(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2023 000 807 T5** 2024.11.28

(12) # Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2023/149154**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2023 000 807.8**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2023/000103**
(86) PCT-Anmeldetag: **05.01.2023**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **10.08.2023**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung in deutscher Übersetzung: **28.11.2024**

(51) Int Cl.: ***H01L 27/146*** (2006.01)
H04N 25/10 (2023.01)
H04N 25/70 (2023.01)

(30) Unionspriorität:
2022-015503 03.02.2022 JP

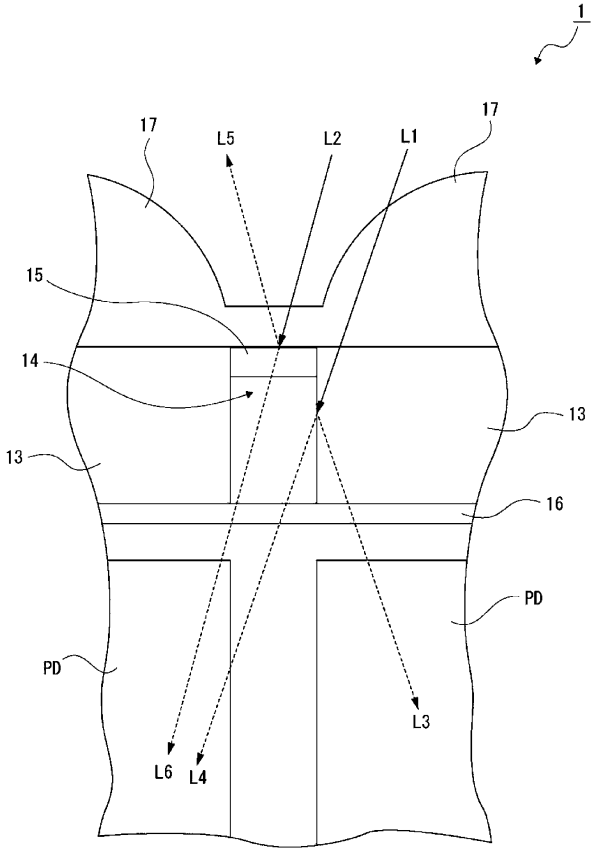
(71) Anmelder:
SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION, Atsugi-shi, Kanagawa, JP

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

(72) Erfinder:
Kutsukake, Hirotaka, Kumamoto, JP; Takahashi, Ryo, Kumamoto, JP; Ozaki, Kosuke, Kumamoto, JP; Ohura, Masashi, Kumamoto, JP; Moriyama, Suguru, Kumamoto, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **FESTKÖRPERBILDGEBUNGSELEMENT UND ELEKTRONISCHE EINRICHTUNG**



(57) Zusammenfassung: Dieses Festkörperbildgebungselement umfasst Folgendes: eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die eine fotoelektrische Umwandlung durchführt; und Farbfilter, die auf der Lichteinfallsseite der fotoelektrischen Umwandlungseinheit gebildet sind und die selektiv Licht durchlassen, damit es durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit empfangen wird. Zwischen den Farbfiltern ist Folgendes gebildet: ein Spalt; und ein Lichtblockierungsfilm, der sich auf der Lichteinfallsseite des Spalts befindet.

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Technologie betrifft eine Technologie eines Festkörperbildgebungselements, das mehrere angeordnete Tonpixel beinhaltet, und eine elektronische Vorrichtung.

HINTERGRUND

[0002] Ein Festkörperbildgebungselement einschließlich mehrerer angeordneter Pixel wird weithin verwendet, wobei die Pixel Einfallslicht empfangen und eine fotoelektrische Umwandlung durchführen, um ein Bildsignal zu erzeugen.

[0003] In dem Festkörperbildgebungselement ist ein Farbfilter, das Einfallslicht mit einer vorbestimmten Wellenlänge transmittiert, für jedes Pixel angeordnet, wodurch ein Bildsignal eines Farbbildes erhalten werden kann.

[0004] In einem Festkörperbildgebungselement, das ein Farbfilter beinhaltet, tritt eine Farbmischung auf und nimmt eine Bildqualität ab, falls Licht, das auf ein gewisses Pixel einfällt, eine Pixelgrenze durchquert und auf ein angrenzendes Pixel einfällt.

[0005] Um eine Farbmischung zu verhindern, offenbart zum Beispiel Patentdokument 1 unten eine Technologie zum Bilden eines Hohlraums zwischen Farbfiltern.

ZITATLISTE

PATENTDOKUMENT

[0006] Patentdokument 1: US-Patentanmeldung mit der Veröffentlichungs-Nr. 2019/0157329

KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG

DURCH DIE ERFINDUNG ZU LÖSENDE PROBLEME

[0007] Da der Hohlraum einen Brechungsindex niedriger als jener des Farbfilters aufweist, wird einfallendes Licht von einem angrenzenden Pixel zu dem ursprünglichen Pixel reflektiert, wodurch ein Effekt des Verhinderns einer Farbmischung erhalten werden kann.

[0008] Jedoch gibt es bei der in Patentdokument 1, das zuvor beschrieben wurde, offenbarten Technologie, obwohl eine Farbmischung verhindert werden kann, ein Problem, dass Einfallslicht an einem oberen Teil des Hohlraums reflektiert wird und ein Flare auftritt.

[0009] Die vorliegende Technologie erfolgte in Anbetracht eines solchen Problems und ein Ziel davon ist das Verbessern einer Lichtempfangsempfindlichkeit und das Reduzieren von Rauschen aufgrund einer Farbmischung oder Reflexion.

LÖSUNG DER PROBLEME

[0010] Ein Festkörperbildgebungselement gemäß der vorliegenden Technologie beinhaltet Folgendes: eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die eine fotoelektrische Umwandlung durchführt; und ein Farbfilter, das auf einer Lichteinfallsseite der fotoelektrischen Umwandlungseinheit gebildet ist und selektiv Licht transmittiert, das durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit empfangen wird, wobei ein Hohlraum und ein Lichtabschirmungsfilm auf der Lichteinfallsseite des Hohlraums zwischen mehreren Farbfiltern gebildet sind.

[0011] Infolgedessen wird der Hohlraum zwischen den Farbfiltern gebildet, wodurch eine Totalreflexion für Licht auftritt, das von einer Seitenoberfläche des Hohlraums einfällt. Dann wird aufgrund des Lichtabschirmungsfilms oberhalb des Hohlraums Licht, das von oberhalb eines Grenzteils des Farbfilters einfällt, durch den Lichtabschirmungsfilm blockiert.

[0012] Eine elektronische Vorrichtung gemäß der vorliegenden Technologie beinhaltet Folgendes: ein Optiksystemelement, auf das Licht einfällt; ein Festkörperbildgebungselement, das Licht empfängt, das von dem Optiksystemelement einfällt, und ein Pixelsignal gemäß einer Menge an empfangenem Licht ausgibt; und eine Signalverarbeitungseinheit, die eine Signalverarbeitung an dem Pixelsignal durchführt, wobei das Festkörperbildgebungselement Folgendes beinhaltet: eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die eine fotoelektrische Umwandlung durchführt; und ein Farbfilter, das auf einer Lichteinfallsseite der fotoelektrischen Umwandlungseinheit gebildet ist und selektiv Licht transmittiert, das durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit empfangen wird, und ein Hohlraum und ein Lichtabschirmungsfilm auf der Lichteinfallsseite des Hohlraums zwischen mehreren Farbfiltern gebildet sind.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 ist ein Diagramm, das ein Konfigurationsbeispiel eines Festkörperbildgebungselements der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 2 ist eine Querschnittsansicht des Festkörperbildgebungselements bei einer ersten Ausführungsform.

Fig. 3 ist ein Diagramm zum Erklären von Einfallslicht, das auf das Festkörperbildgebungselement einfällt, und reflektiertem Licht und transmittiertem Licht davon.

Fig. 4 ist ein Diagramm zum Erklären eines Herstellungsschrittes des Festkörperbildgebungselements, das zusammen mit **Fig.** 4 bis 10 veranschaulicht ist, und **Fig.** 4 ist ein Diagramm, das einen Zustand veranschaulicht, in dem eine Verdrahtungsschicht und eine Fotodiode auf einem Halbleitersubstrat gebildet sind.

Fig. 5 ist ein Diagramm, das einen Zustand veranschaulicht, in dem eine Isolationsschicht auf einer Rückoberflächenseite des Halbleitersubstrats gebildet ist.

Fig. 6 ist ein Diagramm, das einen Zustand veranschaulicht, in dem ein Farbfilter auf der Rückoberflächenseite der Isolationsschicht gebildet ist.

Fig. 7 ist ein Diagramm, das einen Zustand veranschaulicht, in dem ein Fotolack zwischen Farbfiltern und auf einer oberen Oberflächenseite aufgebracht ist.

Fig. 8 ist ein Diagramm, das einen Zustand veranschaulicht, in dem der Fotolack mit Licht bestrahlt wird.

Fig. 9 ist ein Diagramm, das einen Zustand veranschaulicht, in dem der Fotolack entfern ist und ein Lichtabschirmungsfilm gebildet ist.

Fig. 10 ist ein Diagramm, das einen Zustand veranschaulicht, in dem eine On-Chip-Linse an der Rückoberflächenseite des Farbfilters und dem Lichtabschirmungsfilm angebracht ist.

Fig. 11 ist ein Diagramm, das ein Festkörperbildgebungselement als ein herkömmliches Beispiel veranschaulicht.

Fig. 12 ist ein Diagramm, das einen Zustand veranschaulicht, in dem Einfallslicht von oberhalb des Lichtabschirmungsfilms in dem Festkörperbildgebungselement der vorliegenden Technologie einfällt.

Fig. 13 ist ein Diagramm, das ein Simulationsergebnis bezüglich eines Ergebnisses des Unterdrückens einer Farbmischung basierend auf Einfallslicht veranschaulicht.

Fig. 14 ist ein Diagramm, das einen Zustand veranschaulicht, in dem Licht parallel zu einer optischen Achse von oberhalb des Lichtabschirmungsfilms in dem Festkörperbildgebungselement der vorliegenden Technologie einfällt.

Fig. 15 ist ein Diagramm, das ein Simulationsergebnis bezüglich eines Effekts des Unterdrückens eines Flares basierend auf Einfallslicht veranschaulicht.

Fig. 16 ist ein Diagramm, das ein Festkörperbildgebungselement als ein weiteres herkömmliches Beispiel veranschaulicht.

Fig. 17 ist ein Diagramm, das einen Zustand veranschaulicht, in dem Einfallslicht von oberhalb des Lichtabschirmungsfilms in dem Festkörperbildgebungselement der vorliegenden Technologie einfällt.

Fig. 18 ist ein Diagramm, das ein Simulationsergebnis bezüglich einer Lichtempfangsempfindlichkeit veranschaulicht.

Fig. 19 ist eine Querschnittsansicht eines Festkörperbildgebungselements einschließlich eines Hohlraums mit einer sich vorwärts verjüngenden Form bei einer zweiten Ausführungsform.

Fig. 20 ist eine Querschnittsansicht des Festkörperbildgebungselements einschließlich eines Hohlraums mit einer sich rückwärts verjüngenden Form bei der zweiten Ausführungsform.

Fig. 21 ist ein Diagramm zum Erklären einer Beziehung zwischen einer Bildhöhe und einer sich verjüngenden Form eines Hohlraums.

Fig. 22 ist ein Diagramm zum Erklären eines Anordnungsbeispiels erster Pixel, zweiter Pixel und dritter Pixel.

Fig. 23 ist ein Diagramm zum Erklären eines Anordnungsbeispiels der ersten Pixel und der zweiten Pixel.

Fig. 24 ist ein Diagramm zum Erklären eines Anordnungsbeispiels der ersten Pixel und der dritten Pixel.

Fig. 25 ist ein Diagramm zum Erklären eines Beispiels, bei dem die sich vorwärts verjüngende Form des Hohlraums für jeden Typ des Farbfilters unterschiedlich ist.

Fig. 26 ist ein Diagramm zum Erklären eines Beispiels, bei dem die sich rückwärts verjüngende Form des Hohlraums für jeden Typ des Farbfilters unterschiedlich ist.

Fig. 27 ist ein Diagramm zum Erklären eines Beispiels, bei dem ein Eckteil des Hohlraums eine abgerundete Form aufweist.

Fig. 28 ist eine Querschnittsansicht eines Festkörperbildgebungselements einschließlich eines Metallfilms bei einer dritten Ausführungsform.

Fig. 29 ist ein Diagramm zum Erklären eines Zustands, in dem Einfallslicht durch den Metallfilm blockiert wird.

Fig. 30 ist ein Diagramm zum Erklären eines Herstellungsschrittes des Festkörperbildgebungselements bei der zweiten Ausführungsform, das zusammen mit **Fig.** 30 bis 33 veranschaulicht ist, und **Fig.** 30 ist ein Diagramm, das

einen Zustand veranschaulicht, in dem eine Metallschicht mit einer Filmform auf der Rückoberflächenseite der Isolationsschicht gebildet ist.

Fig. 31 ist ein Diagramm, das einen Zustand veranschaulicht, in dem Fotolack auf der Rückoberflächenseite der Metallschicht aufgebracht ist.

Fig. 32 ist ein Diagramm, das einen Zustand veranschaulicht, in dem der Metallfilm, von dem ein Teil des Metallfilms entfernt ist, durch Ätzen gebildet wird.

Fig. 33 ist ein Diagramm, das einen Zustand veranschaulicht, in dem die Farbfilter angeordnet sind.

Fig. 34 ist ein Diagramm, das einen Zustand veranschaulicht, in dem ein Fotolack so aufgebracht ist, dass er ein Farbfilter in einer Prozedur eines Herstellungsverfahren bei einer vierten Ausführungsform bedeckt.

Fig. 35 ist eine Querschnittsansicht eines Festkörperbildgebungselements einschließlich eines Lichtabschirmungsfilms bei der vierten Ausführungsform.

Fig. 36 ist ein funktionales Blockdiagramm einer Bildgebungseinrichtung als eine elektronische Vorrichtung, auf die das Festkörperbildgebungselement der vorliegenden Technologie angewandt wird.

WEISE ZUM AUSFÜHREN DER ERFINDUNG

[0013] Nachfolgend wird eine Ausführungsform gemäß der vorliegenden Technologie unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen in der folgenden Reihenfolge beschrieben.

<1. Konfiguration des Festkörperbildgebungselements>

<2. Konfiguration des Pixels>

<3. Flare und Farbmischung>

<4. Herstellungsverfahren>

<5. Simulationsergebnisse>

<5-1. Farbmischungsunterdrückungseffekt durch Lichtabschirmungsfilm>

<5-2. Flare-Unterdrückungseffekt durch Lichtabschirmungsfilm>

<5-3. Farbmischungsunterdrückungseffekt und Empfindlichkeitsverbesserungseffekt durch Hohlraum>

<6. Zweite Ausführungsform>

<7. Dritte Ausführungsform>

<8. Vierte Ausführungsform>

<9. Anwendung auf Kamera>

<10. Modifikationen>

<11. Kurzdarstellung>

<12. Vorliegende Technologie>

<1. Konfiguration des Festkörperbildgebungselements>

[0014] Eine Konfiguration eines Festkörperbildgebungselements 1 bei einer ersten Ausführungsform wird unter Bezugnahme auf **Fig.** 1 beschrieben.

[0015] Das Festkörperbildgebungselement 1 beinhaltet eine Pixelarrayeinheit 2, eine Vertikalansteuerungseinheit 3, eine Systemsteuereinheit 4, eine Spaltenverarbeitungseinheit 5, eine Horizontalansteuerungseinheit 6 und eine Signalverarbeitungseinheit 7.

[0016] In der Pixelarrayeinheit 2 sind mehrere Pixel Px zweidimensional in einer Matrix in einer Zeilenrichtung und einer Spaltenrichtung angeordnet. Jedes Pixel Px beinhaltet eine Fotodiode PD als eine fotoelektrische Umwandlungseinheit.

[0017] Hier verweist die Zeilenrichtung auf eine Anordnungsrichtung der Pixel Px in einer horizontalen Richtung und verweist die Spaltenrichtung auf eine Anordnungsrichtung der Pixel Px in einer vertikalen Richtung. In der Figur ist die Zeilenrichtung eine Lateralrichtung und ist die Spaltenrichtung eine Longitudinalrichtung. Des Weiteren wird eine Richtung senkrecht zu der Zeilenrichtung und der Spaltenrichtung als eine Optische-Achse-Richtung bezeichnet.

[0018] Die Pixelarrayeinheit 2 ist mit ersten Pixeln Px1, die an Positionen angeordnet sind, an denen die Bildhöhe niedrig ist, und zweiten Pixeln Px2, die an Positionen angeordnet sind, an denen die Bildhöhe hoch ist, versehen. Die zweiten Pixel Px2 sind auf einer Außenperipherieseite von den ersten Pixeln Px1 angeordnet, so dass sie die ersten Pixel Px1 umgeben.

[0019] Nachfolgend werden die ersten Pixel Px1 und die zweiten Pixel Px2 als die Pixel Px bezeichnet, falls sie ohne Unterscheidung beschrieben werden.

[0020] In der Pixelarrayeinheit 2 ist mit Bezug auf ein Pixelarray in einer Matrix eine Zeilenansteuerungsleitung 8 entlang der Zeilenrichtung für jede von Pixelzeilen verdrahtet und ist eine Vertikalsignalleitung 9 in der Spaltenrichtung für jede von Pixelspalten verdrahtet. Zum Beispiel überträgt die Zeilenansteuerungsleitung 8 ein Ansteuerungssignal

zum Ansteuern, wenn Signale aus den Pixeln Px gelesen werden. Ein Ende der Zeilenansteuerungsleitung 8 ist mit einem Ausgabeende, das einer der Zeilen entspricht, der Vertikalansteuerungseinheit 3 verbunden.

[0021] Die Systemsteuerungseinheit 4 beinhaltet einen Timinggenerator, der verschiedene Timingsignale und dergleichen erzeugt, und führt eine Ansteuerungssteuerung der Vertikalansteuerungseinheit 3, der Spaltenverarbeitungseinheit 5, der Horizontalansteuerungseinheit 6 und dergleichen basierend auf den verschiedenen Timingsignalen durch, die durch den Timinggenerator erzeugt werden.

[0022] Die Vertikalansteuerungseinheit 3 beinhaltet ein Schieberegister, einen Adressendecodierer und dergleichen und steuert die Pixel Px der Pixelarrayeinheit 2 gleichzeitig für sämtliche Pixel in Einheiten von Zeilen oder dergleichen an. Das heißt, die Vertikalansteuerungseinheit 3 stellt eine Ansteuerungssteuereinheit dar, die eine Operation jedes Pixels Px der Pixelarrayeinheit 2 zusammen mit der Systemsteuereinheit 4 steuert, die die Vertikalansteuerungseinheit 3 steuert.

[0023] Ein Detektionssignal, das von jedem Pixel Px der Pixelzeile gemäß einer Ansteuerungssteuerung durch die Vertikalansteuerungseinheit 3 ausgegeben (gelesen) wird, insbesondere ein Signal gemäß Signalladungen, die in einer Floating-Diffusion akkumuliert werden, die für jedes Pixel Px bereitgestellt ist, wird über eine entsprechende Vertikalsignalleitung 9 in die Spaltenverarbeitungseinheit 5 eingegeben. Die Spaltenverarbeitungseinheit 5 führt eine vorbestimmte Signalverarbeitung an dem Detektionssignal durch, das aus jedem Pixel Px über die Vertikalsignalleitung 9 gelesen wird, und hält das Detektionssignal vorübergehend nach der Signalverarbeitung. Insbesondere führt die Spaltenverarbeitungseinheit 5 eine Rauschentfernungsverarbeitung, eine Analog-Digital(A/D)-Umwandlungsverarbeitung und dergleichen als die Signalverarbeitung durch.

[0024] Die Horizontalansteuerungseinheit 6 beinhaltet ein Schieberegister, einen Adressendecodierer und dergleichen und wählt der Reihe nach einen Einheitsschaltkreis aus, der der Pixelspalte in der Spaltenverarbeitungseinheit 5 entspricht. Durch selektives Scannen durch die Horizontalansteuerungseinheit 6 werden die Detektionssignale, die der Signalverarbeitung in jeweiligen Einheitsschaltkreisen in der Spaltenverarbeitungseinheit 5 unterzogen werden, der Reihe nach ausgegeben.

[0025] Die Signalverarbeitungseinheit 7 weist wenigstens eine arithmetische Verarbeitungsfunktion auf und führt verschiedene Arten von Signalverarbeitung an den Detektionssignalen durch, die von der Spaltenverarbeitungseinheit 5 ausgegeben werden, und gibt die Signale aus. Zum Beispiel führt die Signalverarbeitungseinheit 7 möglicherweise nur eine Pufferung durch oder kann eine Schwarzpegelanpassung, Spaltenvariationskorrektur, verschiedene Arten von Digitalsignalverarbeitung und dergleichen durchführen.

<2. Konfiguration des Pixels>

[0026] Ein Konfigurationsbeispiel des Pixels Px wird unter Bezugnahme auf **Fig.** 2 beschrieben.

[0027] Das Pixel Px beinhaltet eine Verdrahtungsschicht 11, die auf einer gegenüberliegenden Seite (zum Beispiel einer Vorderoberflächenseite) von einer Lichteinfallseite eines Halbleitersubstrats 10 gebildet ist, und eine Filterschicht 12, die auf der Lichteinfallsseite (zum Beispiel einer Rückoberflächenseite) gebildet ist, welche in Schichten gebildet sind.

[0028] Das Halbleitersubstrat 10 beinhaltet Silicium (Si) mit einer Dicke von zum Beispiel etwa 1 µm bis 6 µm. Innerhalb des Halbleitersubstrats 10 ist die Fotodiode PD, die als die fotoelektrische Umwandlungseinheit dient, in einem im Wesentlichen zentralen Teil des Pixels Px gebildet.

[0029] Insbesondere ist ein n-Typ-Halbleitergebiet auf dem Halbleitersubstrat 10 angeordnet, das ein p-Typ-Wannengebiet darstellt, wodurch ein Diffusionsgebiet in der fotoelektrischen Umwandlungseinheit gebildet werden kann. Dann beinhaltet die Fotodiode PD als die fotoelektrische Umwandlungseinheit einen pn-Übergang einschließlich des n-Typ-Halbleitergebiets und des p-Typ-Wannengebiets.

[0030] Die Verdrahtungsschicht 11 beinhaltet Verdrahtungsleitungen 11b, die in mehreren Schichten in der Optische-Achse-Richtung innerhalb eines Isolationsteils 11a gestapelt sind, der ein Isolationsmaterial beinhaltet.

[0031] Die Verdrahtungsleitungen 11b, die in unterschiedlichen Schichten angeordnet sind, sind geeignet über einen (nicht veranschaulichten) Durchgangsloch-Via oder dergleichen elektrisch miteinander verbunden.

[0032] Verschiedene Transistoren, wie etwa Transfertransistoren, werden über die Verdrahtungsleitungen 11b angesteuert, die in der Verdrahtungsschicht 11 gebildet sind.

[0033] Farbfilter 13 sind in der Filterschicht 12 angeordnet. Als die Farbfilter 13 sind ein Farbfilter 13R, das nur Rotlicht transmittiert, ein Farbfilter 13G, das nur Grünlicht transmittiert, und ein Farbfilter 13B, das

nur Blaulicht transmittiert, bereitgestellt. Die Farbfilter 13 stellen zum Beispiel eine Bayer-Anordnung dar.

[0034] Es wird angemerkt, dass als die Farbfilter 13 ein Farbfilter 13C, das nur Cyanlicht transmittiert, ein Farbfilter 13M, das nur Magentalicht transmittiert, und ein Farbfilter 13Y, das nur Gelblicht transmittiert, bereitgestellt werden können. Des Weiteren sind auch ein Farbfilter 13 für ein weißes Pixel und dergleichen denkbar.

[0035] Zwischen den Farbfiltern 13 in der Filterschicht 12 sind ein Hohlraum 14 und ein Lichtabschirmungsfilm 15, der auf der Lichteinfallsseite des Hohlraums 14 gebildet ist, bereitgestellt.

[0036] Der Hohlraum 14 weist einen Brechungsindex niedriger als jener des Farbfilters 13 auf und weist dementsprechend eine Funktion zum Leiten von Einfallslicht zu dem Halbleitersubstrat 10 auf. Der Hohlraum 14 wird in einer Form gebildet, die das Farbfilter 13 umgibt.

[0037] Der Lichtabschirmungsfilm 15 ist zum Beispiel ein schwarzer organischer Film, der einen Negativlack beinhaltet. Infolgedessen kann eine Lichtabschirmung geeignet durchgeführt werden und kann ein Effekt des Unterdrückens einer Farbmischung verstärkt werden. Des Weiteren wird eine Reflexion von Einfallslicht durch den Lichtabschirmungsfilm 15 unterdrückt, wodurch ein Effekt des Unterdrückens des Auftretens eines Flares erhalten werden kann. Dies wird nachfolgend speziell beschrieben.

[0038] Des Weiteren ist der Lichtabschirmungsfilm 15 nicht auf Schwarz beschränkt und kann ein organischer Film mit einer Lichtabschirmungseigenschaft oder Wellenlängenselektivität sein. Zum Beispiel ist, falls eine Lichtquelle Licht außer Blaulicht emittiert, ein Negativlack, der nur das Passieren von Blaulicht erlaubt, in dem Lichtabschirmungsfilm 15 enthalten, wodurch das Einfallslicht nicht durch den Lichtabschirmungsfilm 15 hindurchgeht, so dass eine Farbmischung unterdrückt werden kann.

[0039] Der Lichtabschirmungsfilm 15 ist zum Abschirmen von Licht bereitgestellt, das auf ein angrenzendes Pixel Px durch den Hohlraum 14 einfällt, so dass ein Farbmischungsverhinderungseffekt erhalten werden kann. Des Weiteren fungiert der Lichtabschirmungsfilm 15 als ein Antireflexionsfilm, der Einfallslicht absorbiert, wodurch das Auftreten eines Flares verhindert werden kann.

[0040] Eine Isolationsschicht 16 und dergleichen werden zwischen dem Halbleitersubstrat 10 und der Filterschicht 12 gebildet. Die Isolationsschicht 16 fungiert als ein Schutzfilm zum Schützen des Halbleitersubstrats 10 und weist eine Funktion zum Verhindern einer Diffusion von Verunreinigungen von dem Farbfilter 13 zu dem Halbleitersubstrat 10 auf.

[0041] Die Isolationsschicht 16 beinhaltet zum Beispiel einen Isolator, wie etwa SiO_2.

[0042] Das Pixel Px beinhaltet eine On-Chip-Linse 17 auf der Lichteinfallsseite der Filterschicht 12.

[0043] Die On-Chip-Linse 17 ist für jedes Pixel Px auf einem (nicht veranschaulichten) Planarisierungsfilm gebildet, der zum Beispiel auf der Lichteinfallsseite in der Farbfilterschicht 13 gebildet ist. Die On-Chip-Linse 17 weist eine Funktion zum effizienten Bündeln von Einfallslicht auf die Fotodiode PD auf.

[0044] Die On-Chip-Linse 17 beinhaltet ein anorganisches Material, wie etwa SiN, oder ein organisches Material, wie etwa ein Acrylharz, und ist in einer Halbkugelform gebildet.

[0045] Es wird angemerkt, dass, obwohl dies nicht veranschaulicht ist, die On-Chip-Linse 17 so angeordnet ist, dass sie in einer Optische-Achse-Mittenrichtung versetzt ist, da das Pixel Px an einer Position angeordnet ist, an der die Bildhöhe höher ist, und eine höhere Lichtbündelungseffizienz kann erhalten werden.

<3. Flare und Farbmischung>

[0046] Ein Winkel eines Lichteinfalls auf das Pixel Px variiert in Abhängigkeit von einer Anordnungsposition des Pixels Px. Insbesondere fällt für die ersten Pixel Px1, die an Positionen angeordnet sind, an denen die Bildhöhe niedrig ist, Einfallslicht im Wesentlichen parallel zu der optischen Achse ein. Andererseits nimmt in den zweiten Pixeln Px2, die an Positionen angeordnet sind, an denen die Bildhöhe hoch ist, der Winkel des Einfallslichts mit Bezug auf die optische Achse zu, wenn die Bildhöhe höher ist.

[0047] Ein Beispiel für Einfallslicht, das einen Winkel mit Bezug auf die optische Achse aufweist, ist in **Fig.** 3 veranschaulicht. Es wird angemerkt, dass in **Fig.** 3 eine Schraffur jedes Teils in Anbetracht der Sichtbarkeit weggelassen ist. Auch in den folgenden Figuren kann eine Schraffur geeignet weggelassen werden. Einfallslicht L1 ist Licht, das auf eine Seitenoberfläche (Grenze zu dem Farbfilter 13) des Hohlraums 14 einfällt.

[0048] Das Einfallslicht L1 wird an der Grenze zwischen dem Farbfilter 13 und dem Hohlraum 14 reflektiert (reflektiertes Licht L3 in **Fig.** 3), wodurch es durch die Fotodiode PD empfangen wird, die das Einfallslicht L1 ursprünglich empfangen sollte. Infol-

gedessen wird eine Lichtempfangsempfindlichkeit verbessert.

[0049] Falls sich des Weiteren das Einfallslicht L1 gerade ausbreitet, ohne an der Grenze zwischen dem Farbfilter 13 und dem Hohlraum 14 reflektiert zu werden (transmittiertes Licht L4 in **Fig.** 3), wird das Einfallslicht L1 durch die Fotodiode PD des angrenzenden Pixels Px empfangen, die das Einfallslicht L1 ursprünglich nicht empfangen sollte. In diesem Fall tritt eine Farbmischung auf, bei der das Einfallslicht L1 als eine Rauschkomponente detektiert wird.

[0050] Das heißt, der Hohlraum 14 wird zwischen den Farbfiltern 13 gebildet, wodurch Licht, das von der Seitenoberfläche des Hohlraums 14 einfällt, wie das Einfallslicht L1, einfach eine Totalreflexion erfährt, und es ist möglich, das Empfangen des Einfallslichts L1 durch die Fotodiode PD zu vereinfachen, die das Einfallslicht L1 ursprünglich empfangen sollte.

[0051] Einfallslicht L2 ist Licht, das auf den Lichtabschirmungsfilm 15 einfällt, der auf der Lichteinfallsseite des Hohlraums 14 gebildet ist.

[0052] Falls das Einfallslicht L2 an einer Grenze zwischen der On-Chip-Linse 17 und der Filterschicht 12 reflektiert wird (reflektiertes Licht L5 in **Fig.** 3), wird es zu einer Ursache für das Auftreten eines Flares. Falls sich des Weiteren das Einfallslicht L2 gerade ausbreitet, ohne an der Grenze zwischen der On-Chip-Linse 17 und der Farbfilter 12 reflektiert zu werden (transmittiertes Licht L6 in **Fig.** 3), wird das Einfallslicht L2 durch die Fotodiode PD empfangen, ohne durch das Farbfilter 13 hindurchzugehen. In diesem Fall wird das Einfallslicht L2 als eine Rauschkomponente detektiert.

[0053] Der Lichtabschirmungsfilm 15 ist oberhalb des Hohlraums 14 gebildet, wodurch eine Reflexion und Transmission von Licht, das zwischen den Pixeln Px einfällt, wie das Einfallslicht L2, unterdrückt werden, und das Auftreten eines Flares und das Auftreten einer Rauschkomponente können unterdrückt werden.

[0054] Es wird angemerkt, dass, obwohl ein ähnlicher Effekt selbst dann erhalten werden kann, wenn der Lichtabschirmungsfilm 15 unterhalb des Hohlraums 14, das heißt auf einer gegenüberliegenden Seite von der Lichteinfallsseite, gebildet wird, der Lichtabschirmungsfilm 15 oberhalb des Hohlraums 14 gebildet wird, wodurch das Einfallslicht L2 an einem Punkt absorbiert werden kann, bevor eine unnötige Reflexion oder dergleichen auftritt, was für das Unterdrücken des Auftretens von Rauschen oder dergleichen geeigneter ist.

[0055] Wie zuvor beschrieben, sind der Hohlraum 14 und der Lichtabschirmungsfilm 15 zwischen den Farbfiltern 13 angeordnet, wodurch eine Farbmischung und dergleichen unterdrückt werden kann, ohne die zuvor beschriebene versetzte Anordnung für die On-Chip-Linse 17 zu nutzen.

<4. Herstellungsverfahren>

[0056] Es wird ein Beispiel für eine Prozedur eines Verfahrens zum Herstellen der Pixelarrayeinheit 2 des Festkörperbildgebungselements 1 unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen beschrieben.

[0057] Zuerst werden ein Wannengebiet, ein n-Typ-Halbleitergebiet und dergleichen in dem Halbleitersubstrat 10 gebildet und wird die Verdrahtungsschicht 11 gebildet (siehe **Fig.** 4).

[0058] Als Nächstes wird die Isolationsschicht 16 auf der Rückoberflächenseite des Halbleitersubstrats 10 gebildet (siehe **Fig.** 5). Die Bildung der Isolationsschicht 16 kann durch Verwenden von zum Beispiel einer chemischen Gasphasenabscheidung (CVD: Chemical Vapor Deposition) implementiert werden.

[0059] Anschließend werden die Farbfilter 13 auf der Rückoberflächenseite der Isolationsschicht 16 angeordnet (siehe **Fig.** 6). Die Farbfilter 13 werden aneinander angrenzend mit einem Spalt dazwischenliegend angeordnet.

[0060] Als Nächstes wird ein Fotolack 18 so aufgebracht, dass er in den Spalt zwischen den Farbfiltern 13 eintritt und die hintere Oberfläche des Farbfilters 13 bedeckt (siehe **Fig.** 7). Zu dieser Zeit wird der Fotolack 18 derart aufgebracht, dass die Höhe der Oberfläche des Fotolacks 18 in dem Spalt zwischen den Farbfiltern 13 mit der Höhen der Oberfläche des Farbfilters 13 übereinstimmt. Es wird angemerkt, dass in der Praxis der Fotolack 18 auch dünn auf die Oberfläche des Farbfilters 13 aufgebracht werden kann, wodurch der Fotolack 18 in einem Spaltteil in einer Vertiefung gebildet werden kann.

[0061] Als Nächstes wird eine Lichtbestrahlung nur an dem Fotolack 18 durchgeführt, der in den Spalt zwischen den Farbfiltern 13 eindringt, indem eine Fotomaske 19 verwendet wird, in der eine Öffnung gebildet ist (siehe **Fig.** 8). Zu dieser Zeit tritt, da der Fotolack 18, der als ein schwarzer organischer Film gebildet ist, einen niedrigen Lichttransmissionsgrad aufweist, ein Aushärtungsphänomen nur nahe der mit Licht bestrahlten Oberfläche auf.

[0062] In diesem Zustand verbleibt, wenn der nichtausgehärtete Fotolack 18 entfernt wird, der ausgeh-

ärtete Fotolack 18 als der Lichtabschirmungsfilm 15 (siehe **Fig.** 9).

[0063] Es wird angemerkt, dass die Fotomaske 19 die Öffnung, durch die eine Lichtbestrahlung durchgeführt werden kann, auch auf einem Pixelgebiet (zum Beispiel einem Dummy-Pixelgebiet) und einem Verdrahtungsgebiet, das in einem Außenperipherieteil der Pixelarrayeinheit 2 angeordnet ist, beinhaltet.

[0064] Da der Lichtabschirmungsfilm 15 auch in dem Dummy-Pixelgebiet und dem Verdrahtungsgebiet gebildet wird, tritt infolgedessen eine Reflexion von Einfallslicht in einem Gebiet außerhalb eines effektiven Pixelgebiets der Pixelarrayeinheit 2 mit geringerer Wahrscheinlichkeit auf und ein Auftreten eines Flares kann stärker verhindert werden.

[0065] Schließlich wird die On-Chip-Linse 17 auf der hinteren Oberfläche des Farbfilters 13 angeordnet (siehe **Fig.** 10).

<5. Simulationsergebnisse>

[0066] Simulationsergebnisse werden hinsichtlich des Effekts des Unterdrückens einer Farbmischung und des Effekts des Unterdrückens eines Flares in dem Festkörperbildgebungselement 1 bei der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform beschrieben.

<5-1. Farbmischungsunterdrückungseffekt durch Lichtabschirmungsfilm>

[0067] Für das Festkörperbildgebungselement 1 bei der ersten Ausführungsform und ein Festkörperbildgebungselement 500 als ein herkömmliches Beispiel wurden Simulationsergebnisse des Farbmischungsunterdrückungseffekts durch den Lichtabschirmungsfilm 15 berechnet.

[0068] Zuerst ist eine Konfiguration des Festkörperbildgebungselements 500 als das herkömmliche Beispiel in **Fig.** 11 veranschaulicht. In dem Festkörperbildgebungselement 500 wird nur der Hohlraum 14 in dem Spalt zwischen den Farbfiltern 13 gebildet. Das heißt, eine Struktur wird gefertigt, in der der Lichtabschirmungsfilm 15 von dem Festkörperbildgebungselement 1 bei der ersten Ausführungsform entfernt wird.

[0069] Hier wird der Farbmischungsunterdrückungseffekt durch einen Vergleich davon untersucht, wie viel Farbmischung aufgrund eines Einflusses des in **Fig.** 3 veranschaulichten transmittierten Lichts L6 für das Festkörperbildgebungselement 1 und das Festkörperbildgebungselement 500 auftritt.

[0070] Es wird angemerkt, dass in der Simulation drei Arten von sichtbarem Licht (Wellenlänge 450 nm, 530 nm, 600 nm) als das Einfallslicht L2 verwendet werden. Dann werden die Messungsergebnisse für drei Wellenlängen gemittelt, wodurch der Farbmischungsunterdrückungseffekt hinsichtlich Weißlicht berechnet wird.

[0071] Es wird angemerkt, dass, wie in **Fig.** 12 veranschaulicht, das Einfallslicht L2 Licht ist, das einfällt, während es mit Bezug auf die optische Achse um 20 Grad (θ in der Figur) geneigt ist.

[0072] Als ein Verfahren zum Berechnen eines Simulationsergebnisses werden eine Ausgabe eines Pixels PxA, auf das das transmittierte Licht L6 einfällt, wenn das Einfallslicht L2 einfällt, und eine Ausgabe eines angrenzenden Pixels PxB verwendet. Insbesondere wird ein Wert, der durch Teilen der Ausgabe des Pixels PxA durch die Ausgabe des Pixels PxB erhalten wird, mit 100 multipliziert, wodurch eine Menge von Licht des transmittierten Lichts L6 geschätzt wird.

[0073] **Fig.** 13 veranschaulicht die Simulationsergebnisse. Wie veranschaulicht, ist ein Wert, der für das Festkörperbildgebungselement 500 ohne den Lichtabschirmungsfilm 15 berechnet wird, etwas kleiner als 35 %. Andererseits ist ein Wert, der für das Festkörperbildgebungselement 1 mit dem Lichtabschirmungsfilm 15 berechnet wird, etwas kleiner als 33 %.

[0074] Dementsprechend kann gesehen werden, dass das Festkörperbildgebungselement 1 bei der vorliegenden Ausführungsform einen stärkeren Effekt des Unterdrückens einer Farbmischung aufweist.

<5-2. Flare-Unterdrückungseffekt durch Lichtabschirmungsfilm>

[0075] Für das Festkörperbildgebungselement 1 bei der ersten Ausführungsform und das Festkörperbildgebungselement 500 als das herkömmliche Beispiel wurden Simulationsergebnisse des Flare-Unterdrückungseffekts durch den Lichtabschirmungsfilm 15 berechnet.

[0076] In dieser Simulation werden, ähnlich dem vorhergehenden Beispiel, drei Arten von sichtbarem Licht als das Einfallslicht L2 verwendet. Dann wird der Effekt des Unterdrückens eines Flares durch den Lichtabschirmungsfilm 15 durch eine Umwandlung zu Weißlicht berechnet.

[0077] Es wird angemerkt, dass, wie in **Fig.** 14 veranschaulicht, das Einfallslicht L2 Licht parallel zu der optischen Achse ist.

[0078] Des Weiteren wird ein Wert, der durch Teilen einer Menge von Licht des reflektierten Lichts L5 durch eine Menge von Licht des Einfallslichts L2 erhalten wird, mit 100 multipliziert, wodurch ein Simulationsergebnis erhalten wird.

[0079] Fig. 15 veranschaulicht die Simulationsergebnisse. Wie veranschaulicht, ist ein Wert, der für das Festkörperbildgebungselement 500 ohne den Lichtabschirmungsfilm 15 berechnet wird, größer als oder gleich 3,6 %. Andererseits ist ein Wert, der für das Festkörperbildgebungselement 1 mit dem Lichtabschirmungsfilm 15 berechnet wird, etwas größer als 3,4 %.

[0080] Dementsprechend kann gesehen werden, dass das Festkörperbildgebungselement 1 bei der vorliegenden Ausführungsform eine kleinere Komponente des reflektierten Lichts L5 aufweist und das Flare effektiv unterdrückt wird.

<5-3. Farbmischungsunterdrückungseffekt und Empfindlichkeitsverbesserungseffekt durch Hohlraum>

[0081] Für das Festkörperbildgebungselement 1 bei der ersten Ausführungsform und ein Festkörperbildgebungselement 600 als ein herkömmliches Beispiel wurden Simulationsergebnisse des Farbmischungsunterdrückungseffekts und eines Effekts des Verbesserns einer Lichtempfangsempfindlichkeit durch den Hohlraum 14 berechnet.

[0082] Eine Konfiguration des Festkörperbildgebungselements 600 ist in **Fig.** 16 veranschaulicht. Bei dem Festkörperbildgebungselement 500 beinhaltet der Spalt zwischen den Farbfiltern 13 nur einen schwarzen Negativlack 601.

[0083] In dieser Simulation werden, ähnlich dem vorhergehenden Beispiel, drei Arten von sichtbarem Licht als das Einfallslicht L1 verwendet. Dann werden der Farbmischungsunterdrückungseffekt und der Empfindlichkeitsverbesserungseffekt durch den Hohlraum 14 durch Umwandlung in Weißlicht berechnet.

[0084] Es wird angemerkt, dass, wie in **Fig.** 17 veranschaulicht, das Einfallslicht L1 Licht ist, das einfällt, während es mit Bezug auf die optische Achse um 20 Grad (θ in der Figur) geneigt ist.

[0085] Als ein Verfahren zum Berechnen eines Simulationsergebnisses wird das Ergebnis durch Multiplizieren eines Wertes, der durch Teilen einer Ausgabe des Pixels PxB, auf das das durch den Hohlraum 14 reflektierte reflektierte Licht L3 einfällt, wenn das Einfallslicht L1 einfällt, durch eine Menge von Licht des Einfallslichts L1 erhalten wird, mit 100 erhalten.

[0086] Fig. 18 veranschaulicht die Simulationsergebnisse. Wie veranschaulicht, ist ein Wert, der für das Festkörperbildgebungselement 600 berechnet wird, in dem der Hohlraum 14 nicht gebildet ist, etwas kleiner als 71 %. Andererseits ist ein Wert, der für das Festkörperbildgebungselement 1 berechnet wird, in dem der Hohlraum 14 gebildet ist, etwas größer als 75 %.

[0087] Dementsprechend kann gesehen werden, dass das Festkörperbildgebungselement 1 bei der ersten Ausführungsform eine größere Komponente des reflektierten Lichts L3 aufweist und eine Nutzungseffizienz des Einfallslichts L1 verbessert wird. Da ein Reflexionsgrad hoch ist, wird des Weiteren eine Komponente des zu dem angrenzenden Pixel PxA transmittierten Lichts L4 reduziert und kann ein starker Farbmischungsunterdrückungseffekt erhalten werden.

<6. Zweite Ausführungsform>

[0088] In einem Festkörperbildgebungselement 1A bei einer zweiten Ausführungsform weisen wenigstens manche der Hohlräume 14 sich verjüngende Formen auf. Die sich verjüngende Form hier beinhaltet sowohl eine sich vorwärts verjüngende Form als auch eine sich rückwärts verjüngende Form bei Betrachtung von der Lichteinfallsseite.

[0089] Fig. 19 veranschaulicht ein Beispiel für den Hohlraum 14 mit einer sich vorwärts verjüngenden Form. Der Hohlraum 14 mit einer sich vorwärts verjüngenden Form ist derart konfiguriert, dass das Einfallslicht L1, das Licht im Wesentlichen parallel zu der optischen Achse ist und auf die Seitenoberfläche des Hohlraums 14 einfällt, zu der Fotodiode PD hin reflektiert wird, die das Einfallslicht L1 empfangen sollte (reflektiertes Licht L3).

[0090] Infolgedessen kann das Einfallslicht L1, das mit geringerer Wahrscheinlichkeit auf die Fotodiode PD einfällt, durch die Fotodiode PD empfangen werden, und eine Nutzungseffizienz von Licht kann verbessert werden und eine Lichtempfangsempfindlichkeit kann verbessert werden.

[0091] Fig. 20 veranschaulicht ein Beispiel für den Hohlraum 14 mit einer sich rückwärts verjüngenden Form. Der Hohlraum 14 mit einer sich rückwärts verjüngenden Form ist derart konfiguriert, dass das Einfallslicht L1, das Licht ist, das einen Winkel mit Bezug auf die optische Achse aufweist, und auf die Seitenoberfläche des Hohlraums 14 einfällt, zu der Fotodiode PD hin reflektiert wird, die das Einfallslicht L1 empfangen sollte (reflektiertes Licht L3).

[0092] Infolgedessen kann bewirkt werden, dass das Licht, das auf die Fotodiode PD des angrenzenden Pixels Px als das transmittierte Licht L4 einfällt,

das sich gerade ausbreitet, ohne an der Grenze zwischen dem Farbfilter 13 und dem Hohlraum 14 reflektiert zu werden, auf die Fotodiode PD des Pixels Px einfällt, das das Licht ursprünglich empfangen sollte, und eine Farbmischung kann unterdrückt werden und eine Empfindlichkeit kann verbessert werden.

[0093] Insbesondere weist der Hohlraum 14 eine sich rückwärts verjüngende Form auf, wodurch es einfach ist, das Auftreten einer Totalreflexion zu bewirken, wenn der Winkel, der mit Bezug auf die optische Achse gebildet wird, erhöht wird, und es ist möglich, eine Farbmischung weiter zu unterdrücken und eine Empfindlichkeit weiter zu verbessern.

[0094] Hier können der Hohlraum 14 mit einer sich vorwärts verjüngenden Form und der Hohlraum 14 mit einer sich rückwärts verjüngenden Form auf eine gemischte Weise auf demselben Festkörperbildgebungselement 1A angeordnet sein.

[0095] In diesem Fall kann des Weiteren der Hohlraum 14 für die Pixel Px, die sich nahe dem Zentrum der optischen Achse befinden, das heißt die Pixel Px, die nahe dem Zentrum des Pixelarrays angeordnet sind (alternativ dazu die ersten Pixel Px1, die Pixel Px, die an Positionen angeordnet sind, an denen die Bildhöhe niedrig ist), in einer sich vorwärts verjüngenden Form gebildet werden und kann der Hohlraum 14 für die Pixel Px, an Positionen entfernt von dem Zentrum der optischen Achse, das heißt die Pixel Px, die in einem Außenperipherieteil des Pixelarrays angeordnet sind (alternativ dazu die zweiten Pixel Px2, die Pixel Px, die an Positionen angeordnet sind, an denen die Bildhöhe hoch ist), in einer sich rückwärts verjüngenden Form gebildet werden.

[0096] Des Weiteren können zusätzlich zu den Pixeln Px einschließlich des Hohlraums 14 mit einer sich vorwärts verjüngenden Form und den Pixeln Px einschließlich des Hohlraums 14 mit einer sich rückwärts verjüngenden Form die Pixel Px einschließlich des Hohlraums 14, der bei der ersten Ausführungsform beschrieben wurde, das heißt des Hohlraums 14, dessen Seitenoberfläche eine Oberfläche parallel zu der optischen Achse ist (nachfolgend wird er als der „Hohlraum 14 mit einer geraden Form“ beschrieben), auf eine gemischte Weise in einem Festkörperbildgebungselement 1A angeordnet werden.

[0097] Zum Beispiel können die Pixel Px, in denen der bei der ersten Ausführungsform beschriebene Hohlraum 14 gebildet ist, zwischen den Pixeln Px einschließlich des Hohlraums 14 mit einer sich vorwärts verjüngenden Form und den Pixeln Px, in denen der Hohlraum 14 mit einer sich rückwärts verjüngenden Form gebildet ist, angeordnet sein.

[0098] Ein Beispiel ist in **Fig.** 21 veranschaulicht. Für die Pixel Px (erste Pixel Px1), die an Positionen angeordnet sind, an denen die Bildhöhe niedrig ist, fällt Licht im Wesentlichen parallel zu der optischen Achse ein; jedoch ist der Hohlraum 14 mit einer sich vorwärts verjüngenden Form gebildet, wodurch Licht, das nahe der Grenze zwischen dem Hohlraum 14 und dem Farbfilter 13 einfällt, geeignet zu der Fotodiode PD geleitet werden kann. Infolgedessen kann die Lichtempfangsempfindlichkeit des Pixels Px verbessert werden. Des Weiteren kann insbesondere, da das Einfallslicht durch den Hohlraum 14 mit einer sich vorwärts verjüngenden Form zu im Wesentlichen dem Zentrum der Fotodiode PD reflektiert werden kann, die Nutzungseffizienz von Licht weiter verbessert werden.

[0099] Dann fällt in den Pixeln Px (dritten Pixeln Px3), die an Positionen angeordnet sind, an denen die Bildhöhe mittel ist, Einfallslicht im Wesentlichen parallel zu der optischen Achse nicht ein und fällt Einfallslicht mit einem leichten Winkel mit Bezug auf die optische Achse ein. Der Hohlraum 14 mit einer geraden Form ist mit Bezug auf solches Einfallslicht bereitgestellt, wodurch das Licht, das an der Grenze zu dem Farbfilter 13 reflektiert wird, einfach in im Wesentlichen dem Zentrum der Fotodiode PD gebündelt wird, so dass eine Empfindlichkeit geeignet verbessert werden kann.

[0100] Zudem fällt für die Pixel Px (zweite Pixel Px2), die an Positionen angeordnet sind, an denen die Bildhöhe hoch ist, schräg einfallendes Licht (Einfallslicht mit einem flachen Einfallswinkel) mit einem großen Winkel mit Bezug auf die optische Achse ein; jedoch ist der Hohlraum 14 mit einer sich rückwärts verjüngenden Form gebildet, wodurch Licht, das auf die Seitenoberfläche des Hohlraums 14 einfällt, einfach zu dem ursprünglichen Pixel Px reflektiert wird. Dementsprechend kann die Lichtempfangsempfindlichkeit des Pixels Px verbessert werden und kann eine Farbmischung verhindert werden.

[0101] Wie zuvor beschrieben, ist der Hohlraum 14 mit einer sich rückwärts verjüngenden Form an einer Position weiter von einem Bildhöhenzentrum entfernt als der Hohlraum 14 mit einer sich vorwärts verjüngenden Form angeordnet, wodurch der Hohlraum 14 mit einer Form, die Einfallslicht einfach zu dem ursprünglichen Pixel Px reflektiert, geeignet gemäß der Anordnungsposition des Pixels Px gebildet wird. Dementsprechend ist es möglich, die Lichtempfangsempfindlichkeit zu verbessern und die Farbmischung zu verhindern.

[0102] Es wird angemerkt, dass eine Form des Hohlraums 14, der an der Grenze zwischen dem ersten Pixel Px1 und dem dritten Px3 angeordnet ist, derart ist, dass eine Seite eine sich vorwärts verjün-

gende Form ist und die andere Seite eine gerade Form ist.

[0103] Des Weiteren ist eine Form des Hohlraums 14, der an der Grenze zwischen dem dritten Pixel Px3 und dem zweiten Px2 angeordnet ist, derart, dass eine Seite eine gerade Form ist und die andere Seite eine sich rückwärts verjüngende Form ist.

[0104] Anordnungsbeispiele für die ersten Pixel Px1, die zweiten Pixel Px2 und die dritten Pixel Px3 sind in **Fig.** 22, 23 und 24 veranschaulicht.

[0105] Ein Gebiet, in dem die ersten Pixel Px1 angeordnet sind, wird als ein erster Bereich Ar1 bezeichnet, ein Gebiet, in dem die zweiten Pixel Px2 angeordnet sind, wird als ein zweiter Bereich Ar2 bezeichnet, und ein Gebiet, in dem die dritten Pixel Px3 angeordnet sind, wird als ein dritter Bereich Ar3 bezeichnet.

[0106] Das in **Fig.** 22 veranschaulichte Beispiel ist ein Beispiel, bei dem der erste Bereich Ar1, der dritte Bereich Ar3 und der zweite Bereich Ar2 der Reihe nach von einer Seite näher an dem Zentrum der optischen Achse angeordnet sind, und ist gleich dem in **Fig.** 21 veranschaulichten Anordnungsbeispiel.

[0107] Mit dieser Anordnung wird ein geeigneter Hohlraum 14 gemäß dem Winkel des Einfallslichts mit Bezug auf die optische Achse bereitgestellt und werden eine Farbmischungsverhinderung und eine Empfindlichkeitsverbesserung erzielt.

[0108] Das in **Fig.** 23 veranschaulichte Beispiel ist ein Beispiel, bei dem der erste Bereich Ar1 und der zweite Bereich Ar2 der Reihe nach von der Seite näher an dem Zentrum der optischen Achse angeordnet sind.

[0109] Des Weiteren ist das in **Fig.** 24 veranschaulichte Beispiel ein Beispiel, bei dem der erste Bereich Ar1 und der dritte Bereich Ar3 der Reihe nach von der Seite näher an dem Zentrum der optischen Achse angeordnet sind.

[0110] Wie in **Fig.** 23 oder **Fig.** 24 veranschaulicht, sind Arten von Formen der Hohlräume 14 auf zwei Arten eingegrenzt, wodurch ein Schwierigkeitsgrad des Herstellens verringert werden kann und die Herstellungskosten reduziert werden können und eine Ausbeute verbessert werden kann.

[0111] Es wird angemerkt, dass der erste Bereich Ar1, der zweite Bereich Ar2 und der dritte Bereich Ar3 in **Fig.** 22, 23 und 24 rechteckige Gebiete sind, aber sie sind nicht darauf beschränkt und können im Wesentlichen kreisförmige Gebiete oder im Wesentlichen elliptische Gebiete sein.

[0112] Es wird angemerkt, dass, falls der Hohlraum 14 mit einer gerade Form nicht angeordnet ist, wie in **Fig.** 23 veranschaulicht, eine Querschnittsform des Hohlraums 14 an der Grenze zwischen dem ersten Bereich Ar1 und dem zweiten Bereich Ar2 im Wesentlichen ein Parallelogramm ist.

[0113] Es wird angemerkt, dass die sich verjüngende Form (einschließlich der geraden Form) des Hohlraums 14 für jede Art des Farbfilters 13 geändert werden kann. Dies liegt darin begründet, dass eine Totalreflexion mit geringerer Wahrscheinlichkeit an der Grenze zwischen dem Hohlraum 14 und dem Farbfilter 13 auftritt, wenn die Wellenlänge des Einfallslichts länger ist.

[0114] **Fig.** 25 veranschaulicht speziell ein Beispiel für die Formen des Hohlraums 14, die entsprechend den Farbfiltern 13R, 13G und 13B bereitgestellt ist, die in dem ersten Bereich Ar1 angeordnet sind. Es wird angemerkt, dass, obwohl **Fig.** 25 veranschaulicht, dass das Farbfilter 13R, Farbfilter 13G und das Farbfilter 13B zur einfachen Beschreibung in der gleichen Pixelzeile angeordnet sind, das Festkörperbildgebungselement 1A möglicherweise nur eine Pixelzeile, in der das Farbfilter 13R und das Farbfilter 13G angeordnet sind, und eine Pixelzeile, in der das Farbfilter 13G und das Farbfilter 13B angeordnet sind, beinhaltet.

[0115] Ein Winkel, der durch die Optische-Achse-Richtung und eine Grenze zwischen dem Farbfilter 13R und dem Hohlraum 14 gebildet wird, ist θ1. Gleichermaßen ist ein Winkel, der durch die Optische-Achse-Richtung und eine Grenze zwischen dem Farbfilter 13G und dem Hohlraum 14 gebildet wird, θ2 und ist ein Winkel, der durch die Optische-Achse-Richtung und eine Grenze zwischen dem Farbfilter 13B und dem Hohlraum 14 gebildet wird, θ3.

[0116] Zu dieser Zeit wird die sich verjüngende Form des Hohlraums 14 so gebildet, dass $\theta 1 < \theta 2 < \theta 3$ gilt. Das heißt, ein Winkel der sich verjüngenden Form als die Grenze zwischen dem Farbfilter 13B und dem Hohlraum 14 ist der größte.

[0117] Infolgedessen ist ein Einfallswinkel, wenn das Einfallslicht L1, das Licht parallel zu der optischen Achse ist, auf die Seitenoberfläche des Hohlraums 14 einfällt, größer mit Bezug auf das Farbfilter 13G als mit Bezug auf das Farbfilter 13R und ist größer mit Bezug auf das Farbfilter 13B als mit Bezug auf das Farbfilter 13G.

[0118] Da das Einfallslicht L1 unter bei einem geeigneten Winkel gemäß der Wellenlänge von Licht reflektiert wird, kann dementsprechend die Lichtempfangsempfindlichkeit geeigneter verbessert werden.

[0119] Des Weiteren veranschaulicht **Fig.** 26 ein Beispiel für die Formen des Hohlraums 14, die entsprechend den Farbfiltern 13R, 13G und 13B bereitgestellt sind, die in dem zweiten Bereich Ar2 angeordnet sind.

[0120] Es wird angemerkt, dass das Einfallslicht L1 Licht ist, das mit Bezug auf die optische Achse um 20 Grad geneigt ist.

[0121] Ein Winkel, der durch das Einfallslicht L1 und die Grenze zwischen dem Farbfilter 13R und dem Hohlraum 14 gebildet wird, ist θ4. Gleichermaßen ist ein Winkel, der durch das Einfallslicht L1 und die Grenze zwischen dem Farbfilter 13G und dem Hohlraum 14 gebildet wird, θ5 und ist ein Winkel, der durch das Einfallslicht L1 und die Grenze zwischen dem Farbfilter 13B und dem Hohlraum 14 gebildet wird, θ6.

[0122] Zu dieser Zeit wird die sich verjüngende Form des Hohlraums 14 so gebildet, dass $\theta 4 < \theta 5 < \theta 6$ gilt. Das heißt, ein Winkel der sich verjüngenden Form als die Grenze zwischen dem Farbfilter 13R und dem Hohlraum 14 ist der größte.

[0123] Infolgedessen ist ein Einfallswinkel, wenn das Einfallslicht L1, das einen schrägen Winkel mit Bezug auf die optische Achse aufweist, auf die Seitenoberfläche des Hohlraums 14 einfällt, größer mit Bezug auf das Farbfilter 13G als mit Bezug auf das Farbfilter 13R und ist größer mit Bezug auf das Farbfilter 13B als mit Bezug auf das Farbfilter 13G.

[0124] Da das Einfallslicht L1 unter bei einem geeigneten Winkel gemäß der Wellenlänge von Licht reflektiert wird, kann dementsprechend die Lichtempfangsempfindlichkeit geeigneter verbessert werden.

[0125] Es wird angemerkt, dass die sich verjüngende Form des Hohlraums 14 eine Form sein kann, bei der ein Eckteil eine gerade Linie ist, wie bisher veranschaulicht, aber eine Form sein kann, bei der der Eckteil unter Berücksichtigung einer einfachen Herstellung abgerundet ist.

[0126] **Fig.** 27 veranschaulicht eine spezielle Konfiguration. Wie veranschaulicht, weist ein Eckteil 20 des Hohlraums 14, insbesondere der Eckteil 20 eines Grenzteils der Isolationsschicht 16 in dem Hohlraum 14, eine abgerundete Form auf.

[0127] Der Eckteil 20 darf eine abgerundete Form aufweisen, wodurch eine Verarbeitung zum Bilden des Eckteils 20 mit einem spitzen Winkel überflüssig wird, und dementsprechend ist es möglich, das Festkörperbildgebungselement 1A zu bilden, ohne die Anzahl an Schritten zum Bilden des Hohlraums 14 zu erhöhen. Des Weiteren kann der Schwierigkeitsgrad des Herstellens des Festkörperbildgebungselements 1A reduziert werden und kann eine Kostenreduktion von Herstellungseinrichtungen oder dergleichen erzielt werden.

[0128] Es wird angemerkt, dass Licht, das zum Bilden des Lichtabschirmungsfilms 15 und des Farbfilters 13 verwendet wird, zum Beispiel eine i-Linie (Spektrallinie von Quecksilber mit einer Wellenlänge von 365 nm) ist. Zu dieser Zeit wird, da das Farbfilter 13R einen hohen i-Linie-Transmissionsgrad aufweist, der Fotolack 18 nahe der Grenze zwischen dem Hohlraum 14 und der Isolationsschicht 16 in einem breiteren Bereich als in den anderen Farbfiltern 13 ausgehärtet. Dementsprechend kann der Eckteil 20 des Hohlraums 14, der an das Farbfilter 13R angrenzt, eine stärker abgerundete Form als der Eckteil 20 des Hohlraums 14 aufweisen, der an die anderen Farbfilter 13G und 13B angrenzt.

[0129] Wie zuvor beschrieben, ist die Form des Eckteils 20 gemäß den Charakteristiken des Farbfilters 13 zulässig, wodurch die Herstellungskosten reduziert werden können.

<7. Dritte Ausführungsform>

[0130] In einem Festkörperbildgebungselement 1B gemäß einer dritten Ausführungsform ist ein Metallfilm 21 zwischen dem Hohlraum 14 und der Isolationsschicht 16 gebildet.

[0131] Eine spezielle Struktur ist in **Fig.** 28 veranschaulicht.

[0132] Das Festkörperbildgebungselement 1B beinhaltet das Halbleitersubstrat 10, die Verdrahtungsschicht 11, die Filterschicht 12 und die On-Chip-Linse 17, die gestapelt sind, und die Isolationsschicht 16 ist zwischen dem Halbleitersubstrat 10 und der Filterschicht 12 gebildet.

[0133] Des Weiteren sind die Farbfilter 13 in der Filterschicht 12 so angeordnet, dass sie voneinander separiert sind, und ein Raum zwischen den Farbfiltern 13 beinhaltet den Hohlraum 14, den Lichtabschirmungsfilm 15, der auf der Lichteinfallsseite des Hohlraums 14 bereitgestellt ist, und den Metallfilm 21, der auf der gegenüberliegenden Seite von dem Lichtabschirmungsfilm 15 mit Bezug auf den Hohlraum 14 bereitgestellt ist.

[0134] Eine Funktion des Metallfilms 21 wird unter Bezugnahme auf **Fig.** 29 beschrieben. Für das Festkörperbildgebungselement 1B werden das Einfallslicht L1, das auf die Seitenoberfläche des Hohlraums 14 einfällt, und das Einfallslicht L2, das auf den Lichtabschirmungsfilm 15 einfällt, betrachtet.

[0135] Das Einfallslicht L1 erfährt eine Totalreflexion durch die Seitenoberfläche des Hohlraums 14, wodurch es auf die Fotodiode PD des Pixels Px einfällt, das das Einfallslicht L1 empfangen sollte. Jedoch kann sich ein Teil des Einfallslichts L1 gerade zu der Fotodiode PD des angrenzenden Pixels Px ausbreiten. Dies liegt darin begründet, dass die Grenze zwischen dem Hohlraum 14 und dem Farbfilter 13 möglicherweise nicht in einer perfekten geraden Linie gebildet ist.

[0136] In einem solchen Fall spielt der Metallfilm 21 eine Rolle zum Absorbieren des Einfallslichts L1, das sich gerade ausbreitet. Infolgedessen wird verhindert, dass das Einfallslicht L1 durch das angrenzende Pixel Px des Pixels Px empfangen wird, das das Einfallslicht L1 ursprünglich empfangen sollte, und eine Farbmischung kann weiter unterdrückt werden.

[0137] Als Nächstes wird das Einfallslicht L2 durch den Lichtabschirmungsfilm 15 absorbiert, wodurch eine Komponente des reflektierten Lichts L5 reduziert wird und das Auftreten eines Flares unterdrückt wird. Jedoch kann ein Teil des Einfallslichts L2 durch die Fotodiode PD empfangen werden, ohne durch das Farbfilter 13 hindurchzugehen, indem es sich gerade durch den Lichtabschirmungsfilm 15 ausbreitet. Dies liegt darin begründet, dass eine Dicke des Lichtabschirmungsfilms 15 möglicherweise nicht komplett einheitlich ist.

[0138] In einem solchen Fall spielt der Metallfilm 21 eine Rolle zum Absorbieren des Einfallslichts L2, das sich gerade ausbreitet. Infolgedessen wird verhindert, dass das Einfallslicht L2 durch die Fotodiode PD empfangen wird, und eine Farbmischung und Rauschkomponenten können effektiver unterdrückt werden.

[0139] Der Metallfilm 21 beinhaltet zum Beispiel Wolfram (W) oder dergleichen. Ferner kann der Metallfilm 21 eine Mehrschichtstruktur aufweisen und in diesem Fall kann Wolfram auf der Seite des Hohlraums 14 angeordnet sein und kann Titan (Ti), Titannitrid (TiN) oder dergleichen auf der Seite der Isolationsschicht 16 angeordnet sein. Des Weiteren kann eine einzige Schicht aus Titan oder Titannitrid enthalten sein.

[0140] Die Schicht aus Titan oder Titannitrid ist zum Beispiel eine Schicht, die zum Verbessern einer Haftung mit der Isolationsschicht 16 bereitgestellt ist.

[0141] Es wird angemerkt, dass, falls der Metallfilm 21 eine einzige Schicht aus Wolfram, Titan oder Titannitrid beinhaltet, Herstellungsschritte und -kosten reduziert werden können.

[0142] Ein Verfahren zum Herstellen des Festkörperbildgebungselements 1B wird unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen beschrieben. Es wird angemerkt, dass, da Schritte bis zu einem mittleren Schritt Schritte ähnlich jenen für das Festkörperbildgebungselement 1 bei der ersten Ausführungsform sind, eine Beschreibung davon weggelassen ist.

[0143] Nachdem die Isolationsschicht 16 auf der Rückoberflächenseite des Halbleitersubstrats 10 gebildet wurde (siehe **Fig.** 5), wird, bevor die Farbfilter 13 angeordnet werden, eine Metallschicht 22, die eine filmartige Schicht aus Metall ist, auf der Oberfläche der Isolationsschicht 16 gebildet (siehe **Fig.** 30).

[0144] Als Nächstes wird auf der Oberfläche der Metallschicht 22 ein Fotolack 23 auf einem Teil aufgebracht, wo der Metallfilm 21 angeordnet werden soll, das heißt einem Teil außer den Anordnungsgebieten für die Farbfilter 13 (siehe **Fig.** 31).

[0145] Anschließend wird der Fotolack 23 als eine Maske verwendet, wodurch eine Ätzung für den Metallfilm 21 durchgeführt wird (siehe **Fig.** 32). Die Metallschicht 22 in Gebieten, in denen die Farbfilter 13 angeordnet werden sollen, wird zum Beispiel durch Trockenätzen entfernt und möglicherweise wird nur ein Teil beibehalten, der als der Metallfilm 21 gebildet ist.

[0146] Anschließend werden die Farbfilter 13 in Teilen angeordnet, von denen die Metallschicht 22 entfernt wurde (siehe **Fig.** 33). Die anschließenden Schritte sind den in jeweiligen **Fig.** 7 bis 10 veranschaulichten Schritten ähnlich, mit der Ausnahme, dass der Metallfilm 21 gebildet wird, und dementsprechend wird die Beschreibung davon weggelassen.

<8. Vierte Ausführungsform>

[0147] In einem Festkörperbildgebungselement 1C bei einer vierten Ausführungsform wird ein Lichtabschirmungsfilm 15C so gebildet, dass er sich bis zu einer Schicht erstreckt, in der die On-Chip-Linse 17 gebildet ist.

[0148] Eine spezielle Konfiguration wird unter Bezugnahme auf **Fig.** 34 und 35 beschrieben.

[0149] Der Lichtabschirmungsfilm 15C weist eine Form auf, bei der sich ein Endteil auf der Lichteinfallsseite nicht zu einer Oberflächenposition des Farbfilters 13, sondern zu der Lichteinfallsseite erstreckt. Das heißt, ein oberer Endteil 24 des Lichtabschirmungsfilms 15C ist auf der Lichteinfallsseite von einer Grenze zwischen der On-Chip-Linse 17 und dem Farbfilter 13 angeordnet.

[0150] Ein Verfahren zum Herstellen des Festkörperbildgebungselements 1C wird beschrieben. Es wird angemerkt, dass die Schritte von **Fig.** 4 bis 6 jenen bei dem zuvor beschriebenen Beispiel ähnlich sind und dementsprechend eine Beschreibung davon weggelassen wird.

[0151] Anschließend wird, wie in **Fig.** 34 veranschaulicht, der Fotolack 18 so aufgebracht, dass sich der obere Endteil 24 des Lichtabschirmungsfilms 15C von dem Endteil auf der Lichteinfallsseite des Farbfilters 13 zu der Lichteinfallsseite erstreckt.

[0152] Als Nächstes wird die Fotomaske 19 verwendet, um einen Teil des Fotolacks 18 auszuhärten, und wird der Lichtabschirmungsfilm 15C gebildet (siehe **Fig.** 8). Danach wird der Lichtabschirmungsfilm 15 nicht so belassen, dass er sich an der Oberflächenposition mit Bezug auf das Farbfilter 13 befindet, wie in **Fig.** 9 veranschaulicht, sondern wird der Lichtabschirmungsfilm 15C so belassen, dass er von dem Farbfilter 13 zu der Lichteinfallsseite hervorsteht.

[0153] Auf diese Weise wird der in **Fig.** 35 veranschaulichte Lichtabschirmungsfilm 15C gebildet.

[0154] Der Lichtabschirmungsfilm 15C wird so gebildet, dass er sich von dem Farbfilter 13 zu der Seite der On-Chip-Linse 17 erstreckt, wodurch ein Farbmischungsunterdrückungseffekt zwischen den On-Chip-Linsen 17 erhalten werden kann, so dass Licht, das auf die Fotodiode PD einfällt, zu monochromatischerem Licht gemacht werden kann, und ein starker Farbmischungsunterdrückungseffekt kann als Ganzes erhalten werden.

<9. Anwendung auf Kamera>

[0155] Das zuvor beschriebene Festkörperbildgebungselement 1 (1A, 1B, 1C) wird für verschiedene Einrichtungen verwendet. Als ein Beispiel wird eine Bildgebungseinrichtung 100 einschließlich des Festkörperbildgebungselements 1 beschrieben.

[0156] Eine funktionelle Konfiguration der Bildgebungseinrichtung 100 wird unter Bezugnahme auf **Fig.** 36 beschrieben.

[0157] Die Bildgebungseinrichtung 100 beinhaltet ein Linsensystem 101, das Festkörperbildgebungselement 1 (1A, 1B, 1C), eine Bildverarbeitungseinheit 103, einen Pufferspeicher 104, eine Aufzeichnungssteuereinheit 105, eine Anzeigeeinheit 106, eine Kamerasteuereinheit 107, eine Speichereinheit 108, eine Bedienungseinheit 109, eine Treibereinheit 110, eine Kommunikationseinheit 111 und eine Leistungsversorgungseinheit 112.

[0158] Das Linsensystem 101 beinhaltet verschiedene Linsen, wie etwa eine Einfallsendlinse, eine Zoomlinse, eine Fokuslinse und eine Kondensorlinse, einen Irismechanismus, der eine Belichtungssteuerung durch Anpassen der Linsen, einer Blendenöffnungsmenge durch eine Iris (Blende) und dergleichen durchführt, so dass eine Erfassung in einem Zustand durchgeführt wird, in dem Signalladungen nicht gesättigt sind und innerhalb eines Dynamikumfangs liegen, und eine Verschlusseinheit, wie etwa einen Schlitzverschluss.

[0159] Das Linsensystem 101 ist ein Optiksystemelement, auf das Licht einfällt, und ist nach Bedarf in einem (nicht veranschaulichten) Objektivtubus oder einem Gehäuse der Bildgebungseinrichtung 100 angeordnet.

[0160] Das Festkörperbildgebungselement 1 (1A, 1B, 1C) beinhaltet die Pixelarrayeinheit 2. Das Festkörperbildgebungselement 1 empfängt Licht, das von dem Linsensystem 101 einfällt, und gibt ein Pixelsignal gemäß einer Menge an empfangenem Licht aus.

[0161] Das Festkörperbildgebungselement 1 beinhaltet die Signalverarbeitungseinheit 7, die ein erfasstes Bildsignal als digitale Daten basierend auf einem Pixelsignal erzeugt, das von der Pixelarrayeinheit 2 erhalten wird (siehe **Fig.** 1). Das erfasste Bildsignal wird an die Bildverarbeitungseinheit 103 und die Kamerasteuereinheit 107 ausgegeben.

[0162] Die Bildverarbeitungseinheit 103 ist als ein Bildverarbeitungsprozessor durch zum Beispiel einen Digitalsignalprozessor (DSP) oder dergleichen konfiguriert.

[0163] Die Bildverarbeitungseinheit 103 führt verschiedene Arten von Signalverarbeitung an einem digitalen Signal (erfassten Bildsignal), das heißt RAW-Bilddaten, durch, das von dem Festkörperbildgebungselement 1 ausgegeben wird.

[0164] Die Bildverarbeitungseinheit 103 führt zum Beispiel eine Linsenkorrektur, Rauschunterdrückung, Synchronisationsverarbeitung, YC-Erzeugungsverarbeitung, Farbwiedergabe-/Schärfeverarbeitung und dergleichen durch.

[0165] Bei der Synchronisationsverarbeitung wird eine Farbseparationsverarbeitung durchgeführt, bei der bewirkt wird, dass Bilddaten für jedes Pixel alle Farbkomponenten von Rot (R), Grün (G) und Blau (B) aufweisen. Zum Beispiel wird im Fall eines Bildgebungselements, das ein Bayer-Farbfilter verwendet, eine Demosaicing-Verarbeitung als die Farbseparationsverarbeitung durchgeführt.

[0166] In der YC-Erzeugungsverarbeitung werden ein Luminanz(Y)-Signal und ein Farb(C)-Signal aus den Bilddaten von R, G und B erzeugt (separiert).

[0167] Bei der Farbwiedergabe-/Schärfeverarbeitung wird eine Verarbeitung zum Anpassen von Gradation, Sättigung, Ton, Kontrast und dergleichen als sogenannte Bilderstellung durchgeführt.

[0168] Die Bildverarbeitungseinheit 103 führt die zuvor beschriebene Signalverarbeitung durch, die allgemein als Entwicklungsverarbeitung bezeichnet wird, um Bilddaten in einem vorbestimmten Format zu erzeugen.

[0169] In diesem Fall kann eine Auflösungsumwandlung oder Dateiformationsverarbeitung durchgeführt werden. In der Dateiformationsverarbeitung werden Bilddaten zum Beispiel einer Kompressionscodierung zur Aufzeichnung oder zur Kommunikation, Formatierung und Erzeugung oder Hinzufügung von Metadaten unterzogen, um eine Datei zur Aufzeichnung oder Kommunikation zu erzeugen.

[0170] Zum Beispiel wird eine Bilddatei als eine Standbilddatei in einem Format, wie etwa Joint Photographic Experts Group (JPEG), Tagged Image File Format (TIFF), Graphics Interchange Format (GIF) oder High Efficiency Image File Format (HEIF), erzeugt. Des Weiteren ist es auch denkbar, eine Bilddatei als zum Beispiel ein MP4-Format zu erzeugen, das zur Aufzeichnung eines Bewegtbildes und von Ton gemäß MPEG-4 verwendet wird.

[0171] Es wird angemerkt, dass die Bildverarbeitungseinheit 103 eine Bilddatei mit RAW-Bilddaten erzeugen kann, die nicht der Entwicklungsverarbeitung unterzogen wurden.

[0172] Der Pufferspeicher 104 beinhaltet zum Beispiel einen dynamischen Direktzugriffsspeicher (DRAM). Der Pufferspeicher 104 wird zur vorübergehenden Speicherung von Bilddaten im Verlauf der zuvor beschriebenen Entwicklungsverarbeitung und dergleichen verwendet, die durch die Bildverarbeitungseinheit 103 durchgeführt wird.

[0173] Es wird angemerkt, dass der Pufferspeicher 104 ein von der Bildverarbeitungseinheit 103 getrennter Speicherchip sein kann oder als ein interner Speicherbereich konfiguriert sein kann, wie etwa ein DSP, der die Bildverarbeitungseinheit 103 darstellt.

[0174] Die Aufzeichnungssteuereinheit 105 führt eine Aufzeichnung und Wiedergabe auf einem Aufzeichnungsmedium durch, das zum Beispiel einen nichtflüchtigen Speicher beinhaltet. Die Aufzeichnungssteuereinheit 105 führt eine Verarbeitung zum Aufzeichnen einer Bilddatei, wie etwa von Bewegtbilddaten oder Standbilddaten, auf dem Aufzeichnungsmedium durch.

[0175] Verschiedene tatsächliche Formen der Aufzeichnungssteuereinheit 105 können in Betracht gezogen werden. Die Aufzeichnungssteuereinheit 105 kann zum Beispiel einen in der Bildgebungseinrichtung 100 eingebauten Flash-Speicher und einen Schreibschaltkreis und einen Leseschaltkreis davon beinhalten. Des Weiteren kann die Aufzeichnungssteuereinheit 105 in Form einer Kartenaufzeichnungs-/-wiedergabeeinheit vorliegen, die einen Aufzeichnungs-/Wiedergabezugriff auf ein von der Bildgebungseinrichtung 100 trennbares Aufzeichnungsmedium, zum Beispiel eine Speicherkarte (portabler Flash-Speicher oder dergleichen), durchführt. Des Weiteren kann die Aufzeichnungssteuereinheit 105 als ein Festplattenlaufwerk (HDD) oder dergleichen als eine in der Bildgebungseinrichtung 100 eingebaute Form implementiert werden.

[0176] Die Anzeigeeinheit 106 ist eine Anzeigeeinheit, die verschiedene Anzeigen für einen Benutzer durchführt, und ist ein Rückseitenmonitor, der auf einer Rückseite eines Kameragehäuses bereitgestellt ist, oder ein Elektrischer-Sucher(EVF)-Monitor, der auf dem oberen Teil des Gehäuses bereitgestellt ist.

[0177] Die Anzeigeeinheit 106 führt basierend auf einer Anweisung von der Kamerasteuereinheit 107 verschiedene Anzeigen auf einem Bildschirm aus. Die Anzeigeeinheit 106 zeigt zum Beispiel ein reproduziertes Bild von Bilddaten an, die aus dem Aufzeichnungsmedium in der Aufzeichnungssteuereinheit 105 gelesen wurden.

[0178] Des Weiteren gibt es einen Fall, in dem Bilddaten eines erfassten Bildes (erfasste Bilddaten), deren Auflösung für eine Anzeige durch die Bildverarbeitungseinheit 103 umgewandelt wurde, an die Anzeigeeinheit 106 geliefert werden und die Anzeigeeinheit 106 die Anzeige basierend auf den Bilddaten des erfassten Bildes gemäß einer Anweisung von der Kamerasteuereinheit 107 durchführt. Infolgedessen wird ein so genanntes Durchgangsbild (Subjektüberwachungsbild) angezeigt, das ein erfasstes Bild während einer Kompositionsbestätigung oder während einer Bewegtbildaufzeichnung ist.

[0179] Des Weiteren führt die Anzeigeeinheit 106 Anzeigen von verschiedenen Bedienungsmenüs, Symbolen, Nachrichten und dergleichen, das heißt von grafischen Benutzeroberflächen (GUIs: Graphical User Interfaces), auf dem Bildschirm basierend auf einer Anweisung von der Kamerasteuereinheit 107 aus.

[0180] Die Kamerasteuereinheit 107 beinhaltet einen Mikrocomputer, der eine Zentralverarbeitungseinheit (CPU: Central Processing Unit) beinhaltet.

[0181] Die Speichereinheit 108 speichert Daten und dergleichen, die zur Verarbeitung durch die Kamerasteuereinheit 107 verwendet werden. Als die veranschaulichte Speichereinheit 108 sind zum Beispiel ein Nurlesespeicher (ROM: Read Only Memory), ein Direktzugriffsspeicher (RAM: Random Access Memory), ein Flash-Speicher und dergleichen umfassend veranschaulicht.

[0182] Die Speichereinheit 108 kann ein Speicherbereich sein, der in einen Mikrocomputerchip als die Kamerasteuereinheit 107 eingebaut ist, oder kann ein separater Speicherchip sein.

[0183] Die Kamerasteuereinheit 107 steuert die gesamte Bildgebungseinrichtung 100 durch Ausführen eines Programms, das in dem ROM, dem Flash-Speicher oder dergleichen der Speichereinheit 108 gespeichert ist.

[0184] Zum Beispiel steuert die Kamerasteuereinheit 107 Operationen der jeweiligen Einheit, die für eine Steuerung einer Verschlusszeit des Festkörperbildgebungselements 1, Anweisungen für die verschiedenen Arten von Signalverarbeitung in der Bildverarbeitungseinheit 103, eine Bildgebungsoperation oder eine Bildaufzeichnungsoperation des Benutzers, eine Wiedergabeoperation einer aufgezeichneten Bilddatei und eine Steuerung der Zoomlinse, der Fokuslinse und des Irismechanismus als das Linsensystem 101 erforderlich sind. Des Weiteren führt die Kamerasteuereinheit 107 eine Verarbeitung zum Detektieren von Bedienungsinformationen durch die Bedienungseinheit 109 als eine Benutzeroberflächenbedienung und Anzeigesteuerung jeder Anzeigeeinheit, wie etwa des Rückseitenmonitors und des EVF-Monitors 5a, durch. Des Weiteren führt die Kamerasteuereinheit 107 auch eine Steuerung in Bezug auf eine Kommunikationsoperation mit einer externen Vorrichtung durch die Kommunikationseinheit 111 durch.

[0185] Der RAM in der Speichereinheit 108 wird zur vorübergehenden Speicherung von Daten, eines Programms und dergleichen als ein Arbeitsbereich während verschiedener Arten von Datenverarbeitung durch die CPU der Kamerasteuereinheit 107 verwendet.

[0186] Der ROM und der Flash-Speicher (nichtflüchtiger Speicher) in der Speichereinheit 108 werden verwendet, um ein Betriebssystem (OS) für die CPU zum Steuern jeder Einheit und eine Inhaltsdatei, wie etwa eine Bilddatei, zu speichern. Des Weiteren werden der ROM und der Flash-Speicher in der Speichereinheit 108 zum Speichern von Anwendungsprogrammen, Firmware, verschiedenen Arten von Einstellungsinformationen und dergleichen für verschiedene Operationen der Kamerasteuereinheit 107 und der Bildverarbeitungseinheit 103 verwendet.

[0187] Die Bedienungseinheit 109 beinhaltet ein Betätigungselement, das an jeder Stelle des Kameragehäuses bereitgestellt ist, den Rückseitenmonitor, der mit einer Berührungsfeldfunktion ausgestattet ist, und dergleichen.

[0188] Die Treibereinheit 110 ist zum Beispiel mit einem Motortreiber für einen Zoomlinsenantriebsmotor, einem Motortreiber für einen Fokuslinsenantriebsmotor, einem Motortreiber für einen Irismechanismusmotor und dergleichen versehen.

[0189] Diese Motortreiber legen jeweils einen Antriebsstrom an einen entsprechenden Treiber gemäß einer Anweisung von der Kamerasteuereinheit 107 an, um eine Bewegung der Fokuslinse und der Zoomlinse, Öffnen und Schließen von Blendenlamellen des Irismechanismus und dergleichen auszuführen.

[0190] Die Kommunikationseinheit 111 ist ein Kommunikationsmodul zum Durchführen einer drahtgebundenen Kommunikation oder drahtlosen Kommunikation.

[0191] Die Leistungsversorgungseinheit 112 erzeugt eine für jede Einheit erforderliche Leistungsversorgungsspannung (Vcc) aus zum Beispiel einer innerhalb des Kameragehäuses untergebrachten Batterie und stellt die Leistungsversorgungsspannung als eine Betriebsspannung bereit.

[0192] In einem Zustand, in dem der Objektivtubus an der Bildgebungseinrichtung 100 montiert ist, wird die Leistungsversorgungsspannung Vcc durch die Leistungsversorgungseinheit 112 auch an einen Schaltkreis innerhalb des Objektivtubus geliefert.

[0193] Es wird angemerkt, dass die Leistungsversorgungseinheit 112 mit einem Schaltkreis, der die Batterie lädt, oder mit einem Schaltkreis gebildet sein kann, der die Leistungsversorgungsspannung Vcc unter Verwendung einer DC-Spannung erzeugt, die durch einen AC-Adapter umgewandelt und eingespeist wird, der mit einer kommerziellen AC-Leistungsversorgung als eine Leistungsversorgung verbunden ist.

[0194] In der Bildgebungseinrichtung 100 einschließlich des Festkörperbildgebungselements 1 kann die Empfindlichkeit der Bildgebungseinrichtung 100 verbessert werden und können Bilddaten (Bilddatei oder dergleichen) erzeugt werden, in denen Rauschen unterdrückt wird.

<10. Modifikationen>

[0195] Die Form des bei der zweiten Ausführungsform beschriebenen Hohlraums 14 kann geeignet auf das Festkörperbildgebungselement 1 (1B, 1C)

angewandt werden, das bei der ersten, dritten und vierten Ausführungsform beschrieben ist.

[0196] Gleichermaßen können die Konfiguration einschließlich des Metallfilms 21, die bei der dritten Ausführungsform beschrieben ist, und die Konfiguration einschließlich des Lichtabschirmungsfilms 15C, die bei der vierten Ausführungsform beschrieben ist, auch geeignet auf das Festkörperbildgebungselement (1, 1A, 1B, 1C) der anderen Ausführungsformen angewandt werden.

[0197] Bei den zuvor beschriebenen Beispielen können das zuvor beschriebene Farbfilter 13 und die Struktur dazwischen (die Strukturen des Hohlraums 14 und des Lichtabschirmungsfilms 15) auch auf ein Bildgebungselement angewandt werden, in dem ein Separationsteil zwischen einer Fotodiode PD eines gewissen Pixels Px und einer Fotodiode PD seines angrenzenden Pixels Px gebildet ist.

[0198] Bei dem zuvor beschriebenen Beispiel wurde das rückwärtig belichtete Festkörperbildgebungselement 1 als ein Beispiel beschrieben, aber die vorliegende Technologie kann auch auf ein von der Vorderseite belichtetes Festkörperbildgebungselement angewandt werden.

<11. Kurzdarstellung>

[0199] wie zuvor beschrieben, beinhaltet das Festkörperbildgebungselement 1 (1A, 1B, 1C) die fotoelektrische Umwandlungseinheit (Fotodiode PD), die eine fotoelektrische Umwandlung durchführt, und das Farbfilter 13 (13R, 13G, 13B), das auf der Lichteinfallsseite der fotoelektrischen Umwandlungseinheit gebildet ist und selektiv Licht transmittiert, das durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit empfangen wird, wobei der Hohlraum 14 und der Lichtabschirmungsfilm 15 (15C) auf der Lichteinfallsseite des Hohlraums 14 zwischen den Farbfiltern 13 gebildet sind.

[0200] Der Hohlraum 14 ist zwischen den Farbfiltern 13 gebildet, wodurch eine Totalreflexion für Licht auftritt, das von der Seitenoberfläche des Hohlraums 14 einfällt. Dann wird aufgrund des Lichtabschirmungsfilms 15 oberhalb des Hohlraums 14 das Einfallslicht von oberhalb des Grenzteils des Farbfilters 13 durch den Lichtabschirmungsfilm 15 blockiert.

[0201] Dementsprechend ist es möglich, beide Effekte des Verbesserns der Empfindlichkeit des Pixels Px aufgrund der Tatsache, dass auf das Pixel Px einfallendes Licht durch den Hohlraum 14 zu dem ursprünglichen Pixel Px reflektiert wird, ohne auf das angrenzende Pixel Px einzufallen, und des Unterdrückens einer Farbmischung durch den Lichtabschirmungsfilm 15 zu erhalten.

[0202] Wie unter Bezugnahme auf **Fig.** 2 und dergleichen beschrieben, kann der Lichtabschirmungsfilm 15 (15C) in dem Festkörperbildgebungselement 1 (1A, 1B, 1C) den schwarzen Negativlack (Fotolack 18) beinhalten.

[0203] Infolgedessen kann eine Lichtabschirmung geeignet durchgeführt werden und kann ein Effekt des Unterdrückens einer Farbmischung verstärkt werden. Des Weiteren wird eine Reflexion von Einfallslicht durch den Lichtabschirmungsfilm 15 unterdrückt, wodurch ein Effekt des Unterdrückens des Auftretens eines Flares erhalten werden kann.

[0204] Wie unter Bezugnahme auf **Fig.** 2 und dergleichen beschrieben, kann der Lichtabschirmungsfilm 15 (15C) in dem Festkörperbildgebungselement 1 (1A, 1B, 1C) einen Negativlack (Fotolack 18) mit einer Lichtabschirmungseigenschaft oder Wellenlängenselektivität beinhalten.

[0205] Das heißt, der Lichtabschirmungsfilm 15 kann ein Negativlack mit einer Wellenlängenselektivität zusätzlich zu einem Negativlack mit einer Lichtabschirmungseigenschaft sein. Zum Beispiel ist, falls die Lichtquelle Licht außer Blaulicht emittiert, ein Negativlack, der nur das Passieren von Blaulicht erlaubt, in dem Lichtabschirmungsfilm 15 enthalten, wodurch das zu empfangende Licht nicht durch den Lichtabschirmungsfilm 15 hindurchgeht, so dass eine Farbmischung unterdrückt werden kann.

[0206] Wie unter Bezugnahme auf **Fig.** 19 und dergleichen bei der zweiten Ausführungsform beschrieben, können wenigstens manche der Hohlräume 14 in dem Festkörperbildgebungselement 1 (1A, 1B, 1C) in einer sich verjüngenden Form gebildet werden.

[0207] Der Ausdruck „sich verjüngende Form“, wie hier verwendet, schließt sowohl eine sich vorwärts verjüngende Form als auch eine sich rückwärts verjüngende Form ein. Der Hohlraum 14 ist in einer sich verjüngenden Form gebildet, wodurch das Einfallslicht geeignet zu dem ursprünglichen Pixel Px reflektiert werden kann, so dass die Nutzungseffizienz von Licht verbessert werden kann und die Empfindlichkeit verbessert werden kann.

[0208] Wie unter Bezugnahme auf **Fig.** 19 und dergleichen bei der zweiten Ausführungsform beschrieben, kann die sich verjüngende Form des Hohlraums 14 in dem Festkörperbildgebungselement 1 (1A, 1B, 1C) eine sich vorwärts verjüngende Form bei Betrachtung von der Lichteinfallsseite sein.

[0209] Für das Pixel Px, das an einer Position angeordnet ist, an der die Bildhöhe niedrig ist, fällt Licht im Wesentlichen parallel zu der optischen Achse ein; jedoch ist der Hohlraum 14 mit einer sich vorwärts

verjüngenden Form gebildet, wodurch das Licht, das nahe der Grenze zwischen dem Hohlraum 14 und dem Farbfilter 13 (13R, 13G, 13B) einfällt, geeignet zu der fotoelektrischen Umwandlungseinheit (Fotodiode PD) geleitet werden kann. Infolgedessen kann die Lichtempfangsempfindlichkeit des Pixels Px verbessert werden. Des Weiteren kann insbesondere, da das Einfallslicht durch den Hohlraum 14 mit einer sich vorwärts verjüngenden Form zu im Wesentlichen dem Zentrum der fotoelektrischen Umwandlungseinheit reflektiert werden kann, die Nutzungseffizienz von Licht weiter verbessert werden.

[0210] Wie unter Bezugnahme auf **Fig.** 20 und dergleichen bei der zweiten Ausführungsform beschrieben, kann die sich verjüngende Form des Hohlraums 14 in dem Festkörperbildgebungselement 1 (1A, 1B, 1C) eine sich rückwärts verjüngende Form bei Betrachtung von der Lichteinfallsseite sein.

[0211] Für das Pixel Px, das an einer Position angeordnet ist, an der die Bildhöhe hoch ist, fällt Licht schräg zu der optischen Achse ein; jedoch ist der Hohlraum 14 mit einer sich rückwärts verjüngenden Form gebildet, wodurch das Licht, das auf die Seitenoberfläche des Hohlraums 14 einfällt, einfach zu dem ursprünglichen Pixel Px reflektiert wird. Dementsprechend kann die Lichtempfangsempfindlichkeit des Pixels Px verbessert werden und kann eine Farbmischung verhindert werden.

[0212] Wie unter Bezugnahme auf **Fig.** 21 und dergleichen bei der zweiten Ausführungsform beschrieben, können der erste Hohlraum (der in **Fig.** 19 veranschaulichte Hohlraum 14) mit einer sich vorwärts verjüngenden Form bei Betrachtung von der Lichteinfallsseite und der zweite Hohlraum (der in **Fig.** 20 veranschaulichte Hohlraum 14) mit einer sich rückwärts verjüngenden Form bei Betrachtung von der Lichteinfallsseite als der Hohlraum 14 in dem Festkörperbildgebungselement 1 (1A, 1B, 1C) bereitgestellt werden und kann der zweite Hohlraum an einer Position weiter von dem Bildhöhenzentrum entfernt als der erste Hohlraum bereitgestellt werden.

[0213] Infolgedessen wird der Hohlraum 14 mit einer Form, bei der das Einfallslicht einfach zu dem ursprünglichen Pixel Px reflektiert wird, gemäß der Anordnungsposition des Pixels Px geeignet gebildet. Dementsprechend ist es möglich, die Lichtempfangsempfindlichkeit zu verbessern und die Farbmischung zu verhindern.

[0214] Wie unter Bezugnahme auf **Fig.** 27 und dergleichen bei der zweiten Ausführungsform beschrieben, kann die sich verjüngende Form des Hohlraums 14 in dem Festkörperbildgebungselement 1 (1A, 1B, 1C) in einer Form gebildet werden, bei der der Eckteil 20 abgerundet ist.

[0215] Infolgedessen wird eine Verarbeitung zum Bilden des Eckteils 20 mit einem spitzen Winkel überflüssig und dementsprechend ist es möglich, das Festkörperbildgebungselement 1 zu bilden, ohne die Anzahl an Schritten zum Bilden des Hohlraums 14 zu erhöhen. Des Weiteren ist es möglich, die Kosten der Herstellungseinrichtung zum Herstellen des Festkörperbildgebungselements 1 zu reduzieren.

[0216] Wie unter Bezugnahme auf **Fig.** 28 und dergleichen bei der dritten Ausführungsform beschrieben, kann der Metallfilm 21 zwischen dem Hohlraum 14 und der fotoelektrischen Umwandlungseinheit (Fotodiode PD) in dem Festkörperbildgebungselement 1 (1A, 1B, 1C) gebildet werden.

[0217] Infolgedessen wird wenigstens ein Teil des Lichts, das auf die Seitenoberfläche des Hohlraums 14 einfällt, blockiert, ohne auf das angrenzende Pixel Px einzufallen. Dementsprechend kann der Effekt des Verhinderns einer Farbmischung weiter verbessert werden.

[0218] Wie unter Bezugnahme auf **Fig.** 35 und dergleichen bei der vierten Ausführungsform beschrieben, kann das Festkörperbildgebungselement 1 (1A, 1B, 1C) die On-Chip-Linse 17 beinhalten, die auf der Lichteinfallsseite des Farbfilters 13 (13R, 13G, 13B) angeordnet ist, und der obere Endteil 24 des Lichtabschirmungsfilms 15C kann auf der Lichteinfallsseite von der Grenze zwischen der On-Chip-Linse 17 und dem Farbfilter 13 angeordnet sein.

[0219] Infolgedessen kann eine Farbmischung zwischen den On-Chip-Linsen 17 unterdrückt werden und kann ein starker Farbmischungseffekt als Ganzes erhalten werden.

[0220] Wie unter Bezugnahme auf **Fig.** 36 und dergleichen beschrieben, beinhaltet die Bildgebungseinrichtung 100 als eine elektronische Vorrichtung Folgendes: das Optiksystemelement (Linsensystem 101), auf das Licht einfällt; und das Festkörperbildgebungselement 1 (1A, 1B, 1C), das Licht empfängt, das von dem Optiksystemelement einfällt, und ein Pixelsignal gemäß einer Menge an empfangenem Licht ausgibt, wobei das Festkörperbildgebungselement 1 Folgendes beinhaltet: die fotoelektrische Umwandlungseinheit (Fotodiode PD), die eine fotoelektrische Umwandlung durchführt; das Farbfilter 13 (13R, 13G, 13B), das auf der Lichteinfallsseite der fotoelektrischen Umwandlungseinheit gebildet ist und selektiv Licht transmittiert, das durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit empfangen wird; und die Signalverarbeitungseinheit 7, die eine Signalverarbeitung an dem Pixelsignal durchführt, und

der Hohlraum 14 und der Lichtabschirmungsfilm 15 (15C) auf der Lichteinfallsseite des Hohlraums 14 zwischen den Farbfiltern 13 gebildet sind.

[0221] Als eine solche Bildgebungseinrichtung 100 kann nicht nur eine Kamera betrachtet werden, sondern können auch verschiedene Arten betrachtet werden, zum Beispiel eine elektronische Vorrichtung mit einer Kamerafunktion, wie etwa ein Smartphone.

[0222] Es wird angemerkt, dass in der vorliegenden Beschreibung beschriebene Effekte lediglich Beispiele sind und nicht beschränkt sind und andere Effekte bereitgestellt werden können.

[0223] Des Weiteren können die zuvor beschriebenen Beispiele auf beliebige Weise kombiniert werden, und die zuvor beschriebenen verschiedenen Funktionen und Effekte können selbst in einem Fall erhalten werden, in dem verschiedene Kombinationen verwendet werden.

<12. Vorliegende Technologie>

(1) Ein Festkörperbildgebungselement, das Folgendes beinhaltet:

eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die eine fotoelektrische Umwandlung durchführt; und

ein Farbfilter, das auf einer Lichteinfallsseite der fotoelektrischen Umwandlungseinheit gebildet ist und selektiv Licht transmittiert, das durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit empfangen wird, wobei

ein Hohlraum und ein Lichtabschirmungsfilm auf der Lichteinfallsseite des Hohlraums zwischen mehreren Farbfiltern gebildet sind.

(2) Das Festkörperbildgebungselement nach (1), wobei
der Lichtabschirmungsfilm einen schwarzen Negativlack beinhaltet.

(3) Das Festkörperbildgebungselement nach einem von (1) bis (2), wobei
der Lichtabschirmungsfilm einen Negativlack mit einer Lichtabschirmungseigenschaft oder Wellenlängenselektivität beinhaltet.

(4) Das Festkörperbildgebungselement nach einem von (1) bis (3), wobei
wenigstens manche von mehreren der Hohlräume in einer sich verjüngenden Form gebildet sind.

(5) Das Festkörperbildgebungselement nach (4), wobei
die sich verjüngende Form eine sich vorwärts verjüngende Form bei Betrachtung von der Lichteinfallsseite ist.

(6) Das Festkörperbildgebungselement nach (4), wobei
die sich verjüngende Form eine sich rückwärts verjüngende Form bei Betrachtung von der Lichteinfallsseite ist.

(7) Das Festkörperbildgebungselement nach (4), wobei

ein erster Hohlraum und ein zweiter Hohlraum als die Hohlräume bereitgestellt sind, wobei der erste Hohlraum eine sich vorwärts verjüngende Form bei Betrachtung von der Lichteinfallsseite aufweist, wobei der zweite Hohlraum eine sich rückwärts verjüngende Form bei Betrachtung von der Lichteinfallsseite aufweist, und der zweite Hohlraum an einer Position weiter von einem Bildhöhenzentrum entfernt als der erste Hohlraum angeordnet ist.

(8) Das Festkörperbildgebungselement nach einem von (4) bis (7), wobei
die sich verjüngende Form in einer Form gebildet ist, bei der ein Eckteil abgerundet ist.

(9) Das Festkörperbildgebungselement nach einem von (1) bis (8), wobei
ein Metallfilm zwischen dem Hohlraum und der fotoelektrischen Umwandlungseinheit gebildet ist.

(10) Das Festkörperbildgebungselement nach einem von (1) bis (9), das ferner Folgendes beinhaltet:

eine On-Chip-Linse, die auf der Lichteinfallsseite des Farbfilters angeordnet ist, wobei

ein oberer Endteil des Lichtabschirmungsfilms auf der Lichteinfallsseite von einer Grenze zwischen der On-Chip-Linse und dem Farbfilter angeordnet ist.

(11) Eine elektronische Vorrichtung, die Folgendes beinhaltet:

ein Optiksystemelement, auf das Licht einfällt; und

ein Festkörperbildgebungselement, das Licht empfängt, das von dem Optiksystemelement einfällt, und ein Pixelsignal gemäß einer Menge an empfangenem Licht ausgibt, wobei

das Festkörperbildgebungselement Folgendes beinhaltet:

eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die eine fotoelektrische Umwandlung durchführt;

ein Farbfilter, das auf einer Lichteinfallsseite der fotoelektrischen Umwandlungseinheit gebildet ist und selektiv Licht transmittiert, das durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit empfangen wird; und

eine Signalverarbeitungseinheit, die eine Signalverarbeitung an dem Pixelsignal durchführt, und

ein Hohlraum und ein Lichtabschirmungsfilm auf der Lichteinfallsseite des Hohlraums zwischen mehreren Farbfiltern gebildet sind.

BEZUGSZEICHENLISTE

1, 1A, 1B, 1C	Festkörperbildgebungselement
7	Signalverarbeitungseinheit
13, 13R, 13G, 13B	Farbfilter
14	Hohlraum
15, 15C	Lichtabschirmungsfilm
17	On-Chip-Linse
18	Fotolack (Negativlack)
20	Eckteil
21	Metallfilm
24	Oberer Endteil
100	Bildgebungseinrichtung (elektronische Vorrichtung)
101	Linsensystem (Optiksystemelement)
PD	Fotodiode (fotoelektrische Umwandlungseinheit)

Patentansprüche

1. Festkörperbildgebungselement, das Folgendes umfasst:
eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die eine fotoelektrische Umwandlung durchführt; und
ein Farbfilter, das auf einer Lichteinfallsseite der fotoelektrischen Umwandlungseinheit gebildet ist und selektiv Licht transmittiert, das durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit empfangen wird, wobei
ein Hohlraum und ein Lichtabschirmungsfilm auf der Lichteinfallsseite des Hohlraums zwischen mehreren Farbfiltern gebildet sind.

2. Festkörperbildgebungselement nach Anspruch 1, wobei der Lichtabschirmungsfilm einen schwarzen Negativlack beinhaltet.

3. Festkörperbildgebungselement nach Anspruch 1, wobei der Lichtabschirmungsfilm einen Negativlack mit einer Lichtabschirmungseigenschaft oder Wellenlängenselektivität beinhaltet.

4. Festkörperbildgebungselement nach Anspruch 1, wobei wenigstens manche von mehreren der Hohlräume in einer sich verjüngenden Form gebildet sind.

5. Festkörperbildgebungselement nach Anspruch 4, wobei die sich verjüngende Form eine sich vorwärts verjüngende Form bei Betrachtung von der Lichteinfallsseite ist.

6. Festkörperbildgebungselement nach Anspruch 4, wobei die sich verjüngende Form eine sich rückwärts verjüngende Form bei Betrachtung von der Lichteinfallsseite ist.

7. Festkörperbildgebungselement nach Anspruch 4, wobei
ein erster Hohlraum und ein zweiter Hohlraum als die Hohlräume bereitgestellt sind, wobei der erste Hohlraum eine sich vorwärts verjüngende Form bei Betrachtung von der Lichteinfallsseite aufweist, wobei der zweite Hohlraum eine sich rückwärts verjüngende Form bei Betrachtung von der Lichteinfallsseite aufweist, und
der zweite Hohlraum an einer Position weiter von einem Bildhöhenzentrum entfernt als der erste Hohlraum angeordnet ist.

8. Festkörperbildgebungselement nach Anspruch 4, wobei die sich verjüngende Form in einer Form gebildet ist, bei der ein Eckteil abgerundet ist.

9. Festkörperbildgebungselement nach Anspruch 1, wobei ein Metallfilm zwischen dem Hohlraum und der fotoelektrischen Umwandlungseinheit gebildet ist.

10. Festkörperbildgebungselement nach Anspruch 1, das ferner Folgendes umfasst:
eine On-Chip-Linse, die auf der Lichteinfallsseite des Farbfilters angeordnet ist, wobei
ein oberer Endteil des Lichtabschirmungsfilms auf der Lichteinfallsseite von einer Grenze zwischen der On-Chip-Linse und dem Farbfilter angeordnet ist.

11. Elektronische Vorrichtung, die Folgendes umfasst:
ein Optiksystemelement, auf das Licht einfällt; und
ein Festkörperbildgebungselement, das Licht empfängt, das von dem Optiksystemelement einfällt, und ein Pixelsignal gemäß einer Menge an empfangenem Licht ausgibt, wobei
das Festkörperbildgebungselement Folgendes beinhaltet:
eine fotoelektrische Umwandlungseinheit, die eine

fotoelektrische Umwandlung durchführt;
ein Farbfilter, das auf einer Lichteinfallsseite der fotoelektrischen Umwandlungseinheit gebildet ist und selektiv Licht transmittiert, das durch die fotoelektrische Umwandlungseinheit empfangen wird; und
eine Signalverarbeitungseinheit, die eine Signalverarbeitung an dem Pixelsignal durchführt, und
ein Hohlraum und ein Lichtabschirmungsfilm auf der Lichteinfallsseite des Hohlraums zwischen mehreren Farbfiltern gebildet sind.

Es folgen 32 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

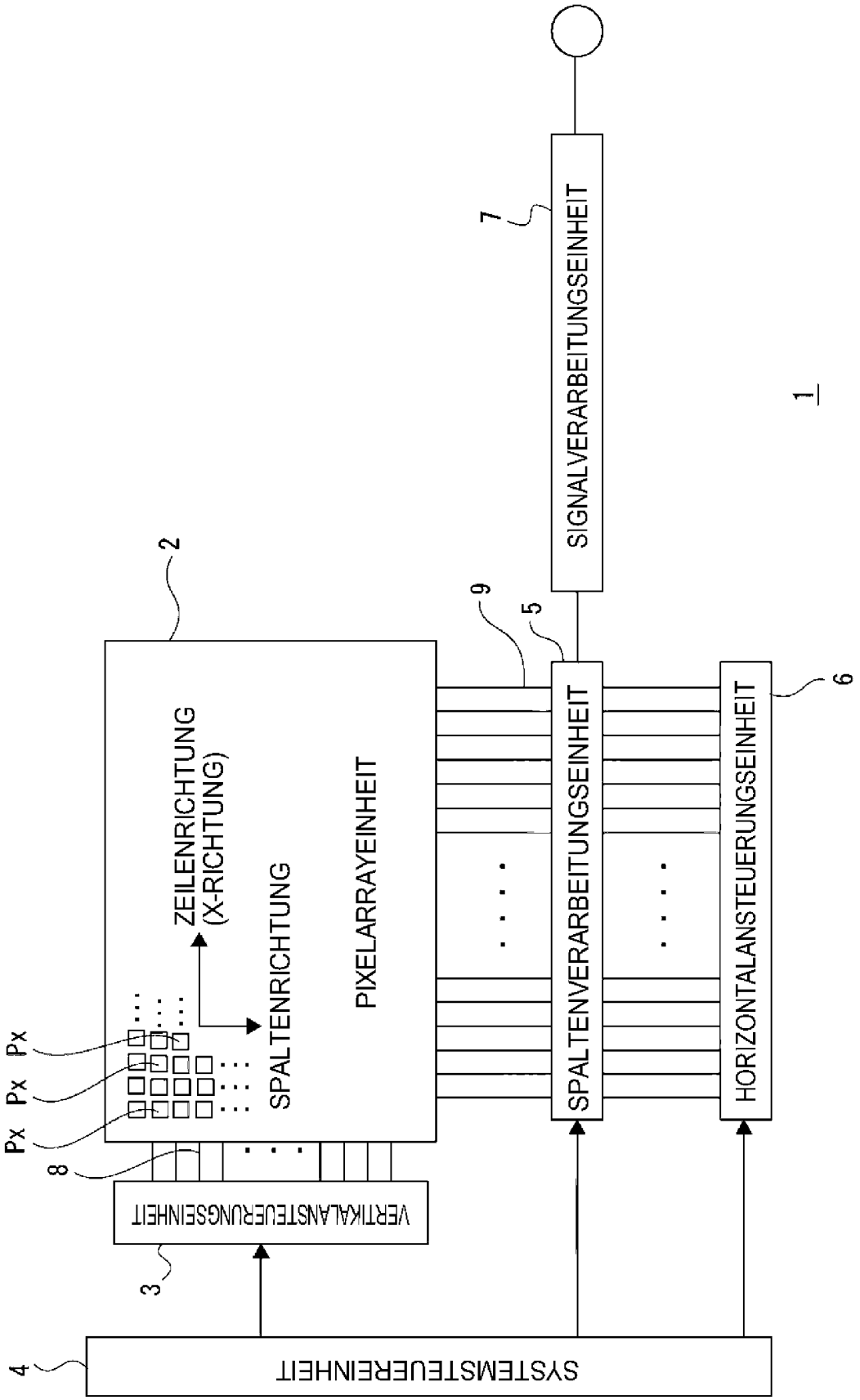


FIG. 2

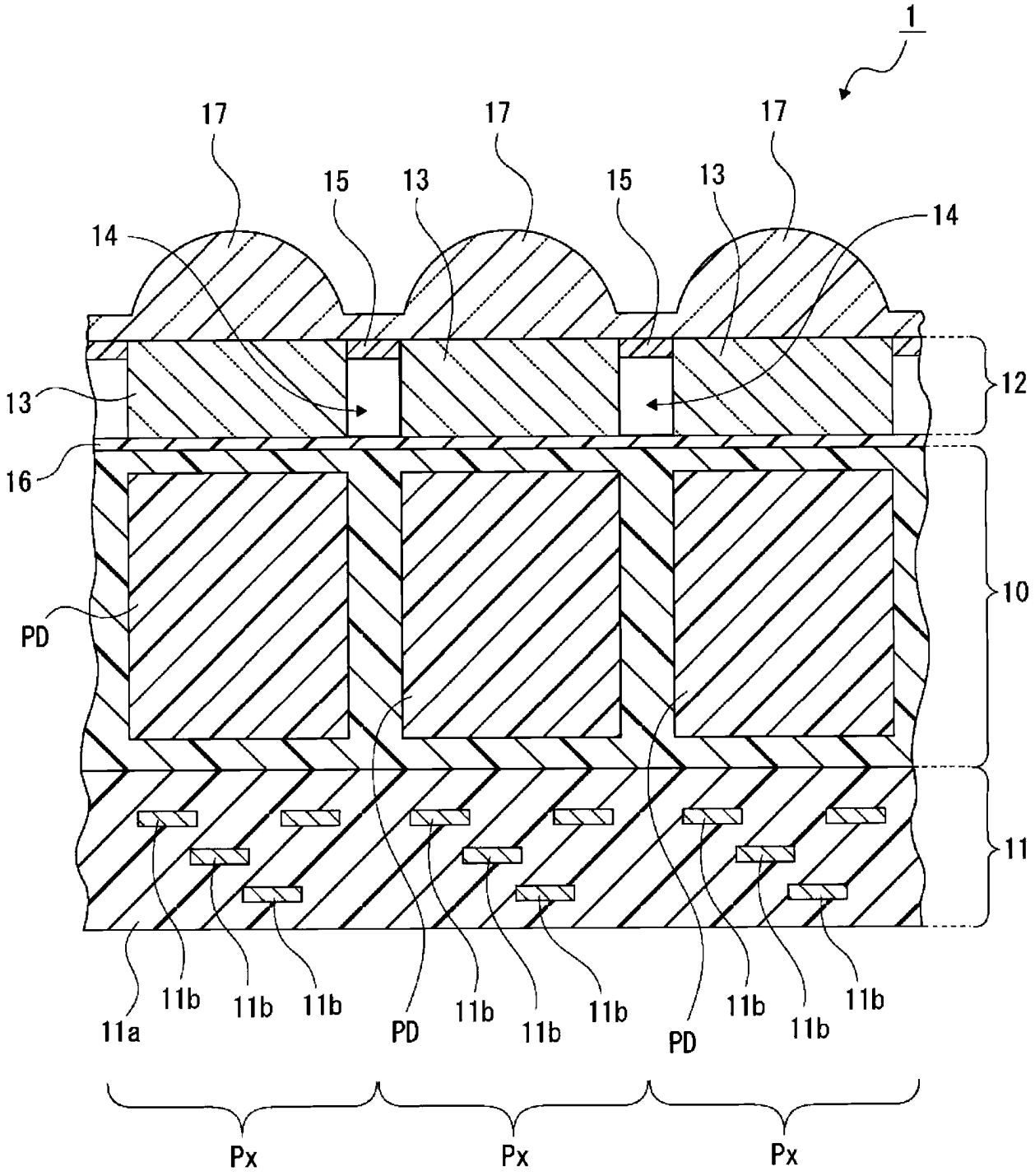

1
17
17
17
15
13
15
13
14
14
13
12
16
10
PD
11
11a
11b
11b
11b
PD
11b
11b
11b
PD
11b
11b
11b
Px
Px
Px

FIG. 3

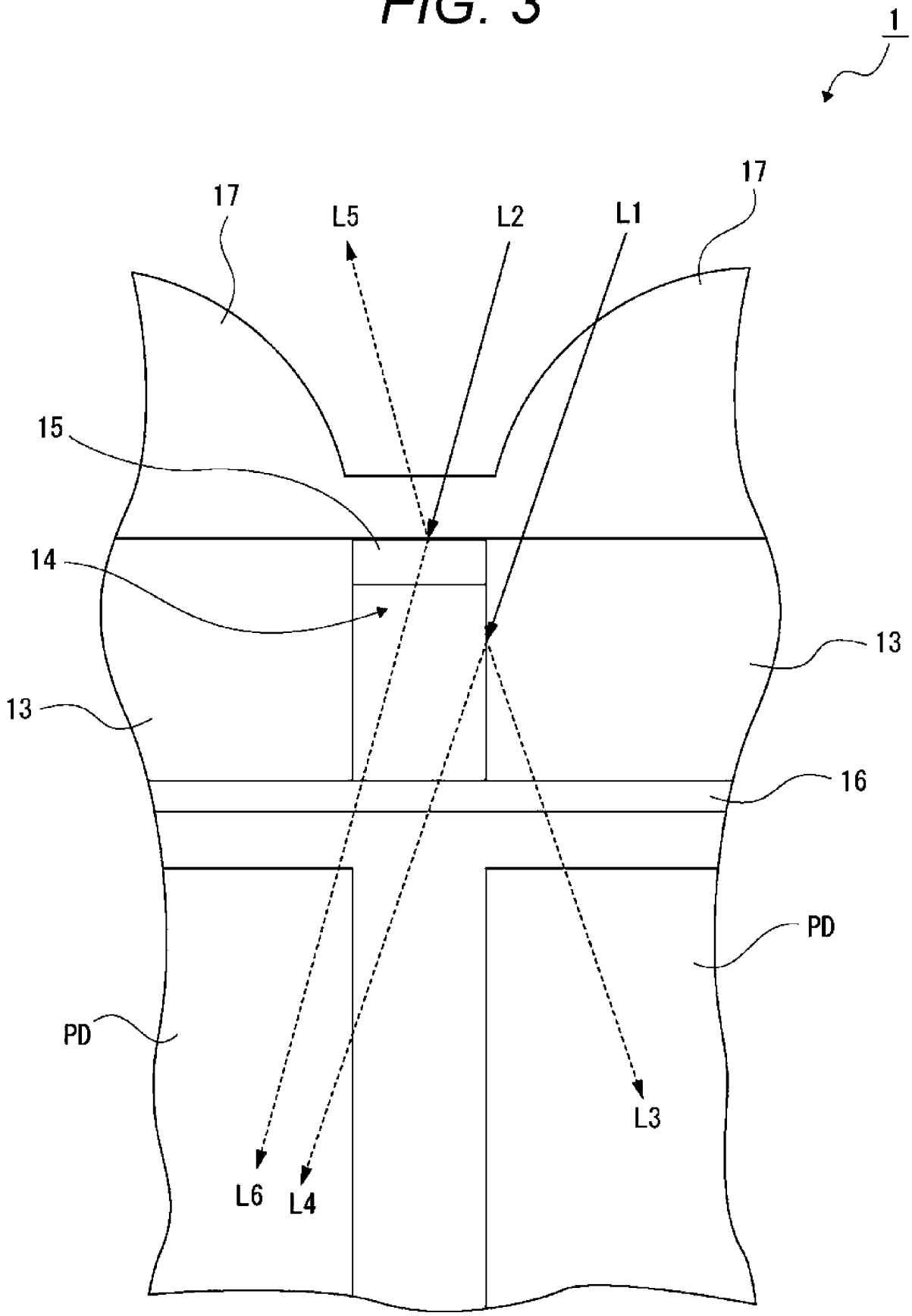


FIG. 4

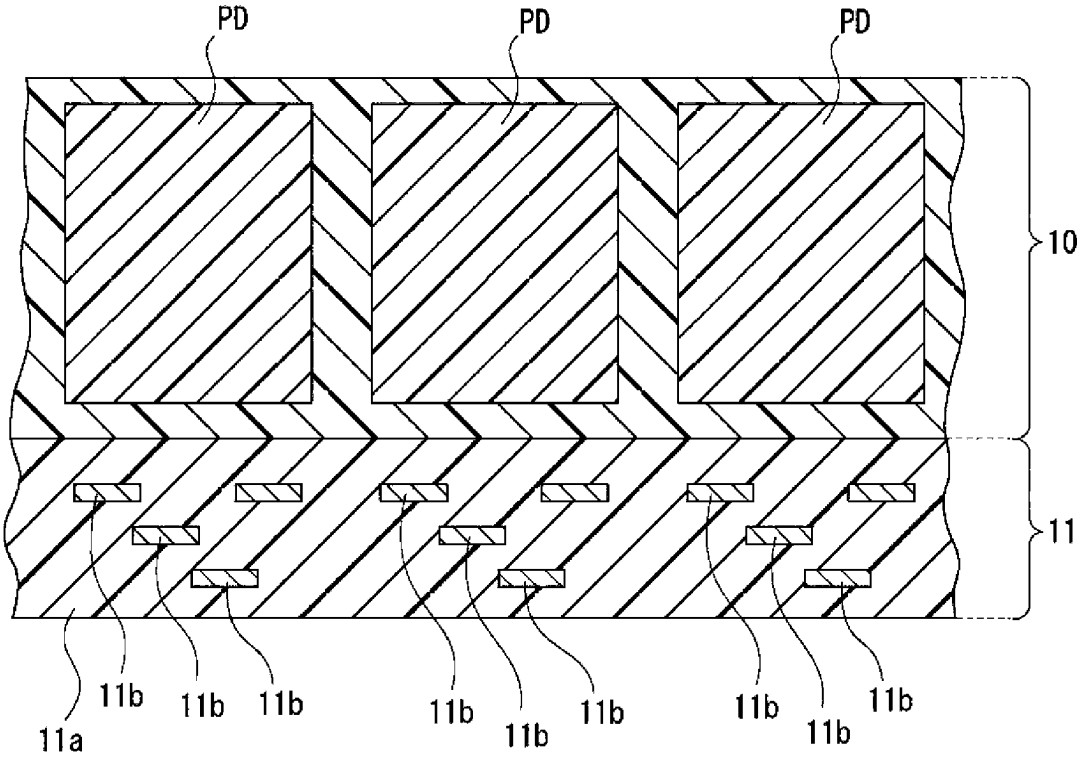

PD
PD
PD
10
11
11a
11b
11b
11b
11b
11b
11b
11b
11b
11b

FIG. 5

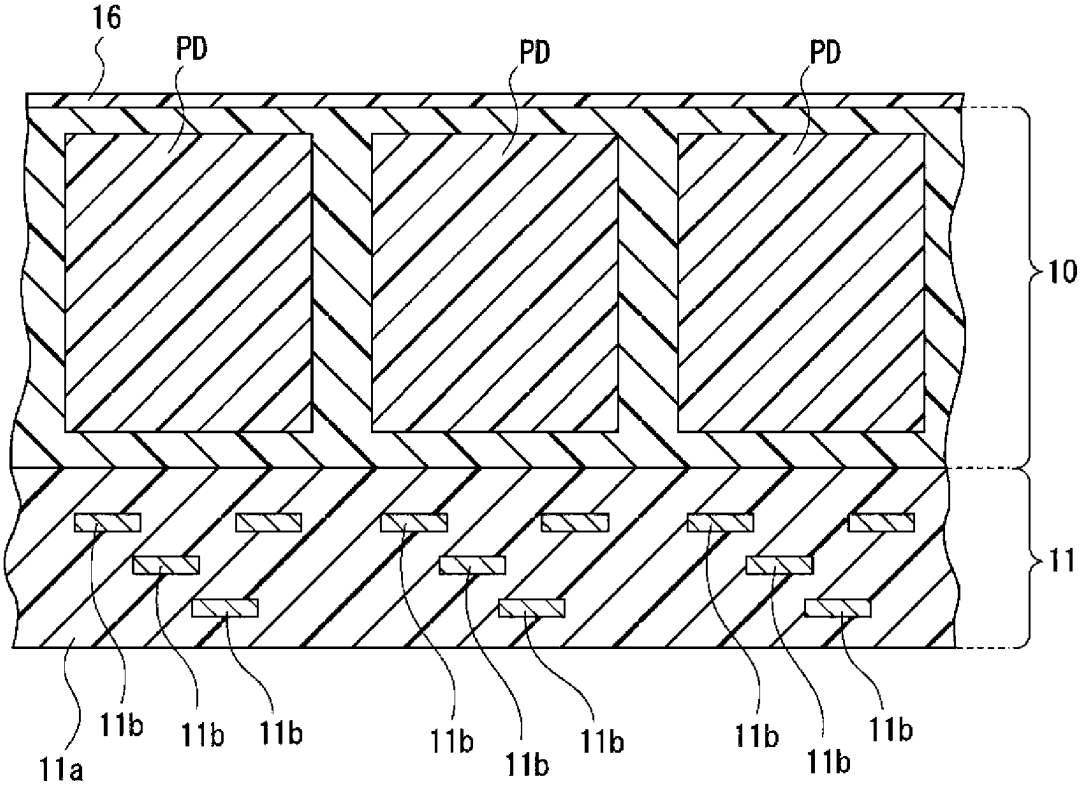

16
PD
PD
PD
10
11
11a
11b
11b
11b
11b
11b
11b
11b
11b
11b

FIG. 6

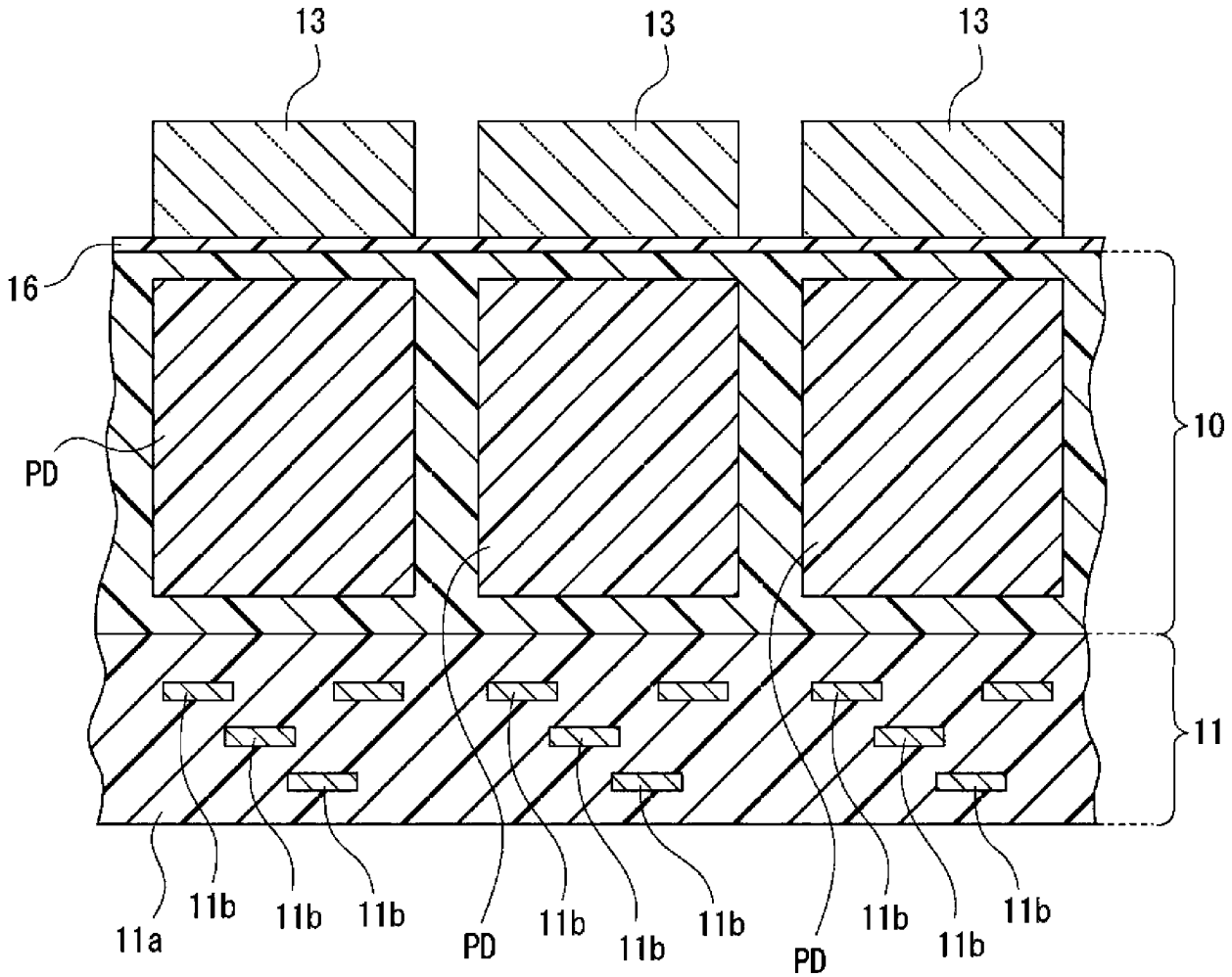


FIG. 7

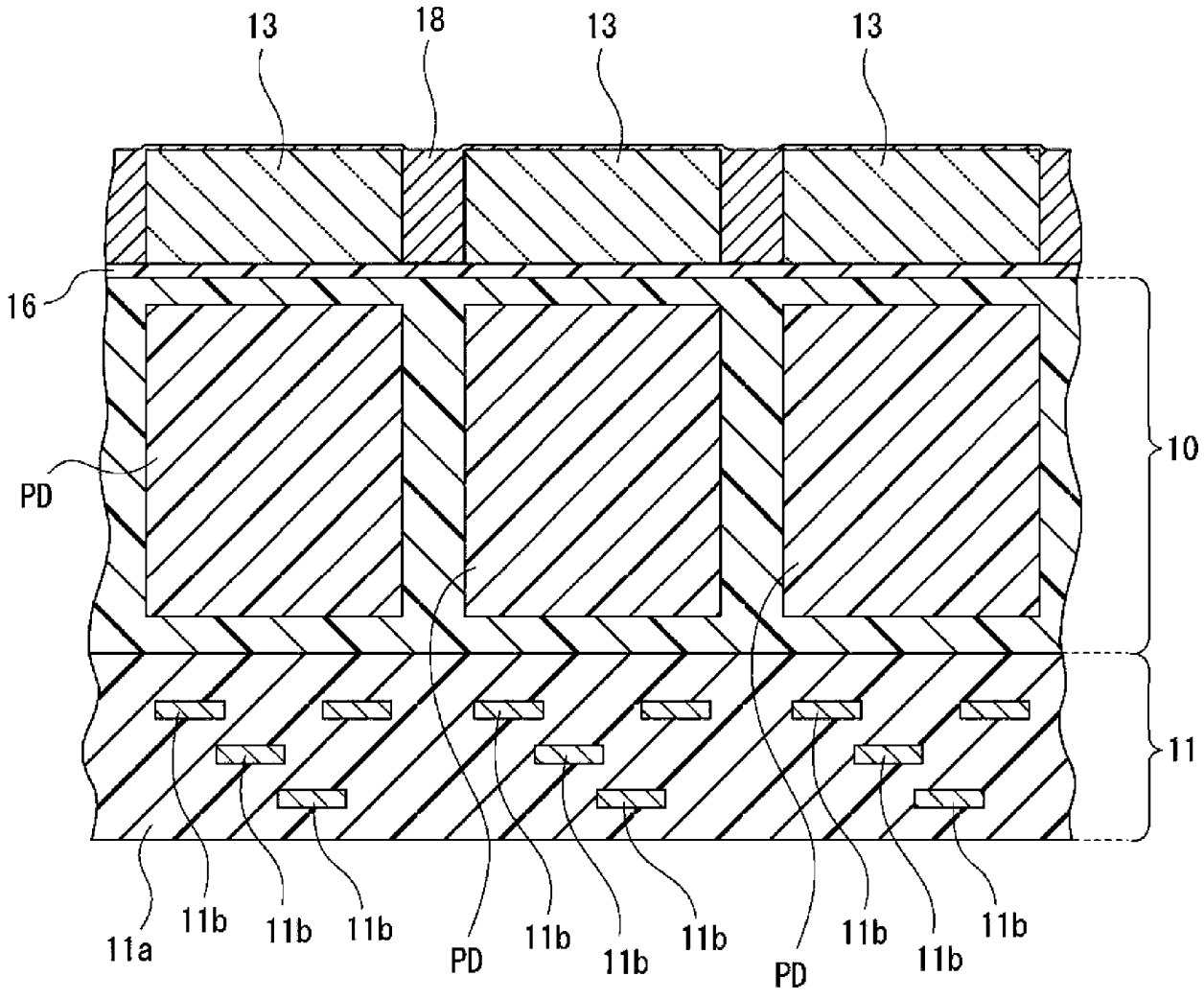

13
18
13
13
16
PD
10
11
11a
11b
11b
11b
PD
11b
11b
11b
PD
11b
11b
11b

FIG. 8

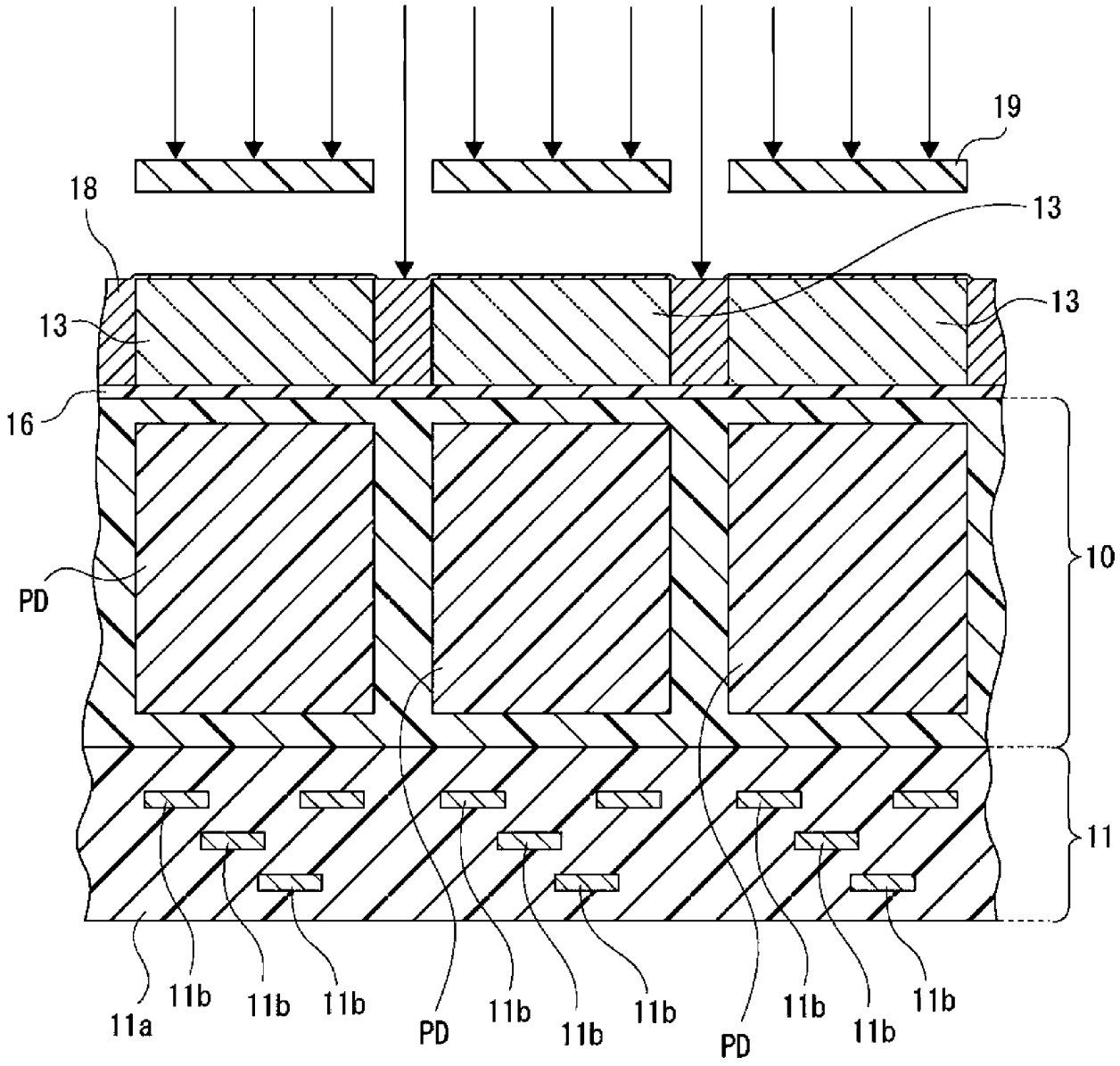

19
18
13
13
13
16
10
PD
11
11a
11b
11b
11b
PD
11b
11b
11b
PD
11b
11b
11b

FIG. 9

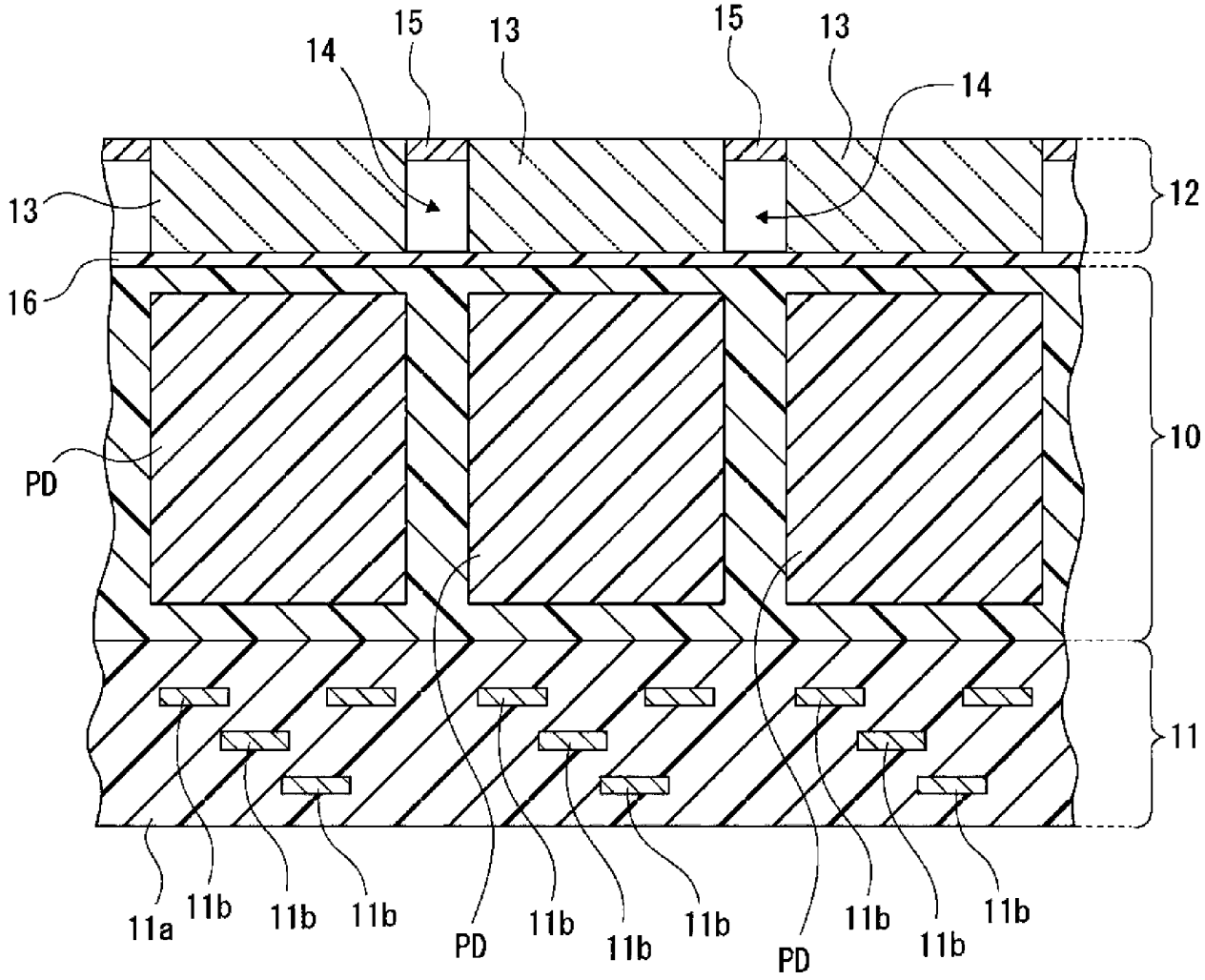

15
13
15
13
14
14
13
12
16
10
PD
11
11a
11b
11b
11b
PD
11b
11b
11b
PD
11b
11b
11b

FIG. 10

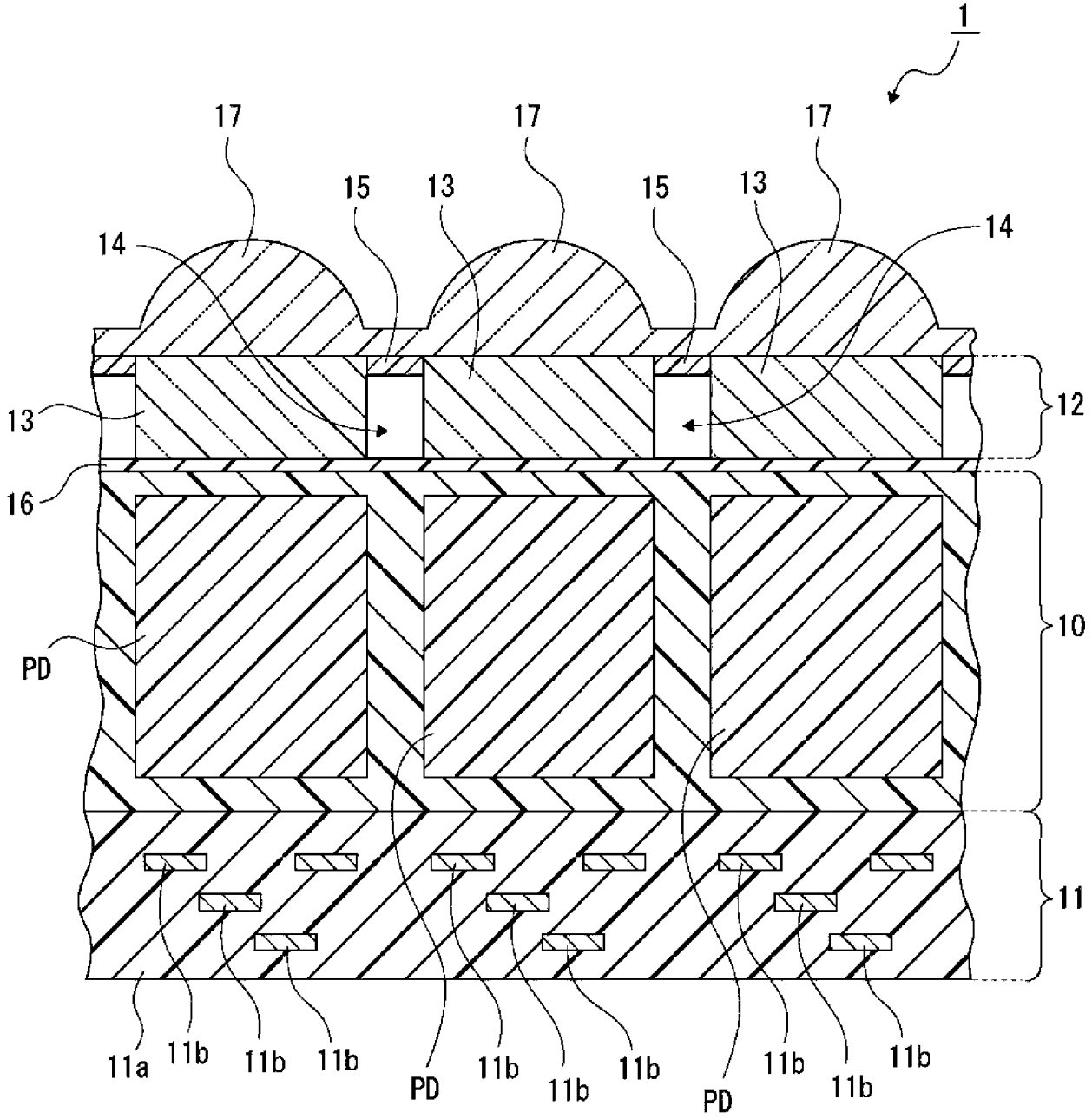

1
17
17
17
15
13
15
13
14
14
13
12
16
10
PD
11
11a
11b
11b
11b
PD
11b
11b
11b
PD
11b
11b
11b

FIG. 11

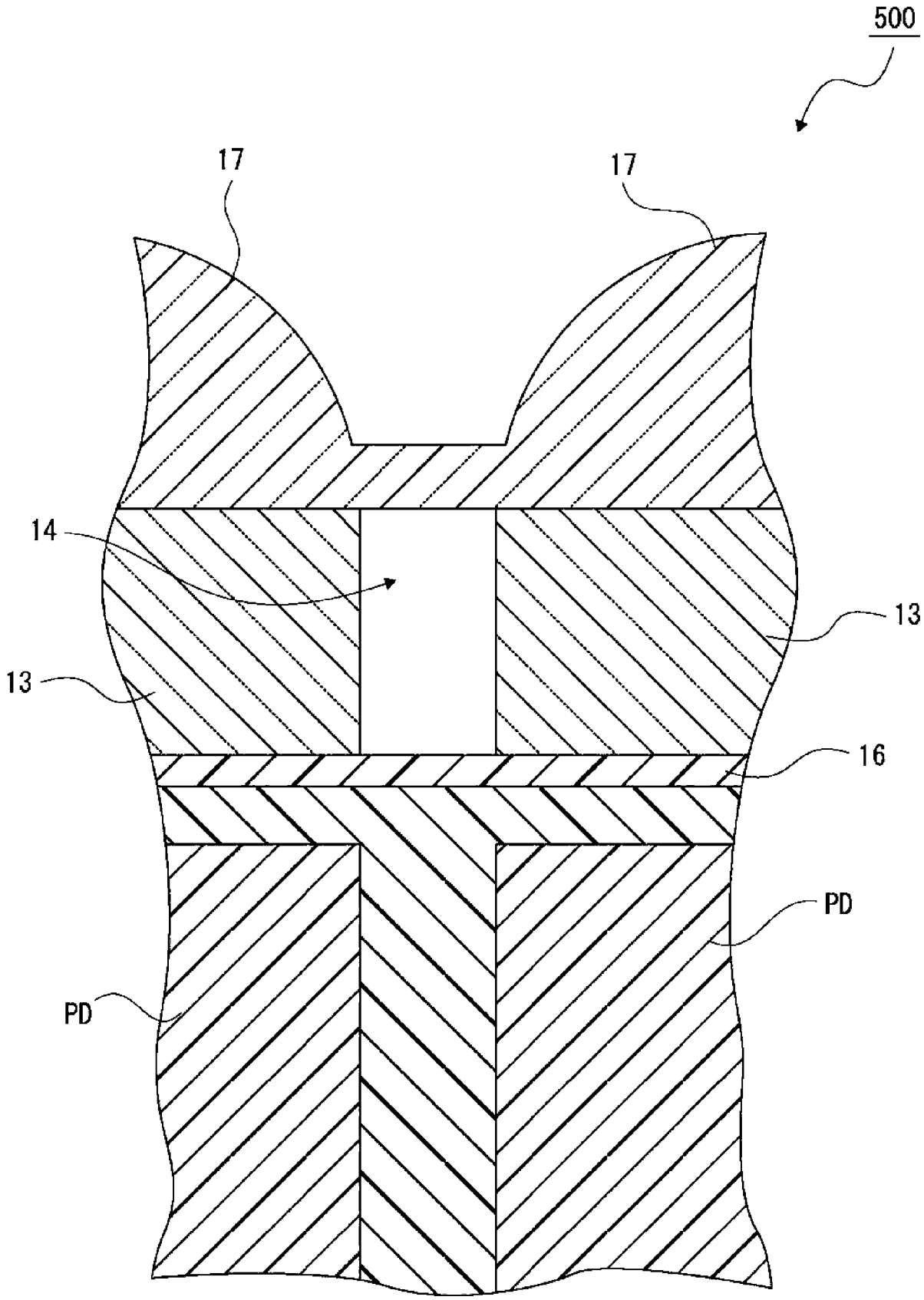


FIG. 12

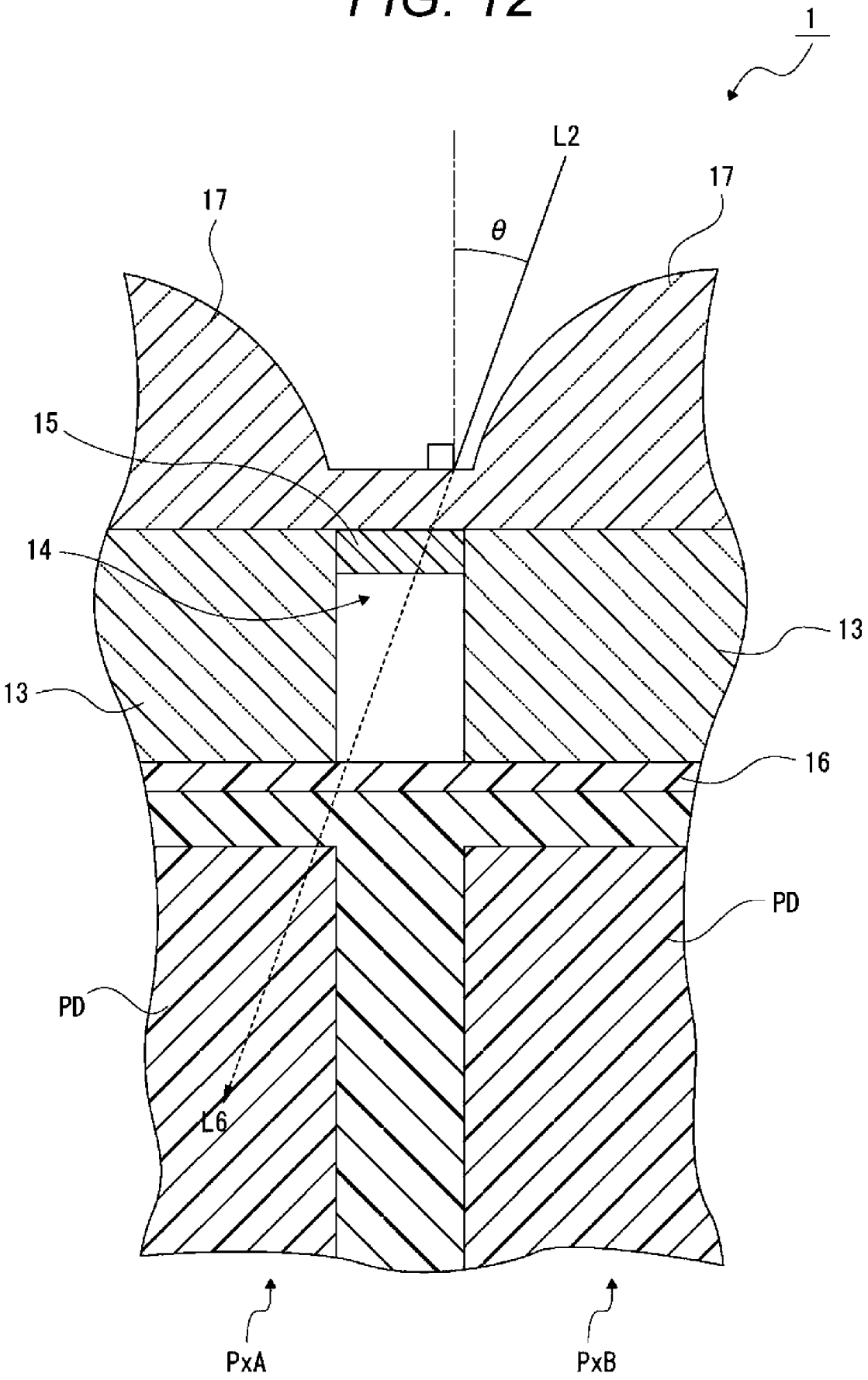
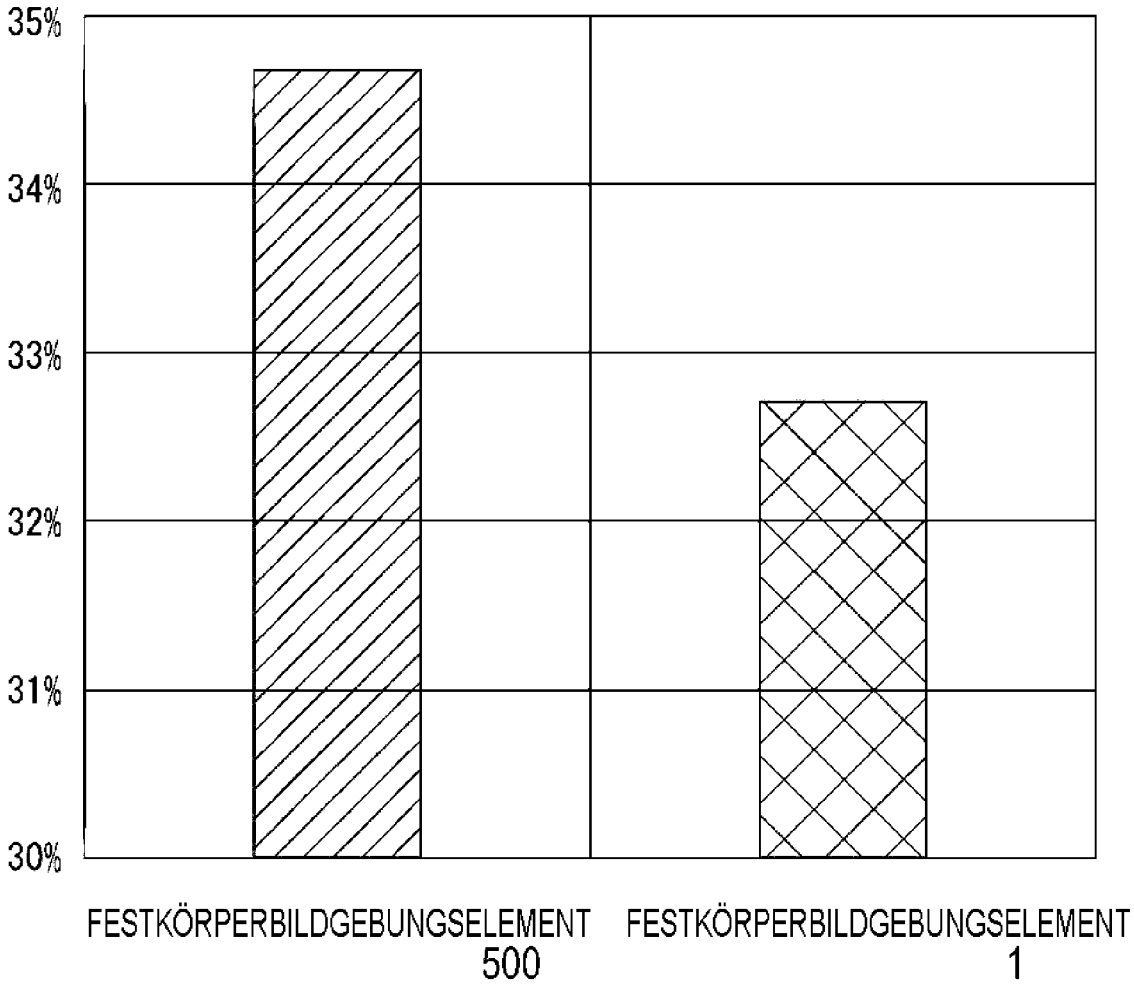


FIG. 13



SIMULATIONSERGEBNIS
(FARBMISCHUNG AUFGRUND VON EINFALLSLICHT L2)

FIG. 14

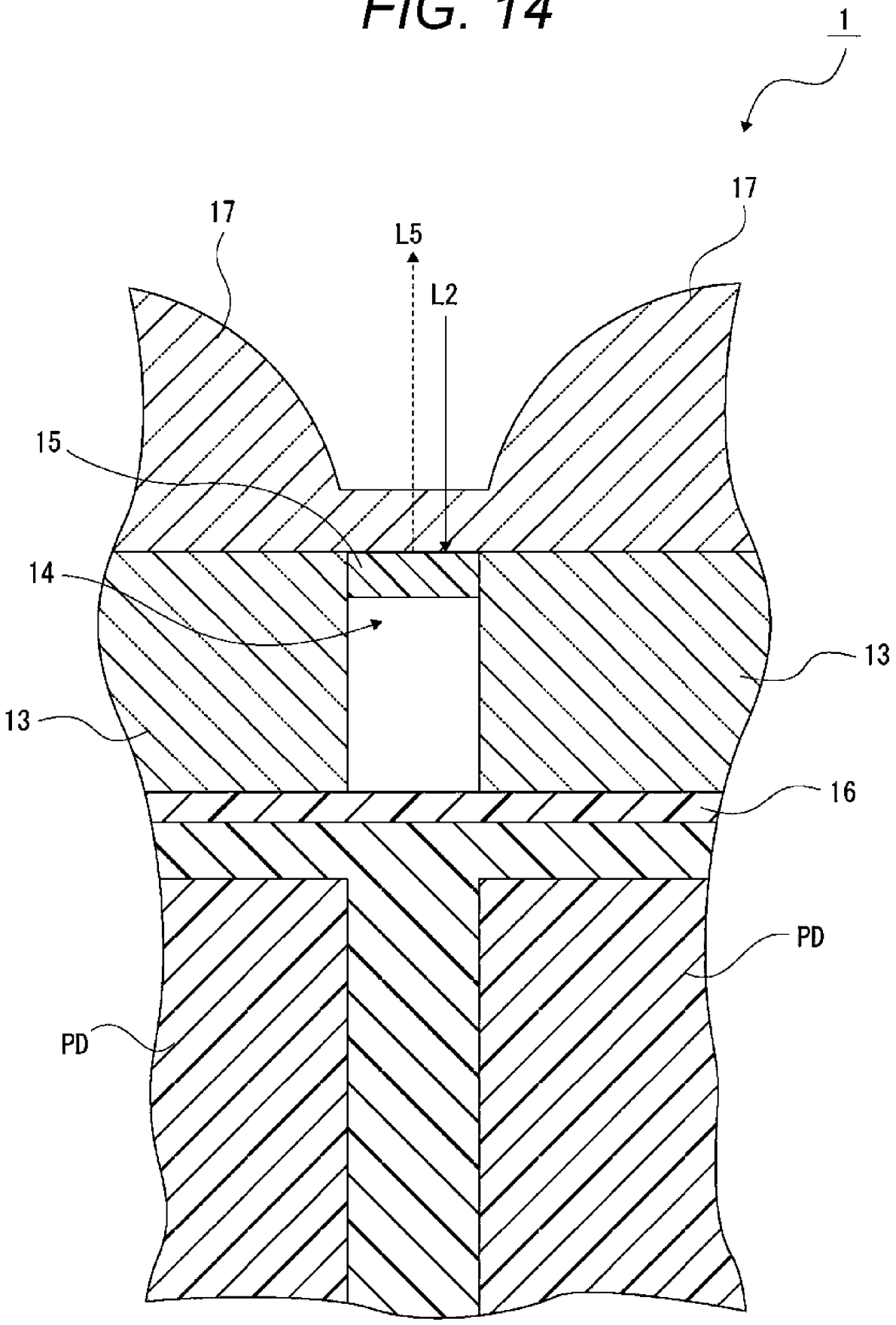
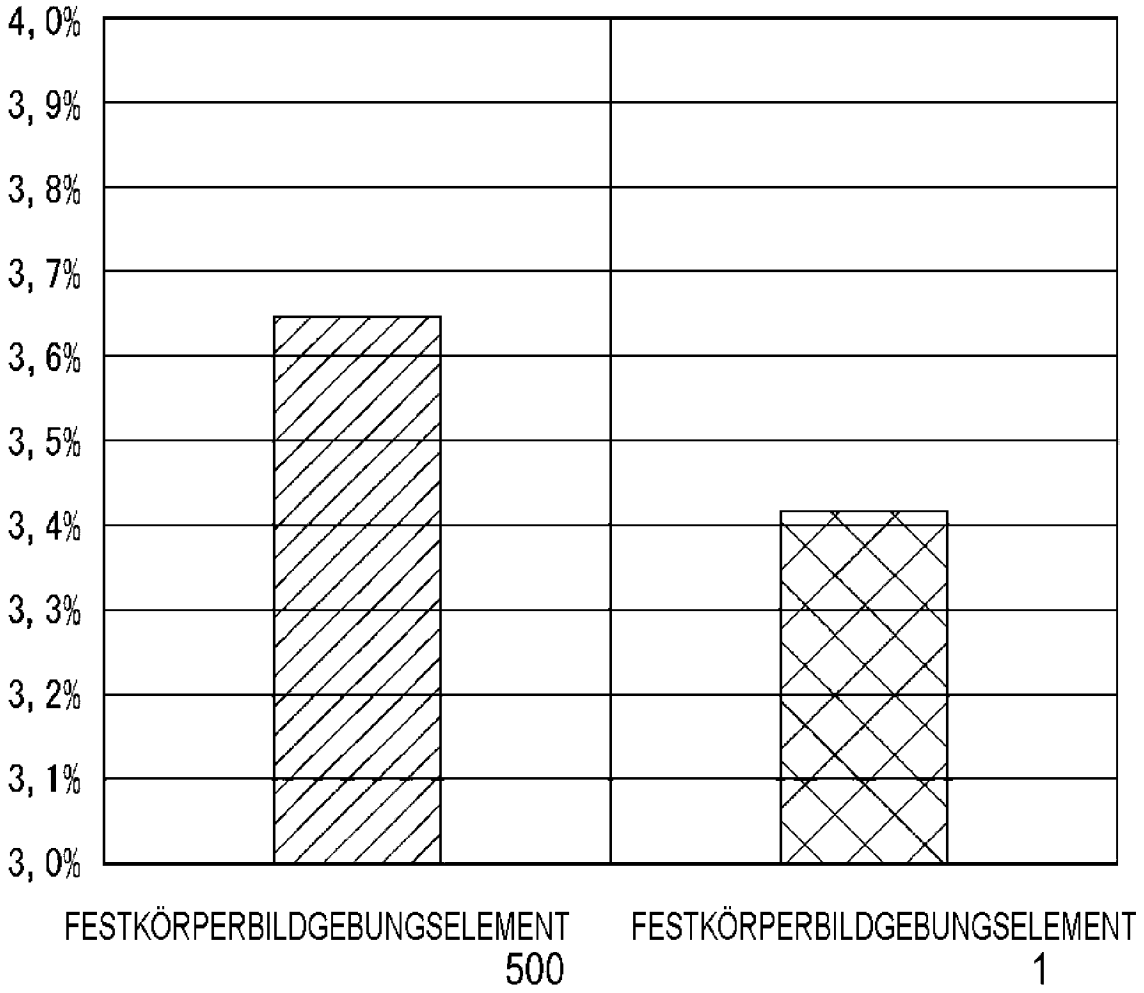


FIG. 15



SIMULATIONSERGEBNIS
(FLARE AUFGRUND VON EINFALLSLICHT L2)

FIG. 16

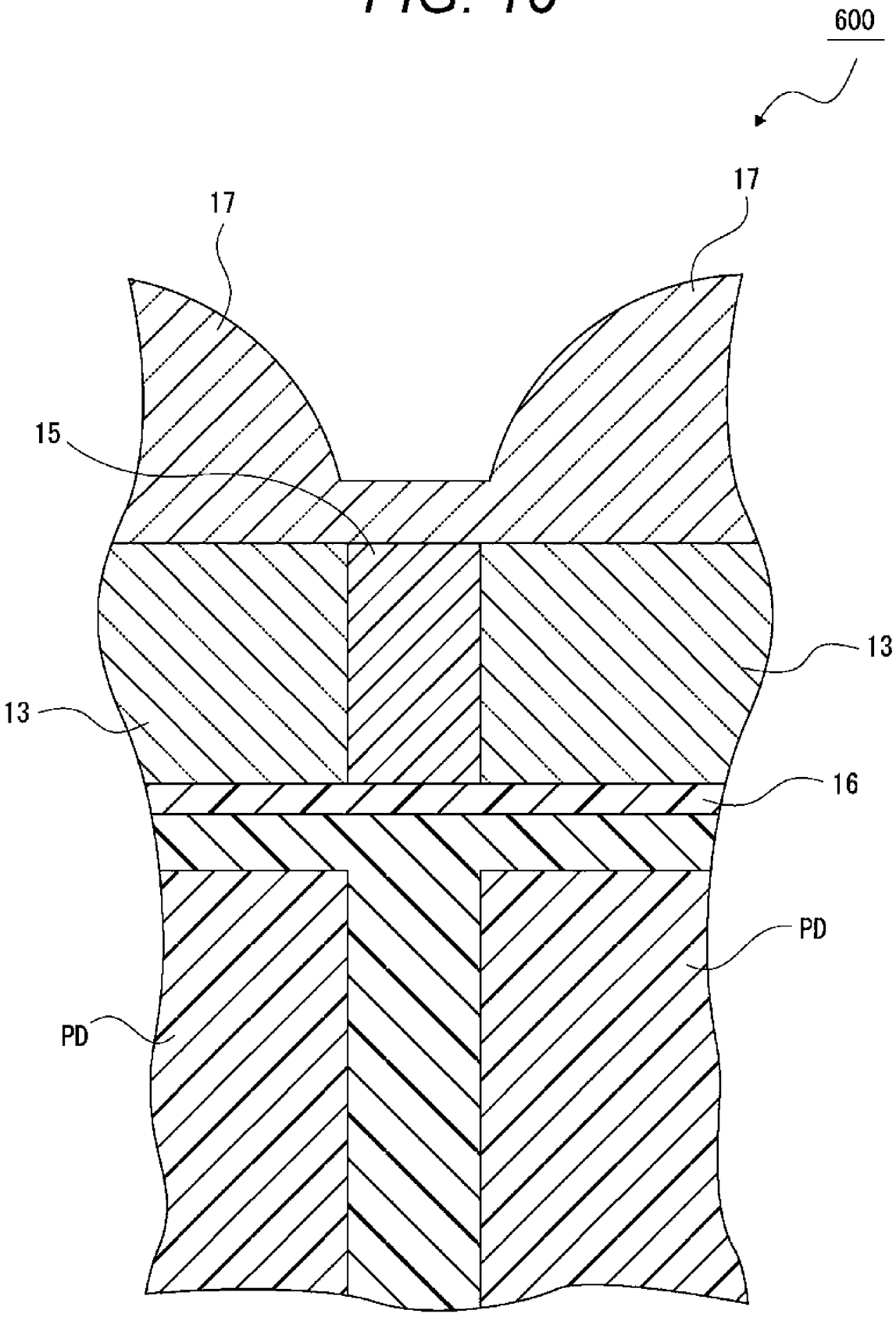


FIG. 17

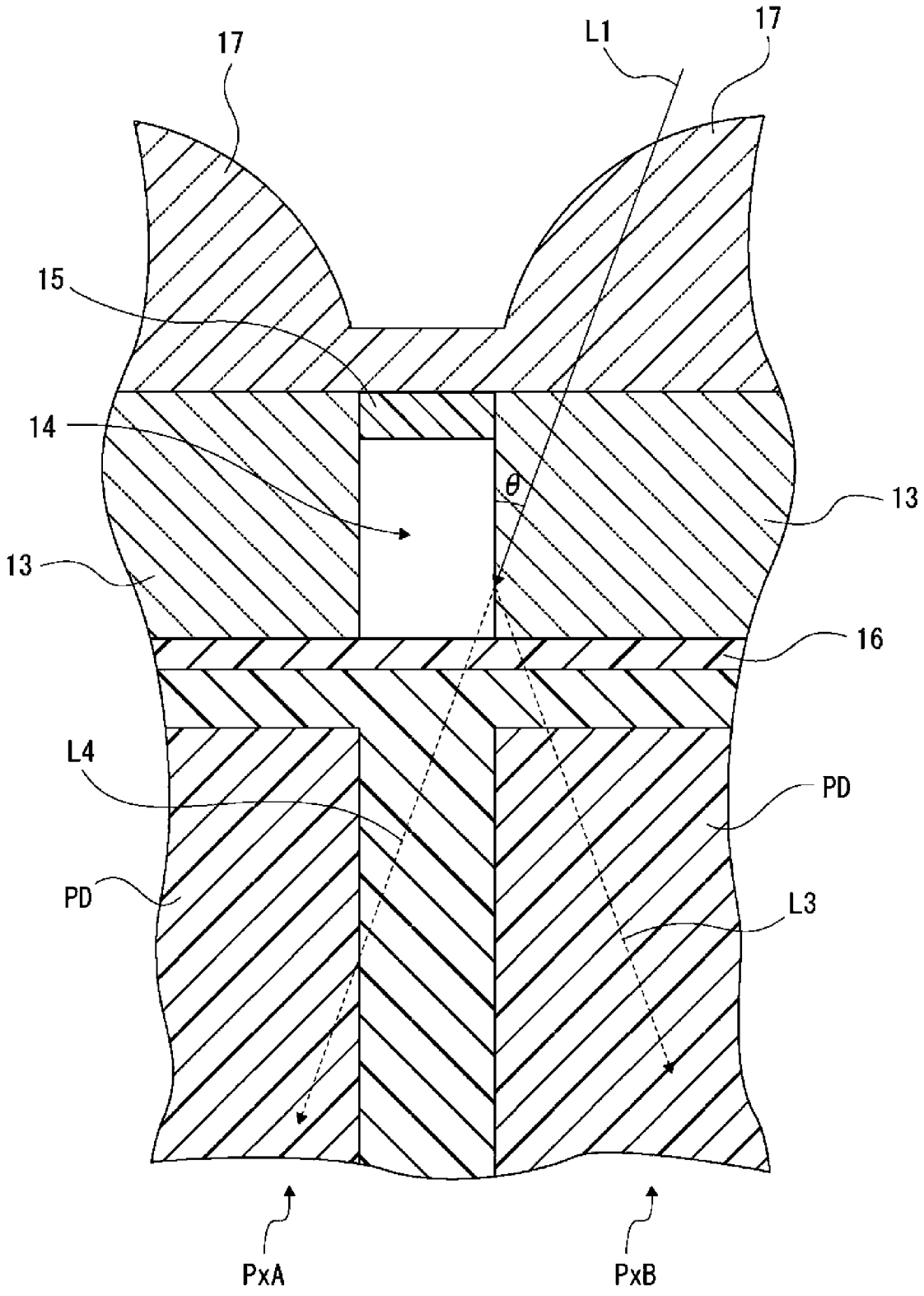
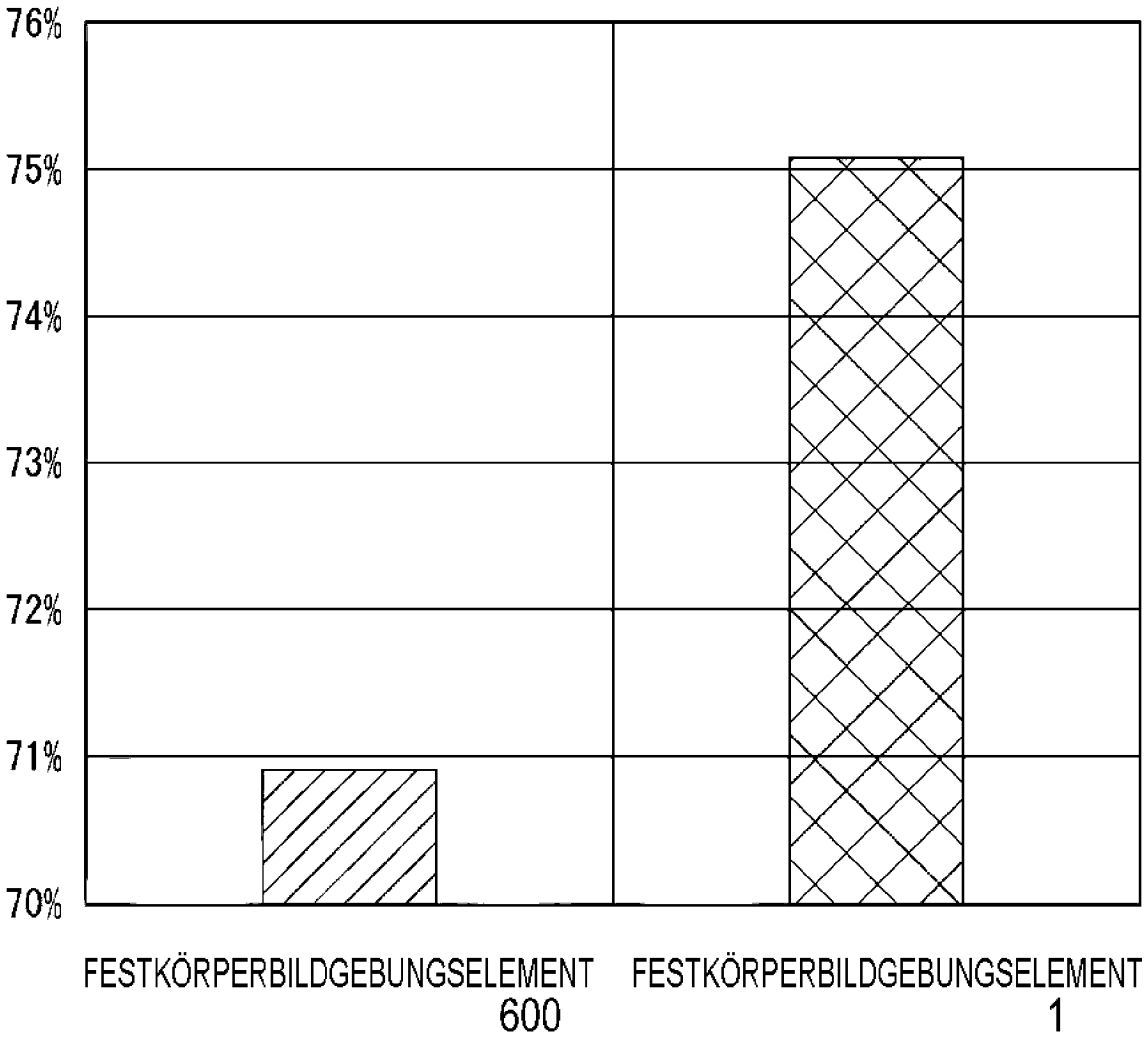


FIG. 18



SIMULATIONSERGEBNIS
(LICHTEMPFANGSEMPFINDLICHKEIT FÜR EINFALLSLICHT L1)

FIG. 19

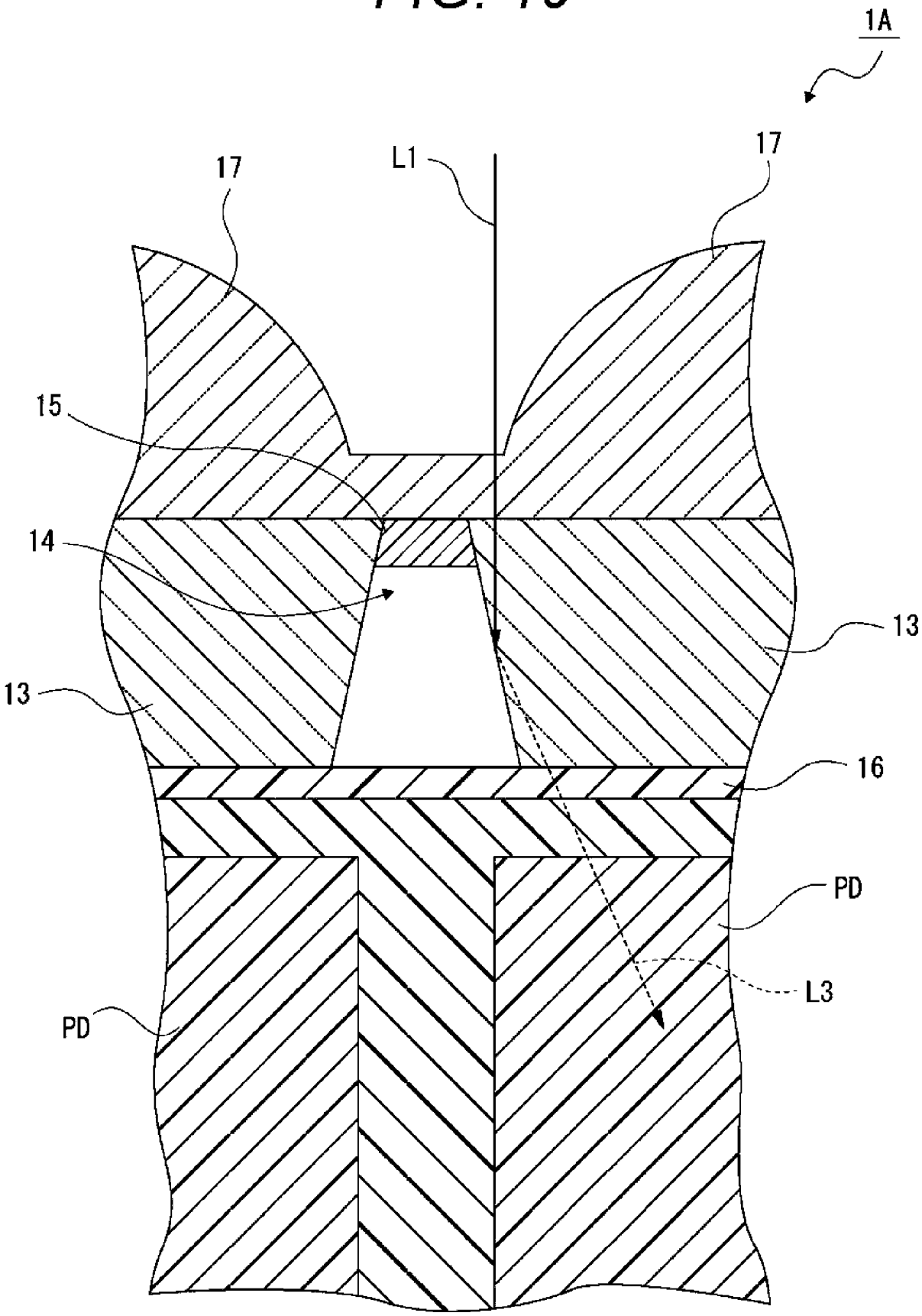


FIG. 20

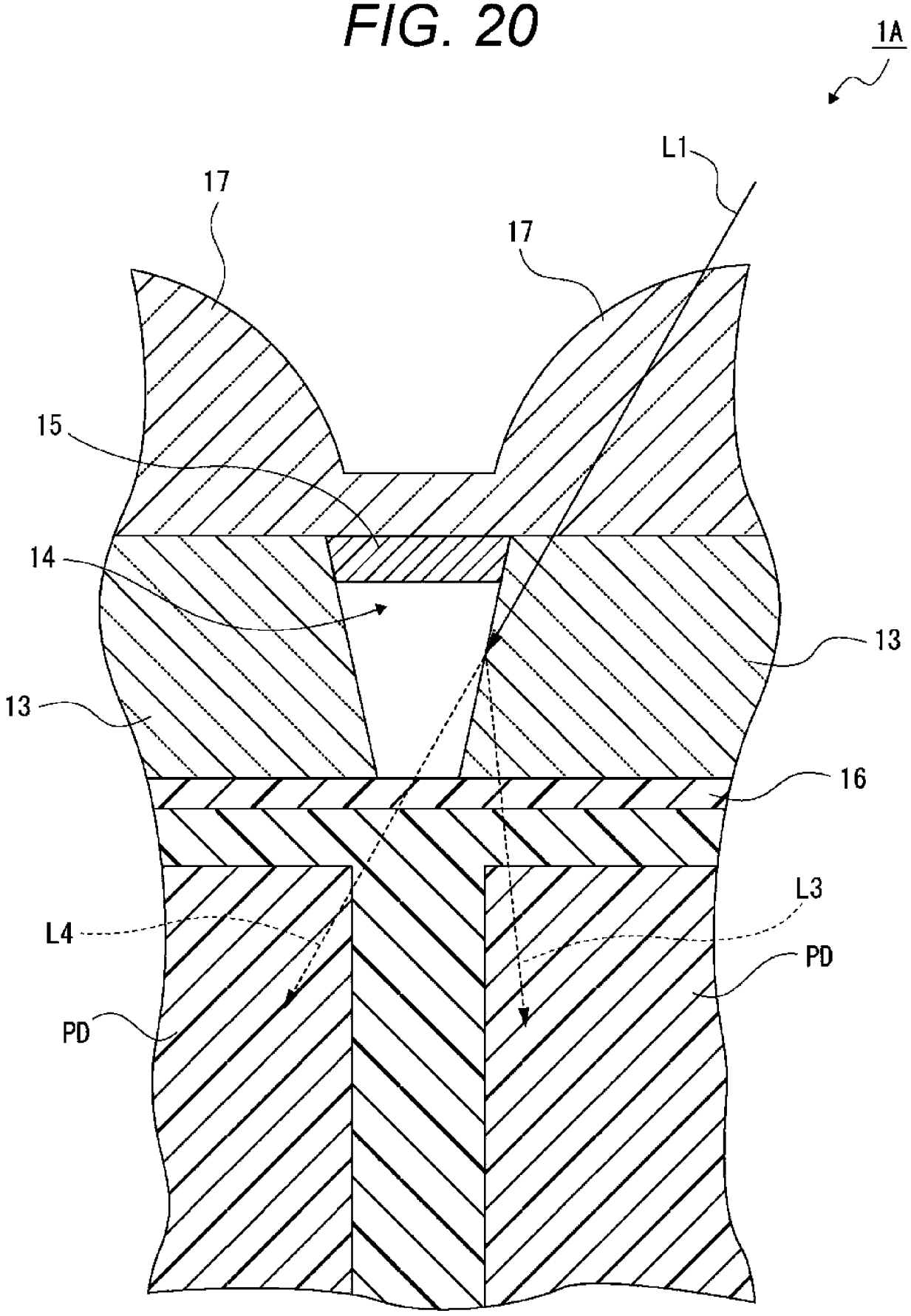


FIG. 21

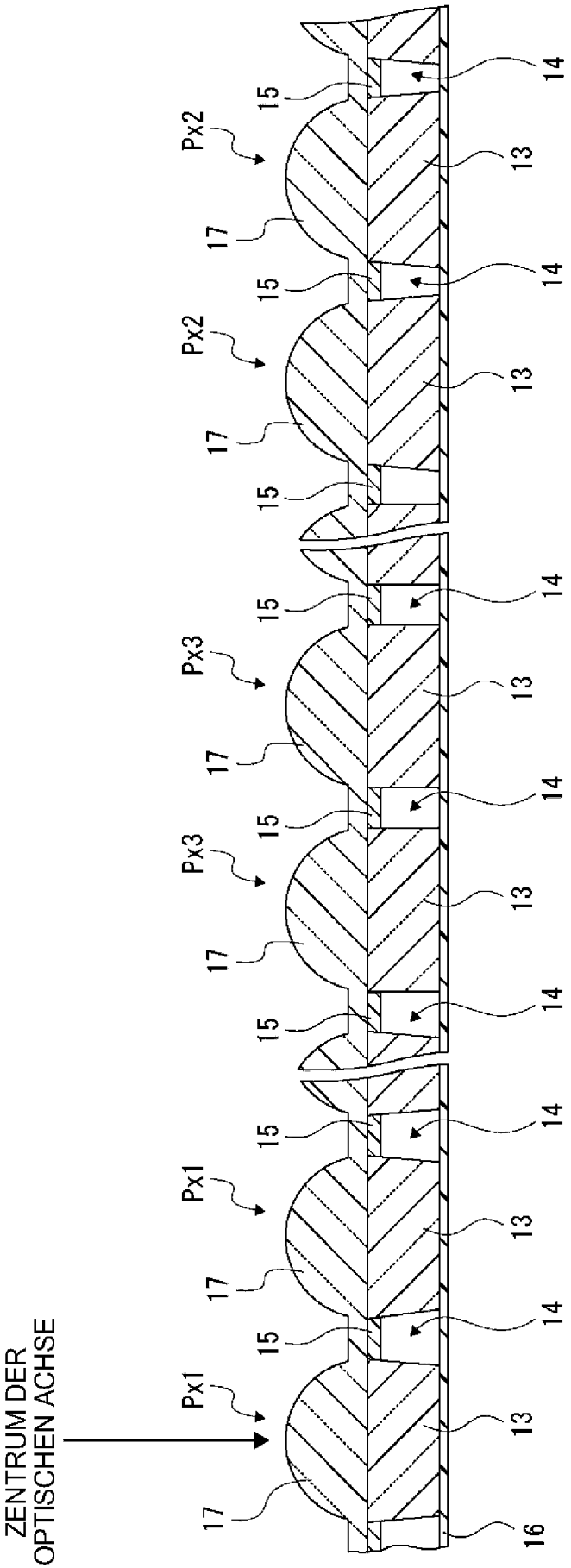


FIG. 22

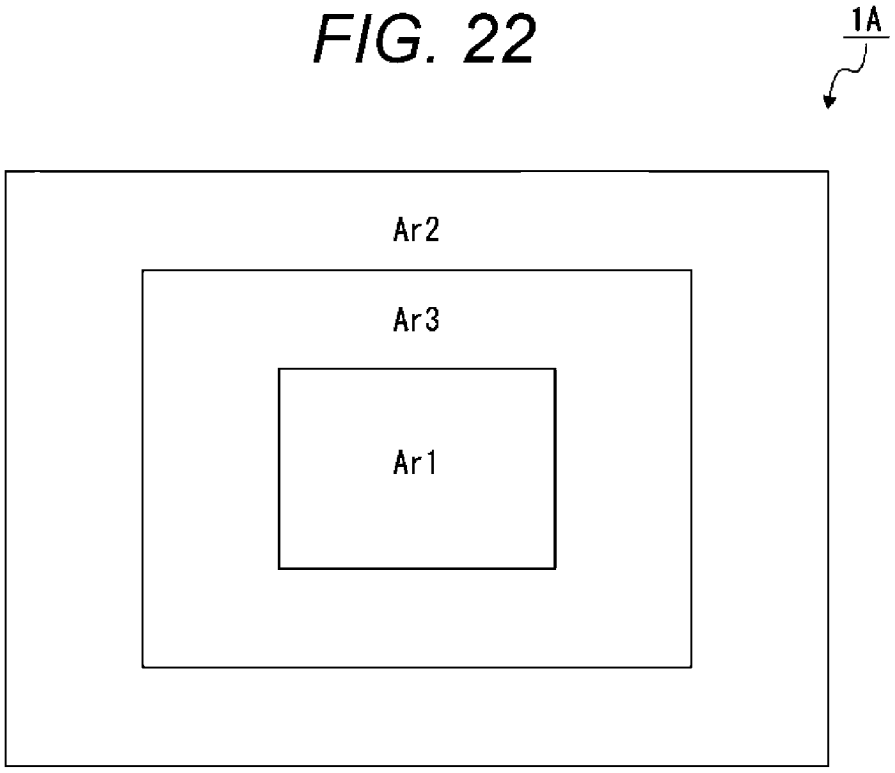


FIG. 23

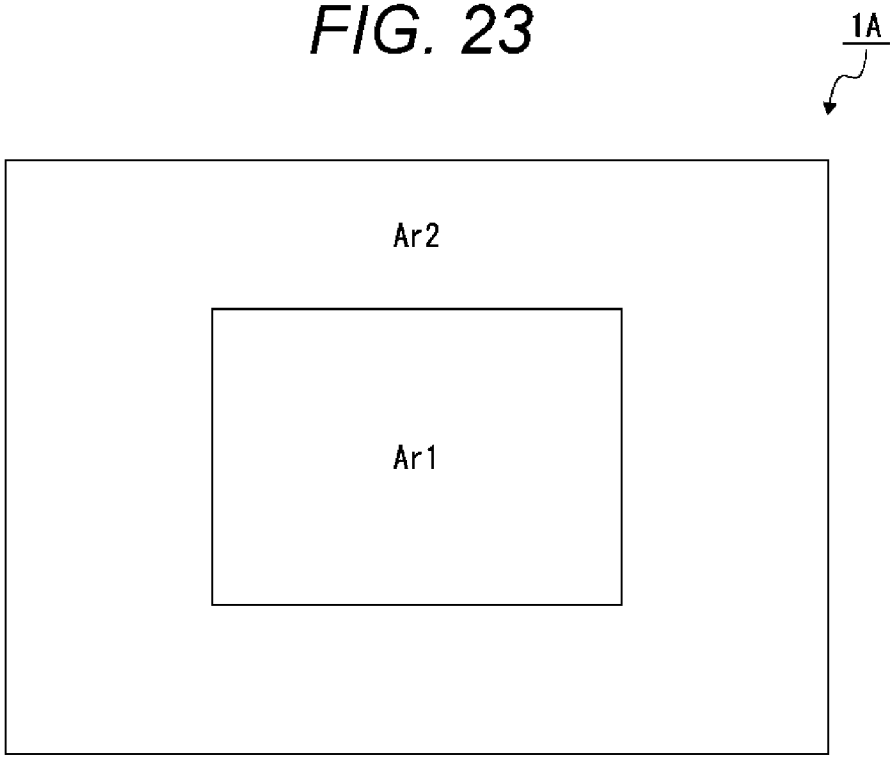


FIG. 24

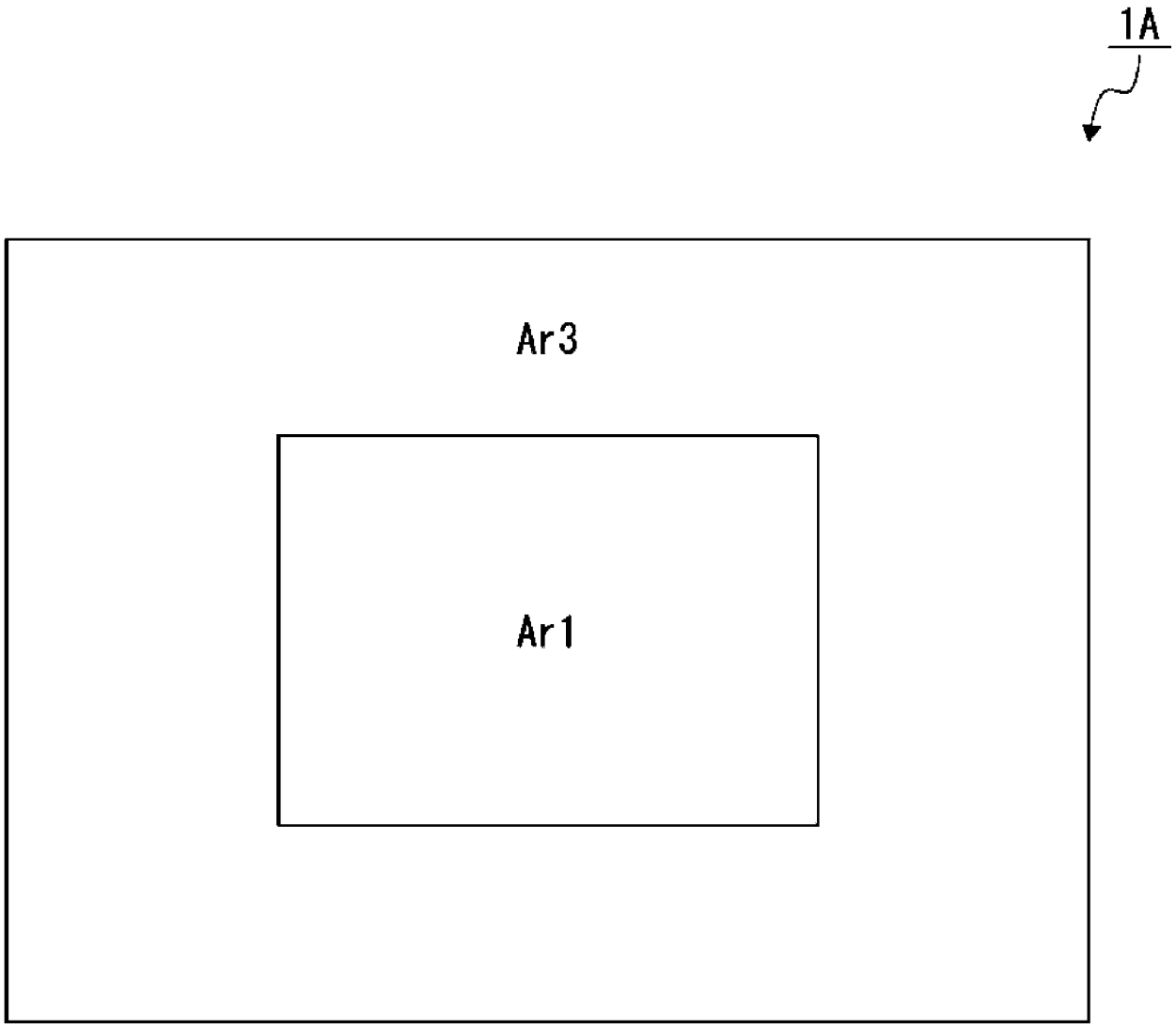


FIG. 25

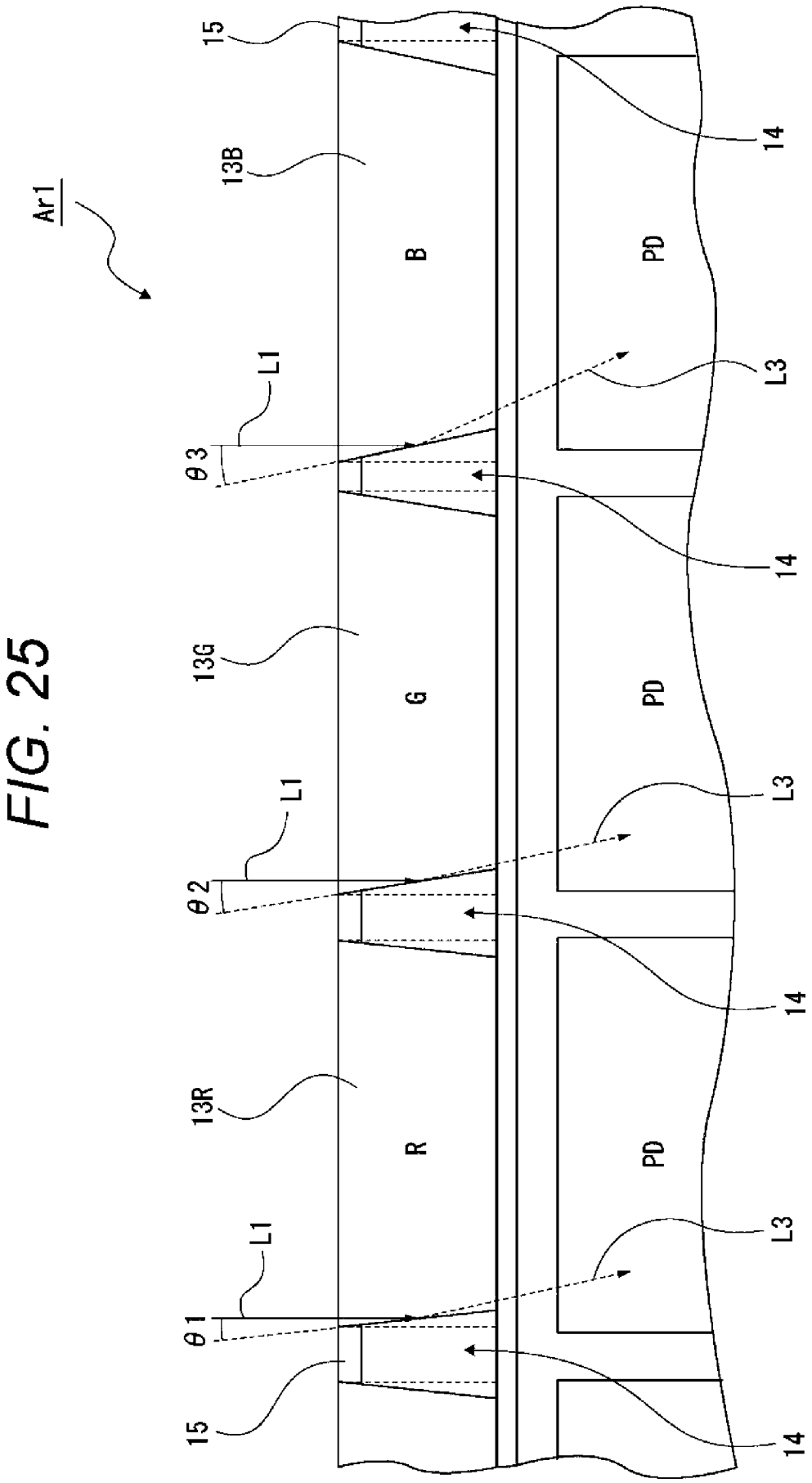

Ar1
15
13B
B
PD
14
L1
θ3
L3
14
13G
G
PD
L1
θ2
L3
14
13R
R
PD
L1
θ1
L3
15
14

FIG. 26

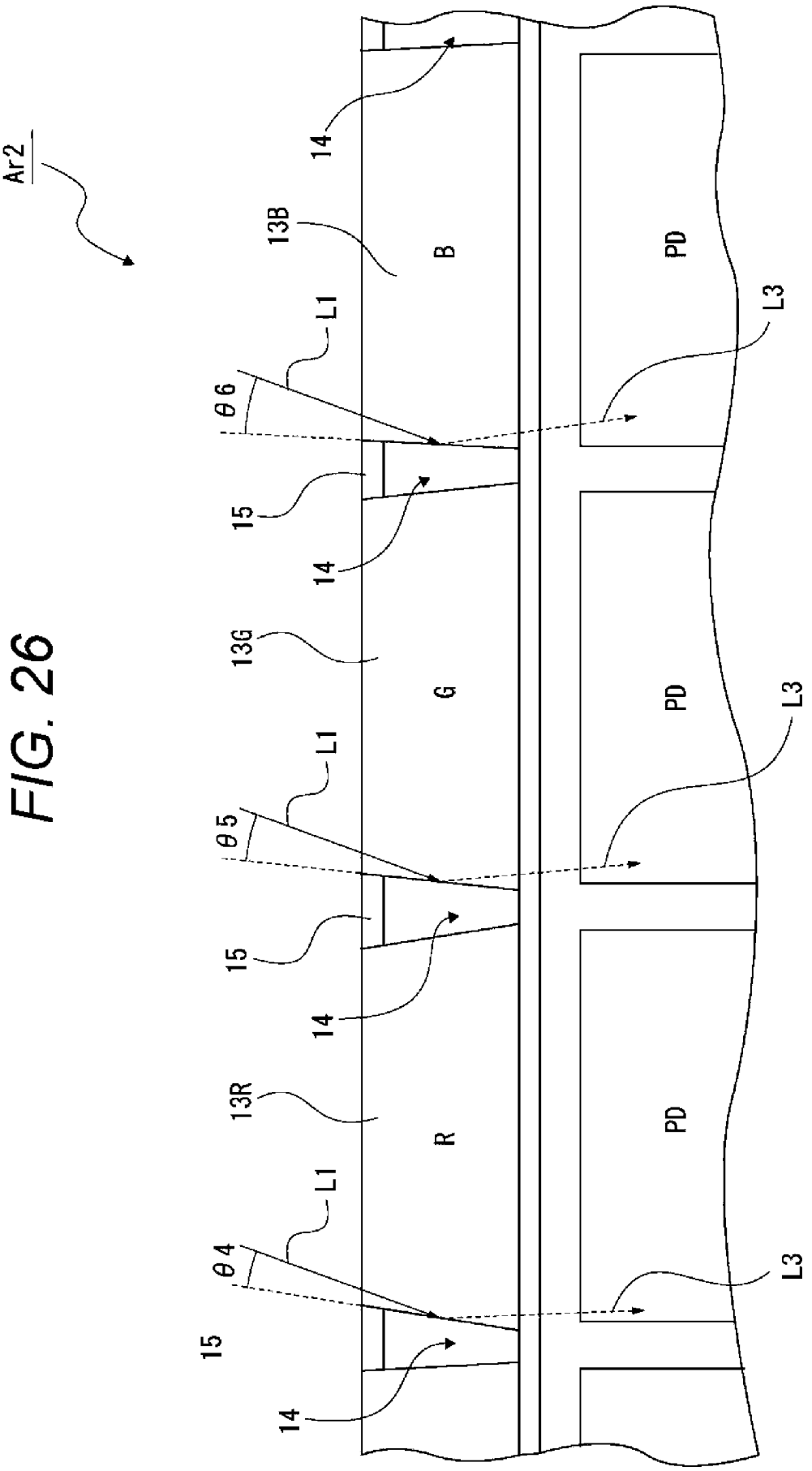

Ar2
14
13B
B
PD
L1
θ6
L3
15
14
13G
G
PD
L1
θ5
L3
15
14
13R
R
PD
L1
θ4
L3
15
14

FIG. 27

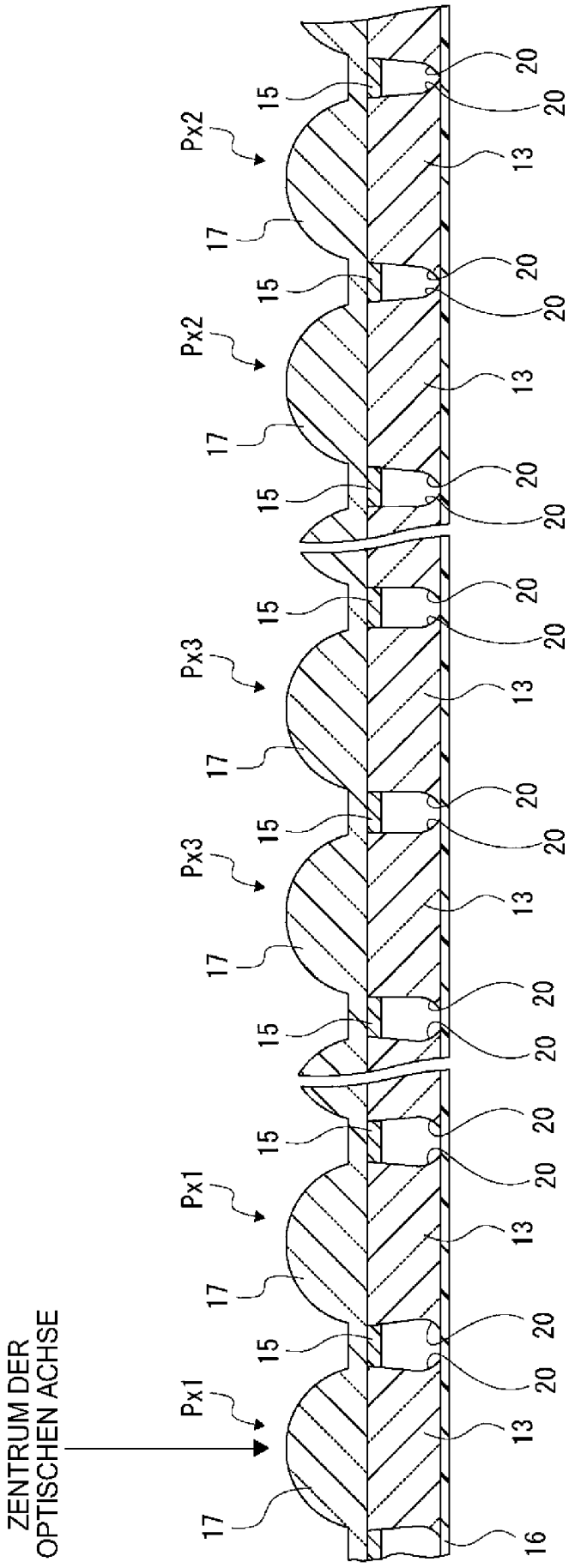


FIG. 28

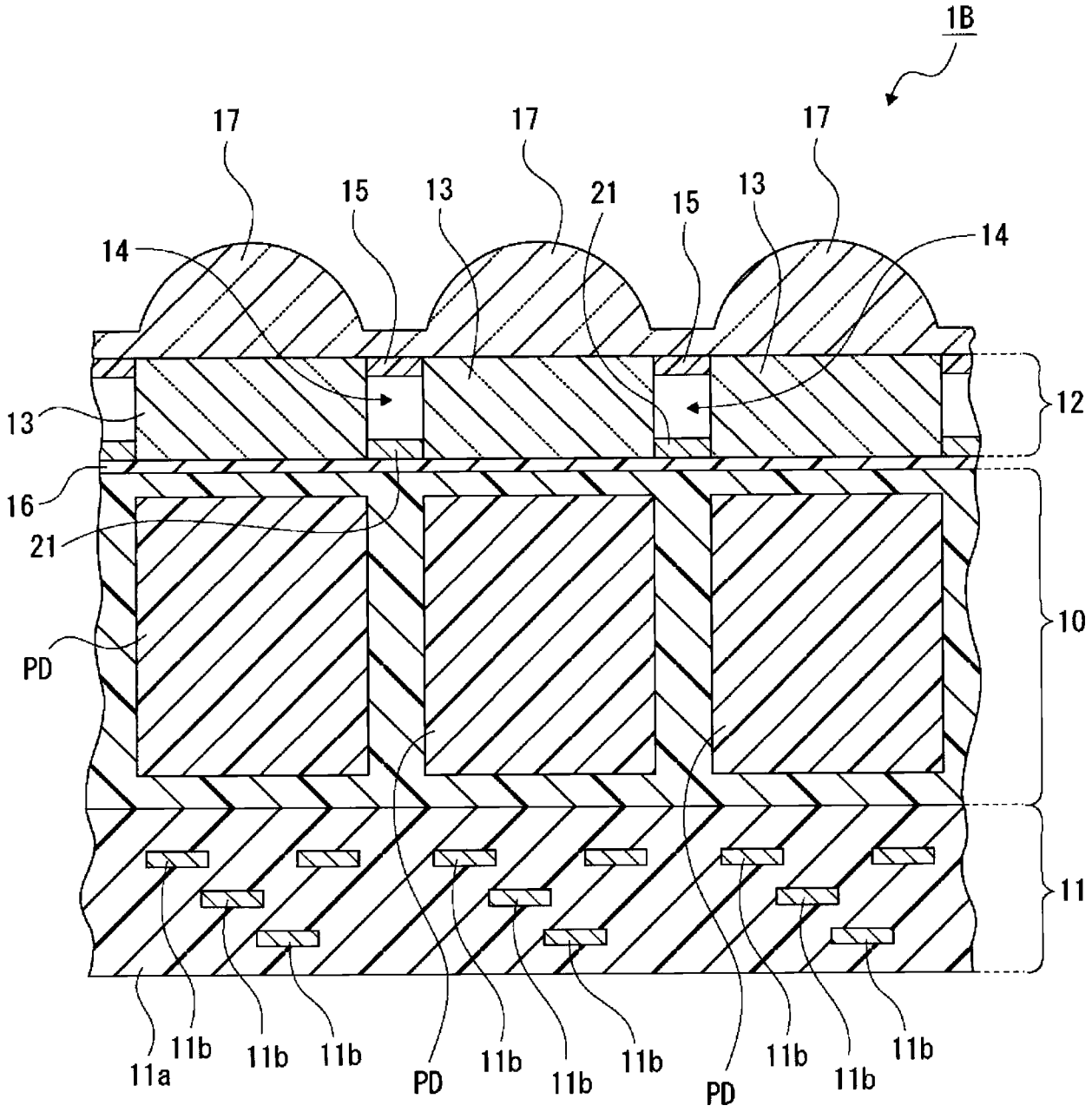

1B
17
17
17
15
13
21
15
13
14
14
13
12
16
21
10
PD
11
11a
11b
11b
11b
PD
11b
11b
11b
PD
11b
11b
11b

FIG. 29

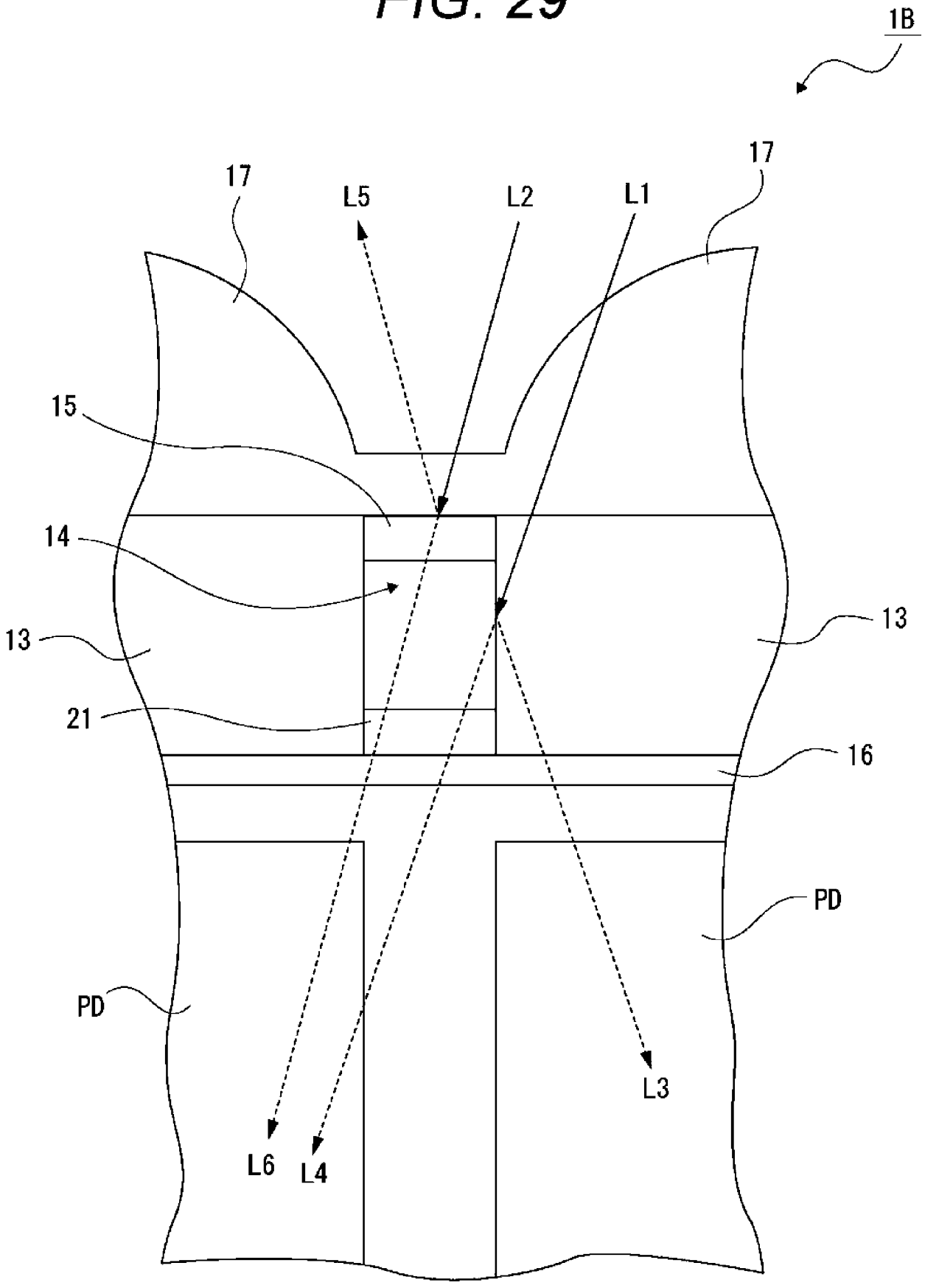


FIG. 30

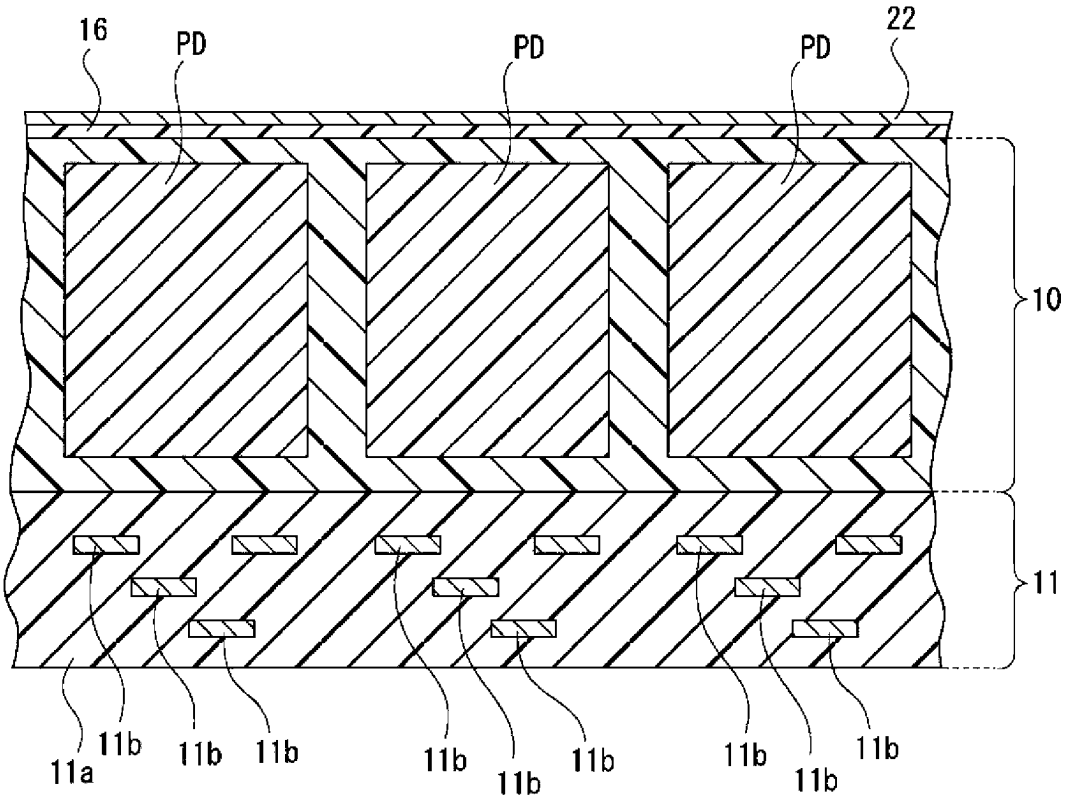

16
PD
PD
PD
22
10
11
11a
11b
11b
11b
11b
11b
11b
11b
11b
11b

FIG. 31

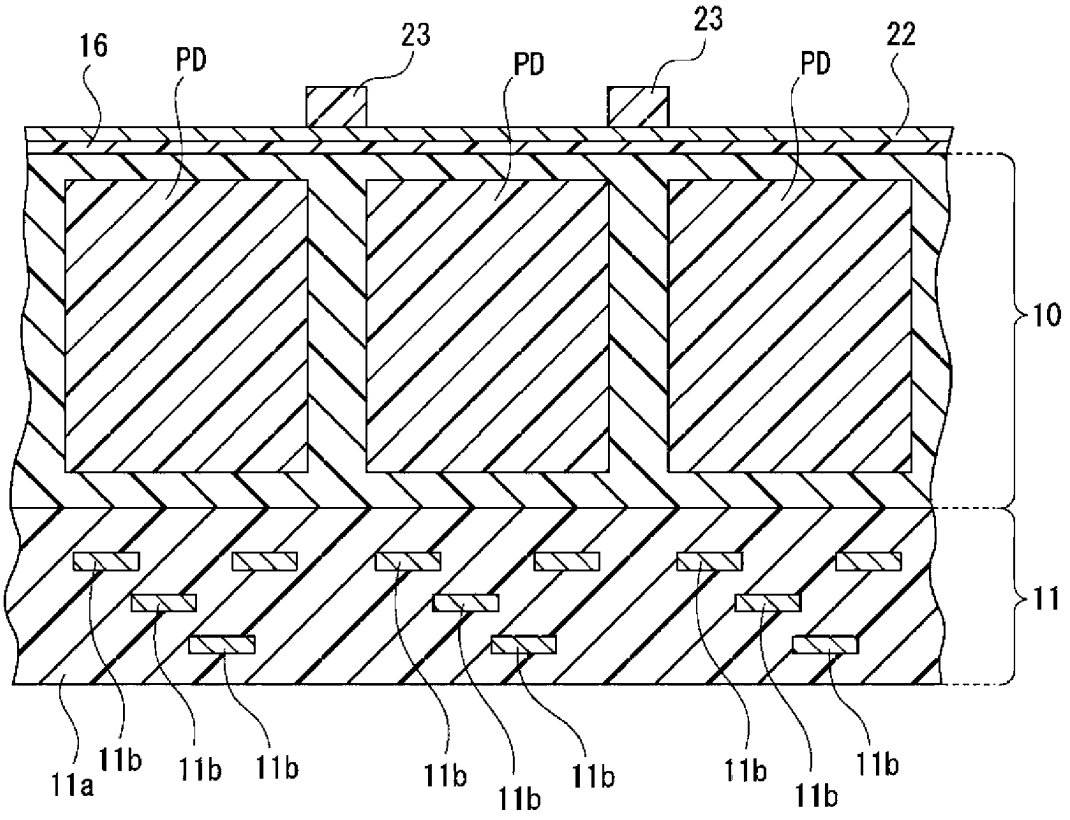

16
PD
23
PD
23
PD
22
10
11
11a
11b
11b
11b
11b
11b
11b
11b
11b
11b

FIG. 32

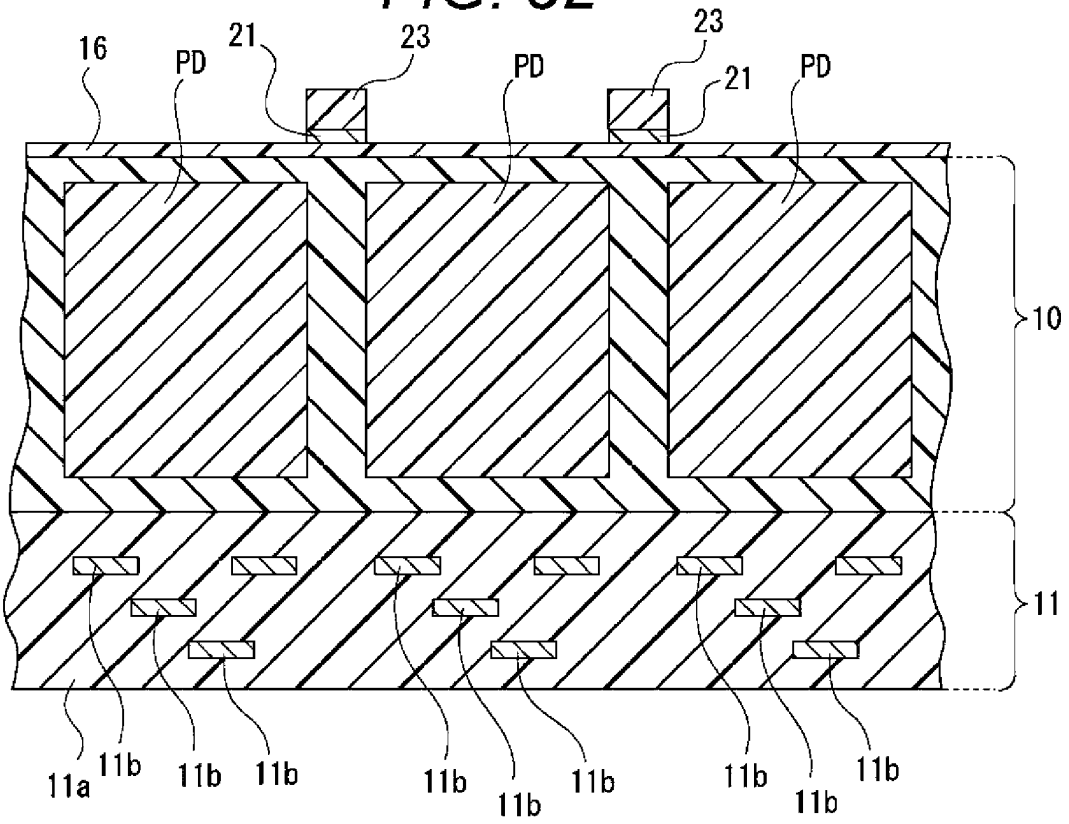

16
PD
21
23
PD
23
21
PD
10
11
11a
11b
11b
11b
11b
11b
11b
11b
11b
11b

FIG. 33

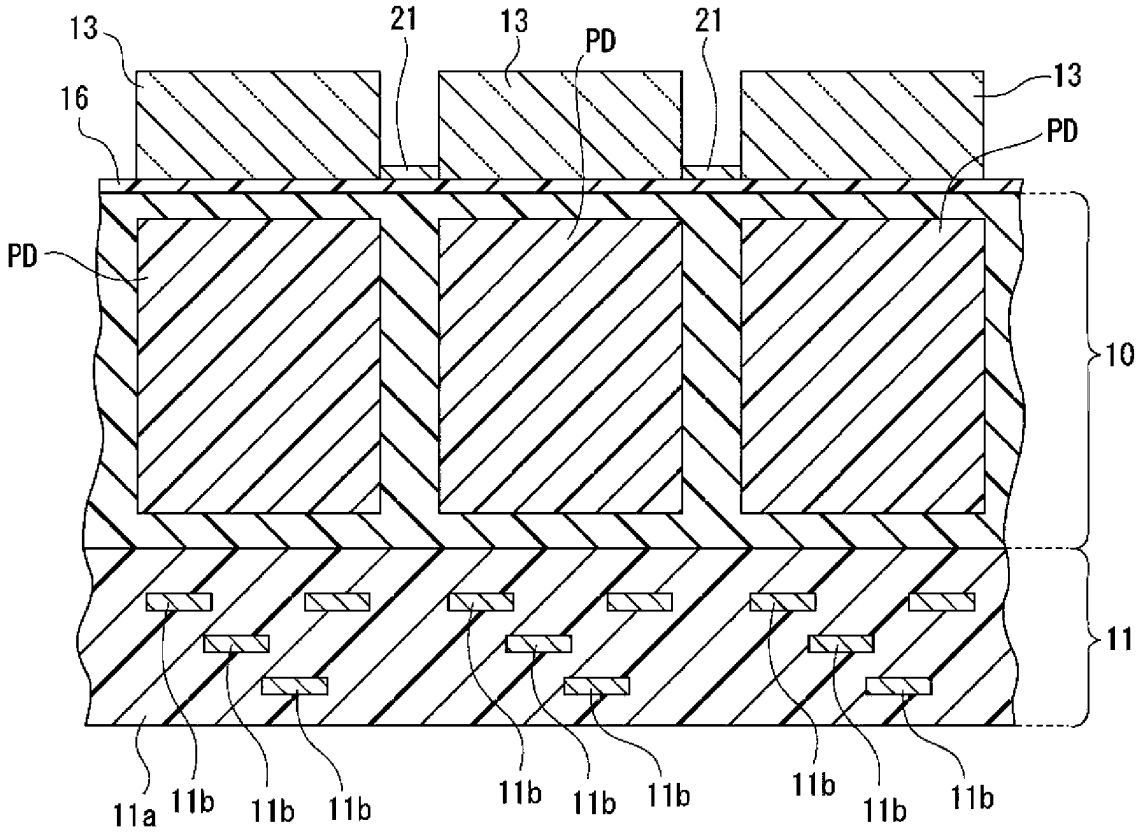

13
21
13
PD
21
13
16
PD
PD
10
11
11a
11b
11b
11b
11b
11b
11b
11b
11b
11b

FIG. 34

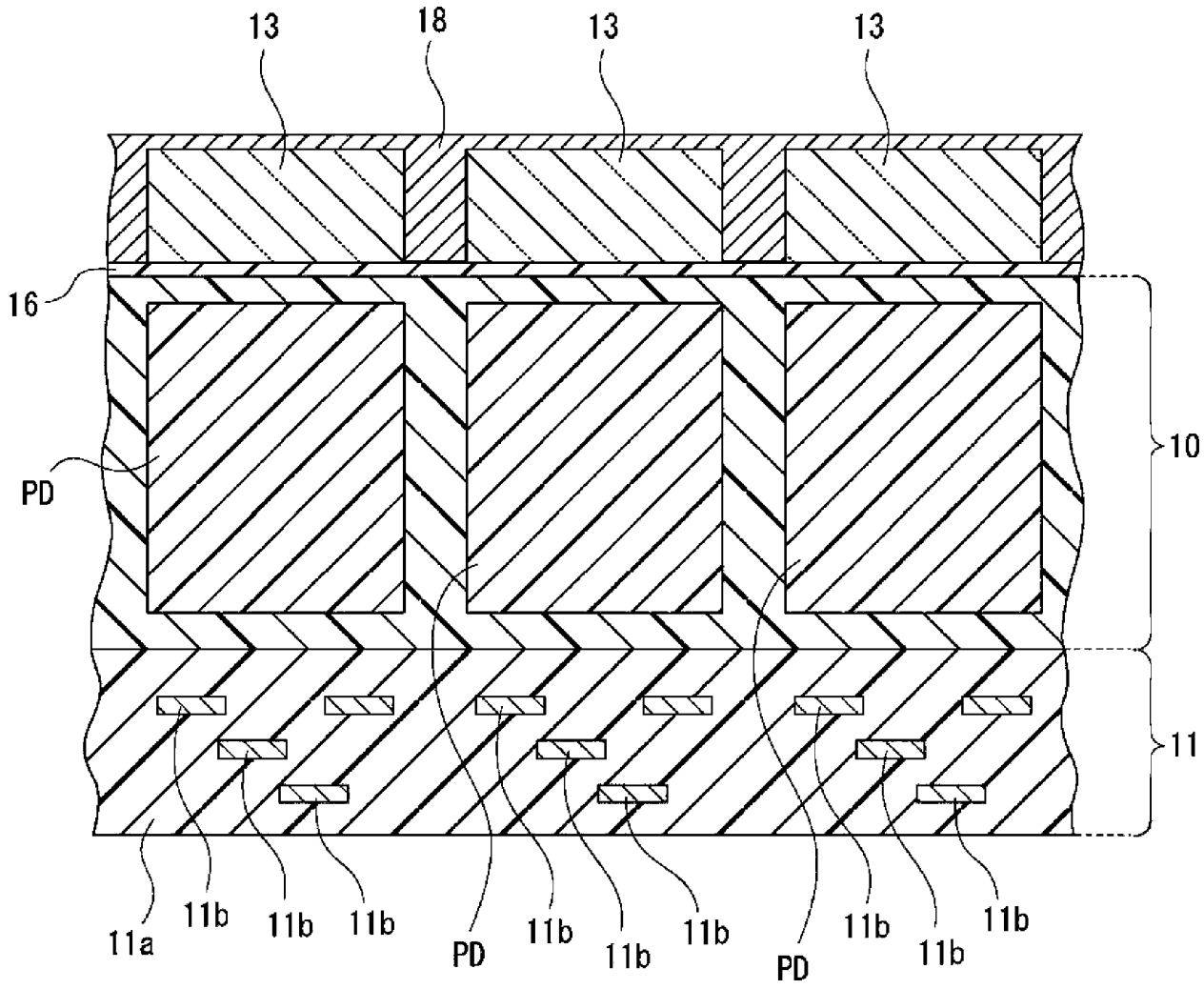

13
18
13
13
16
PD
10
11
11a
11b
11b
11b
PD
11b
11b
11b
PD
11b
11b
11b

FIG. 35

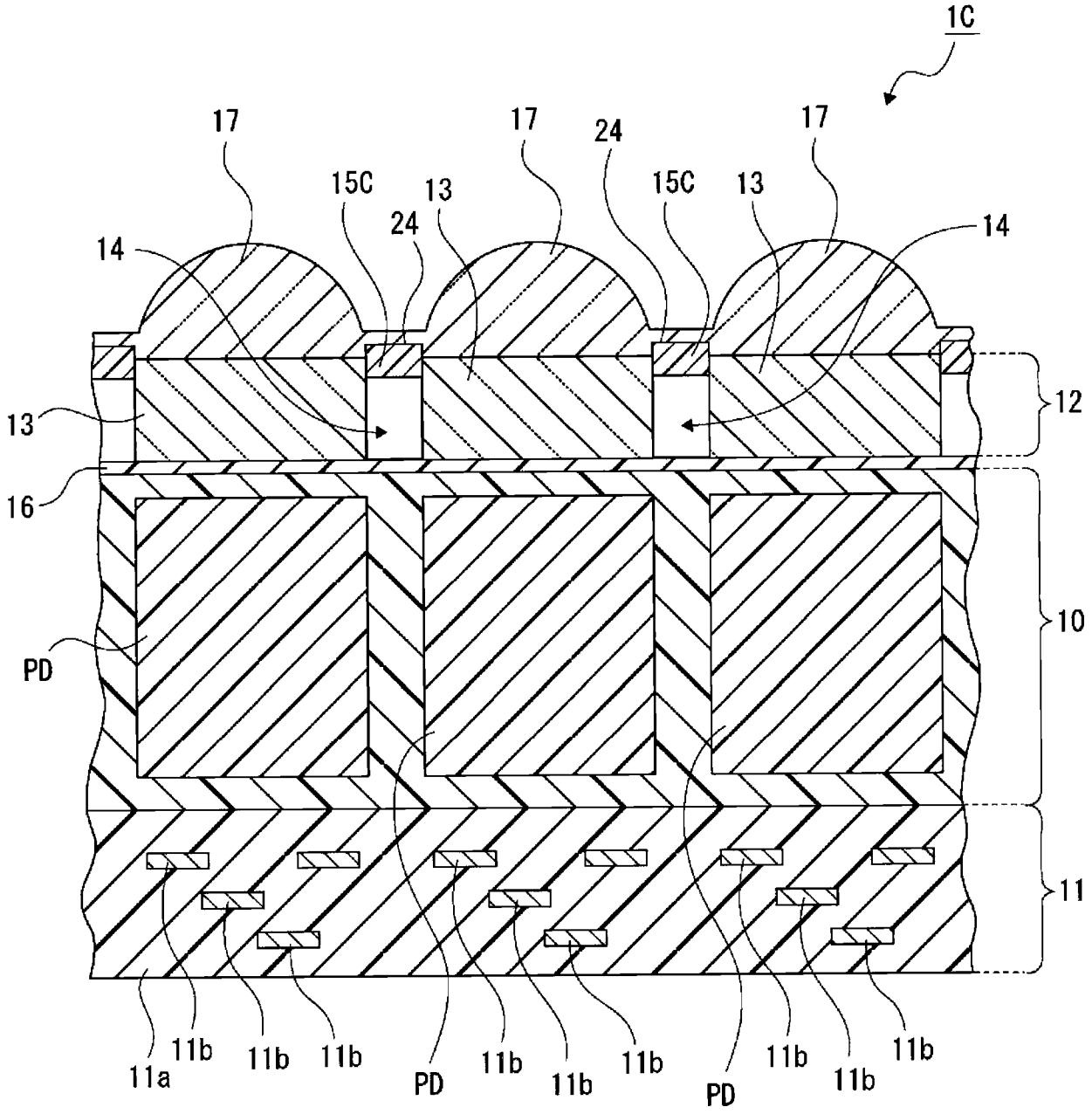
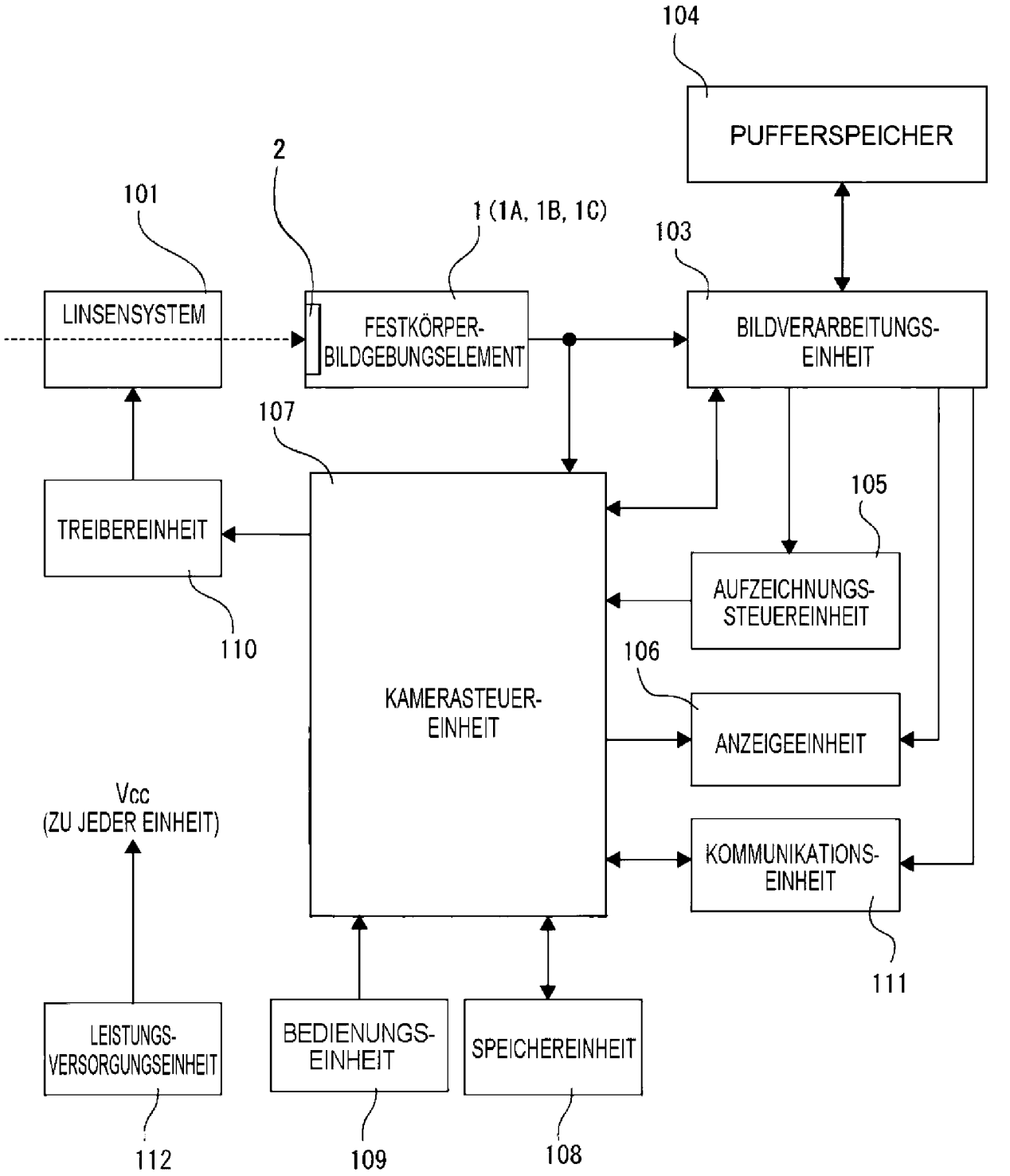

1C
17
17
17
24
15C
15C
13
13
24
14
14
13
12
16
10
PD
11
11a
11b
11b
11b
PD
11b
11b
11b
PD
11b
11b
11b

FIG. 36



100 BILDGEBUNGSEINRICHTUNG

 Das Dokument wurde durch die Firma Luminess hergestellt.