt und einen zweiten Brechungsindex aufweist, wobei eine Differenz zwischen dem zweiten Brechungsindex und einem Brechungsindex des Halbleitersubstrats kleiner als eine Differenz zwischen dem ersten Brechungsindex und dem Brechungsindex des Halbleitersubstrats ist.

2. Bildgebungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der zweite Brechungsindex höher als der erste Brechungsindex ist.

3. Bildgebungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der zweite Brechungsindex des In-Pixel-Separationsabschnitts für jedes der Pixel in Abhängigkeit von einer Wellenlänge von Licht, das in der Vielzahl von photoelektrischen Umwandlungsabschnitten innerhalb jedes der Pixel photoelektrisch umgewandelt werden soll, anders ist.

4. Bildgebungsvorrichtung nach Anspruch 3, wobei der zweite Brechungsindex des In-Pixel-Separationsabschnitts höher ist, wenn die Wellenlänge des Lichts, das in der Vielzahl von photoelektrischen Umwandlungsabschnitten innerhalb jedes der Pixel photoelektrisch umgewandelt werden soll, länger ist.

5. Bildgebungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei
der In-Pixel-Separationsabschnitt einen Brechungsindexgradienten aufweist, bei dem sich ein Brechungsindex kontinuierlich oder intermittierend von einem Mittelteil in Richtung eines äußeren Randteils in eine Nachbarrichtung der angrenzenden photoelektrischen Umwandlungsabschnitte innerhalb jedes der Pixel ändert, und
ein Brechungsindex des äußeren Randteils höher als ein Brechungsindex des Mittelteils ist.

6. Bildgebungsvorrichtung nach Anspruch 5, wobei der Mittelteil des In-Pixel-Separationsabschnitts ein Material mit einer Bandlücke höher als eine Bandlücke des äußeren Randteils beinhaltet.

7. Bildgebungsvorrichtung nach Anspruch 5, wobei der In-Pixel-Separationsabschnitt einen gestapelten Film beinhaltet, in dem eine erste Schicht und eine zweite Schicht, die jeweilige voneinander verschiedene Bandlücken aufweisen, abwechselnd gestapelt sind, wobei jeweilige Filmdicken der ersten Schicht und der zweiten Schicht im Mittelteil von den jeweiligen Dicken im äußeren Randteil geändert werden, wobei sich die erste Schicht und die zweite Schicht jeweils zwischen der ersten Oberfläche des Halbleitersubstrats und der zweiten Oberfläche des Halbleitersubstrats erstrecken.

8. Bildgebungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der In-Pixel-Separationsabschnitt amorphes Silizium oder Polysilizium, das im Halbleitersubstrat eingebettet ist, und einen Barrierefilm, der rund um das amorphe Silizium oder das Polysilizium bereitgestellt ist und dieses bedeckt, beinhaltet.

9. Bildgebungsvorrichtung nach Anspruch 8, wobei der Barrierefilm einen Metalloxidfilm umfasst.

10. Bildgebungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei eine Breite des In-Pixel-Separationsabschnitts in einer In-Ebenen-Richtung des Halbleitersubstrats schmaler als eine Breite des Inter-Pixel-Separationsabschnitts in die In-Ebenen-Richtung des Halbleitersubstrats ist.

11. Bildgebungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei
der In-Pixel-Separationsabschnitt einen Zwischenraum zwischen dem In-Pixel-Separationsabschnitt und der ersten Oberfläche des Halbleitersubstrats aufweist, und
eine Breite des In-Pixel-Separationsabschnitts in einer In-Ebenen-Richtung des Halbleitersubstrats von einer Seite der ersten Oberfläche in Richtung einer Seite der zweiten Oberfläche zunimmt.

12. Bildgebungsvorrichtung nach Anspruch 11, wobei der In-Pixel-Separationsabschnitt einen Spalt innerhalb des In-Pixel-Separationsabschnitts aufweist.

13. Bildgebungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei
der In-Pixel-Separationsabschnitt einen ersten Separationsabschnitt und einen zweiten Separationsabschnitt aufweist, die voneinander unabhängig sind und sich von einem entsprechenden eines Paares gegenüberliegender Seiten des Inter-Pixel-Separationsabschnitts, der jedes der Pixel umgibt,

in Richtung einer Mitte jedes der Pixel erstrecken, und
der erste Separationsabschnitt einen Zwischenraum zwischen dem ersten Separationsabschnitt und dem Inter-Pixel-Separationsabschnitt aufweist und der zweite Separationsabschnitt einen Zwischenraum zwischen dem zweiten Separationsabschnitt und dem Inter-Pixel-Separationsabschnitt aufweist.

14. Bildgebungsvorrichtung nach Anspruch 13, wobei sich ein Abstand zwischen dem ersten Separationsabschnitt und dem zweiten Separationsabschnitt innerhalb jedes der Pixel in Abhängigkeit von einer Wellenlänge von Licht , das in der Vielzahl von photoelektrischen Umwandlungsabschnitten innerhalb jedes der Pixel photoelektrisch umgewandelt werden soll, unterscheidet und der Abstand größer ist, wenn die Wellenlänge länger ist.

15. Bildgebungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Inter-Pixel-Separationsabschnitt und der In-Pixel-Separationsabschnitt rundum mit einem Barrierefilm bedeckt sind.

16. Bildgebungsvorrichtung nach Anspruch 15, wobei der Barrierefilm einen Aluminiumoxidfilm umfasst.

17. Bildgebungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei sich sowohl der Inter-Pixel-Separationsabschnitt als auch der In-Pixel-Separationsabschnitt von der ersten Oberfläche des Halbleitersubstrats in Richtung der zweiten Oberfläche des Halbleitersubstrats erstrecken.

18. Bildgebungsvorrichtung nach Anspruch 17, wobei eine Verunreinigungsdiffusionsschicht zwischen einer Unterseite des Inter-Pixel-Separationsabschnitts und der zweiten Oberfläche und zwischen einer Unterseite des In-Pixel-Separationsabschnitts und der zweiten Oberfläche gebildet wird.

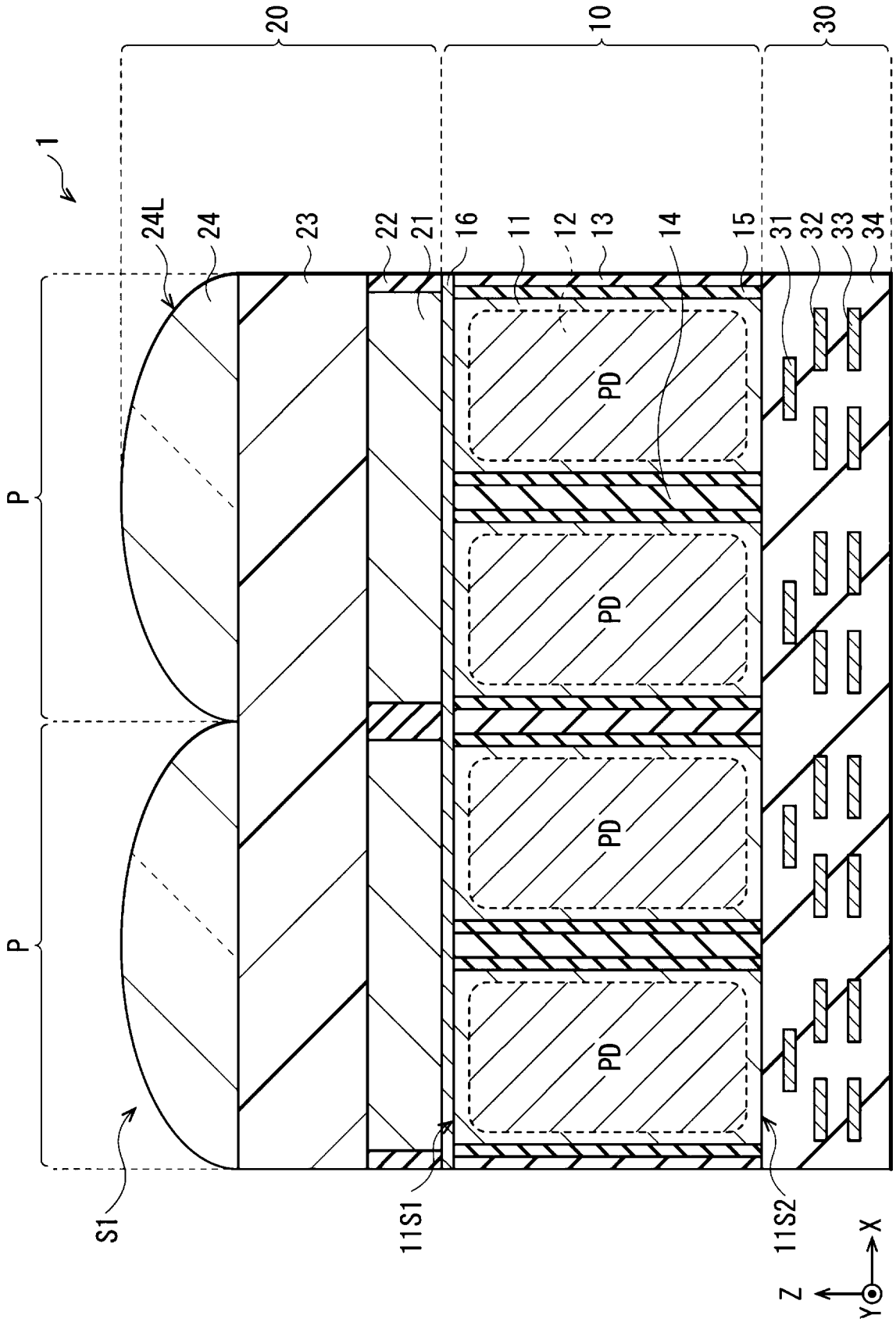
19. Bildgebungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei eine Elektrode ferner auf der ersten Oberfläche des Halbleitersubstrats bereitgestellt ist, wobei die Elektrode dazu ausgelegt ist, eine Spannung an sowohl den Inter-Pixel-Separationsabschnitt als auch den In-Pixel-Separationsabschnitt anzulegen.

20. Bildgebungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei sowohl der Inter-Pixel-Separationsabschnitt als auch der In-Pixel-Separationsabschnitt zwischen der ersten Oberfläche des Halbleitersubstrats und der zweiten Oberfläche des Halbleitersubstrats eindringen.

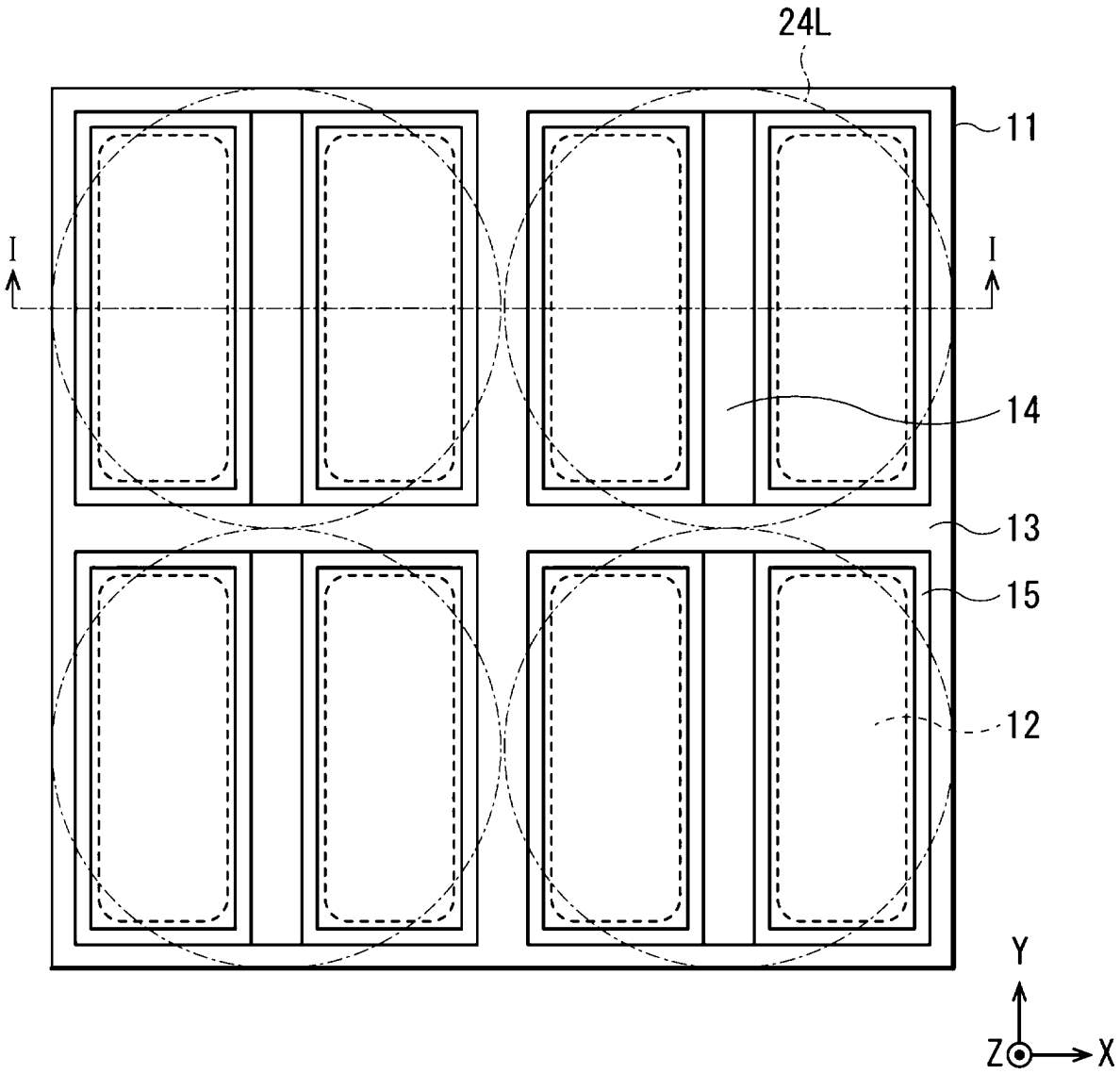
Es folgen 52 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

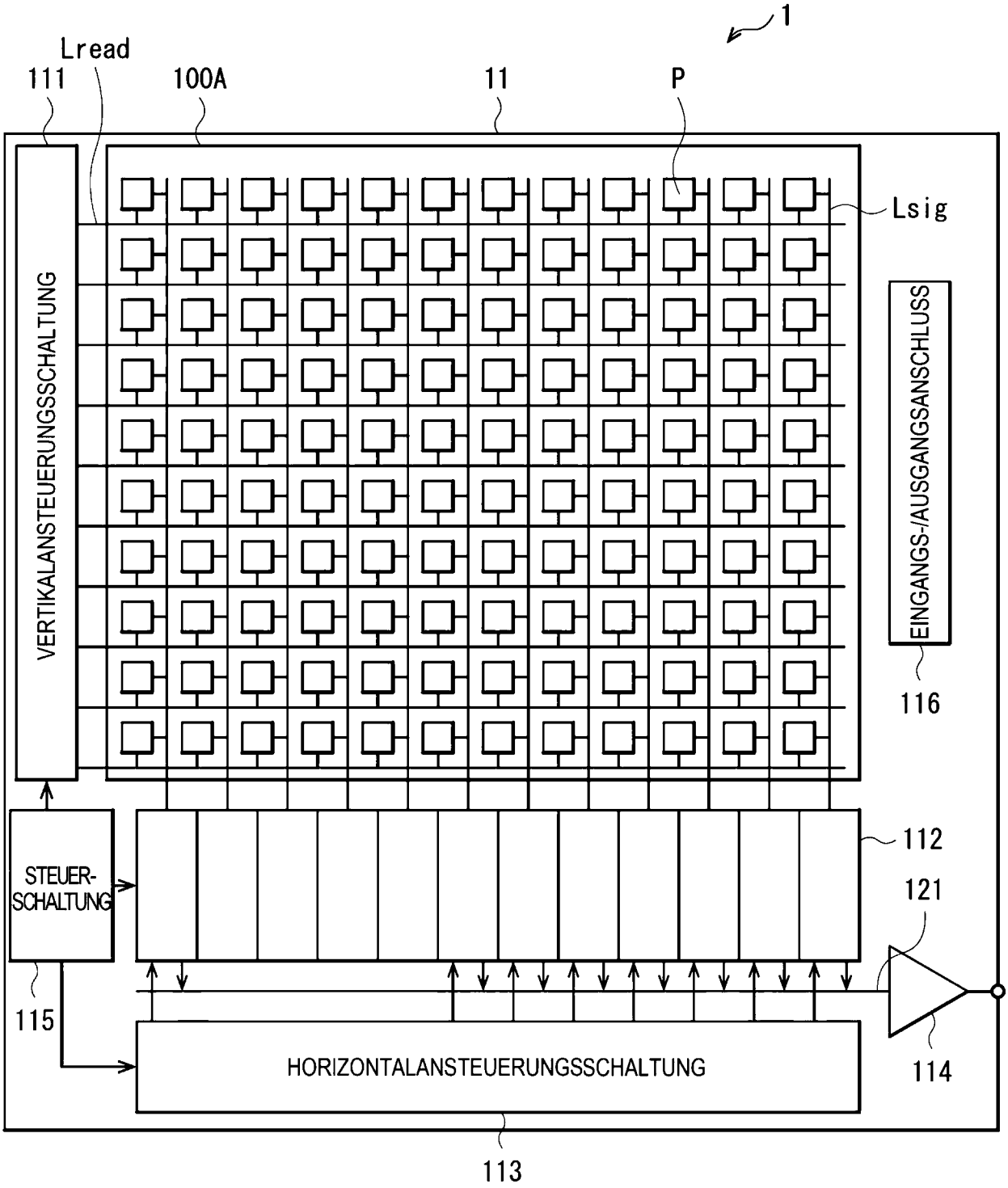
[FIG. 1]



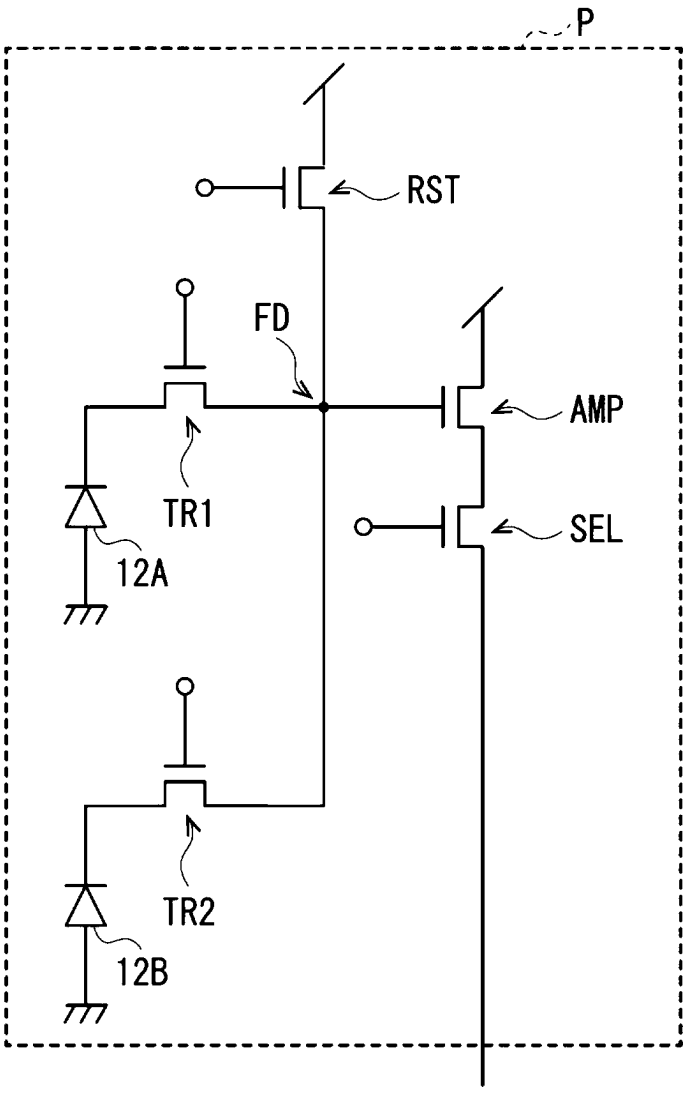
[FIG. 2]



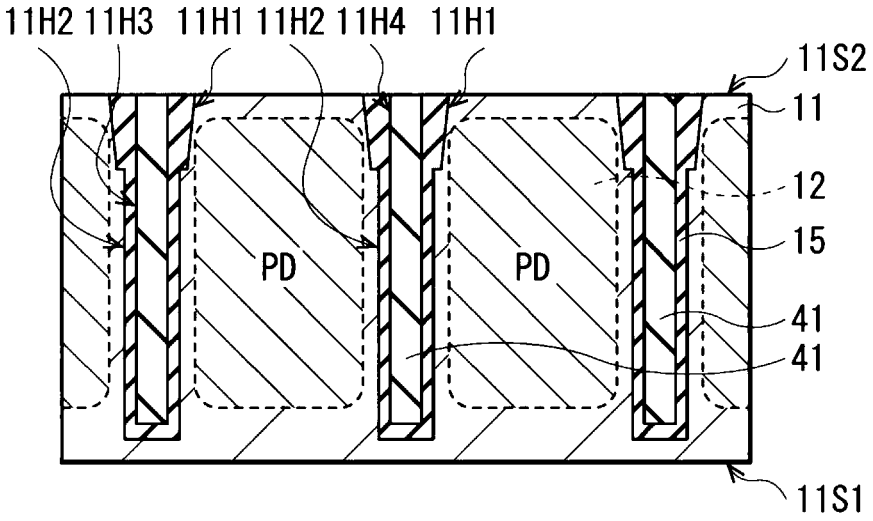
[FIG. 3]


1
Lread
111
100A
11
P
Lsig
VERTIKALANSTEUERUNGSSCHALTUNG
EINGANGS-/AUSGANGSANSCHLUSS
116
112
121
STEUER-
SCHALTUNG
115
HORIZONTALANSTEUERUNGSSCHALTUNG
114
113

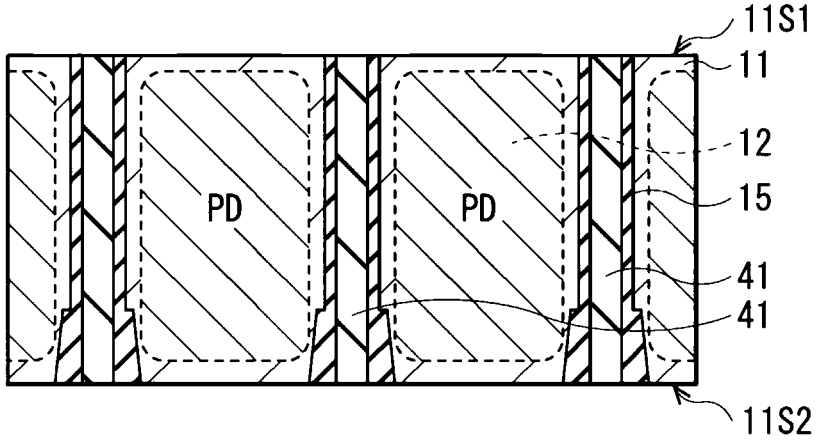
[FIG. 4]



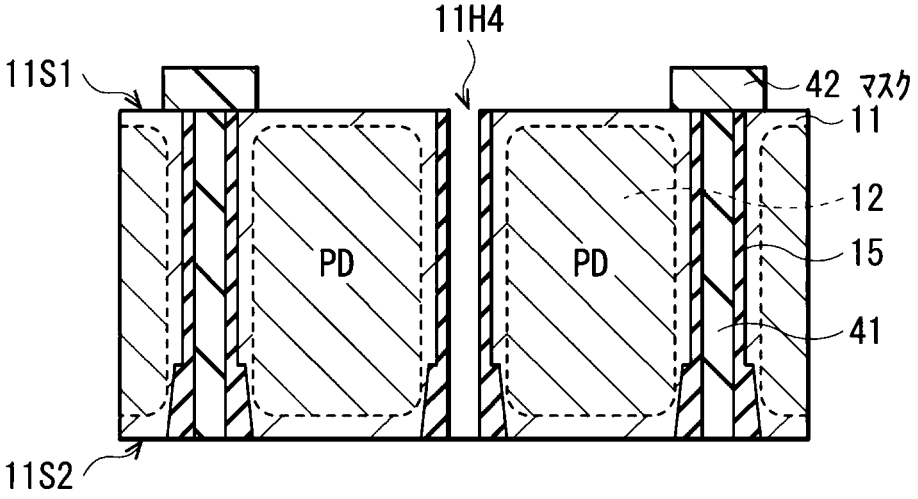
[FIG. 5A]



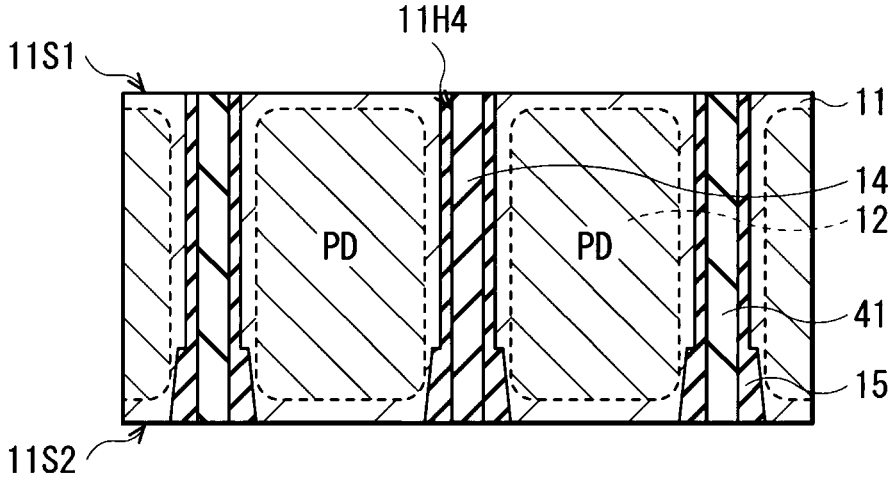
[FIG. 5B]



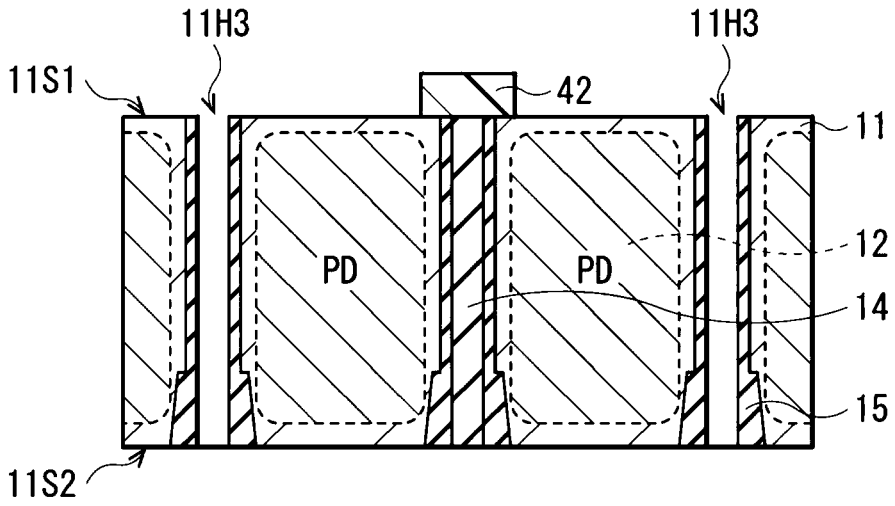
[FIG. 5C]



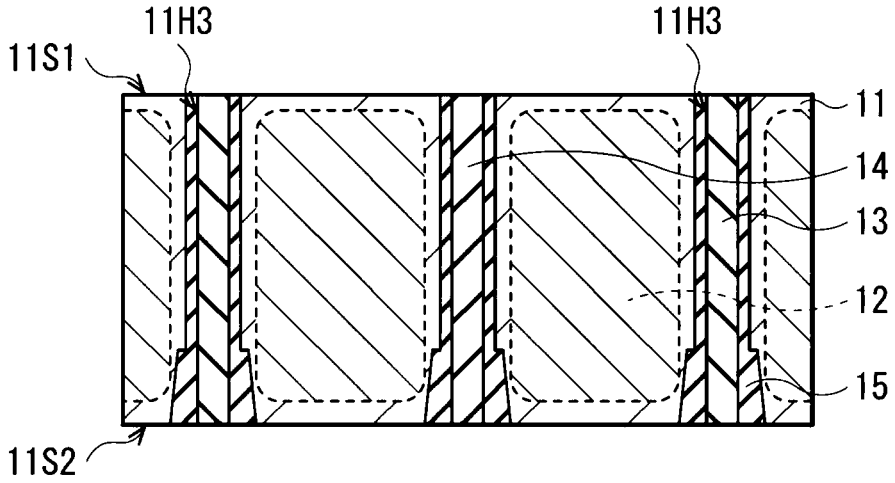
[FIG. 5D]



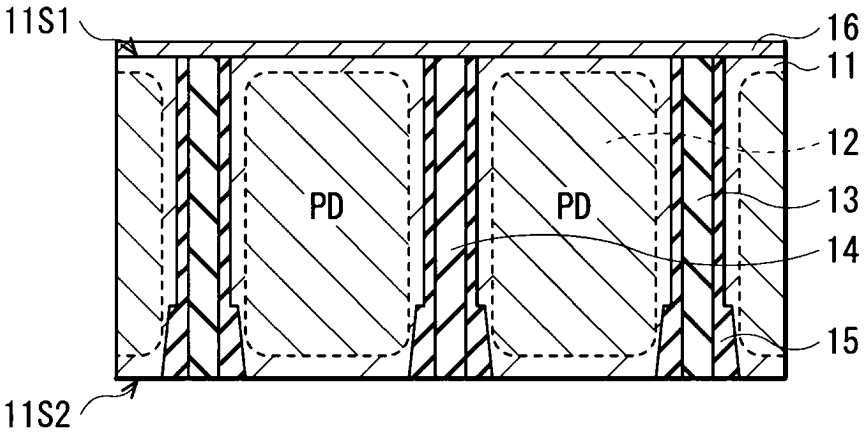
[FIG. 5E]



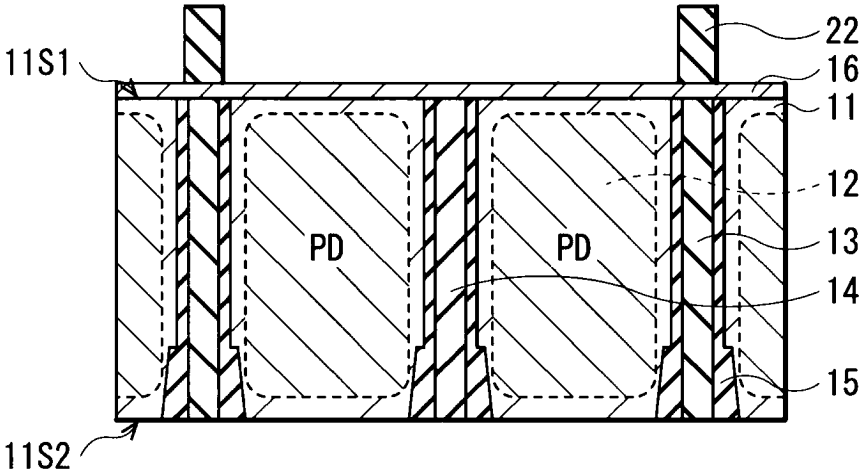
[FIG. 5F]



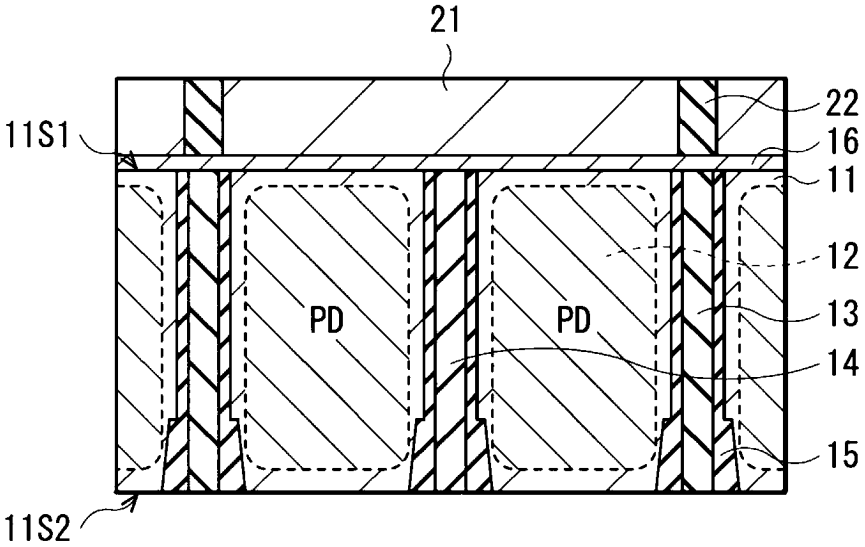
[FIG. 5G]



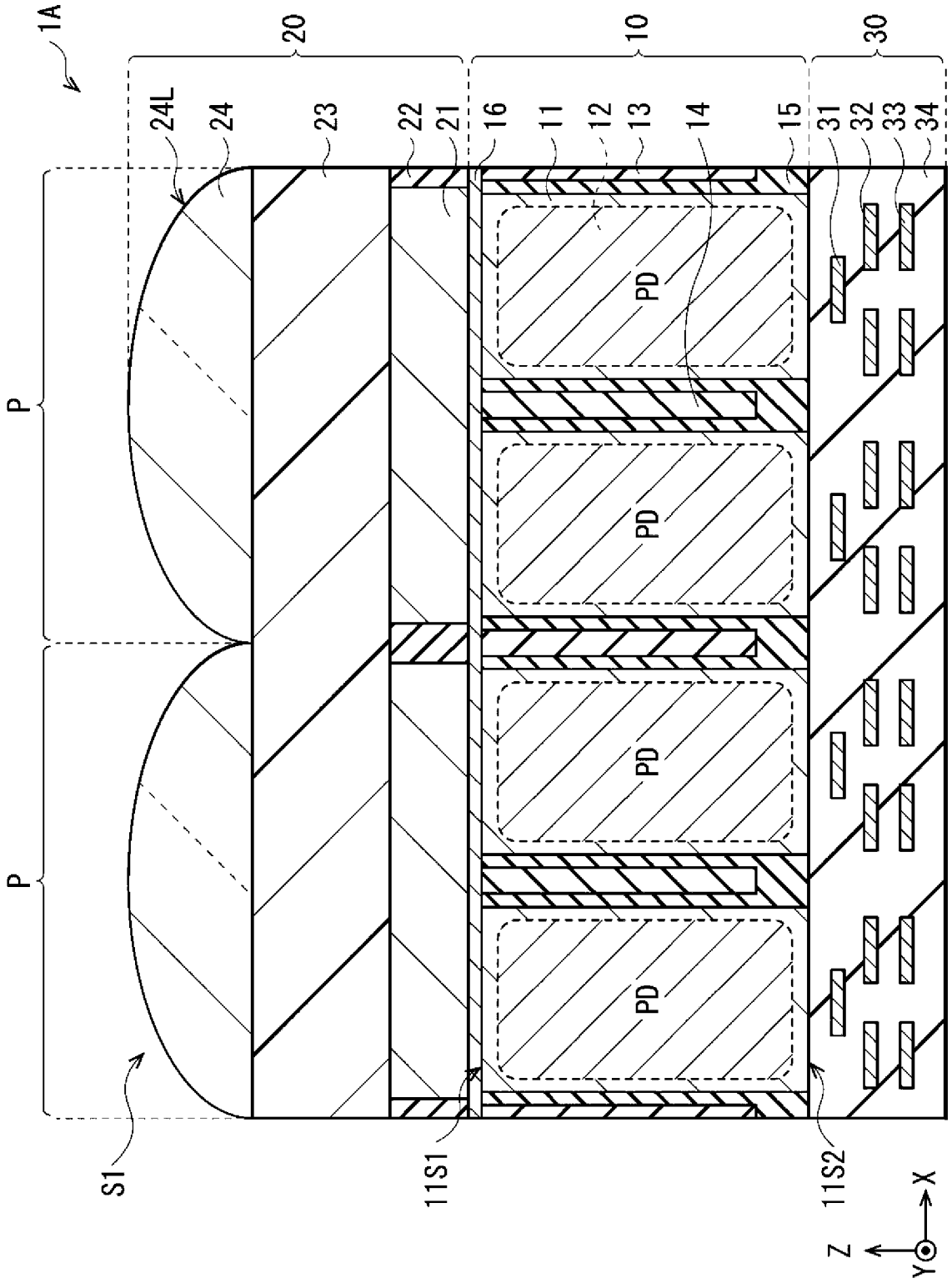
[FIG. 5H]



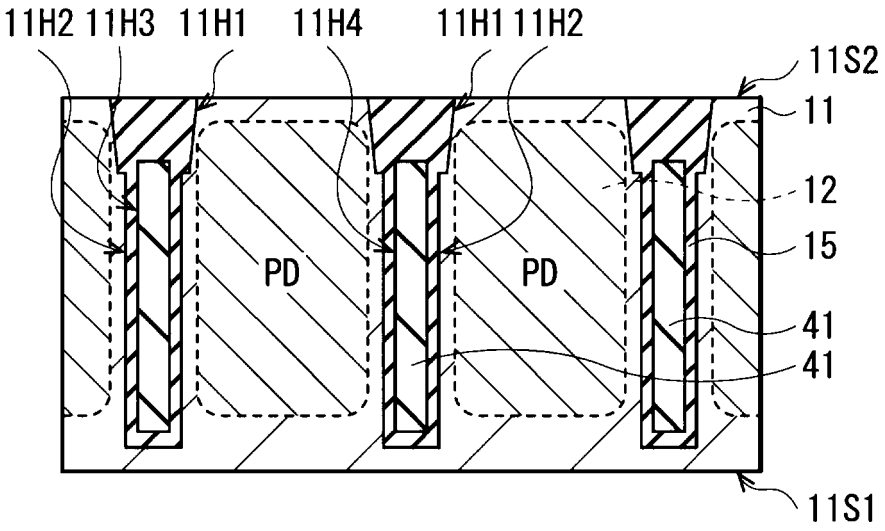
[FIG. 5I]



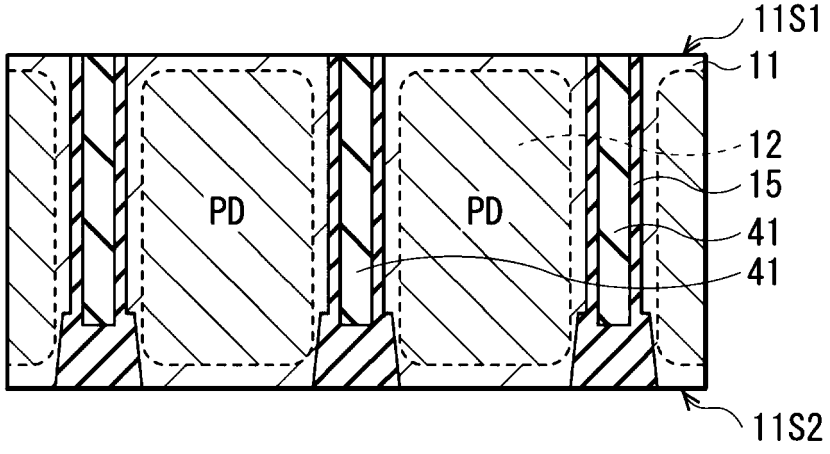
[FIG. 6]


1A
20
10
30
24L
24
23
22
21
16
11
12
13
14
15
31
32
33
34
PD
PD
PD
PD
P
P
S1
11S1
11S2
X
Y
Z

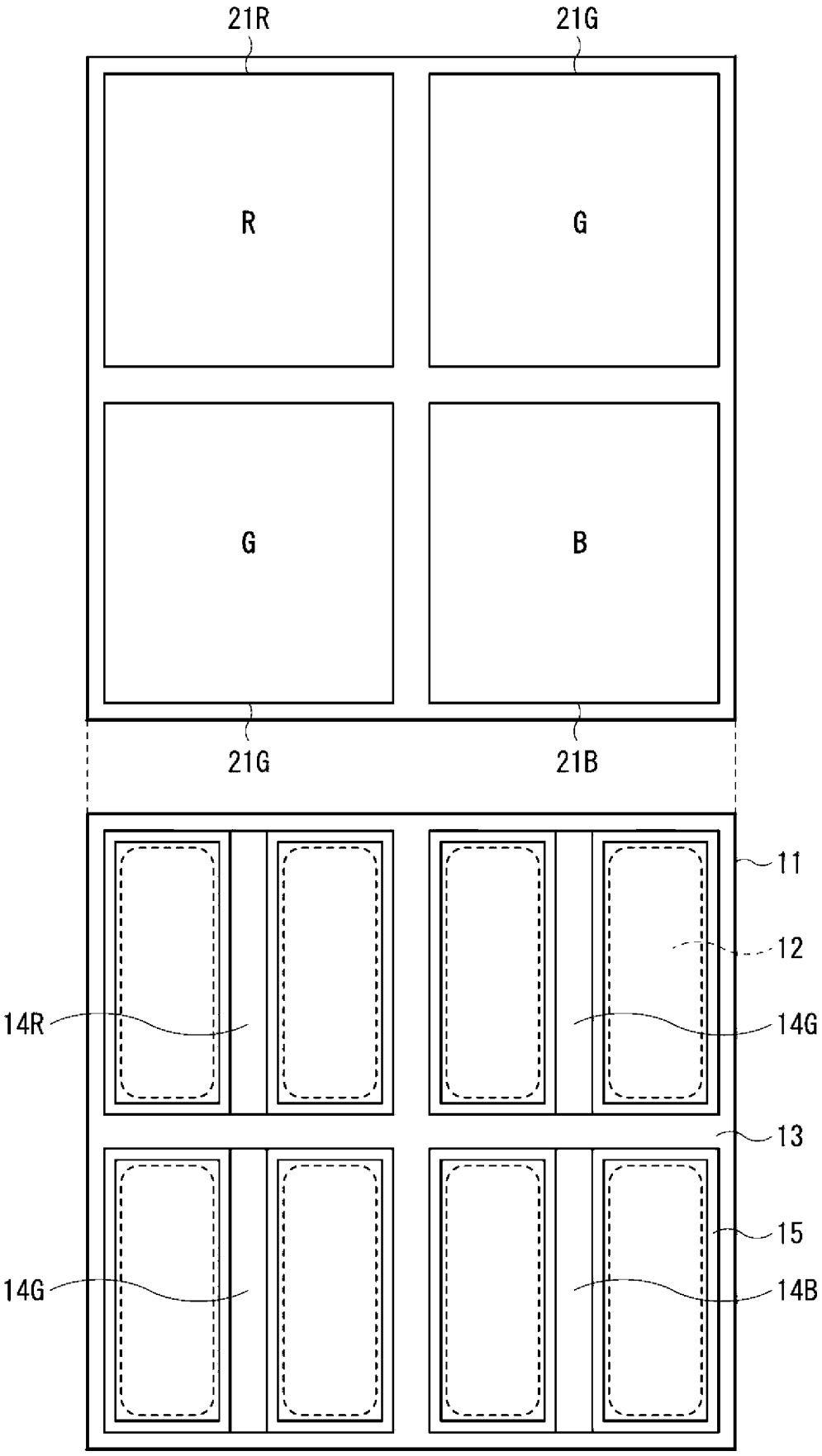
[FIG. 7A]


11H2
11H3
11H1
11H4
11H1
11H2
11S2
11
12
15
PD
PD
41
41
11S1

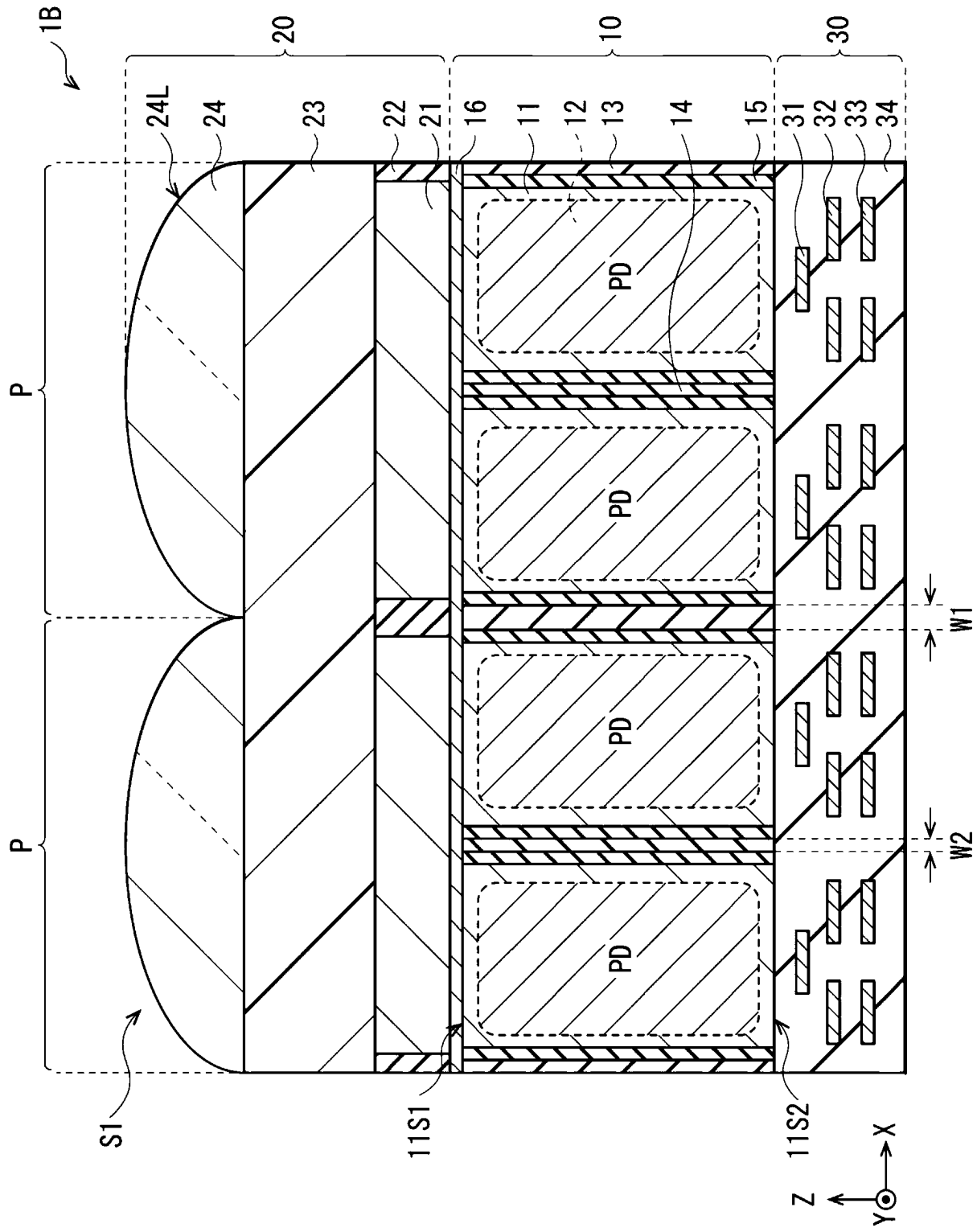
[FIG. 7B]


11S1
11
12
15
PD
PD
41
41
11S2

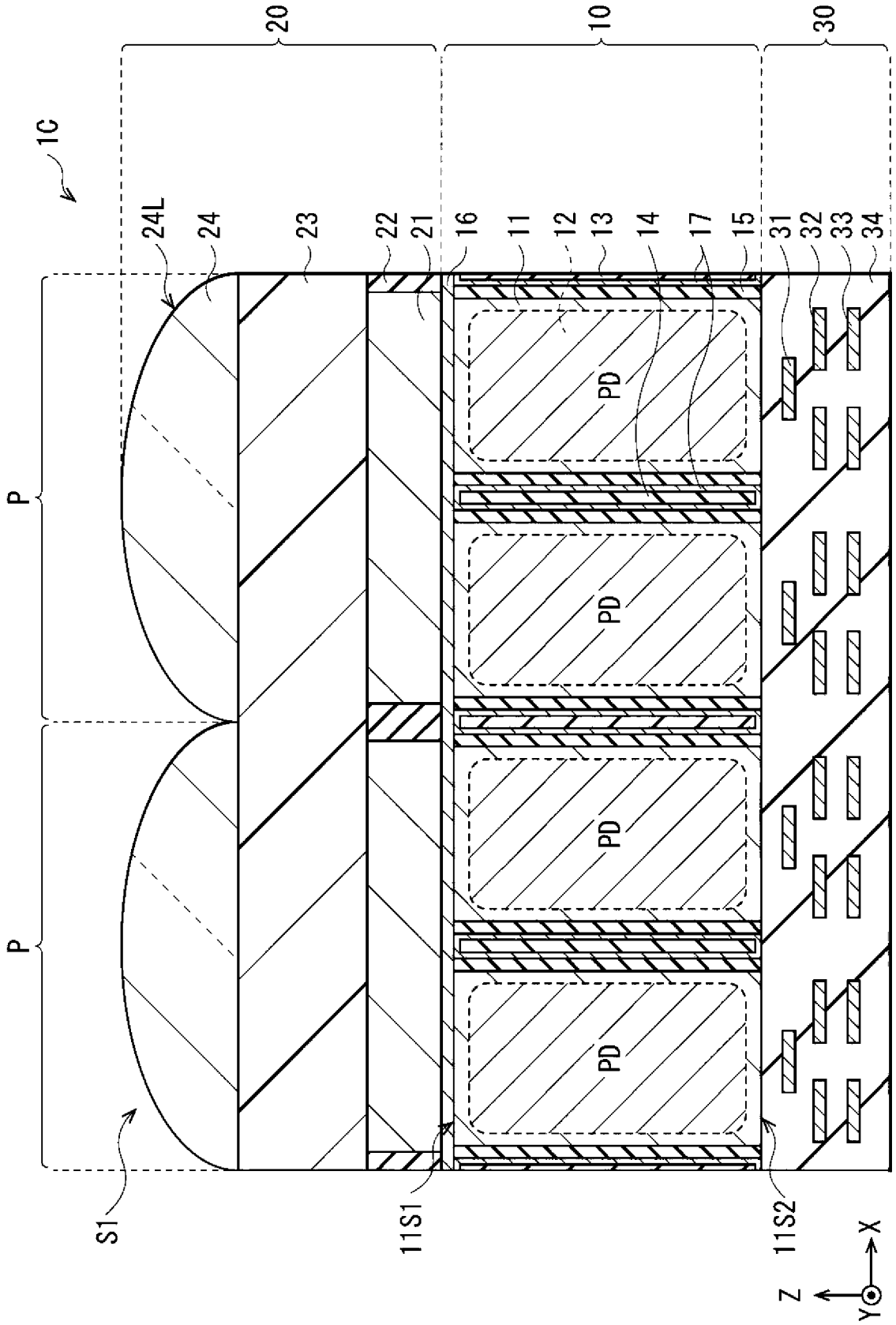
[FIG. 8]



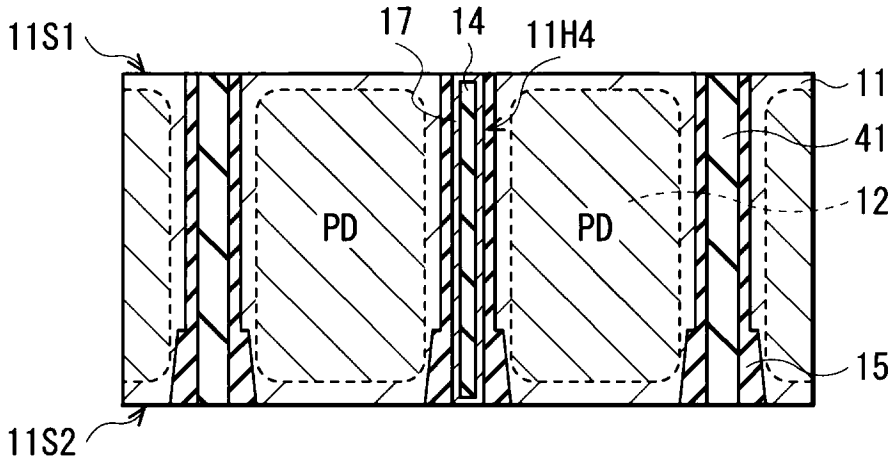
[FIG. 9]


1B
20
10
30
24L
24
23
22
21
16
11
12
13
14
15
31
32
33
34
PD
PD
PD
PD
P
P
W1
W2
S1
11S1
11S2
X
Z
Y

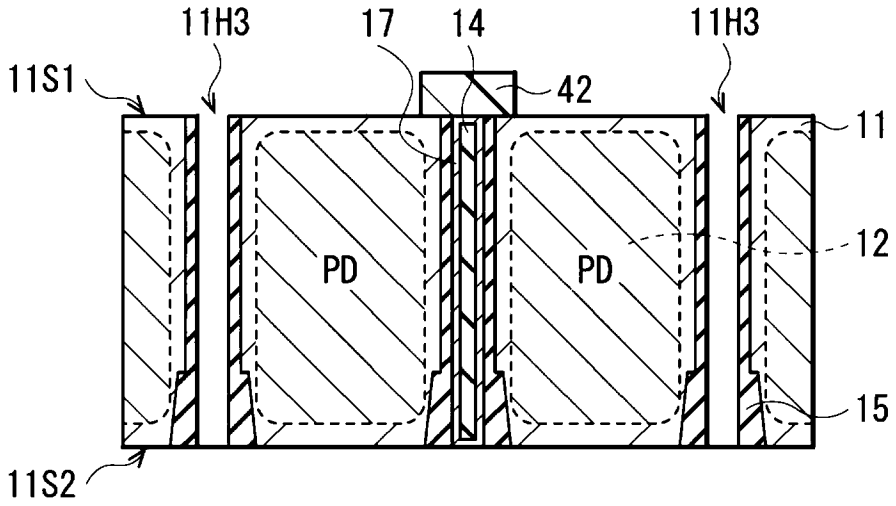
[FIG. 10]


20
10
30
1C
24L
24
23
22
21
16
11
12
13
14
17
15
31
32
33
34
PD
PD
PD
PD
P
P
S1
11S1
11S2
Z
X
Y

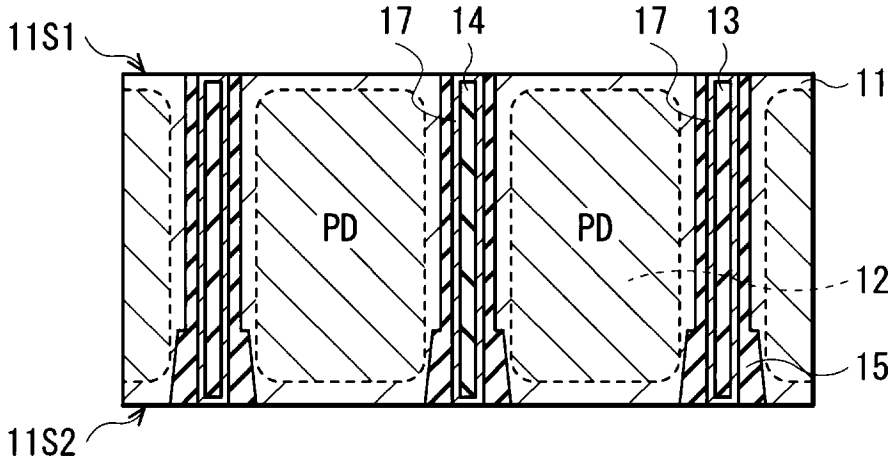
[FIG. 11A]



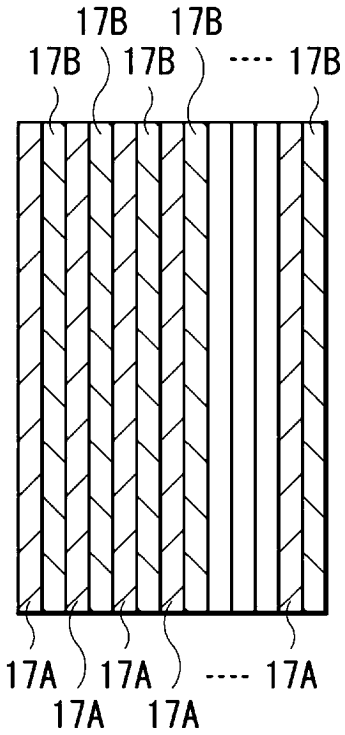
[FIG. 11B]



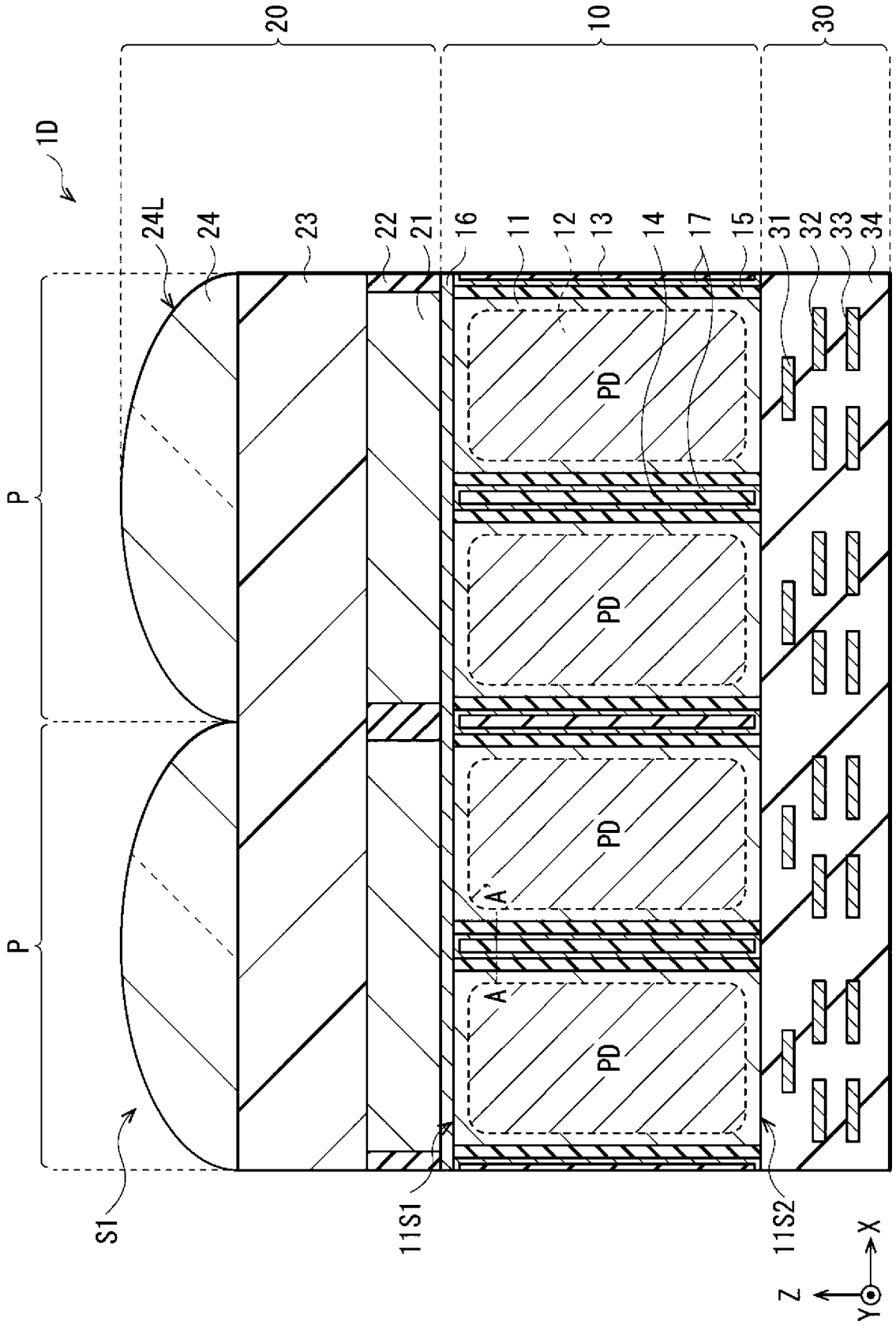
[FIG. 11C]



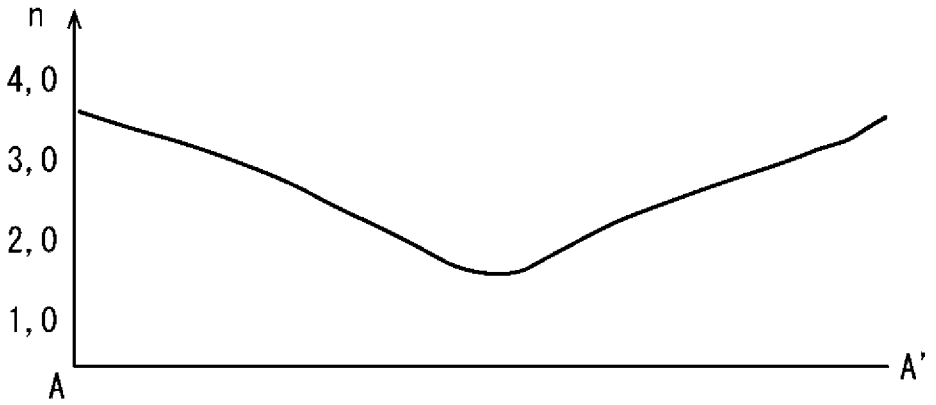
[FIG. 12]



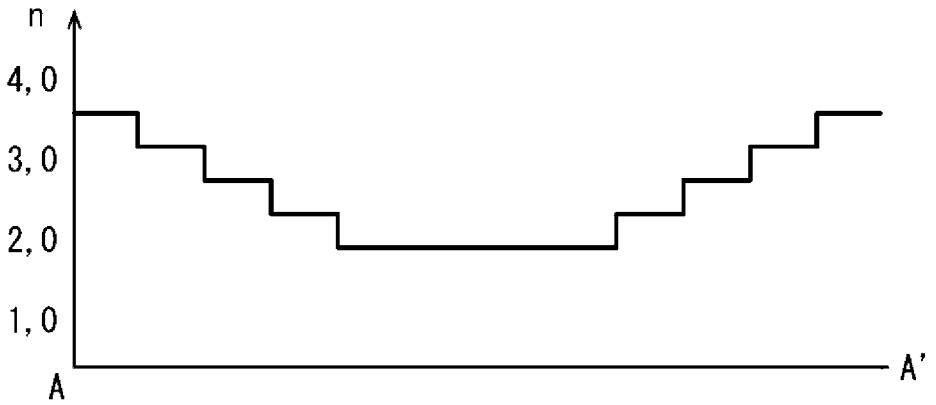
[FIG. 13]


20
10
30
1D
24L
24
23
22
21
16
11
12
13
14
17
15
31
32
33
34
P
P
PD
PD
PD
PD
A'
A
S1
11S1
11S2
X
Z
Y

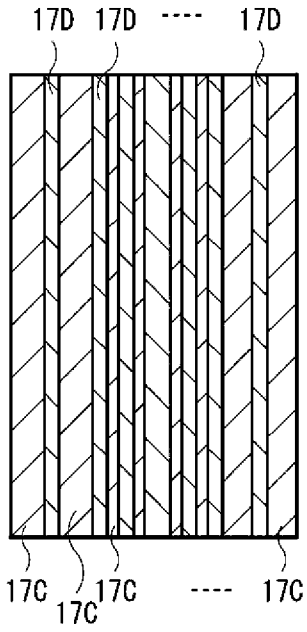
[FIG. 14]



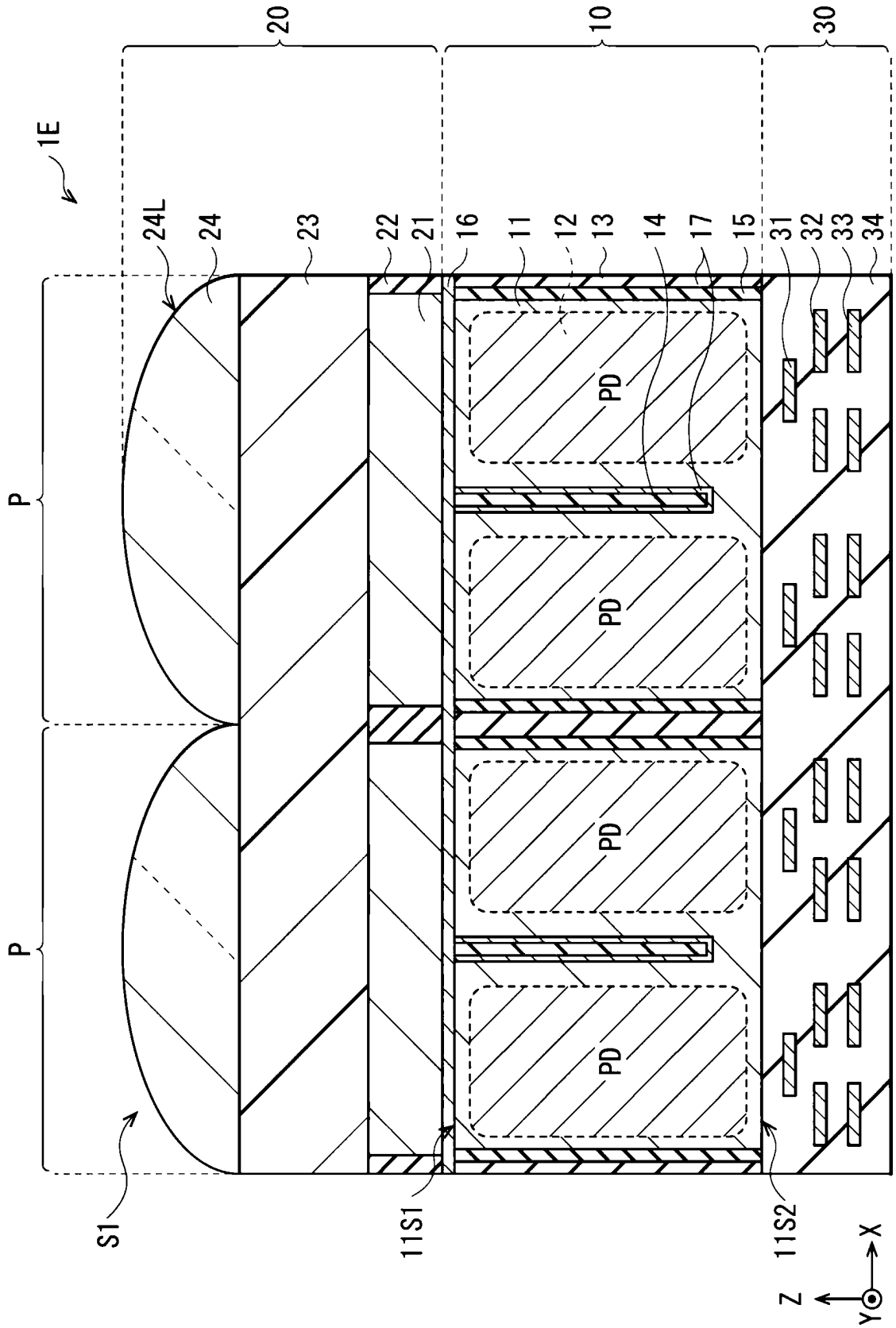
[FIG. 15]



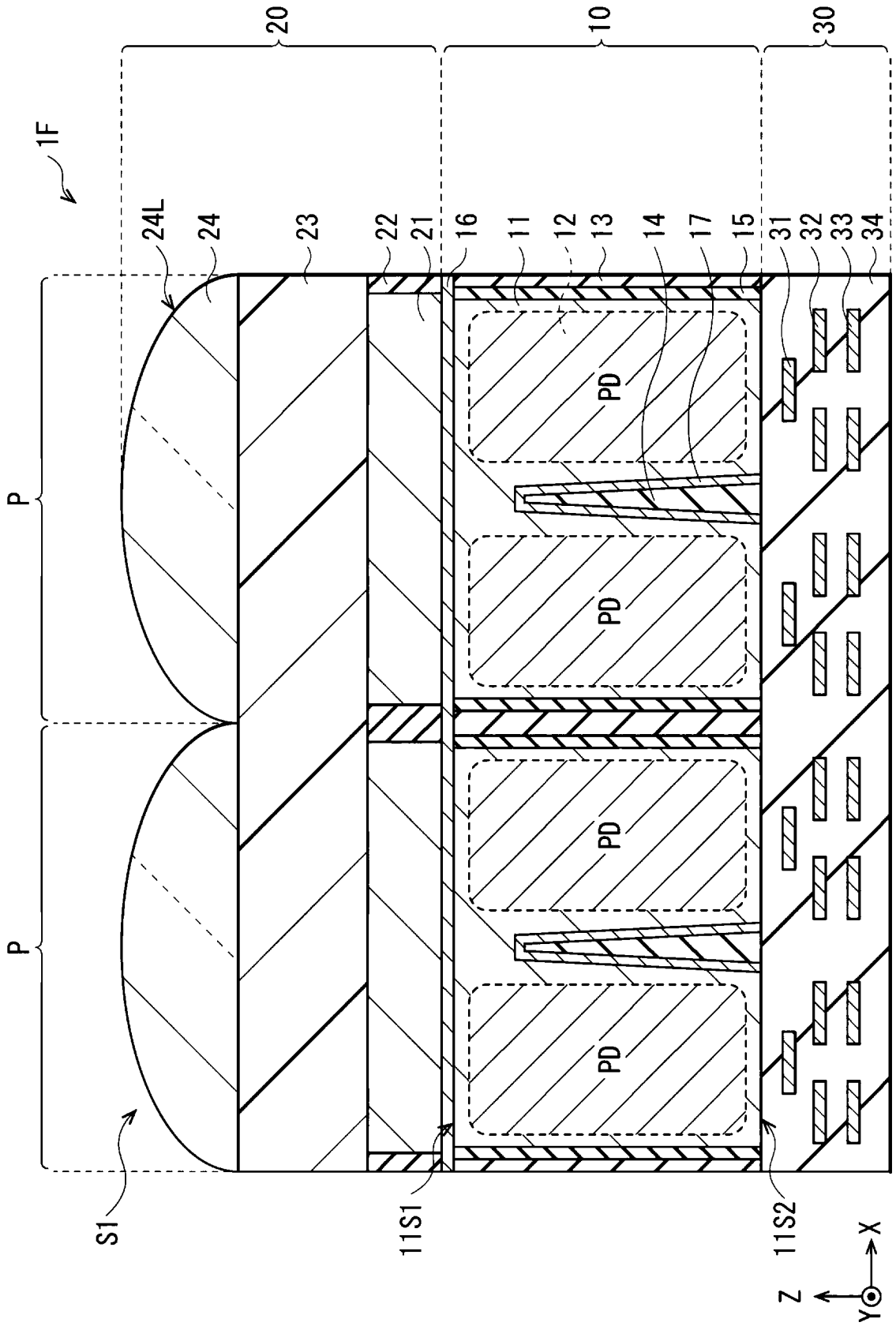
[FIG. 16]



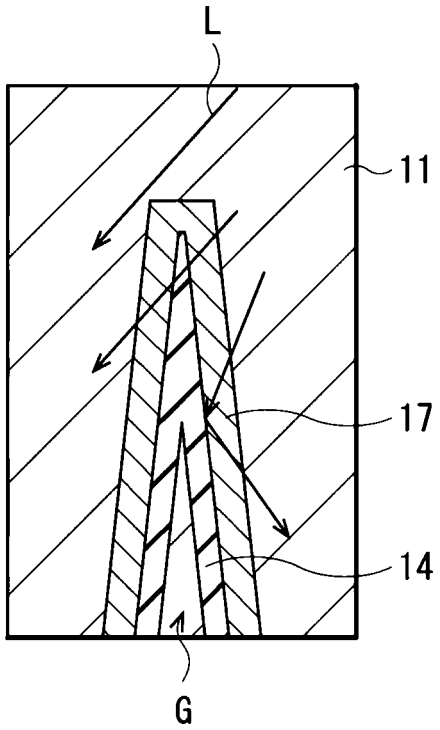
[FIG. 17]


20
10
30
1E
24L
24
23
22
21
16
11
12
13
14
17
15
31
32
33
34
PD
PD
PD
PD
P
P
S1
11S1
11S2
X
Z
Y

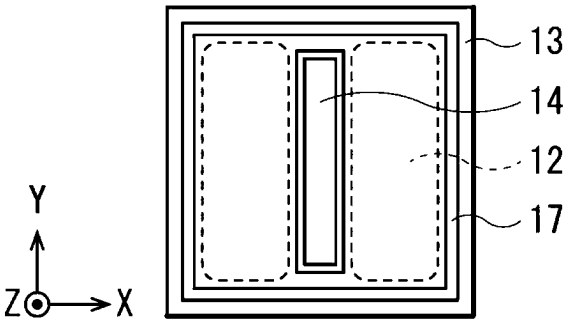
[FIG. 18]


20
10
30
1F
24L
24
23
22
21
16
11
12
13
14
17
15
31
32
33
34
PD
PD
PD
PD
P
P
S1
11S1
11S2
X
Z
Y

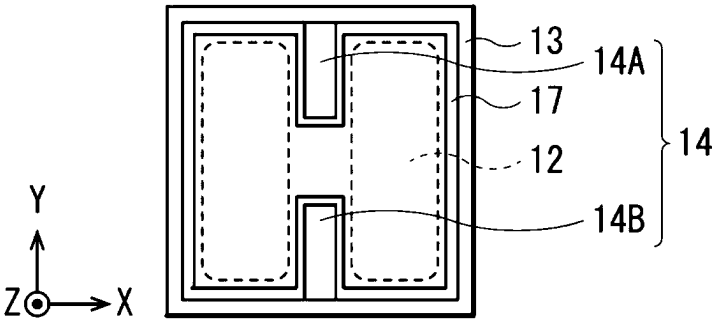
[FIG. 19A]



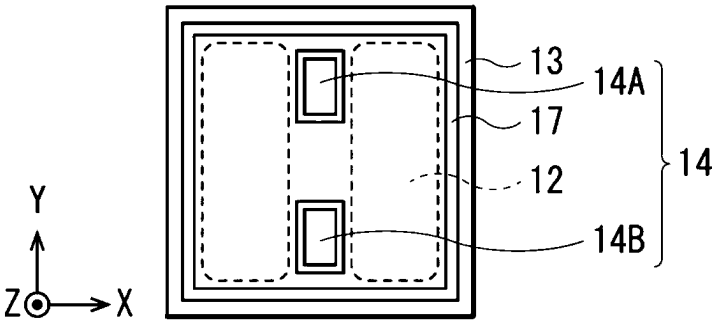
[FIG. 20A]



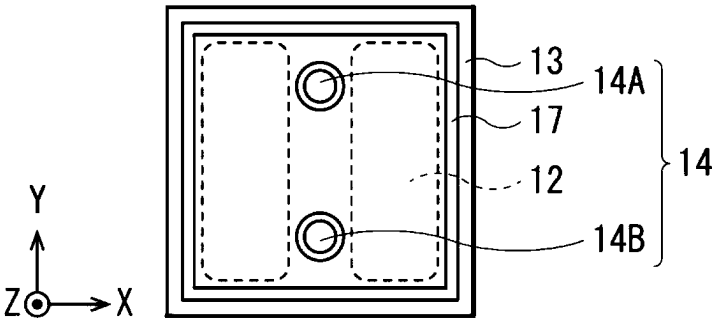
[FIG. 20B]



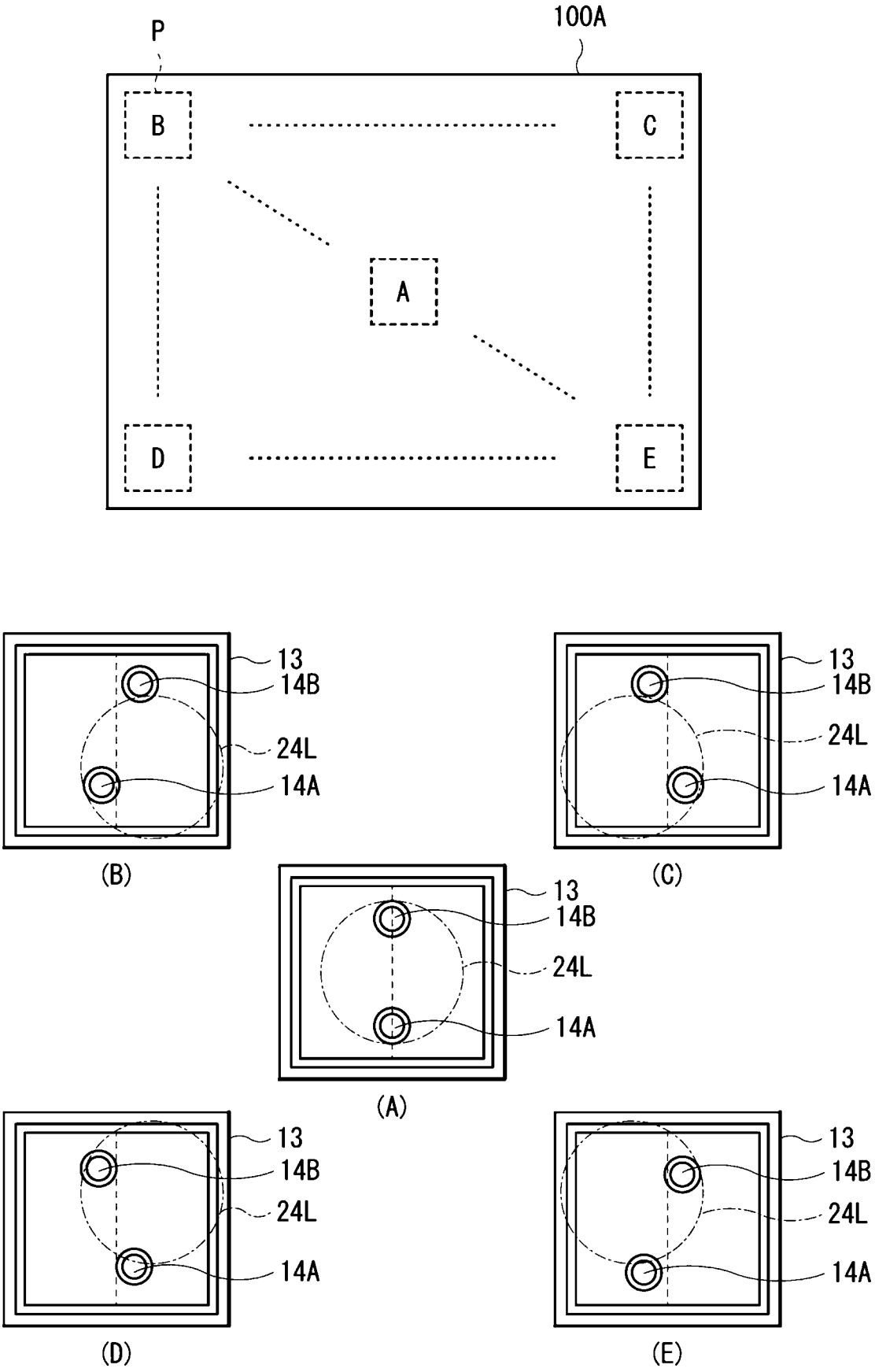
[FIG. 20C]



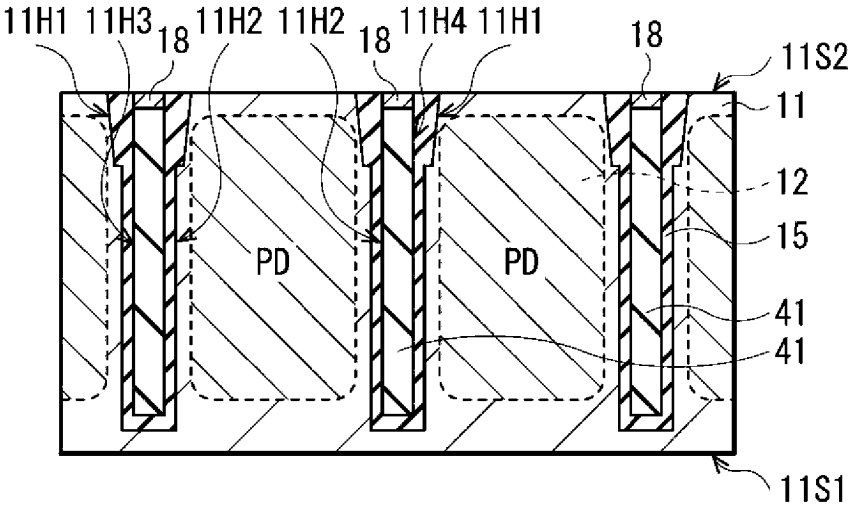
[FIG. 20D]



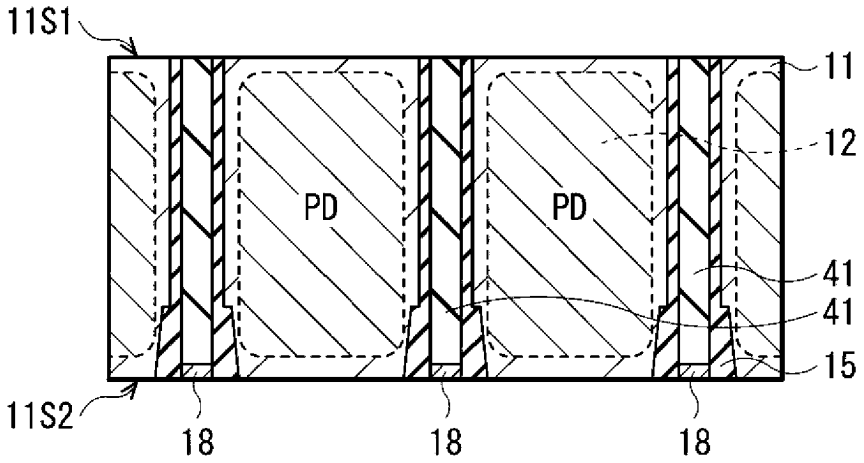
[FIG. 21]



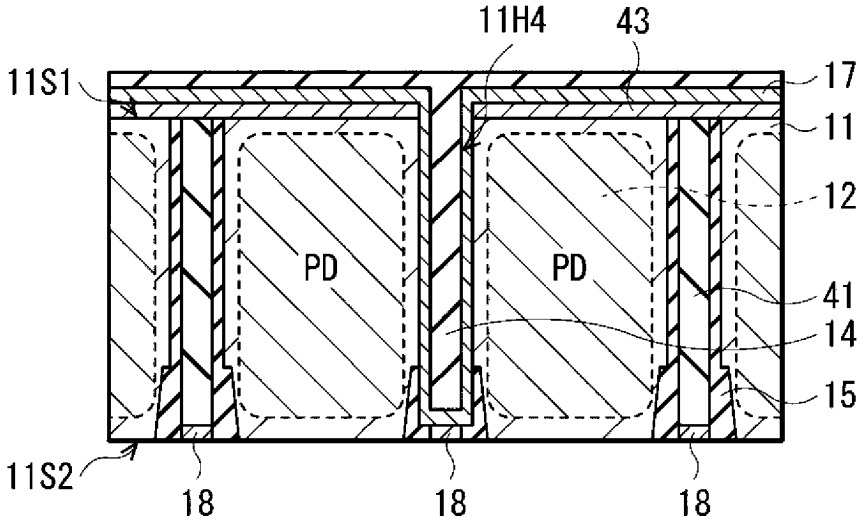
[FIG. 22A]



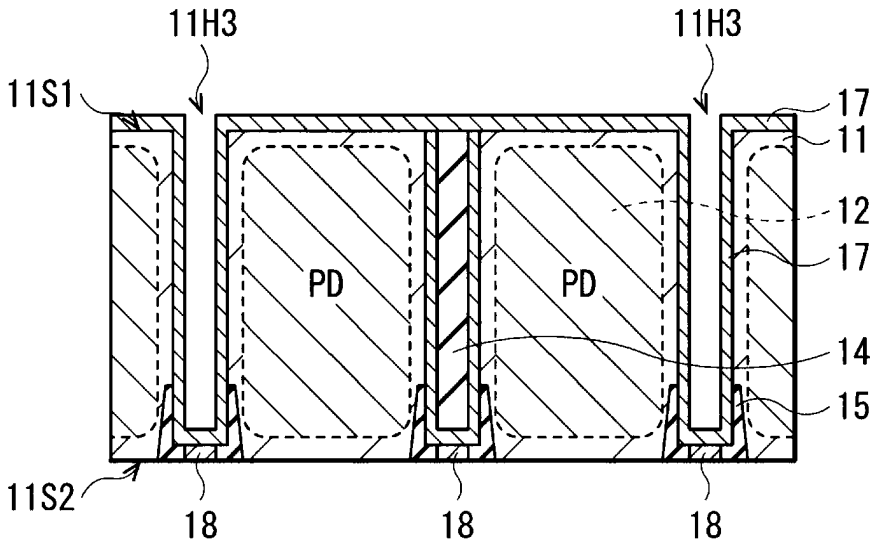
[FIG. 22B]



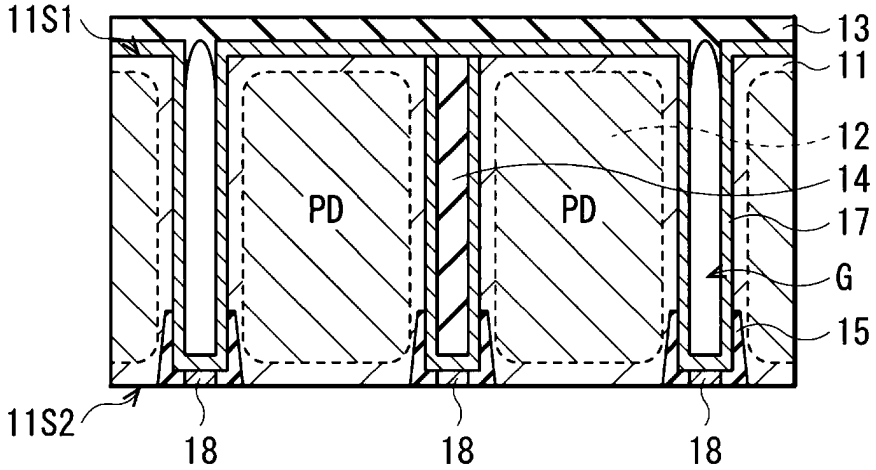
[FIG. 22C]



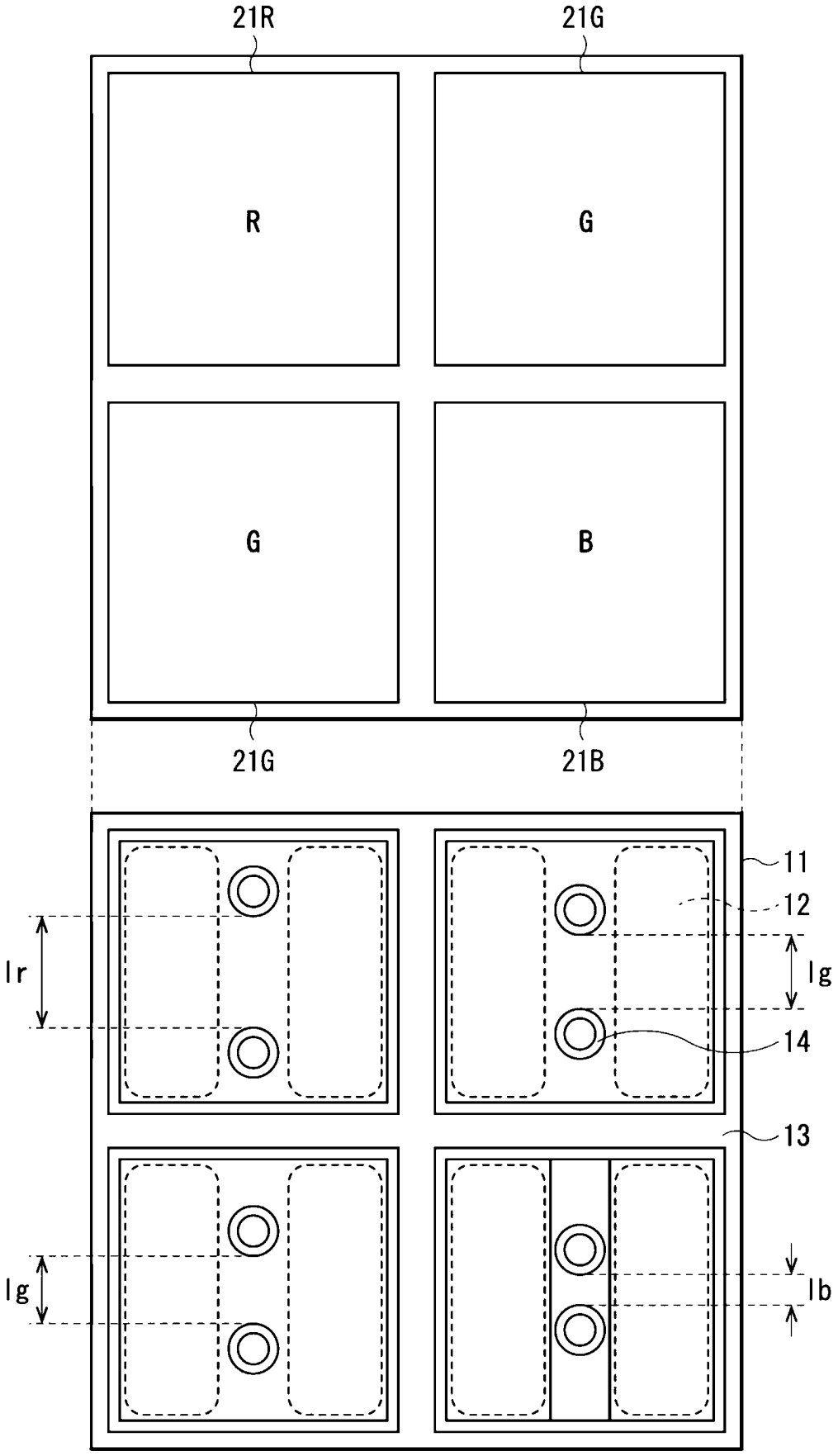
[FIG. 22D]



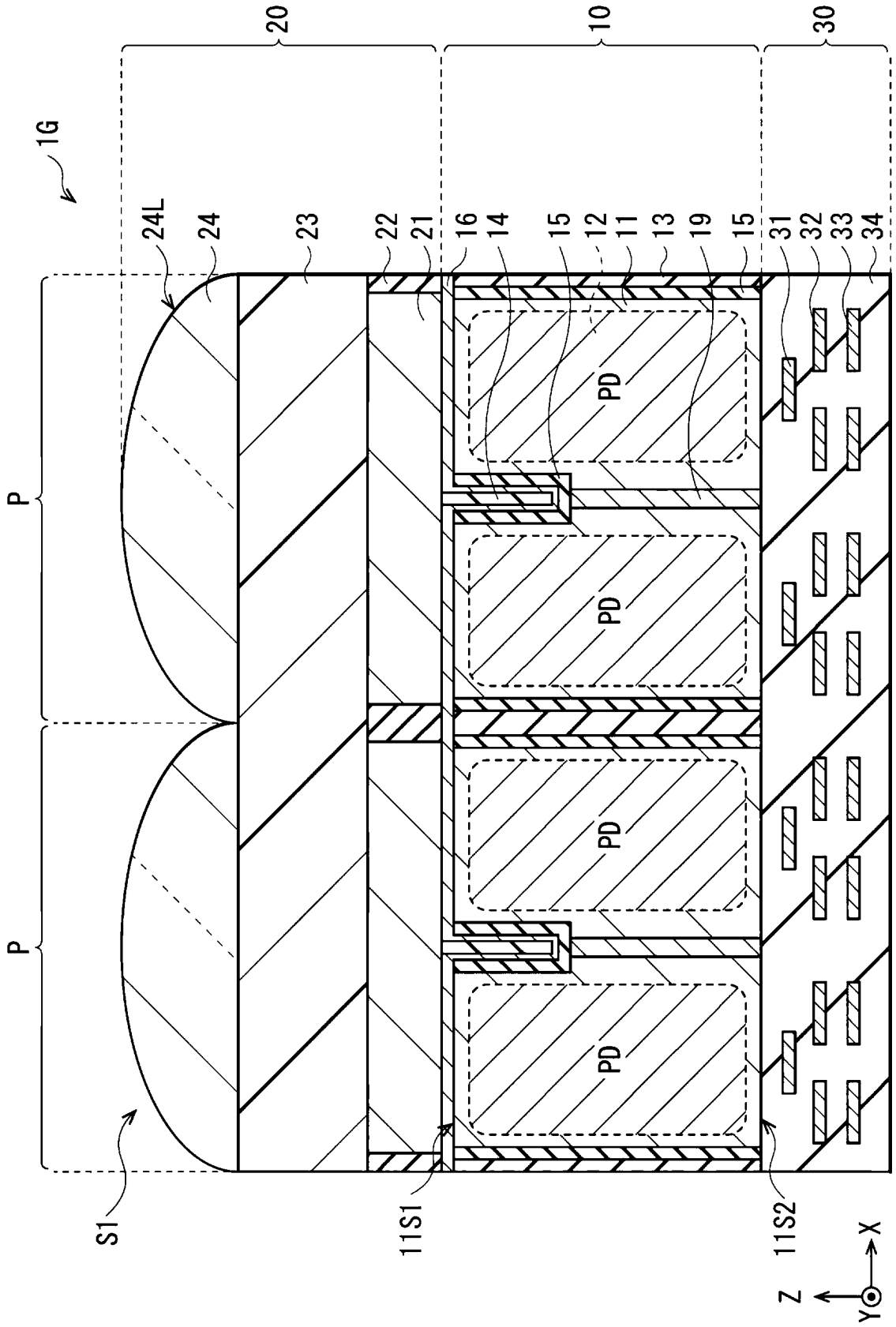
[FIG. 22E]



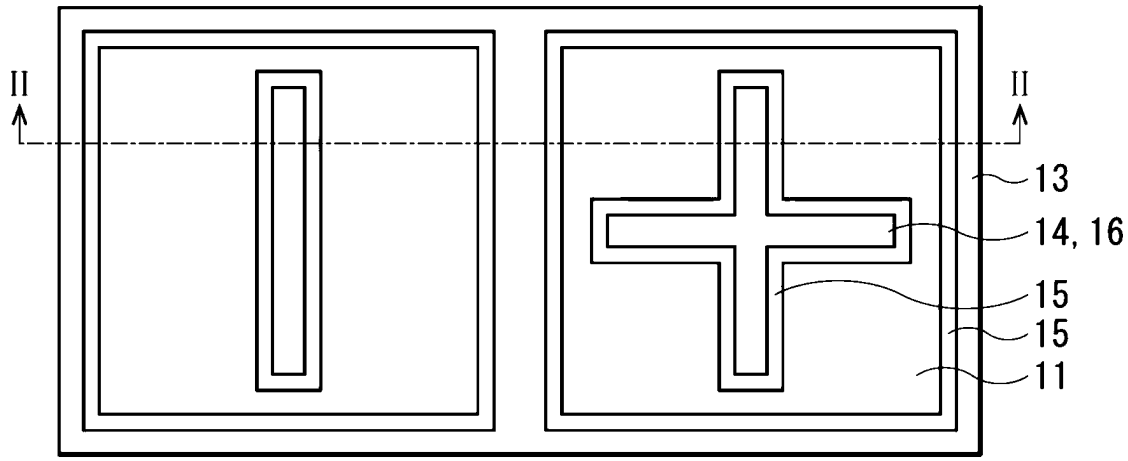
[FIG. 23]



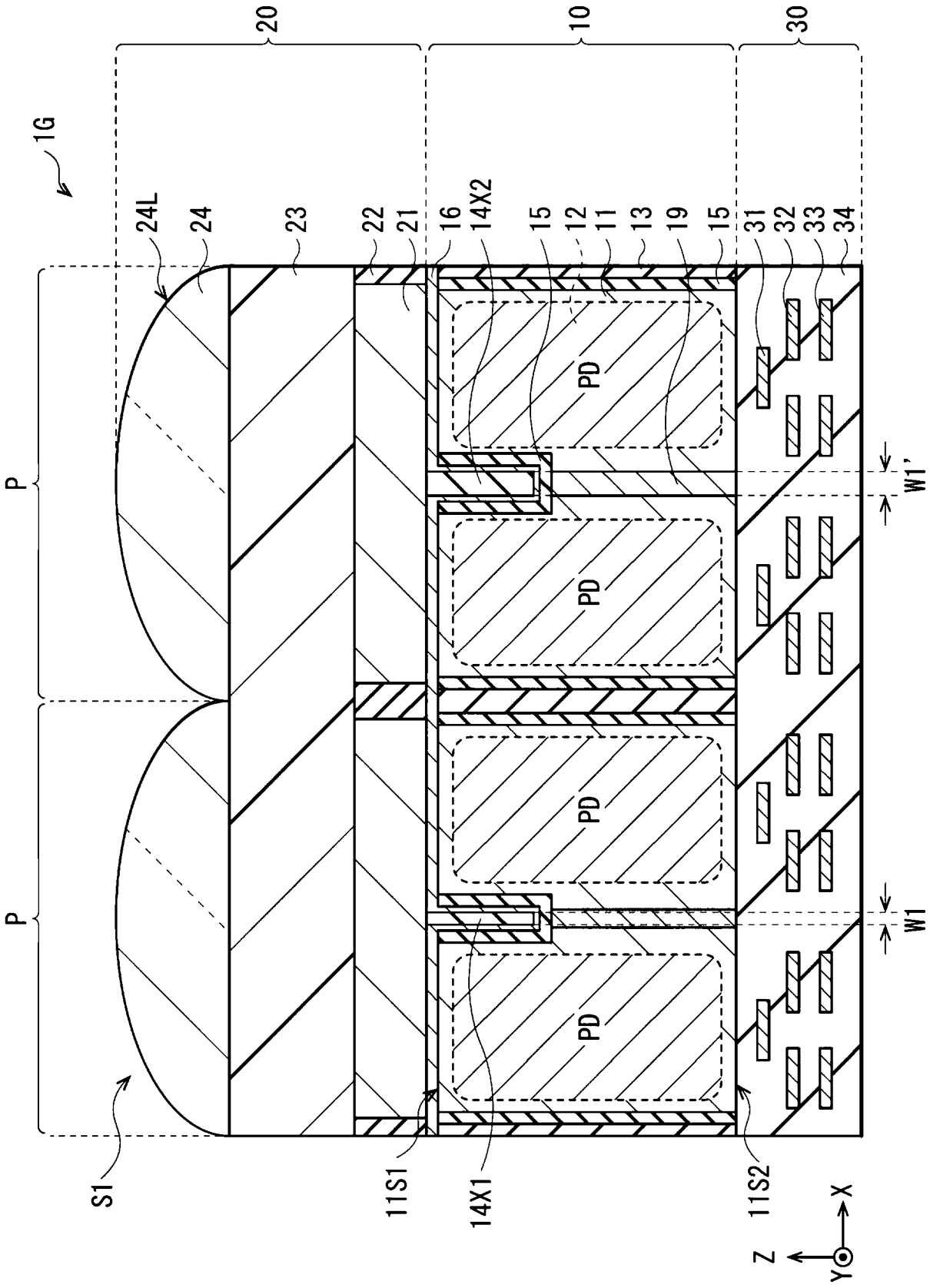
[FIG. 24]


20
10
30
1G
24L
24
23
22
21
16
14
15
12
11
13
19
15
31
32
33
34
PD
PD
PD
PD
P
P
S1
11S1
11S2
X
Z
Y

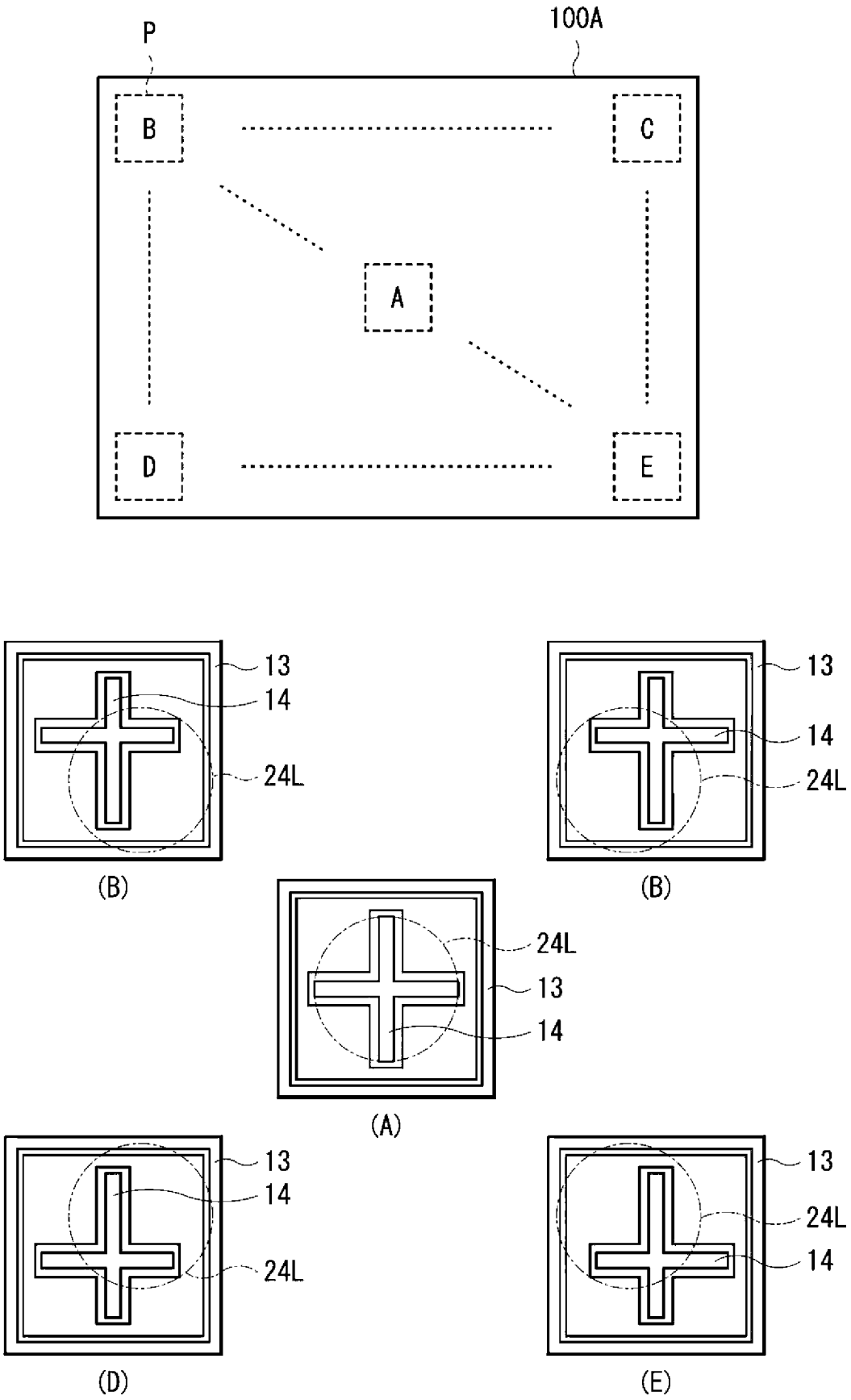
[FIG. 25]



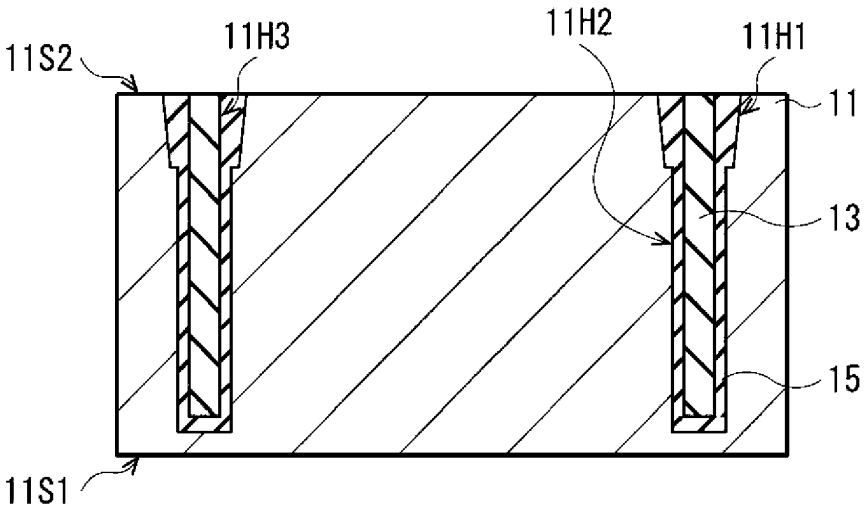
[FIG. 26]


20
10
30
1G
24L
24
23
22
21
16
14X2
15
12
11
13
19
15
31
32
33
34
PD
PD
PD
PD
P
P
W1'
W1
S1
11S1
14X1
11S2
X
Z
Y

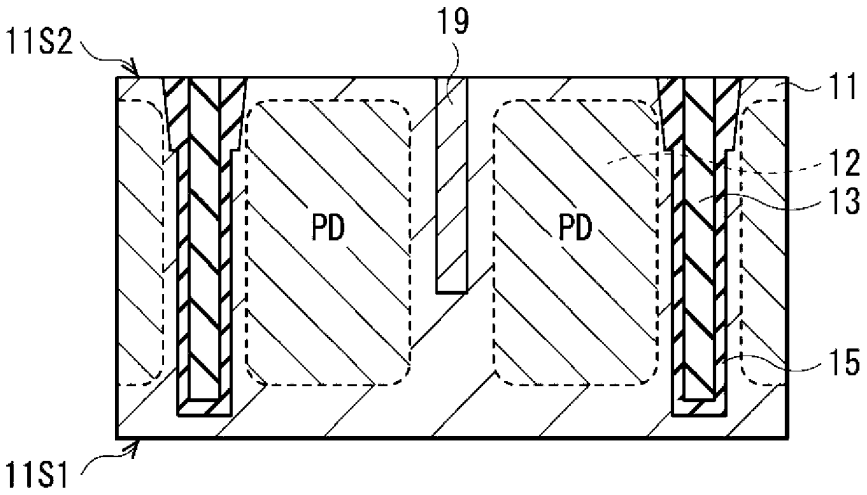
[FIG. 27]


P
100A
B
C
A
D
E
13
14
24L
(B)
13
14
24L
(B)
24L
13
14
(A)
13
14
24L
(D)
13
24L
14
(E)

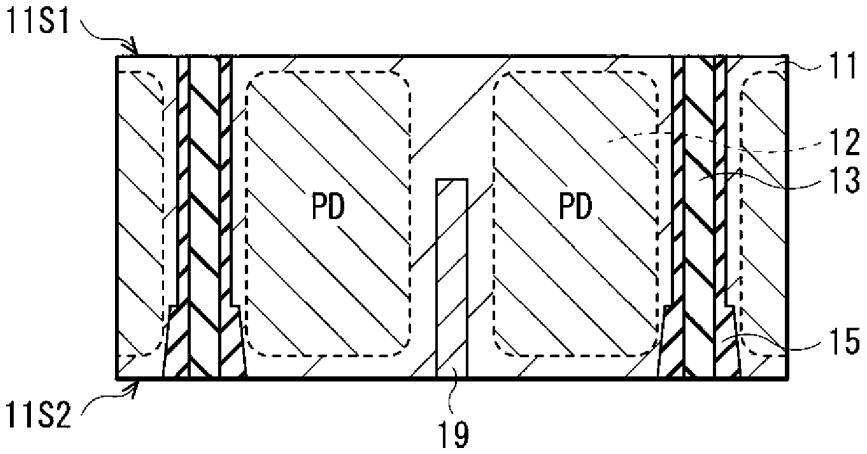
[FIG. 28A]



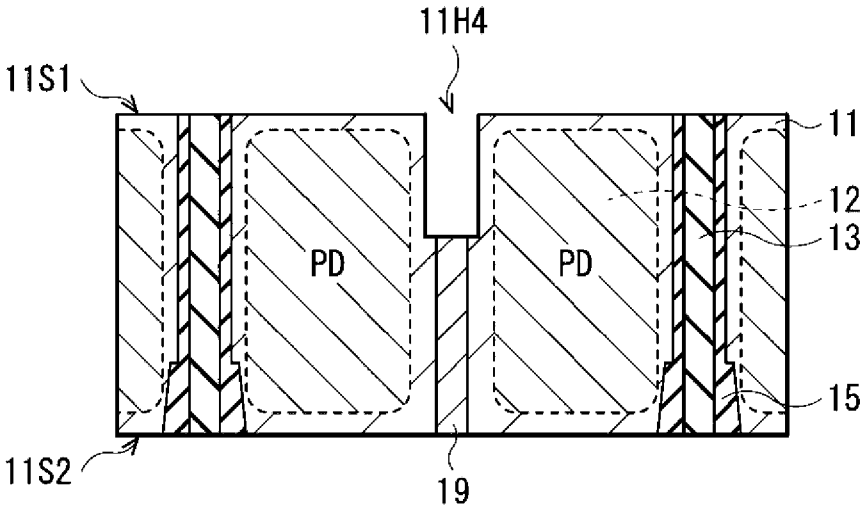
[FIG. 28B]



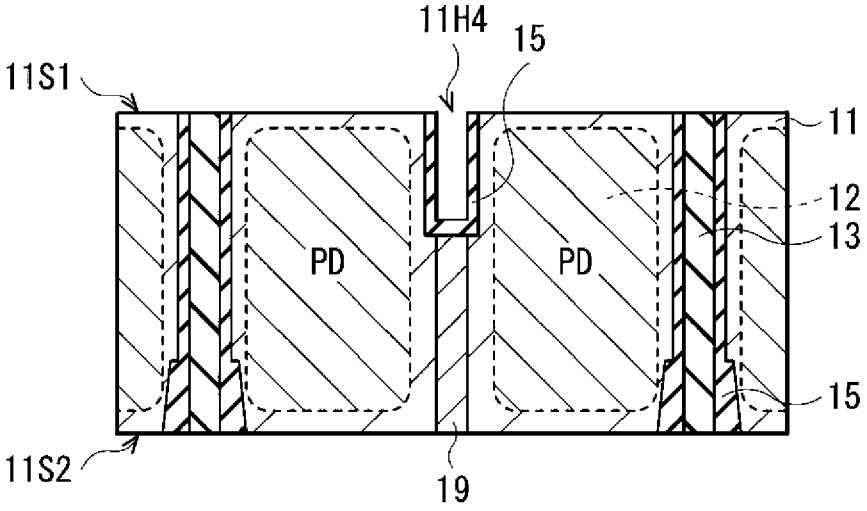
[FIG. 28C]



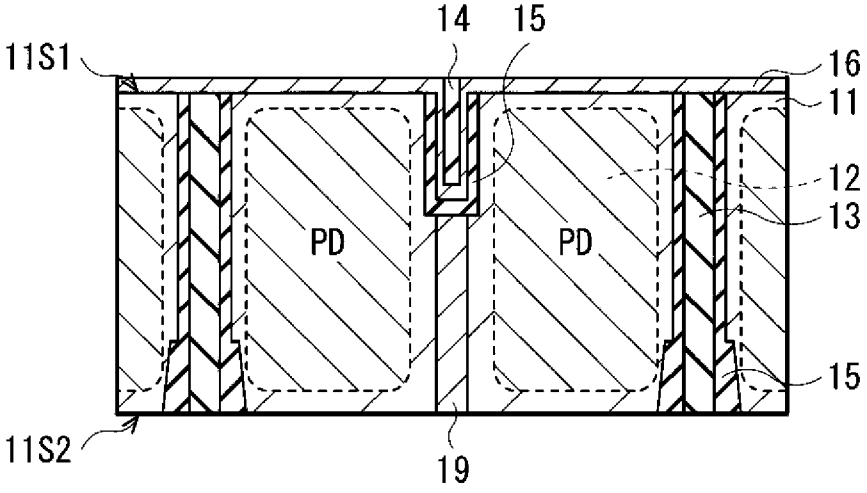
[FIG. 28D]



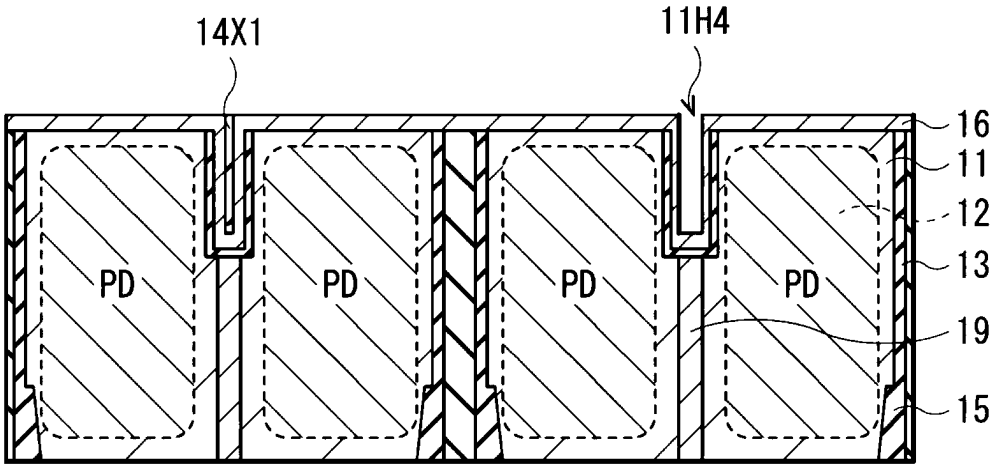
[FIG. 28E]



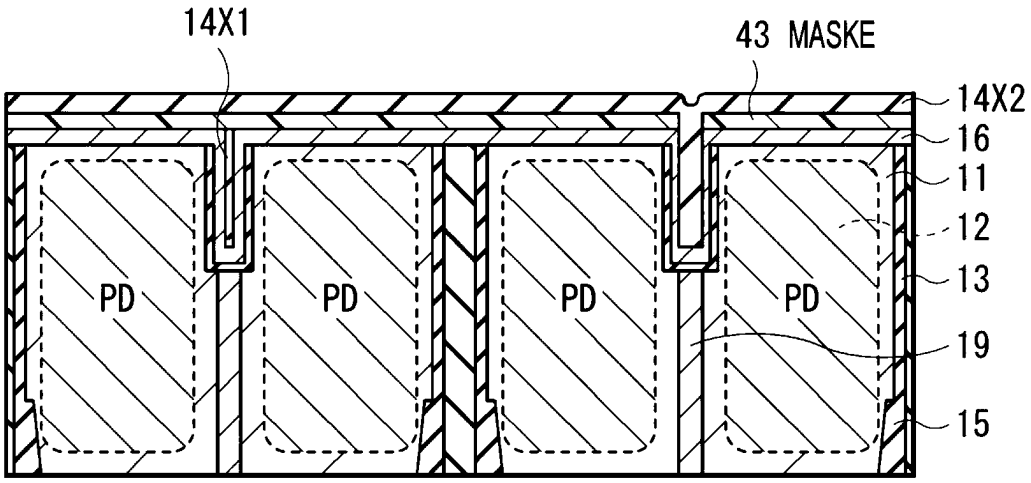
[FIG. 28F]



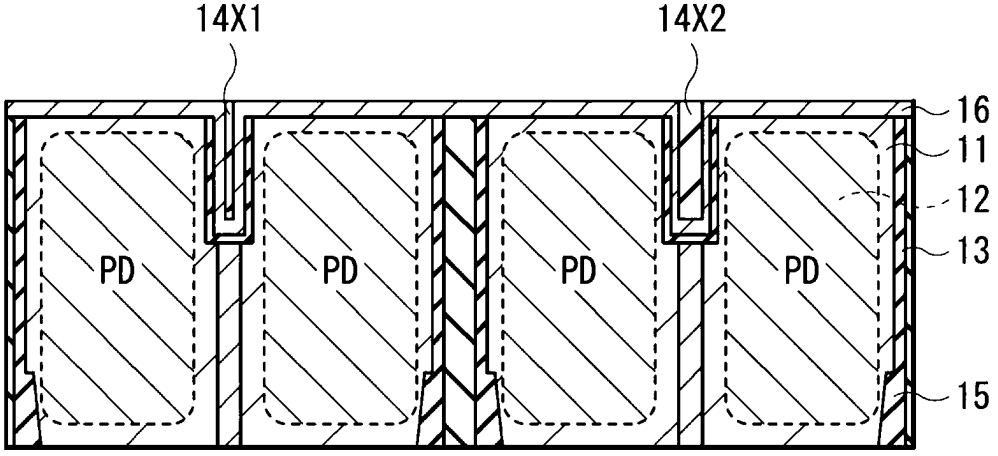
[FIG. 28G]



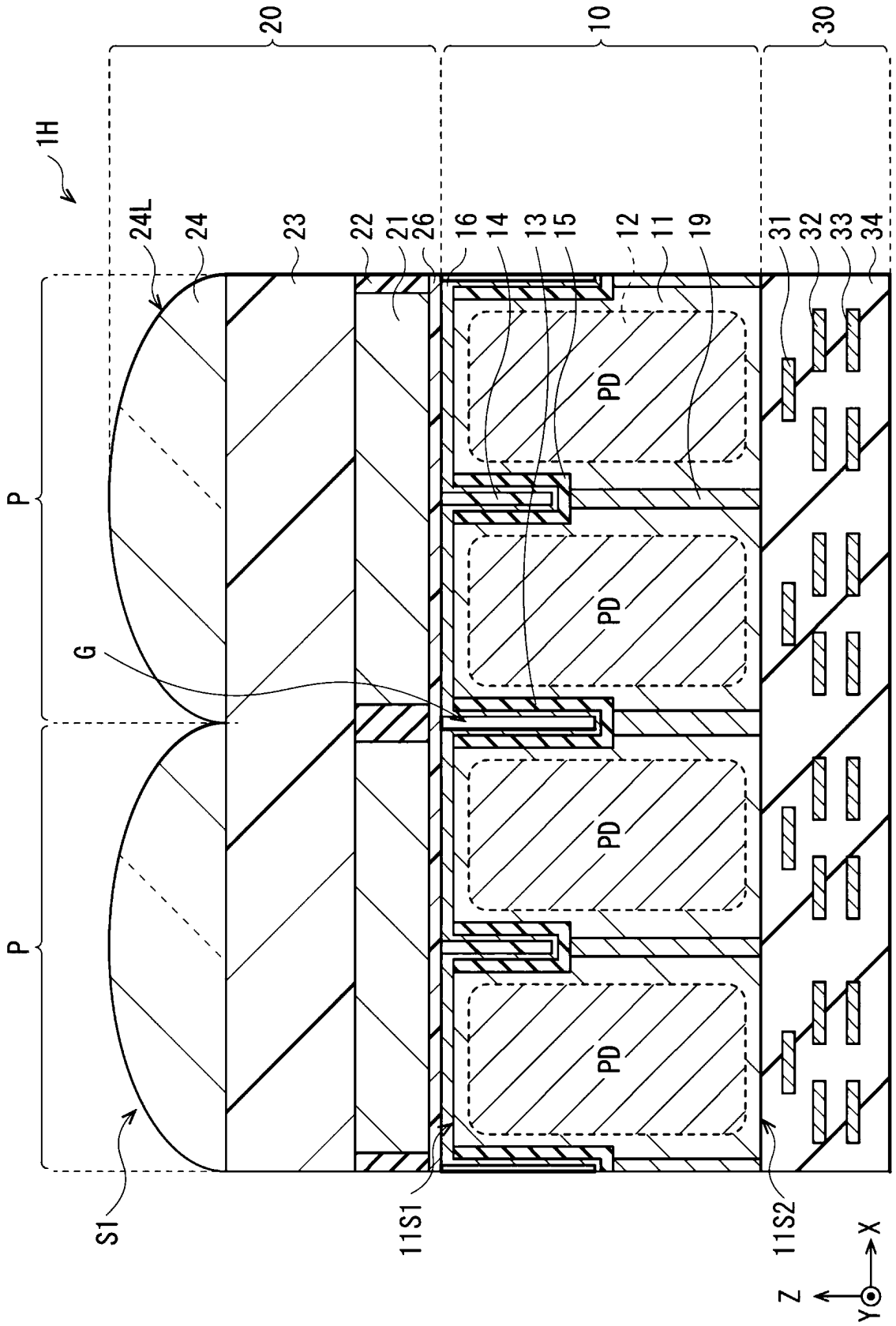
[FIG. 28H]



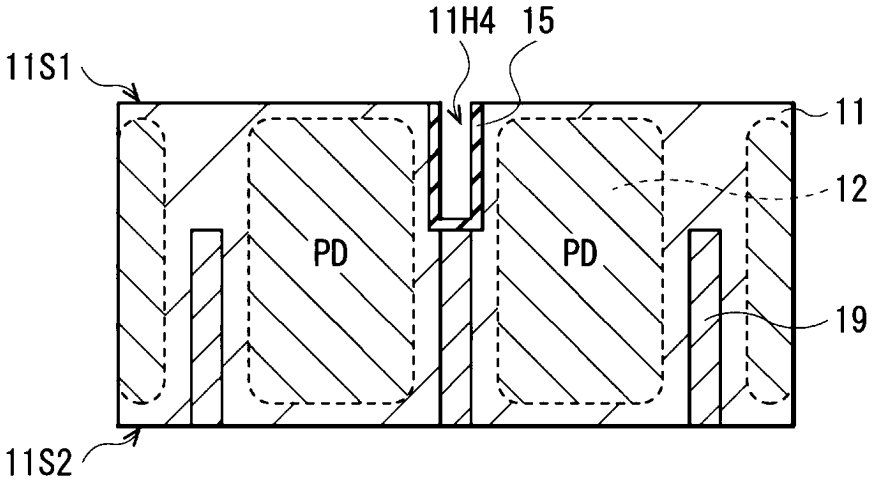
[FIG. 28I]



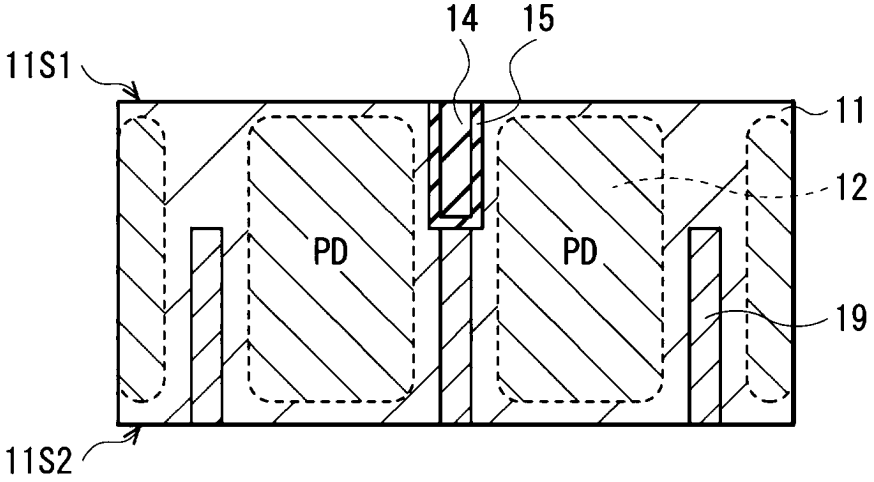
[FIG. 29]


20
10
30
1H
24L
24
23
22
21
26
16
14
13
15
12
11
19
31
32
33
34
PD
PD
PD
PD
P
P
G
S1
11S1
11S2
X
Z
Y

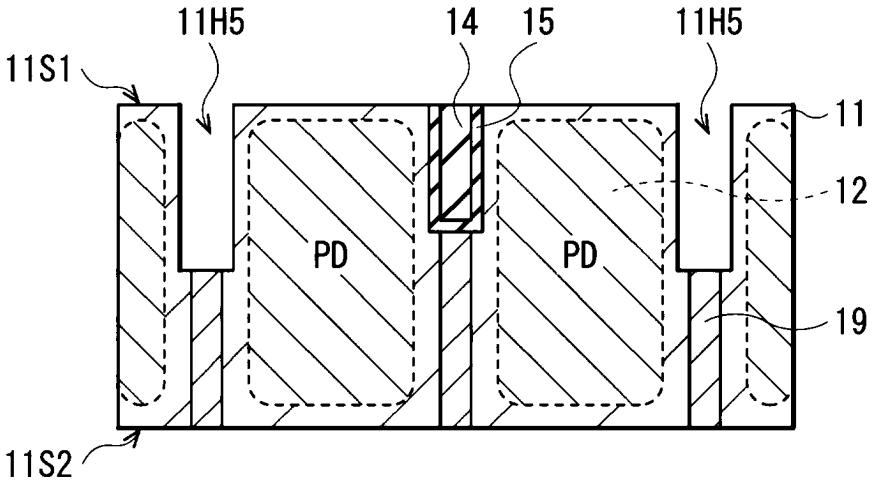
[FIG. 30A]



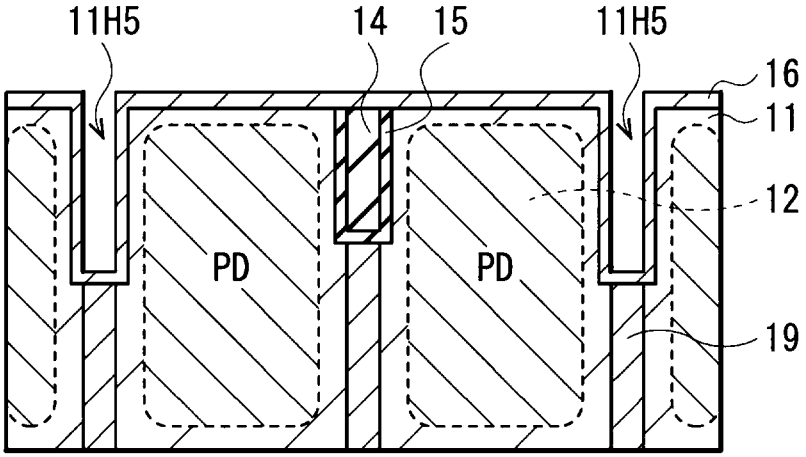
[FIG. 30B]



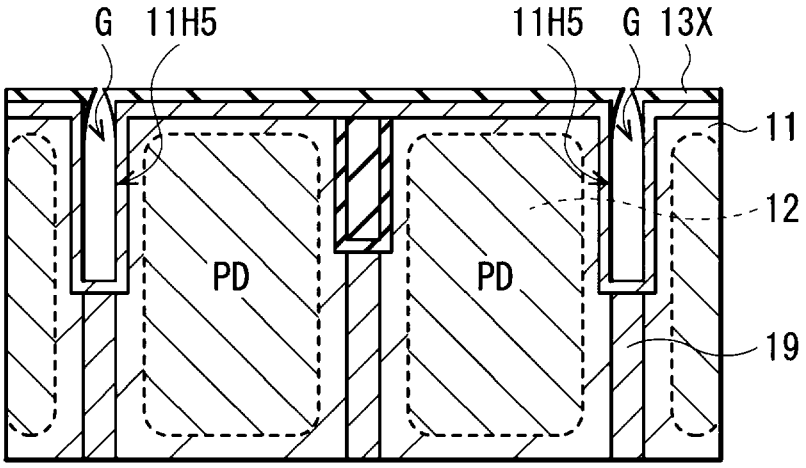
[FIG. 30C]



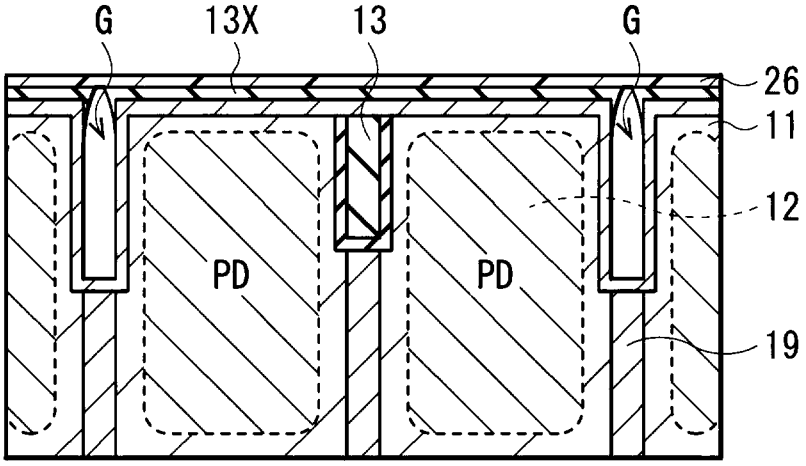
[FIG. 30D]



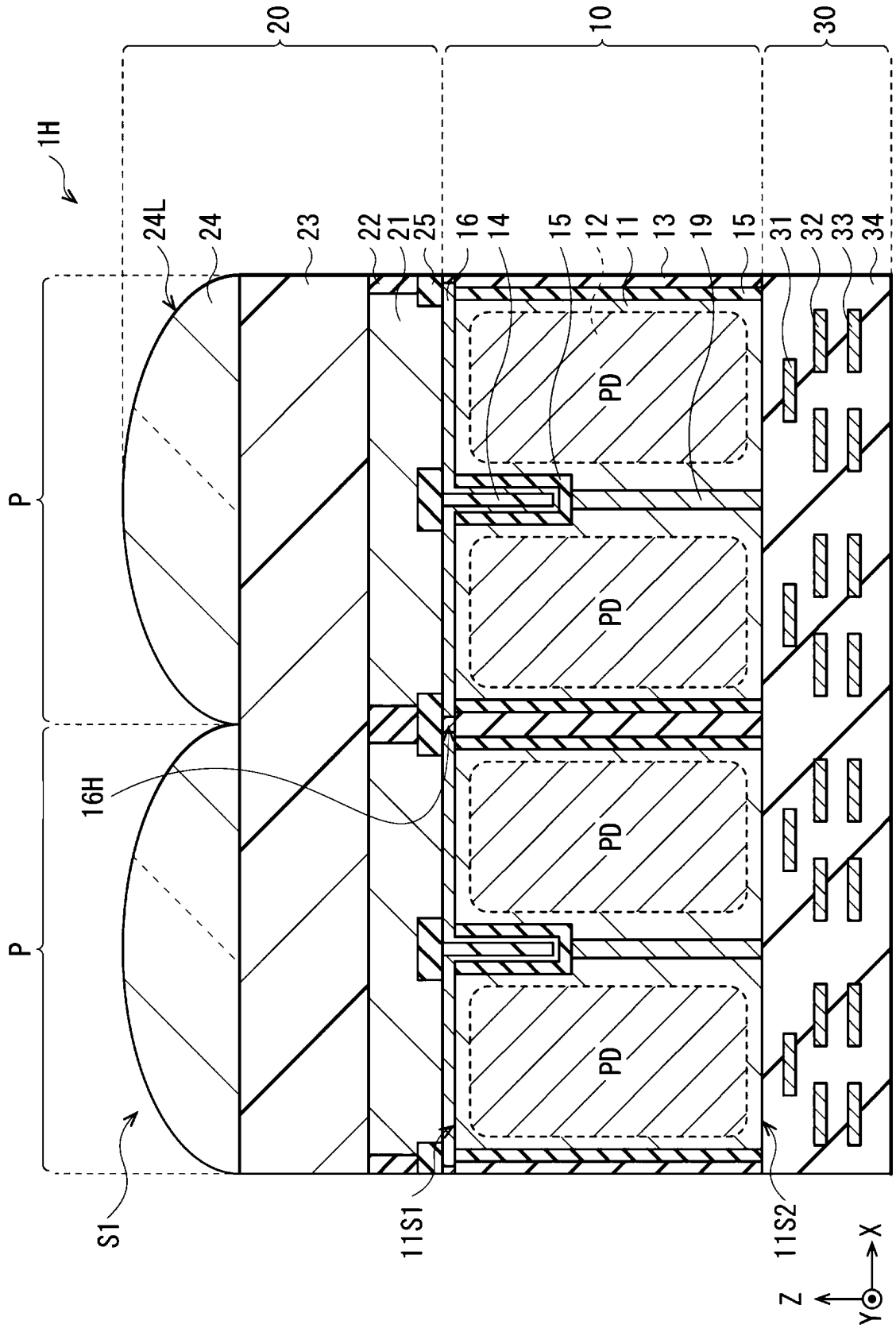
[FIG. 30E]



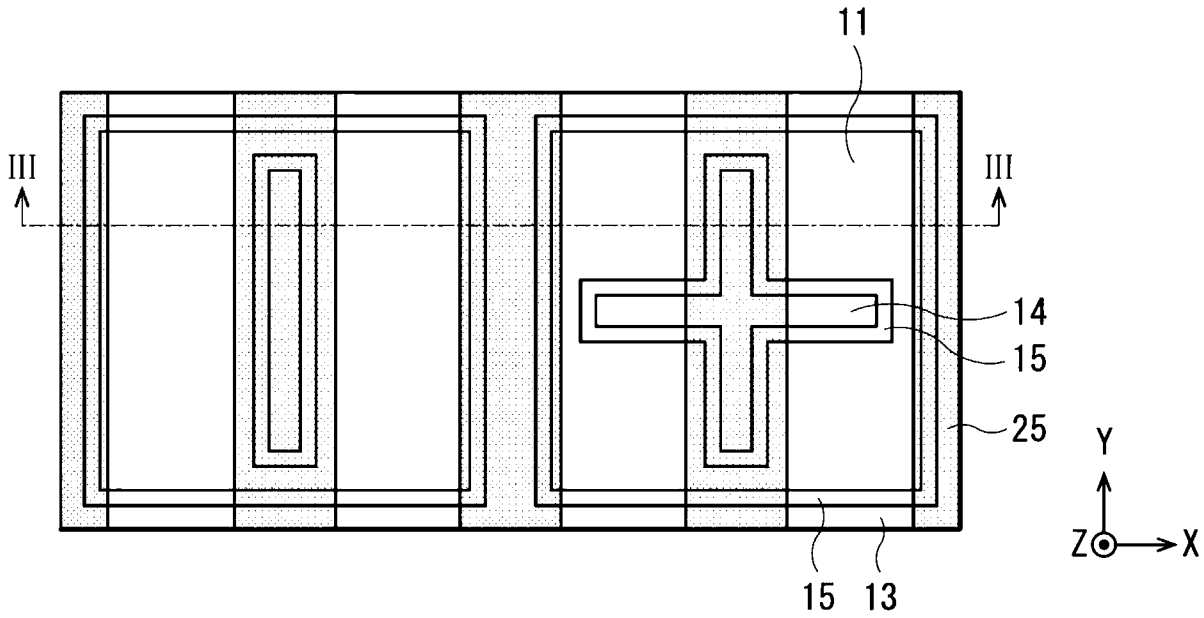
[FIG. 30F]



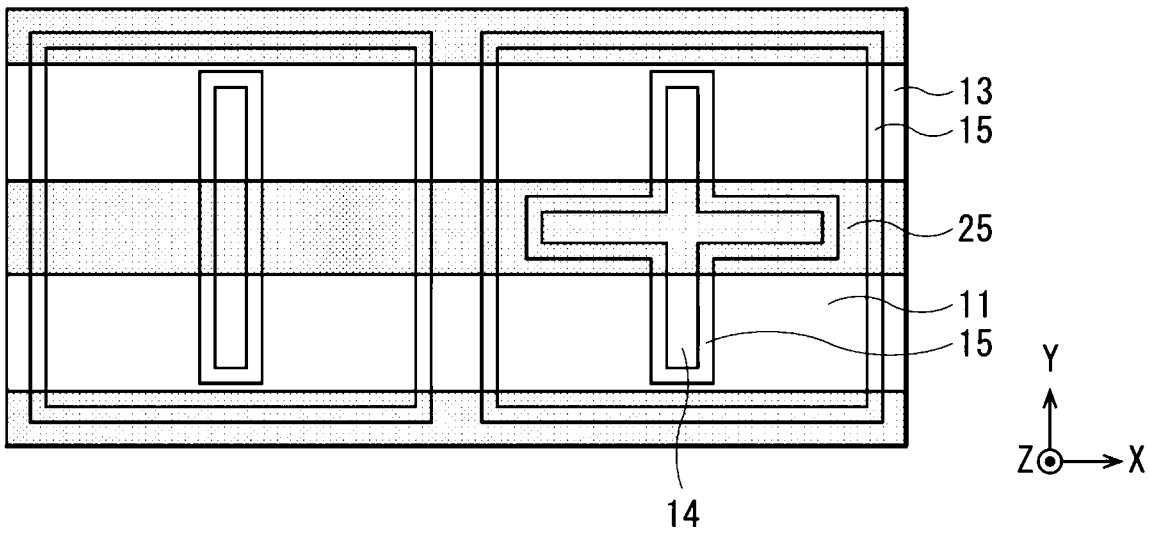
[FIG. 31]


20
10
30
1H
24L
24
23
22
21
25
16
14
15
12
11
13
19
15
31
32
33
34
PD
PD
PD
PD
P
P
16H
S1
11S1
11S2
X
Y
Z

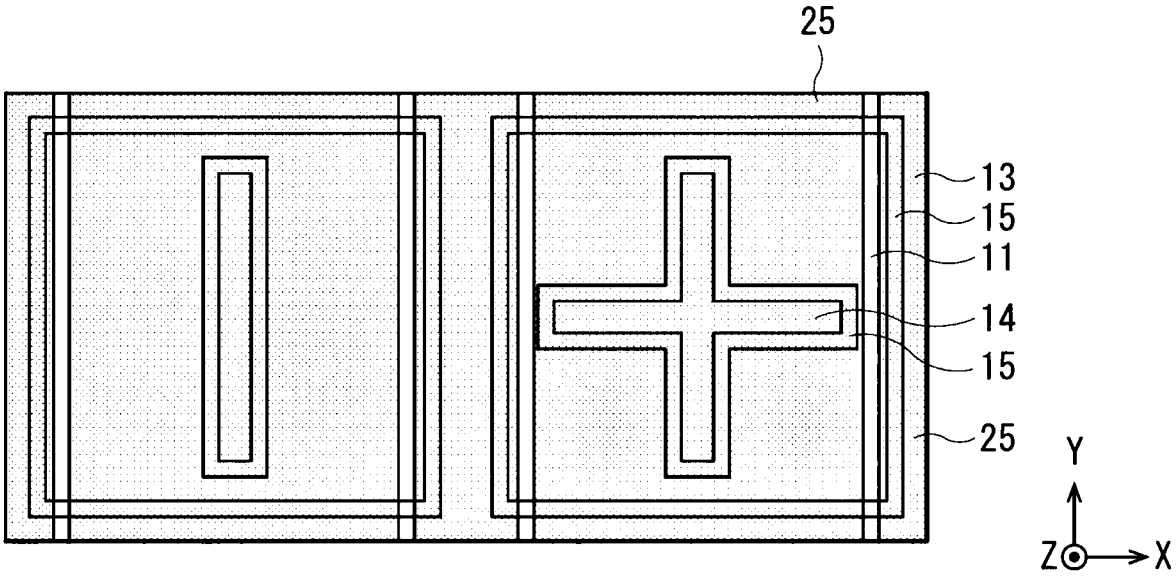
[FIG. 32]



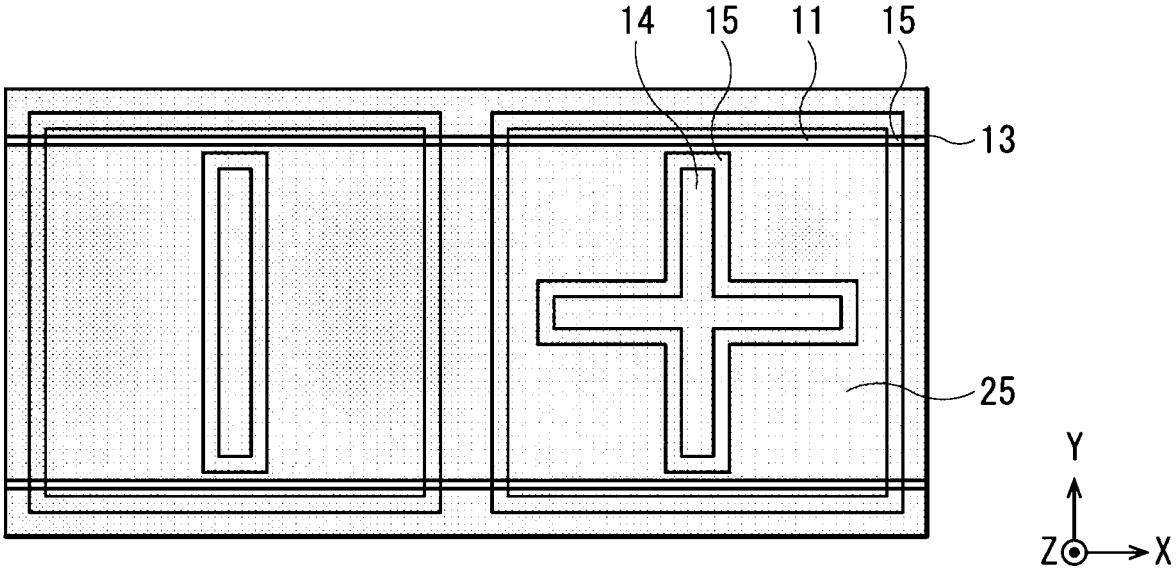
[FIG. 33]



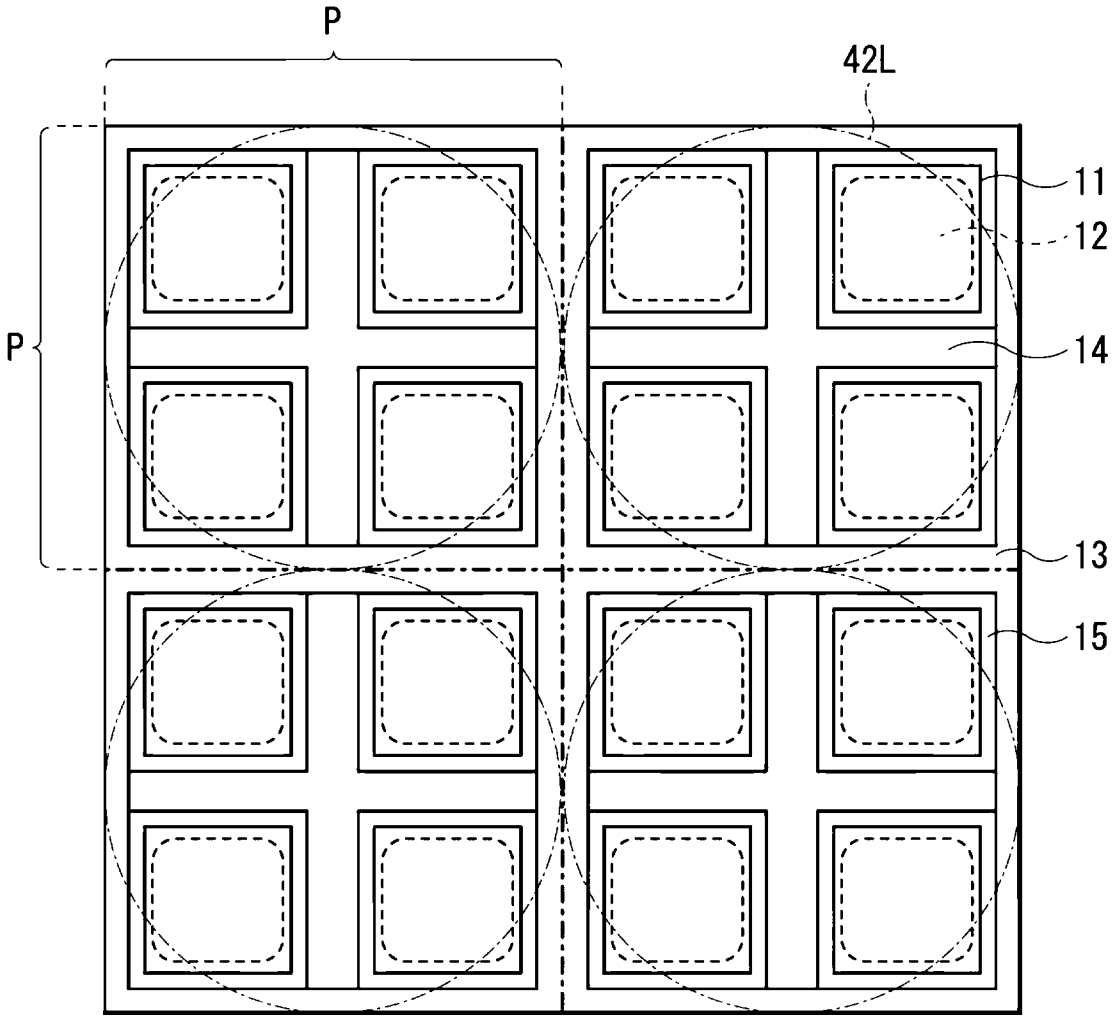
[FIG. 34]



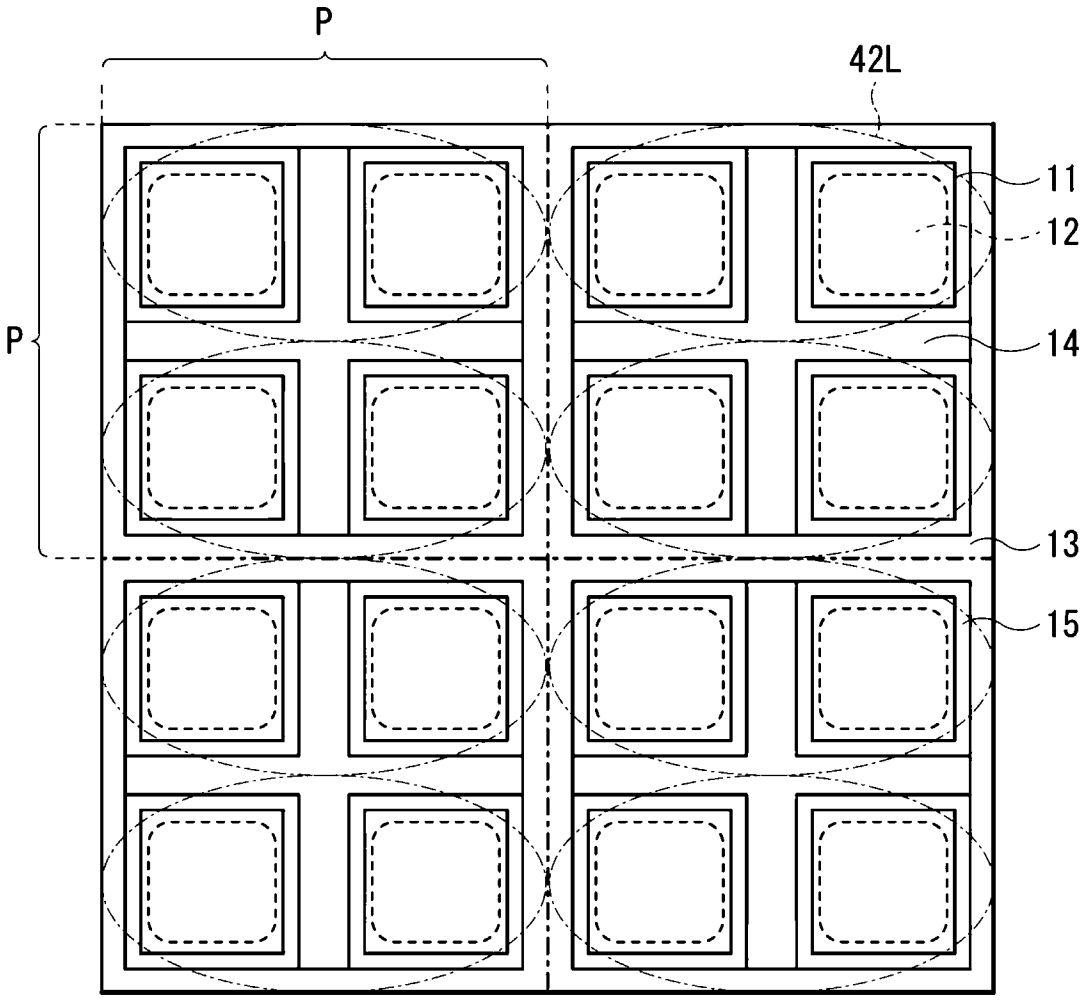
[FIG. 35]



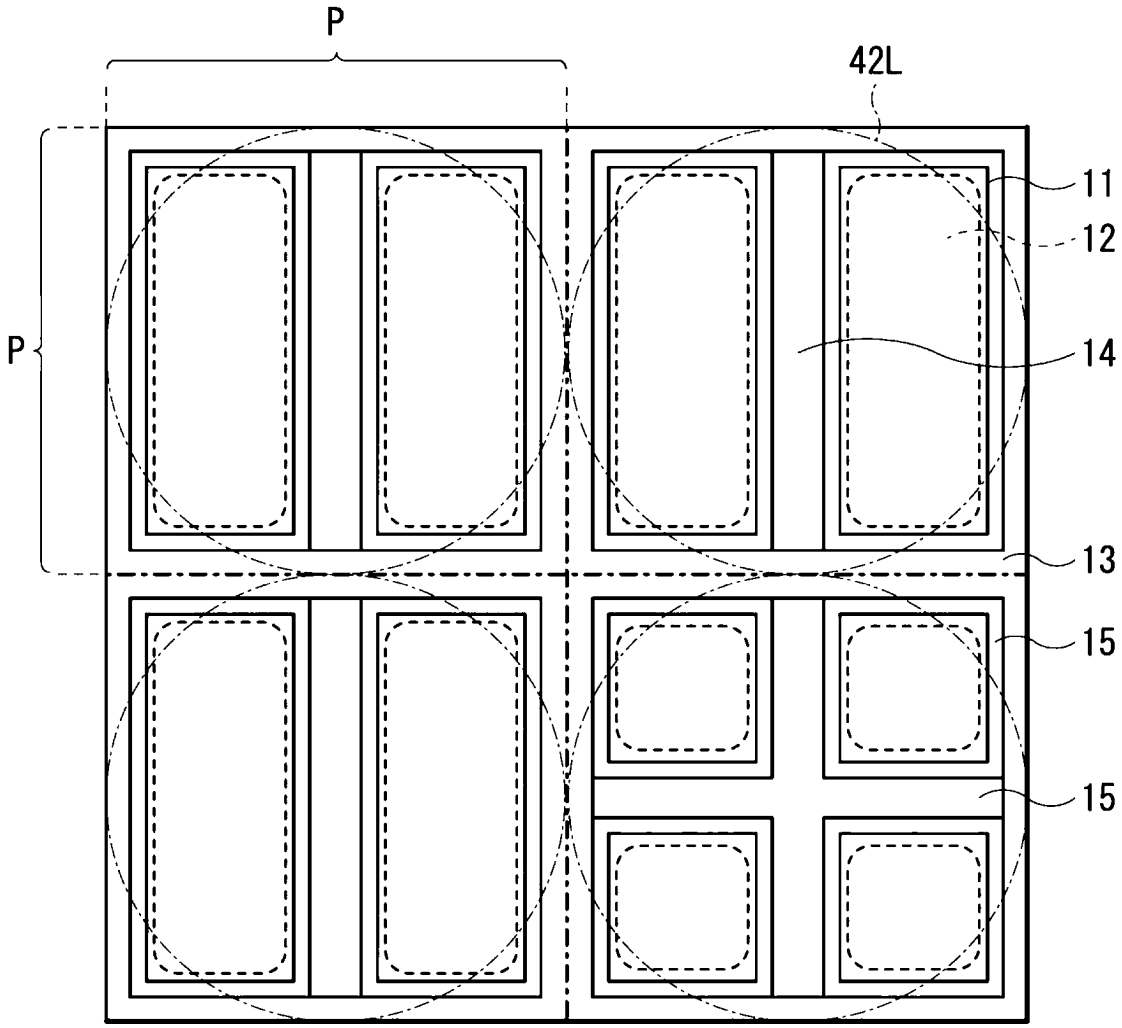
[FIG. 36]



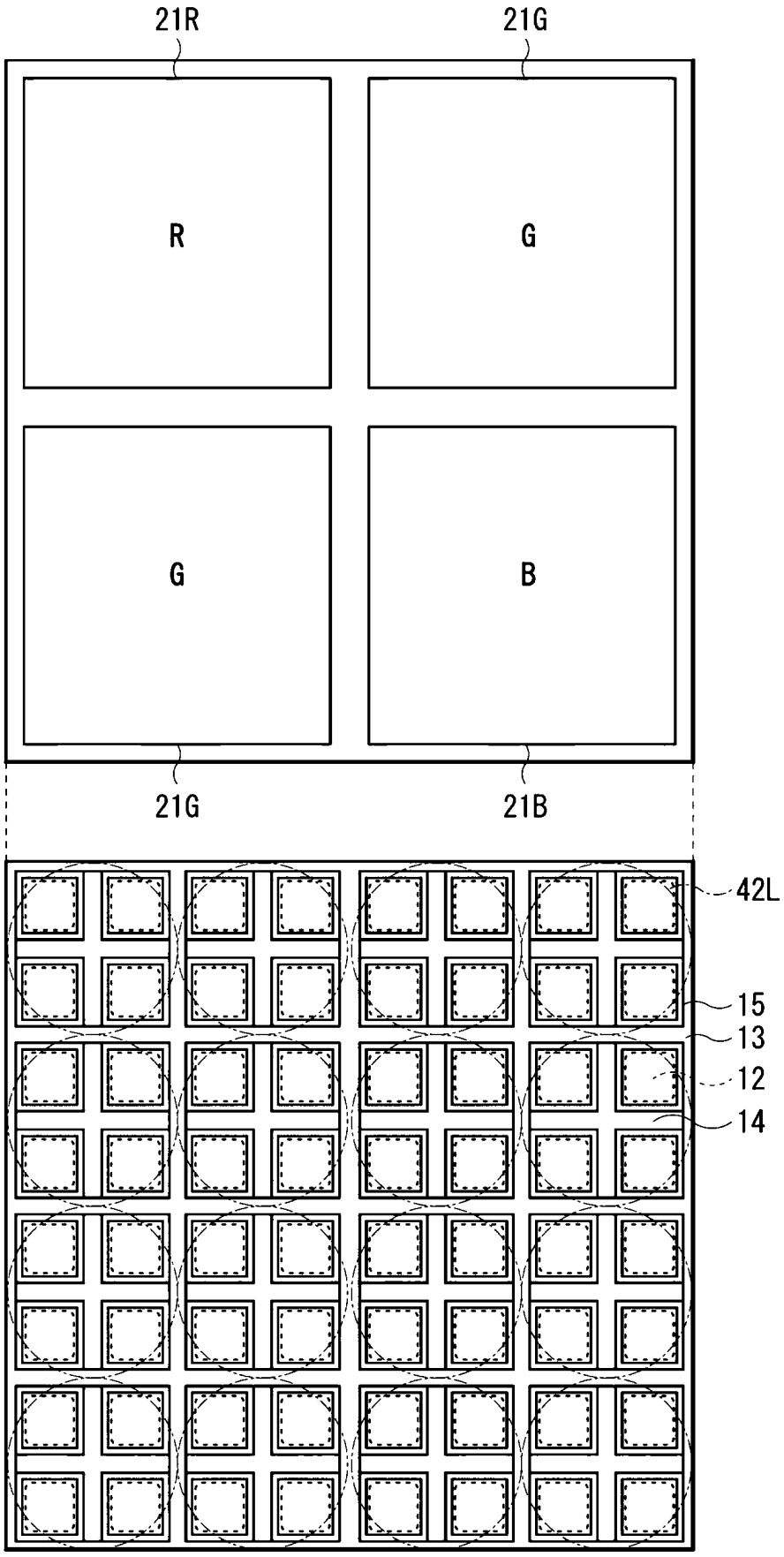
[FIG. 37]



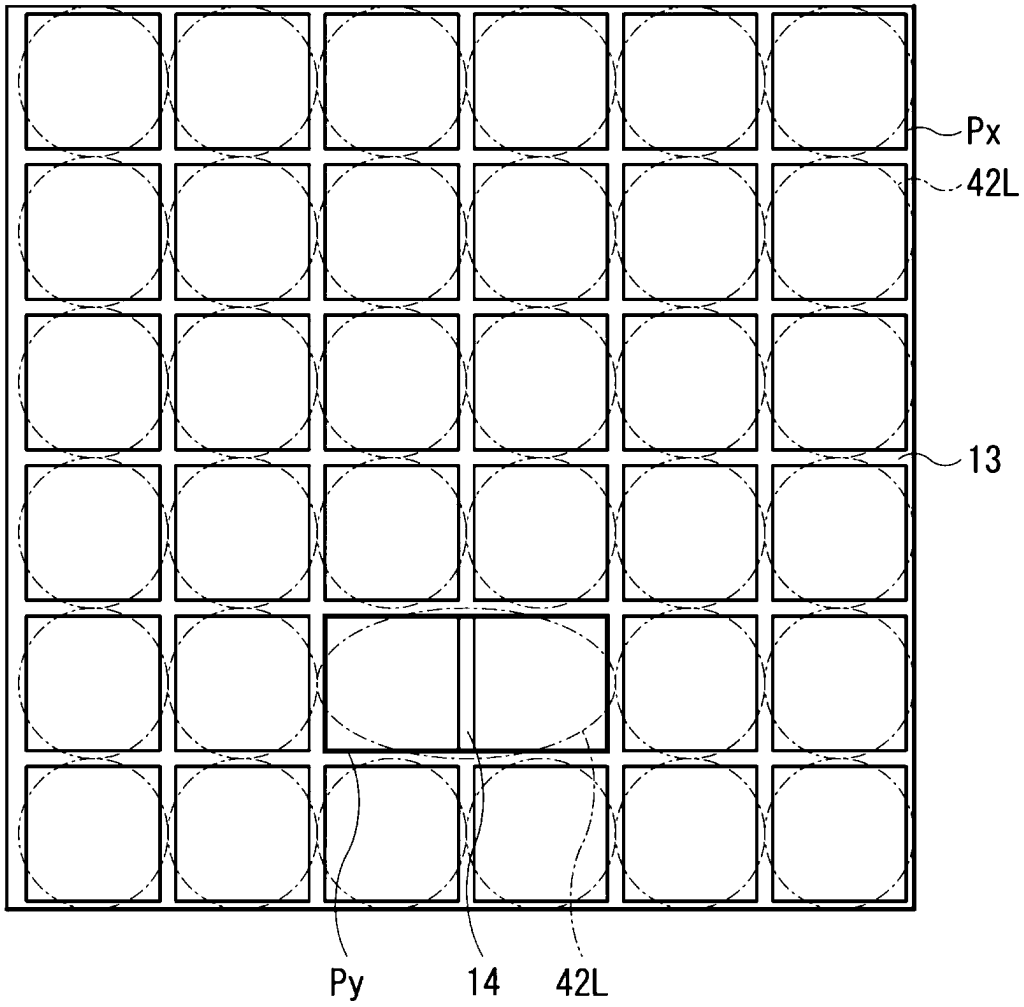
[FIG. 38]



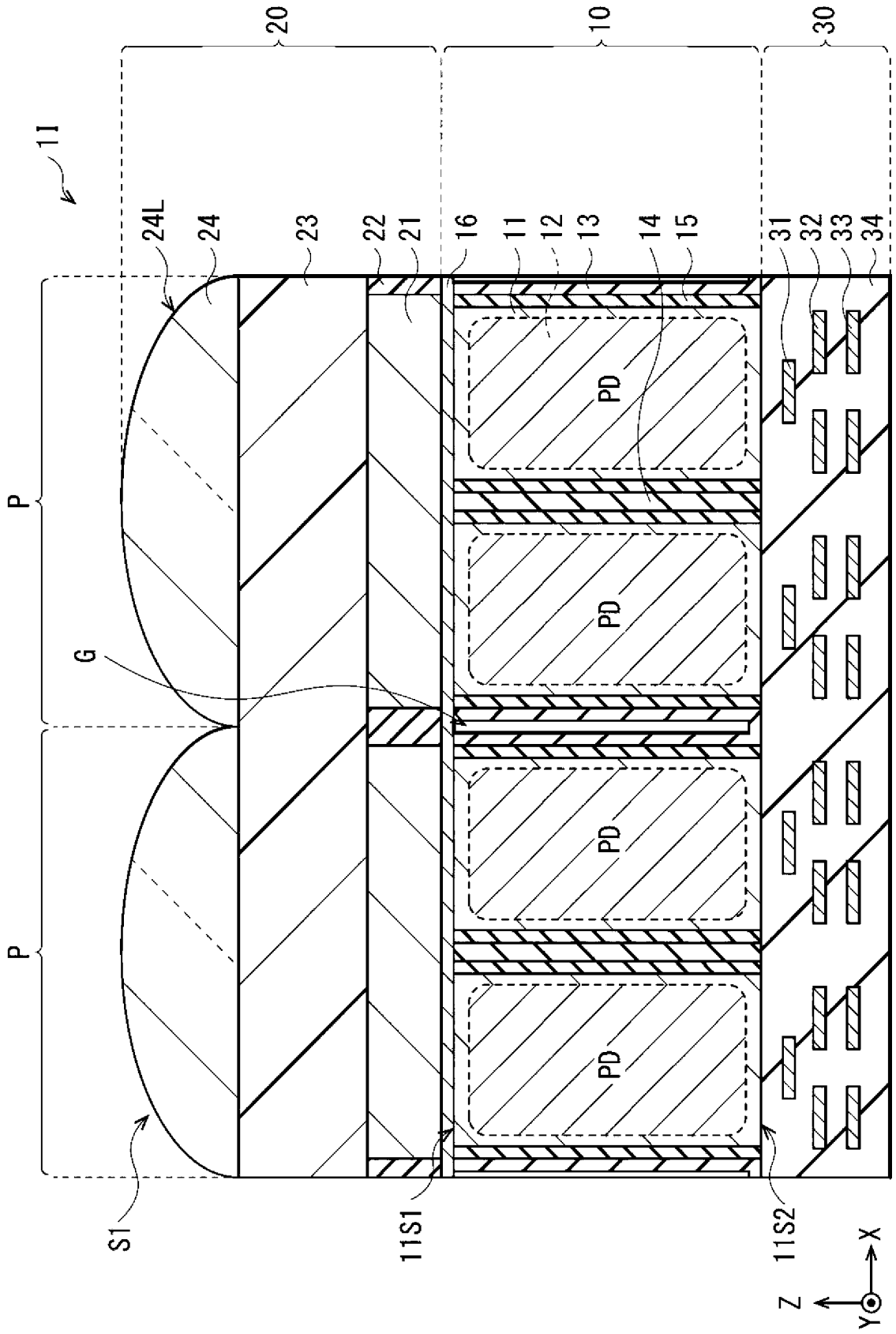
[FIG. 39]



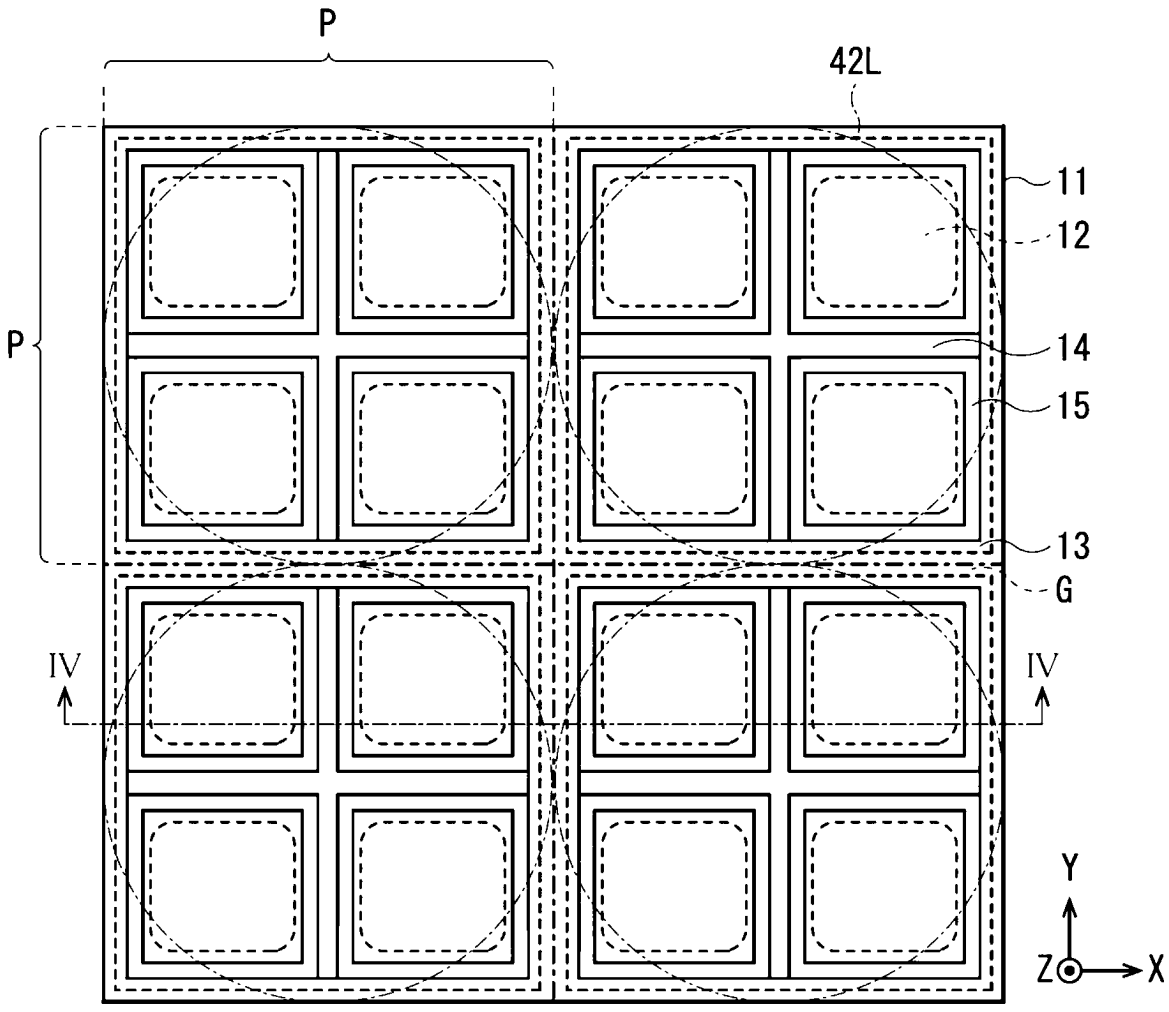
[FIG. 40]



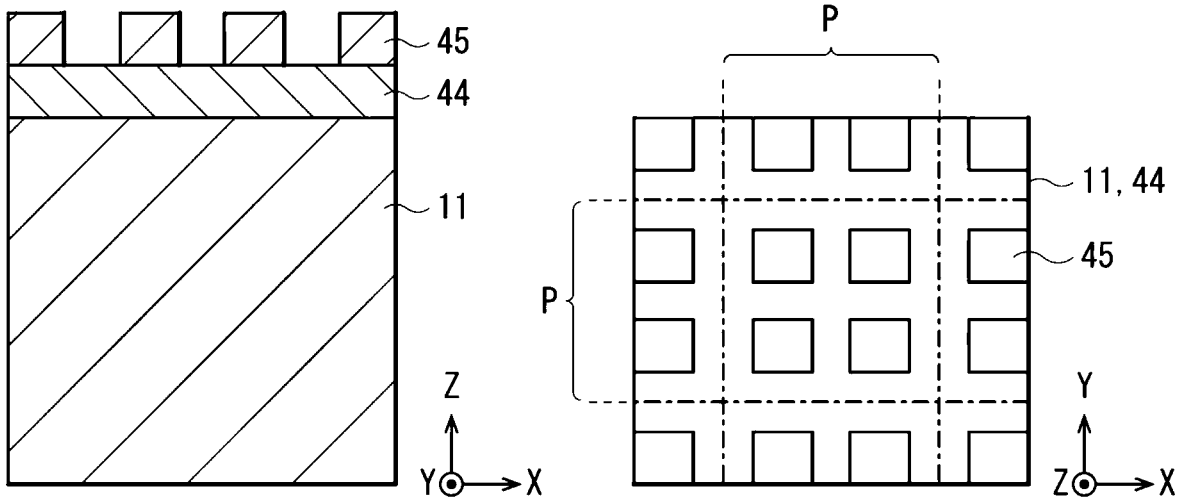
[FIG. 41]


20
10
30
11
24L
24
23
22
21
16
11
12
13
14
15
31
32
33
34
PD
PD
PD
PD
P
P
G
S1
11S1
11S2
X
Z
Y

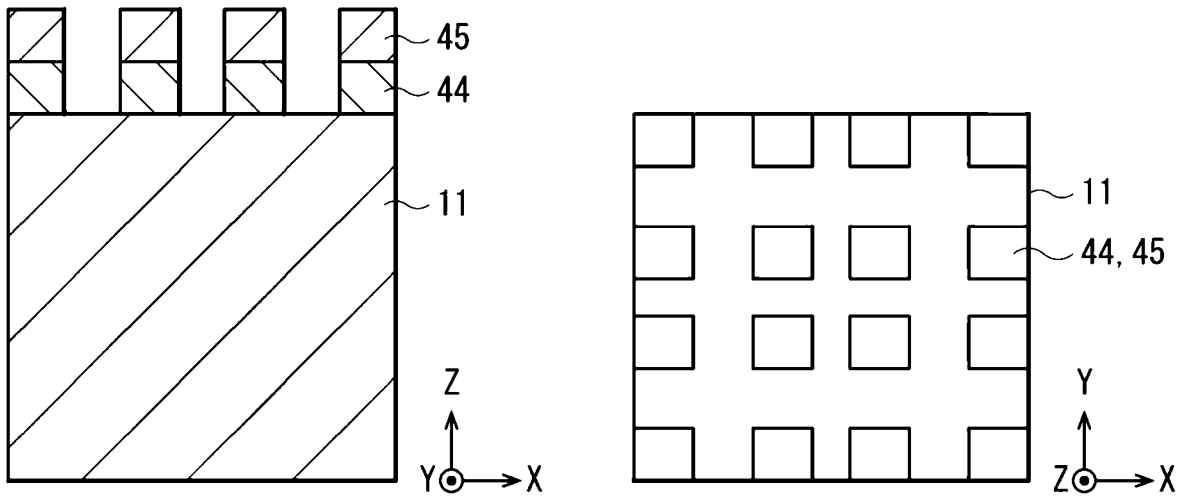
[FIG. 42]



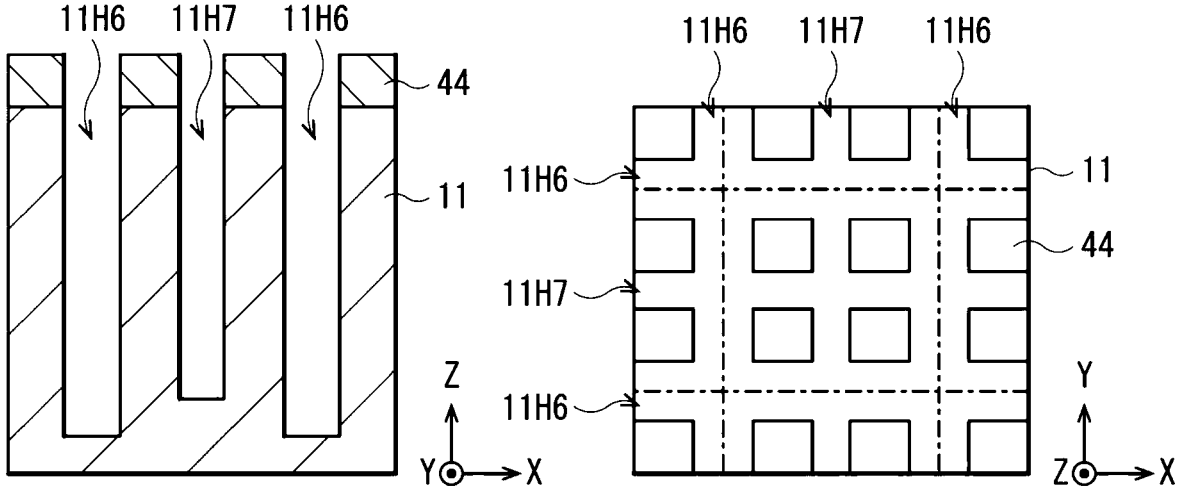
[FIG. 43A]



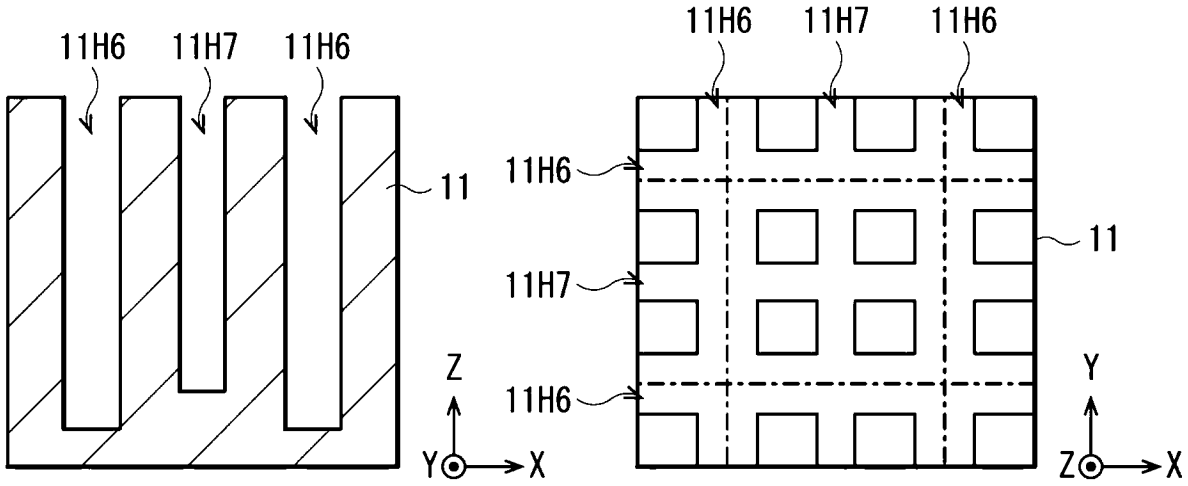
[FIG. 43B]



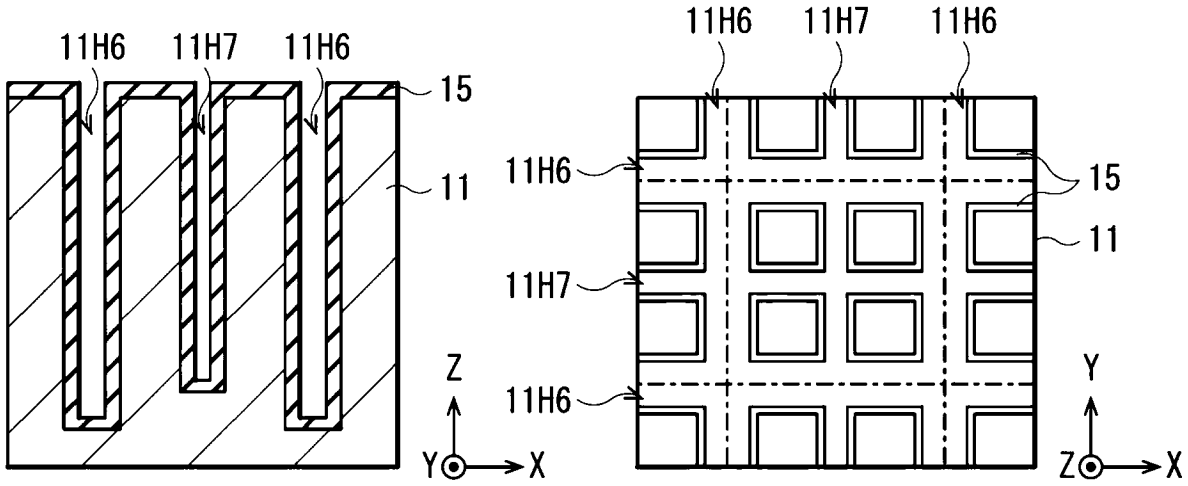
[FIG. 43C]



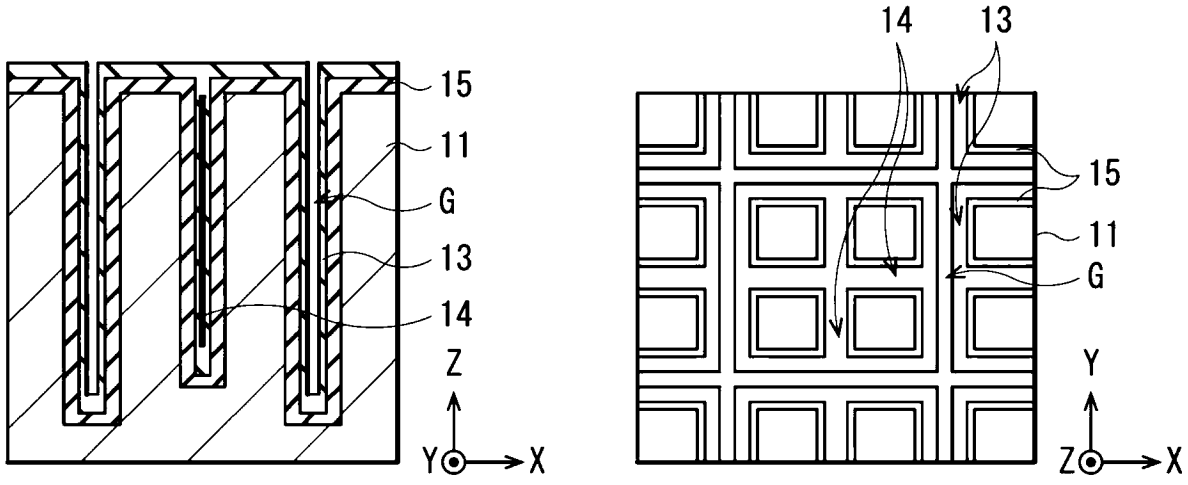
[FIG. 43D]



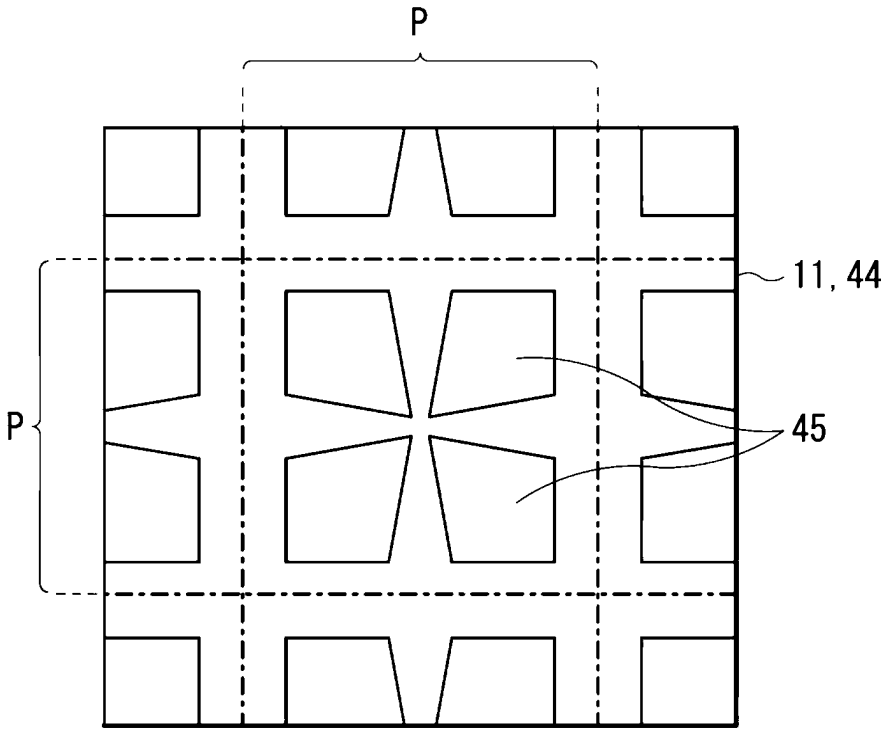
[FIG. 43E]



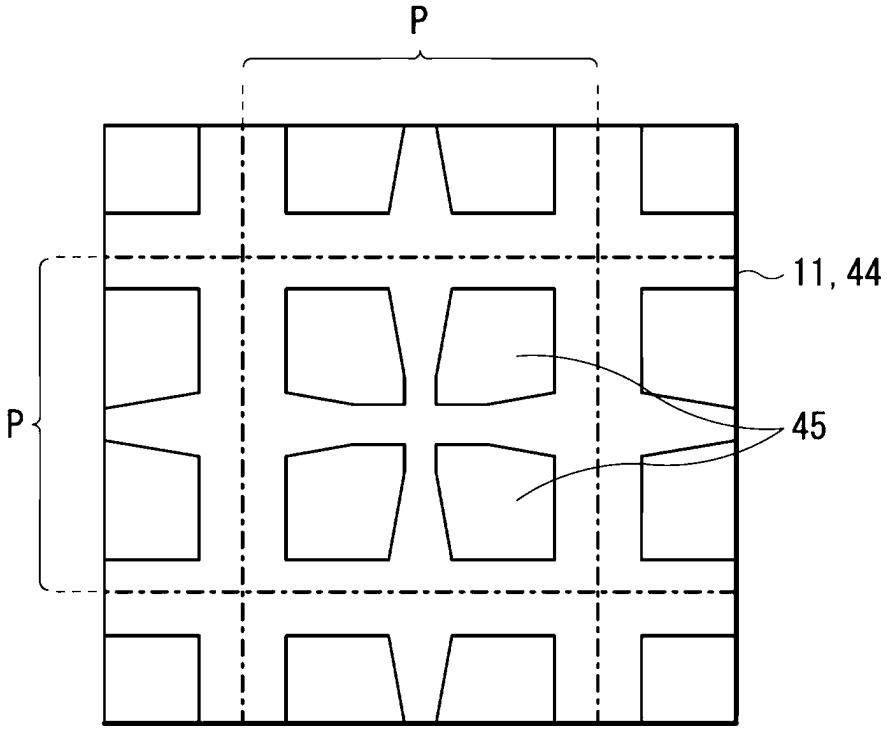
[FIG. 43F]



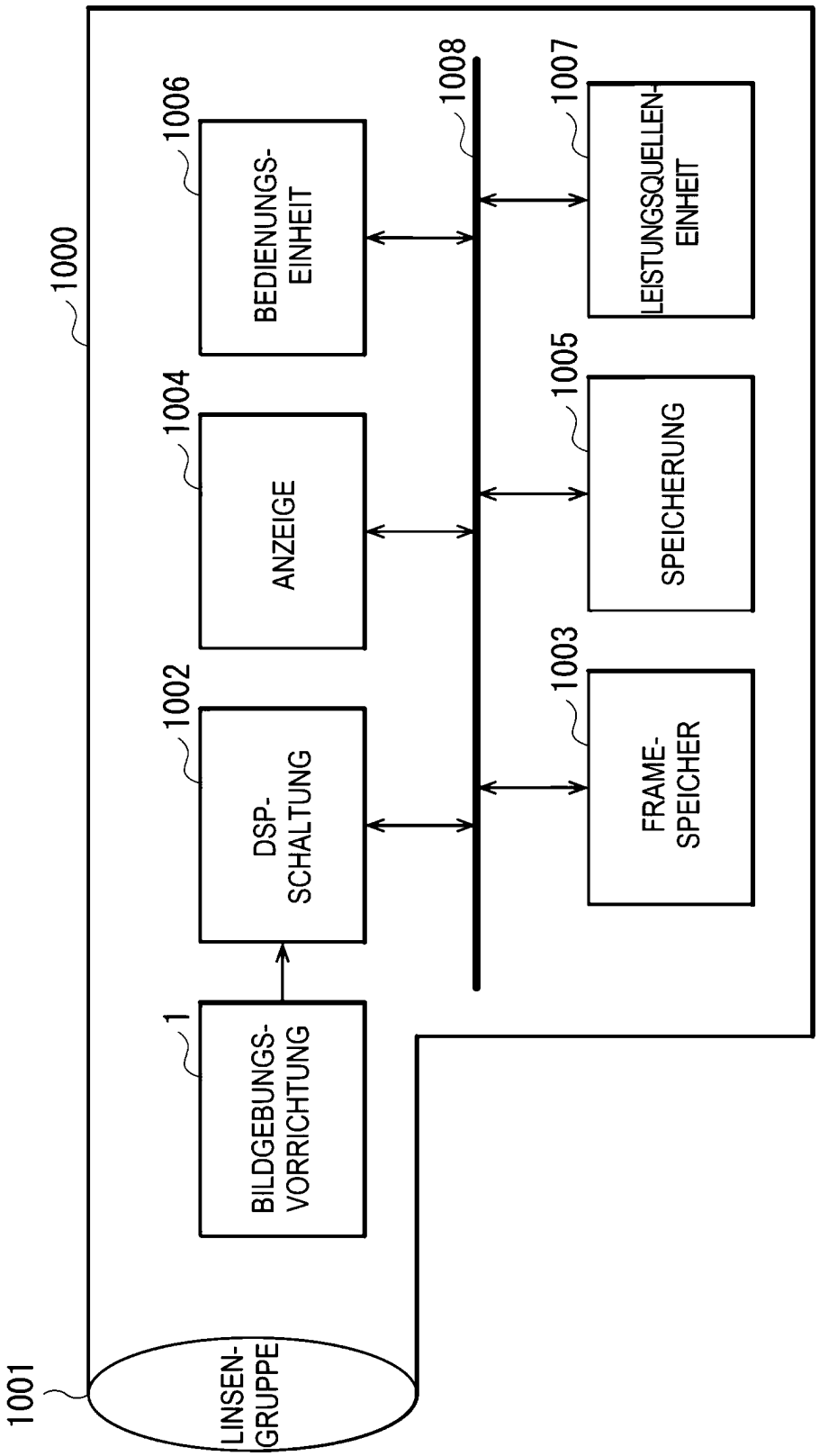
[FIG. 44]



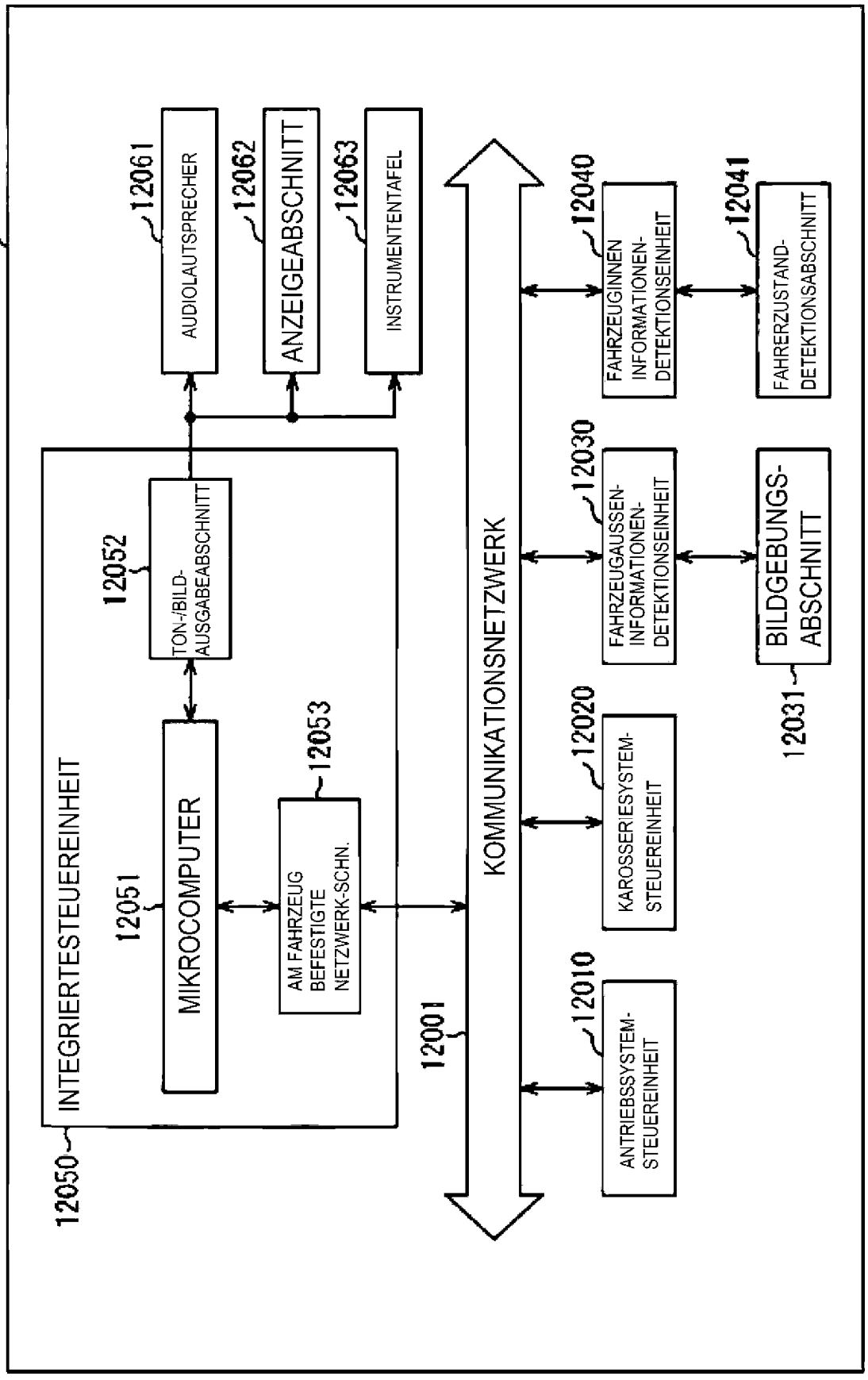
[FIG. 45]



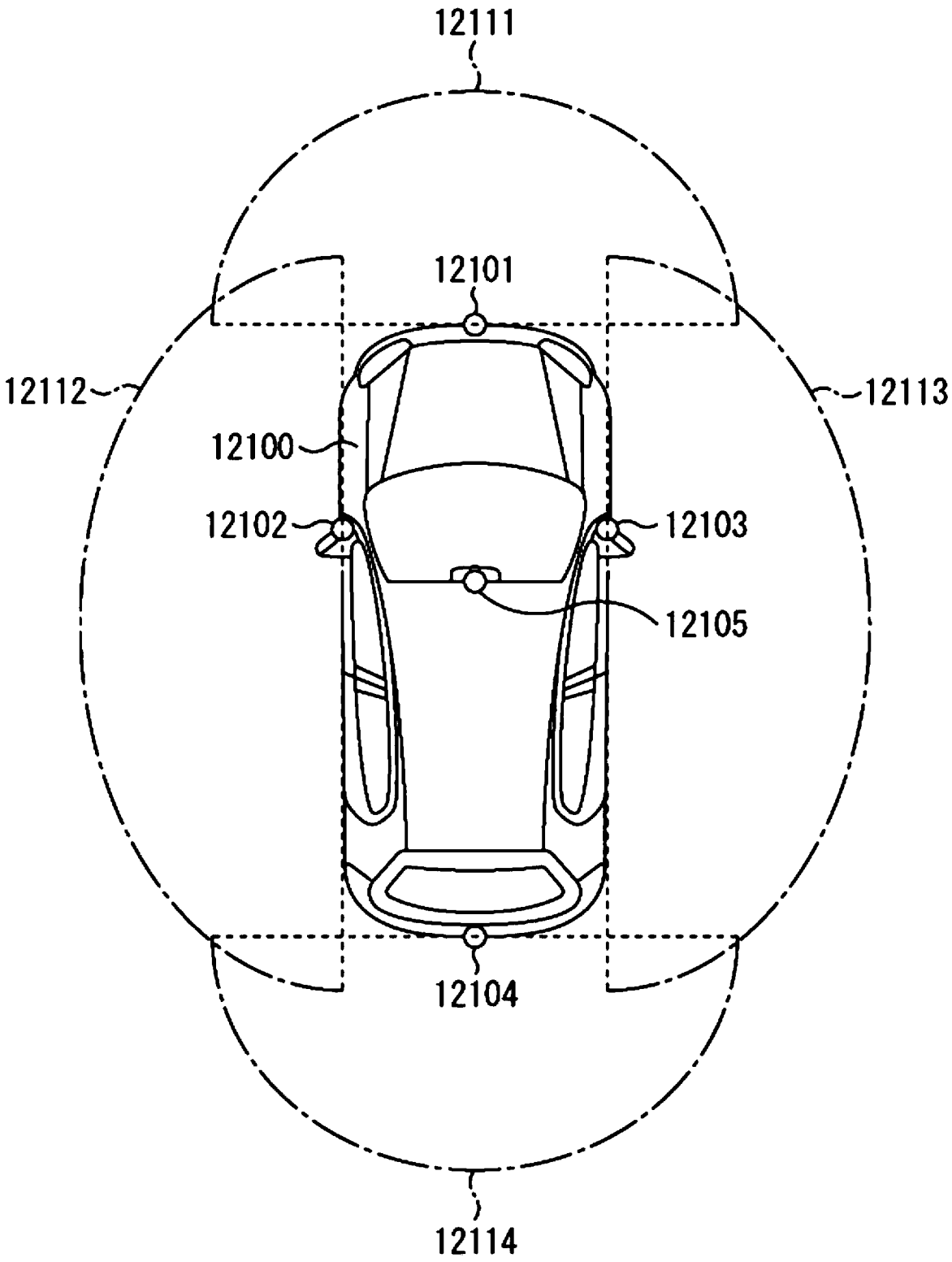
[FIG. 46]


1000
1001
LINSEN-GRUPPE
1
BILDGEBUNGS-VORRICHTUNG
1002
DSP-SCHALTUNG
1003
FRAME-SPEICHER
1004
ANZEIGE
1005
SPEICHERUNG
1006
BEDIENUNGS-EINHEIT
1007
LEISTUNGSQUELLEN-EINHEIT
1008

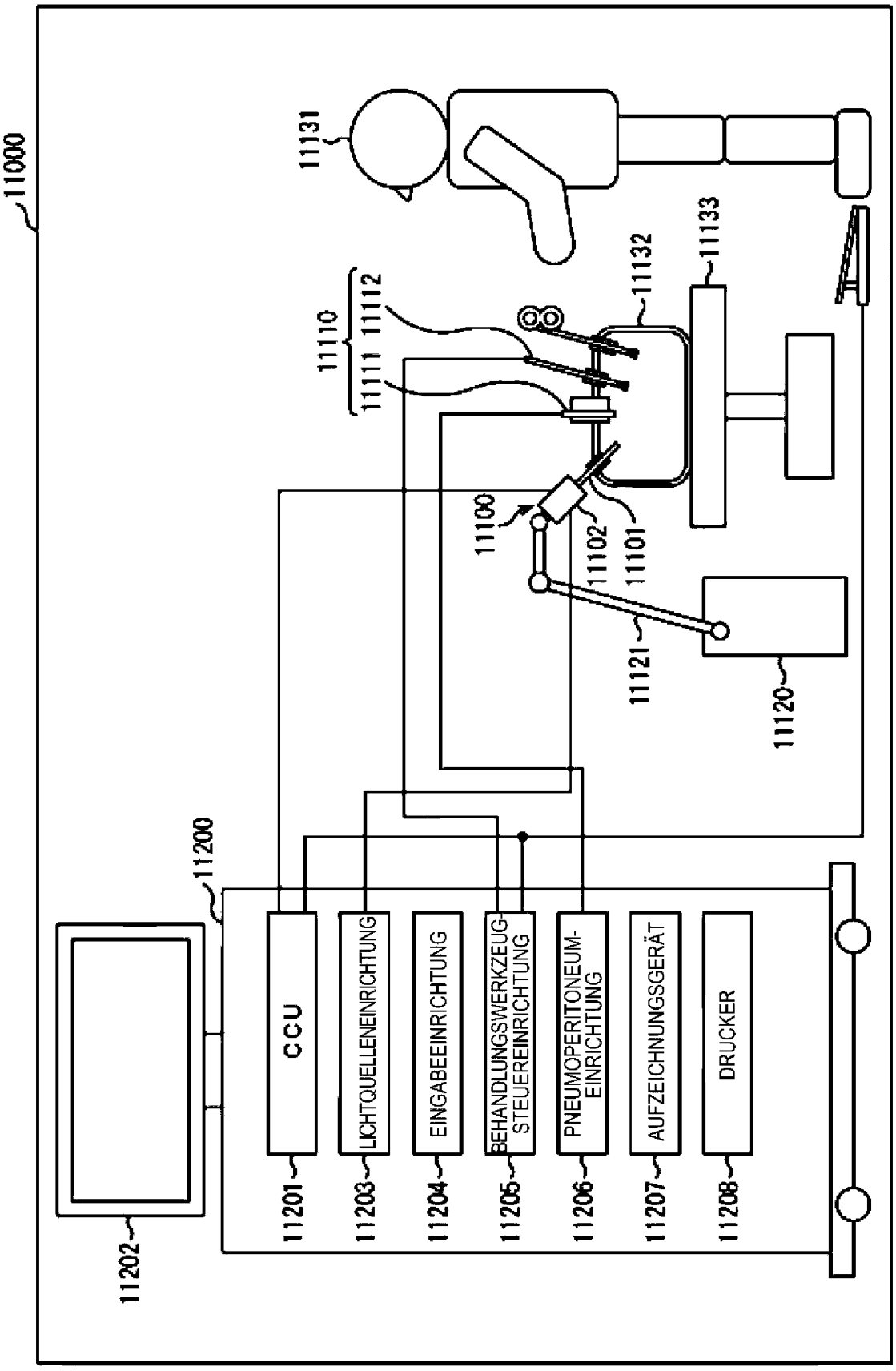
[FIG. 47]


12000
12061
AUDIOLAUTSPRECHER
12062
ANZEIGEABSCHNITT
12063
INSTRUMENTENTAFEL
12040
FAHRZEUGINNEN INFORMATIONEN-DETEKTIONSEINHEIT
12041
FAHRERZUSTAND-DETEKTIONSABSCHNITT
12030
FAHRZEUGAUSSEN-INFORMATIONEN-DETEKTIONSEINHEIT
BILDGEBUNGS-ABSCHNITT
12031
12020
KAROSSERIESYSTEM-STEUEREINHEIT
12010
ANTRIEBSSYSTEM-STEUEREINHEIT
KOMMUNIKATIONSNETZWERK
12001
12050
INTEGRIERTESTEUEREINHEIT
12051
MIKROCOMPUTER
12052
TON-/BILD-AUSGABEABSCHNITT
12053
AM FAHRZEUG BEFESTIGTE NETZWERK-SCHN.

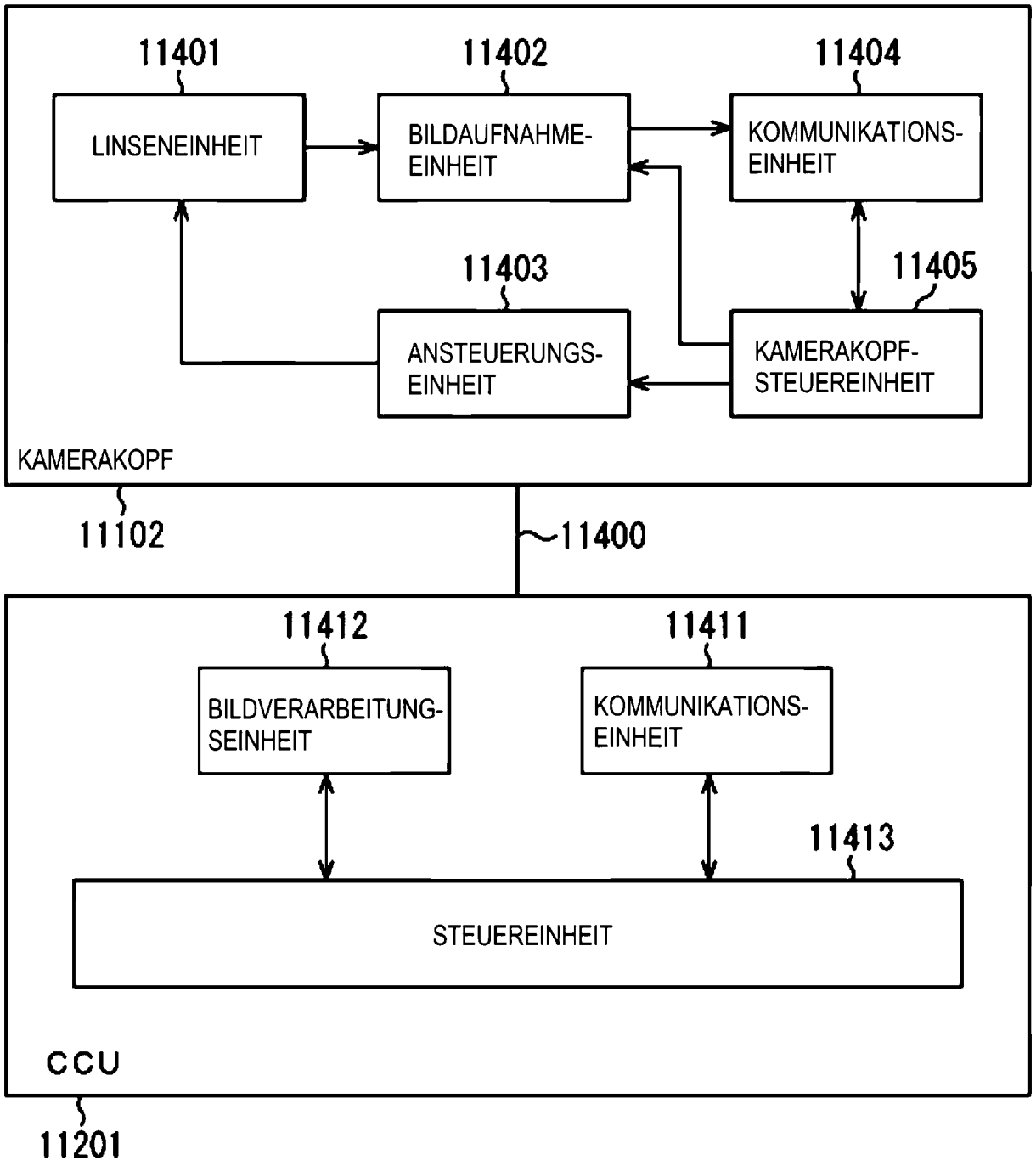
[FIG. 48]


12111
12101
12112
12113
12100
12102
12103
12105
12104
12114

[FIG. 49]


11000
11131
11133
11132
11110
11112
11111
11100
11102
11101
11121
11120
11200
11202
CCU
LICHTQUELLENEINRICHTUNG
EINGABEEINRICHTUNG
BEHANDLUNGSWERKZEUG-STEUEREINRICHTUNG
PNEUMOPERITONEUM-EINRICHTUNG
AUFZEICHNUNGSGERÄT
DRUCKER
11201
11203
11204
11205
11206
11207
11208

[FIG. 50]



 Das Dokument wurde durch die Firma Luminess hergestellt.