

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年8月2日(02.08.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/157635 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 27/146 (2006.01) H04N 25/704 (2023.01)
H04N 25/70 (2023.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/044598

(22) 国際出願日: 2023年12月13日(13.12.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2023-008068 2023年1月23日(23.01.2023) JP

(71) 出願人: ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社(SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) [JP/JP]; 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 田村 崇人(TAMURA, Syuto); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP). 富樫 秀晃(TOGASHI, Hideaki);

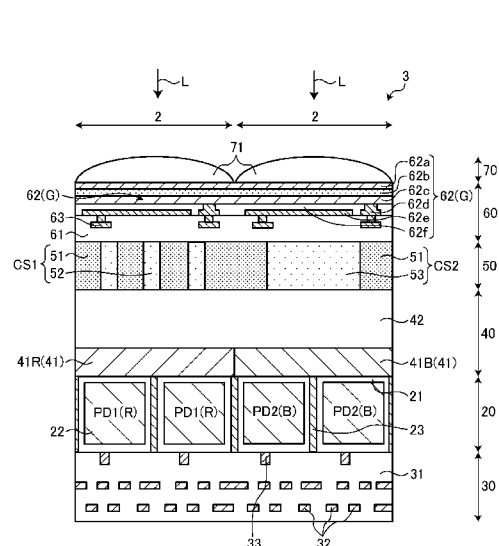
〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP). 大久保 智弘(OHKUBO, Tomohiro); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP). 河合 信宏(KAWAI, Nobuhiro); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人酒井国際特許事務所(SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎ノ門ダイビルイースト Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,

(54) Title: LIGHT DETECTION DEVICE AND ELECTRONIC EQUIPMENT

(54) 発明の名称: 光検出装置および電子機器



(57) Abstract: This light detection device comprises a photoelectric conversion layer and a color splitter layer. The photoelectric conversion layer has a photoelectric conversion unit group configured from a plurality of photoelectric conversion units that are capable of detecting respective phase differences in incident light. The color splitter layer has a meta-surface structure and is positioned closer to the light incidence side than the photoelectric conversion layer.

(57) 要約: 光検出装置は、光電変換層と、カラープリッタ層と、を備える。光電変換層は、互いの入射光の位相差を検出可能である複数の光電変換部で構成される光電変換部群を有する。カラープリッタ層は、光電変換層よりも光入射側に位置し、メタサーフェス構造を有する。

LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：光検出装置および電子機器

技術分野

[0001] 本開示は、光検出装置および電子機器に関する。

背景技術

[0002] 近年、複数の光電変換素子を光入射方向に沿って積層した積層型のイメージセンサが提案されている。たとえば、光入射側に1つの波長域の光を光電変換する光電変換部が設けられ、光入射側とは反対側に別の波長域の光を光電変換する光電変換部が設けられる固体撮像素子が提案されている（たとえば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2017-157801号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、上記の従来技術では、積層されたそれぞれの光電変換部に同時に焦点を合わせることができないので、焦点が合っていない方の光電変換部で位相差を検出しようとした場合、位相差の検出感度が低下するという課題があった。

[0005] そこで、本開示では、位相差の検出感度を向上させることができる光検出装置および電子機器を提案する。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示によれば、光検出装置が提供される。光検出装置は、光電変換層と、カラースプリッタ層と、を備える。光電変換層は、互いの入射光の位相差を検出可能である複数の光電変換部で構成される光電変換部群を有する。カラースプリッタ層は、前記光電変換層よりも光入射側に位置し、メタサーフェス構造を有する。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]本開示の各実施形態に係る光検出装置の概略構成例を示すシステム構成図である。

[図2]本開示の第1実施形態に係る画素領域の構造を模式的に示す断面図である。

[図3]本開示の第1実施形態に係る画素領域の積層構造および平面構造を説明するための図である。

[図4]本開示の各実施形態に係るカラースプリッタの原理について説明するための図である。

[図5]本開示の第1実施形態に係る画素領域における緑色光の入射状態を示す図である。

[図6]本開示の第1実施形態に係る画素領域における赤色光の入射状態を示す図である。

[図7]本開示の第1実施形態に係る画素領域における青色光の入射状態を示す図である。

[図8]本開示の第1実施形態の変形例1に係る画素領域の積層構造および平面構造を説明するための図である。

[図9]本開示の第1実施形態の変形例2に係る画素領域の積層構造および平面構造を説明するための図である。

[図10]本開示の第1実施形態の変形例3に係る画素領域の積層構造および平面構造を説明するための図である。

[図11]本開示の第1実施形態の変形例4に係る画素領域の構造を模式的に示す断面図である。

[図12]本開示の第1実施形態の変形例4に係る画素領域の積層構造および平面構造を説明するための図である。

[図13]本開示の第1実施形態の変形例5に係る画素領域の積層構造および平面構造を説明するための図である。

[図14]本開示の第1実施形態の変形例6に係る画素領域の積層構造および平

面構造を説明するための図である。

[図15]本開示の第1実施形態の変形例7に係る画素領域の積層構造および平面構造を説明するための図である。

[図16]本開示の第2実施形態に係る画素領域の構造を模式的に示す断面図である。

[図17]本開示の第2実施形態に係る画素領域の積層構造および平面構造を説明するための図である。

[図18]本開示の第2実施形態の変形例1に係る画素領域の積層構造および平面構造を説明するための図である。

[図19]本開示の第2実施形態の変形例2に係る画素領域の積層構造および平面構造を説明するための図である。

[図20]本開示の第2実施形態の変形例3に係る画素領域の積層構造および平面構造を説明するための図である。

[図21]本開示の第2実施形態の変形例4に係る画素領域の構造を模式的に示す断面図である。

[図22]本開示の第2実施形態の変形例4に係る画素領域の積層構造および平面構造を説明するための図である。

[図23]本開示の第2実施形態の変形例5に係る画素領域の構造を模式的に示す断面図である。

[図24]本開示の第2実施形態の変形例5に係る画素領域の積層構造および平面構造を説明するための図である。

[図25]本開示の第2実施形態の変形例6に係る画素領域の積層構造および平面構造を説明するための図である。

[図26]本開示の第2実施形態の変形例7に係る画素領域の積層構造および平面構造を説明するための図である。

[図27]本開示の第2実施形態の変形例8に係る画素領域の積層構造および平面構造を説明するための図である。

[図28]本開示の第2実施形態の変形例9に係る画素領域の構造を模式的に示

す断面図である。

[図29]本開示の第2実施形態の変形例9に係る画素領域の積層構造および平面構造を説明するための図である。

[図30]本開示の第3実施形態に係る画素領域の積層構造および平面構造を説明するための図である。

[図31]本開示の第3実施形態の変形例1に係る画素領域の積層構造および平面構造を説明するための図である。

[図32]本開示の第3実施形態の変形例2に係る画素領域の積層構造および平面構造を説明するための図である。

[図33]本開示の第4実施形態に係る画素領域の構造を模式的に示す断面図である。

[図34]本開示の第4実施形態に係る画素領域の積層構造および平面構造を説明するための図である。

[図35]電子機器の構成例を示すブロック図である。

[図36]車両制御システムの概略的な構成の一例を示すブロック図である。

[図37]車外情報検出部及び撮像部の設置位置の一例を示す説明図である。

[図38]内視鏡手術システムの概略的な構成の一例を示す図である。

[図39]カメラヘッド及びCCUの機能構成の一例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下に、本開示の各実施形態について図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下の各実施形態において、同一の部位には同一の符号を付することにより重複する説明を省略する。

[0009] 近年、複数の光電変換素子を光入射方向に沿って積層した積層型のイメージセンサが提案されている。たとえば、光入射側に1つの波長域の光を光電変換する光電変換部が設けられ、光入射側とは反対側に別の波長域の光を光電変換する光電変換部が設けられる固体撮像素子が提案されている。

[0010] しかしながら、上記の従来技術では、積層されたそれぞれの光電変換部に同時に焦点を合わせることができないので、焦点が合っていない方の光電変

換部で位相差を検出しようとした場合、位相差の検出感度が低下するという課題があった。

[0011] そこで、上述の問題点を克服し、光検出装置において位相差の検出感度を向上させることができる技術の実現が期待されている。

[0012] [光検出装置の構成]

図1は、本開示の各実施形態に係る光検出装置1の構成例を示す図である。本例の光検出装置1は、図1に示すように、画素領域3と、周辺回路部とを有して構成される。画素領域3は、半導体基板11例えばシリコン基板に複数の光電変換素子を含む画素2が規則的に2次元的に配列された、いわゆる撮像領域である。

[0013] 画素2は、光電変換素子、例えば、フォトダイオードと、複数の画素トランジスタ（いわゆるMOSトランジスタ）を有して成る。複数の画素トランジスタは、例えば転送トランジスタ（後述する電荷転送部）、リセットトランジスタ及び増幅トランジスタの3つのトランジスタで構成することができる。

[0014] 複数の画素トランジスタは、その他、選択トランジスタを追加して4つのトランジスタで構成することもできる。画素2は、共有画素構造とすることもできる。この画素共有構造は、複数のフォトダイオードと、複数の転送トランジスタと、共有する1つの浮遊拡散領域と、共有する1つずつの他の画素トランジスタとから構成される。

[0015] 周辺回路部は、垂直駆動回路4と、カラム信号処理回路5と、水平駆動回路6と、出力回路7と、制御回路8などを有して構成される。制御回路8は、入力クロックと、動作モードなどを指令するデータを受け取り、また光検出装置1の内部情報などのデータを出力する。

[0016] すなわち、制御回路8では、垂直同期信号、水平同期信号及びマスククロックに基づいて、垂直駆動回路4、カラム信号処理回路5及び水平駆動回路6などの動作の基準となるクロック信号や制御信号を生成する。そして、これらの信号を垂直駆動回路4、カラム信号処理回路5及び水平駆動回路6等

に入力する。

[0017] 垂直駆動回路4は、例えばシフトレジスタによって構成され、画素駆動配線13を選択し、選択された画素駆動配線に画素を駆動するためのパルスを供給し、行単位で画素を駆動する。

[0018] すなわち、垂直駆動回路4は、画素領域3の各画素2を行単位で順次垂直方向に選択走査する。そして、垂直駆動回路4は、垂直信号線9を通して各画素2の光電変換素子となる例えばフォトダイオードにおいて受光量に応じて生成した信号電荷に基づく画素信号をカラム信号処理回路5に供給する。

[0019] カラム信号処理回路5は、画素2の例えば列ごとに配置されており、1行分の画素2から出力される信号を画素列ごとにノイズ除去などの信号処理を行う。

[0020] すなわち、カラム信号処理回路5は、画素2固有の固定パターンノイズを除去するためのCDS (Correlated Double Sampling) や、信号増幅、A/D変換等の信号処理を行う。カラム信号処理回路5の出力段には水平選択スイッチ（図示せず）が水平信号線10との間に接続されて設けられる。

[0021] 水平駆動回路6は、例えばシフトレジスタによって構成され、水平走査パルスを順次出力することによって、カラム信号処理回路5の各々を順番に選択し、カラム信号処理回路5の各々から画素信号を水平信号線10に出力させる。

[0022] 出力回路7は、カラム信号処理回路5の各々から水平信号線10を通して順次に供給される信号に対し、信号処理を行って出力する。この信号処理では、例えば、バッファリングだけが行なわれる場合もあるし、黒レベル調整、列ばらつき補正、各種デジタル信号処理などが行われる場合もある。入出力端子12は、外部と信号のやりとりをする。

[0023] [第1実施形態]

つづいて、第1実施形態に係る画素領域3の詳細な構成について、図2～図7を参照しながら説明する。図2は、本開示の第1実施形態に係る画素領域3の構造を模式的に示す断面図であり、図3は、本開示の第1実施形態に

係る画素領域 3 の積層構造および平面構造を説明するための図である。

- [0024] なお、図 3 および図 3 と同様の以降の図面では、理解を容易にするため、同じ波長域の光を受光する光電変換部およびフォトダイオードには同じハッチングを付する。また、図 3 および図 3 と同様の以降の図面では、外部からの入射光 L が入射する側（以下、光入射側または直上とも呼称する。）から順に（a）、（b）、（c）、（d）と並べて記載する。
- [0025] 画素領域 3 は、半導体層 20 と、配線層 30 と、光学層 40 と、カラースプリッタ層 50 と、有機光電変換層 60 と、OCL（オンチップレンズ）層 70 とを備える。半導体層 20 は、光電変換層の一例であり、有機光電変換層 60 は、別の光電変換層の一例である。
- [0026] そして、画素領域 3 では、光入射側から順に、OCL 層 70、有機光電変換層 60、カラースプリッタ層 50、光学層 40、半導体層 20 および配線層 30 が積層されている。
- [0027] 半導体層 20 は、第 1 導電型（たとえば、P 型）の半導体領域 21 と、第 2 導電型（たとえば、N 型）の半導体領域 22 と、分離部 23 とを有する。そして、第 1 導電型の半導体領域 21 内に、第 2 導電型の半導体領域 22 が画素単位で平面方向（画素 2 の配列方向）に並んで形成されることにより、PN 接合によるフォトダイオード PD1、PD2 が、平面方向に並んで形成される。
- [0028] フォトダイオード PD1 は、第 1 の光電変換部の一例であり、フォトダイオード PD2 は、第 2 の光電変換部の一例である。
- [0029] たとえば、フォトダイオード PD1 は、赤色の波長域（以下、「赤色領域」とも呼称する。）の光を受光して光電変換する光電変換部である。赤色の波長域（赤色領域）は、第 1 の波長域の一例である。
- [0030] また、フォトダイオード PD2 は、青色の波長域（以下、「青色領域」とも呼称する。）の光を受光して光電変換する光電変換部である。青色の波長域（青色領域）は、第 2 の波長域の一例である。
- [0031] なお、本開示の図面では、理解を容易にするため、赤色領域の光を受光す

るフォトダイオードまたは光電変換部の符号等に（R）と記載し、青色領域の光を受光するフォトダイオードまたは光電変換部の符号等に（B）と記載する。

[0032] また、本開示の図面では、緑色領域の光を受光するフォトダイオードまたは光電変換部の符号等に（G）と記載し、赤外領域の光を受光するフォトダイオードまたは光電変換部の符号等に（IR）と記載する。

[0033] 第1実施形態では、図3の（d）に示すように、互いに隣接する2つのフォトダイオードPD1によってフォトダイオード群PD1Aが構成され、互いに隣接する2つのフォトダイオードPD2によってフォトダイオード群PD2Aが構成される。フォトダイオード群PD1A、PD2Aは、光電変換部群の一例である。

[0034] そして、半導体層20では、たとえば、複数のフォトダイオード群PD1Aと、複数のフォトダイオード群PD2Aとが、市松模様状に並んで配置される。フォトダイオード群PD1Aまたはフォトダイオード群PD2Aは、たとえば、画素領域3の画素2（図2参照）ごとに個別に形成される。

[0035] 図2の説明に戻る。半導体層20の分離部23は、互いに隣接するフォトダイオードPD1同士と、互いに隣接するフォトダイオードPD1、PD2と、互いに隣接するフォトダイオードPD2同士とをそれぞれ電気的および光学的に分離する。

[0036] なお、本開示では、同じフォトダイオード群PD1Aに属するフォトダイオードPD1同士が、一方が飽和した際にもう一方の画素へキャリアを逃がすための同色間パス（以下、オーバフローパスとも呼称する。）で電気的に接続されていてもよい。同様に、本開示では、同じフォトダイオード群PD2Aに属するフォトダイオードPD2同士が、オーバフローパスで電気的に接続されていてもよい。

[0037] 分離部23は、たとえば、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜、アモルファスシリコン、多結晶シリコン、チタン酸化膜、アルミニウム、タングステンなどの酸化膜や金属膜からなる材料で構成される。

- [0038] 半導体層 20 における光入射側とは反対側（以下、奥側または直下とも呼称する。）の面には、配線層 30 が配置される。かかる配線層 30 は、層間絶縁膜 31 内に複数の配線膜 32 および複数の画素トランジスタ 33 が形成されることによって構成される。複数の画素トランジスタ 33 は、フォトダイオード PD1、PD2 および後述する光電変換部 62 に蓄積された電荷の読み出しなどを行う。
- [0039] 半導体層 20 における光入射側の面には、光学層 40 が配置される。光学層 40 は、カラーフィルタ 41 と、バッファ層 42 とを有する。そして、光学層 40 では、光入射側から順に、カラーフィルタ 41 およびバッファ層 42 が積層されている。
- [0040] カラーフィルタ 41 は、入射光 L のうち、所定の波長域の光を透過させる光学的なフィルタである。このカラーフィルタ 41 には、たとえば、赤色領域の光を透過させるカラーフィルタ 41R と、青色領域の光を透過させるカラーフィルタ 41B とが含まれる。
- [0041] カラーフィルタ 41R は、フォトダイオード群 PD1A（図 3 参照）の光入射側に配置される。カラーフィルタ 41B は、フォトダイオード群 PD2A（図 3 参照）の光入射側に配置される。カラーフィルタ 41R またはカラーフィルタ 41B は、たとえば、画素領域 3 の画素 2 ごとに個別に形成される。
- [0042] なお、半導体層 20 とカラーフィルタ 41 との間には、カラーフィルタ 41 が形成される面を平坦化し、カラーフィルタ 41 を形成する際の回転塗布の工程で発生するムラを回避するための平坦化層（図示せず）が設けられてもよい。
- [0043] バッファ層 42 は、後述するカラースプリッタ層 50 に位置するカラースプリッタ CS1、CS2 の焦点距離を調整するために設けられる。バッファ層 42 は、たとえば、酸化シリコンで構成され、厚みが 1 (μm) ~ 3 (μm) 程度である。
- [0044] 光学層 40 における光入射側の面には、カラースプリッタ層 50 が配置さ

れる。カラースプリッタ層50は、低屈折率部51と、高屈折率部52、53とを有する。

[0045] 低屈折率部51は、高屈折率部52、53よりも低い屈折率を有する材料で構成される。低屈折率部51は、たとえば、酸化シリコンや酸化アルミニウムなどの金属酸化物、またはアクリル樹脂などの有機物などで構成される。

[0046] 高屈折率部52、53は、低屈折率部51よりも高い屈折率を有する材料で構成される。高屈折率部52、53は、たとえば、窒化シリコン、炭化シリコンなどのシリコン化合物、酸化チタン、酸化タンタル、酸化ニオブ、酸化ハフニウム、酸化インジウム、酸化スズなどの金属酸化物、あるいはこれらの複合酸化物で構成される。また、高屈折率部52、53は、シロキサンなどの有機物から構成されてもよい。

[0047] 高屈折率部52は、カラースプリッタ層50の内部において所定の平面形状を有し、フォトダイオード群PD1Aの光入射側に配置される。そして、フォトダイオード群PD1Aの光入射側において、低屈折率部51と高屈折率部52とでカラースプリッタCS1が構成される。

[0048] 高屈折率部53は、カラースプリッタ層50の内部において所定の平面形状を有し、フォトダイオード群PD2Aの光入射側に配置される。そして、フォトダイオード群PD2Aの光入射側において、低屈折率部51と高屈折率部53とでカラースプリッタCS2が構成される。

[0049] カラースプリッタ層50では、たとえば、図3の(c)に示すように、複数のカラースプリッタCS1と、複数のカラースプリッタCS2とが、市松模様状に並んで配置される。

[0050] カラースプリッタCS1またはカラースプリッタCS2は、たとえば、画素領域3の画素2（図2参照）ごとに個別に形成される。これらのカラースプリッタCS1、CS2の作用については後述する。

[0051] 図2の説明に戻る。カラースプリッタ層50における光入射側の面には、有機光電変換層60が配置される。有機光電変換層60は、層間絶縁膜61

と、光電変換部 6 2 とを有する。光電変換部 6 2 は、別の光電変換部の一例である。そして、有機光電変換層 6 0 では、光入射側から順に、光電変換部 6 2 および層間絶縁膜 6 1 が積層されている。

[0052] 層間絶縁膜 6 1 は、たとえば、酸化シリコン、TEOS、窒化シリコンおよび酸化窒化シリコンなどのうちの 1 種よりなる単層膜、あるいはこれらのうちの 2 種以上よりなる積層膜により構成される。

[0053] 光電変換部 6 2 は、上部電極 6 2 a と、光電変換層 6 2 b と、電荷蓄積層 6 2 c と、下部電極 6 2 d、6 2 e と、絶縁層 6 2 f とを有する。そして、光電変換部 6 2 では、光入射側から順に、上部電極 6 2 a、光電変換層 6 2 b、電荷蓄積層 6 2 c、絶縁層 6 2 f および下部電極 6 2 d、6 2 e が積層されている。

[0054] 上部電極 6 2 a、光電変換層 6 2 b、電荷蓄積層 6 2 c および絶縁層 6 2 f は、たとえば、画素領域 3 の全ての画素 2 に共通に形成され、下部電極 6 2 d、6 2 e は、たとえば、画素領域 3 の画素 2 ごとに分離して形成される。すなわち、光電変換部 6 2 は、たとえば、図 3 の (b) に示すように、画素領域 3 の画素 2 (図 2 参照) ごとに個別に形成される。

[0055] 図 2 の説明に戻る。上部電極 6 2 a は、画素領域 3 の周縁部において配線層や貫通電極 (いずれも図示せず) などを介し、配線層 3 0 の配線膜 3 2 に電氣的に接続される。上部電極 6 2 a の材料には、たとえば、インジウム錫オキサイド (ITO) などの透明な導電材料が用いられる。

[0056] なお、上部電極 6 2 a および下部電極 6 2 d の材料は、ITOに限られず、各種の透明導電材料 (たとえば、酸化スズ、酸化亜鉛、IZO、IGO、IGZO、ATO、AZO) などを用いることができる。

[0057] なお、上記の IZO とは酸化亜鉛にインジウムを添加した酸化物であり、IGO とは酸化ガリウムにインジウムを添加した酸化物であり、IGZO とは酸化亜鉛にインジウムおよびガリウムを添加した酸化物である。また、上記の ATO とは酸化スズにアンチモンを添加した酸化物であり、AZO とは酸化亜鉛にアンチモンを添加した酸化物である。

- [0058] 光電変換層 6 2 b は、有機半導体材料で構成され、外部からの入射光 L のうち選択的な波長域（たとえば、緑色の波長域（以下、「緑色領域」とも呼称する。））の光を光電変換する。緑色の波長域（緑色領域）は、第 3 の波長域の一例である。
- [0059] 光電変換層 6 2 b は、p 型有機半導体および n 型有機半導体のうちの一方または両方を含むことが望ましい。光電変換層 6 2 b は、たとえば、キナクリドン、キナクリドン誘導体、サブフタロシアニンおよびサブフタロシアニン誘導体などで構成され、これらの材料のうち少なくとも 1 種を含むことが望ましい。
- [0060] なお、光電変換層 6 2 b は、かかる材料に限定されず、たとえば、ナフタレン、アントラセン、フェナントレン、テトラセン、ピレン、ペリレンおよびフルオランテンなど（いずれも誘導体を含む）のうちの少なくとも 1 種であってもよい。
- [0061] また、光電変換層 6 2 b には、フェニレンビニレン、フルオレン、カルバゾール、インドール、ピレン、ピロール、ピコリン、チオフェン、アセチレンおよびジアセチレンなどの重合体もしくは誘導体を用いられていてもよい。
- [0062] また、光電変換層 6 2 b には、金属錯体色素、シアニン系色素、メロシアニン系色素、フェニルキサンテン系色素、トリフェニルメタン系色素、ロダシアニン系色素、キサンテン系色素などが用いられていてもよい。
- [0063] なお、かかる金属錯体色素としては、たとえばジチオール金属錯体系色素や金属フタロシアニン色素、金属ポルフィリン色素、ルテニウム錯体色素などが挙げられる。光電変換層 6 2 b には、このような有機半導体色素の他にも、たとえばフラーレン（ C_{60} ）および BCP（Bathocuproine）などの他の有機材料が含まれていても構わない。
- [0064] 光電変換層 6 2 b で緑色の光を光電変換させる場合、光電変換層 6 2 b には、たとえば、ローダミン系色素、メラシアニン系色素、キナクリドン誘導体、サブフタロシアニン系色素（サブフタロシアニン誘導体）などを用いる

ことができる。

[0065] 電荷蓄積層 6 2 c は、光電変換層 6 2 b と絶縁層 6 2 f との間に設けられ、光電変換層 6 2 b で発生した電荷を蓄積する。電荷蓄積層 6 2 c は、光電変換層 6 2 b よりも電荷の移動度が高く、かつ、バンドギャップが大きな材料を用いて形成されることが好ましい。

[0066] たとえば、電荷蓄積層 6 2 c の構成材料のバンドギャップは、3. 0 e V 以上であることが好ましい。このような材料としては、たとえば、I G Z O などの酸化物半導体材料や有機半導体材料などが挙げられる。

[0067] かかる有機半導体材料としては、たとえば、遷移金属ダイカルコゲナイド、単価シリコン (S i C)、ダイヤモンド、グラフェン、カーボンナノチューブ、縮合多環炭化水素化合物および縮合複素環化合物などが挙げられる。

[0068] このような電荷蓄積層 6 2 c を光電変換層 6 2 b の下層に設けることにより、電荷蓄積時における電荷の再結合を防止し、転送効率を向上させることができる。

[0069] 下部電極 6 2 d、6 2 e の材料には、上部電極 6 2 a と同様の材料（たとえば、I T O など）が用いられる。下部電極 6 2 d は、電荷蓄積層 6 2 c と電氣的に接続されるとともに、層間絶縁膜 6 1、カラスプリッタ層 5 0、光学層 4 0 および半導体層 2 0 を貫通する金属配線（図示せず）に電氣的に接続される。

[0070] かかる金属配線は、タングステン (W)、チタン (T i)、アルミニウム (A l)、銅 (C u) などの材料を用いて形成される。なお、この金属配線は、画素間遮光膜としての機能も有する。

[0071] また、この金属配線は、半導体領域 2 1 の光入射側とは反対側の界面近傍に形成される電荷蓄積部（図示せず）に電氣的に接続される。かかる電荷蓄積部は、第 2 導電型（たとえば、N 型）の半導体領域で形成される。

[0072] 下部電極 6 2 e は、層間絶縁膜 6 1 内に形成される配線膜 6 3 や図示しない貫通電極などを介し、配線層 3 0 の配線膜 3 2 に電氣的に接続される。

[0073] 光電変換部 6 2 で光電変換されて生成された電荷は、金属配線を介して電

荷蓄積部へ転送される。かかる電荷蓄積部は、光電変換部 6 2 で光電変換された電荷を、対応する画素トランジスタ 3 3 で読み出されるまでの間、一時的に蓄積する。

[0074] 具体的には、光電変換部 6 2 では、電荷蓄積期間において、図示しない駆動回路から下部電極 6 2 d、6 2 e および上部電極 6 2 a に所定の電圧が印加される。たとえば、電荷蓄積期間では、下部電極 6 2 d、6 2 e に正電圧が印加され、上部電極 6 2 a に負電圧が印加される。さらに、電荷蓄積期間では、下部電極 6 2 d より下部電極 6 2 e に大きな正電圧が印加される。

[0075] これにより、電荷蓄積期間では、光電変換層 6 2 b 内で光電変換されて生成された電荷に含まれる電子が、下部電極 6 2 e の大きな正電圧で引きつけられて、電荷蓄積層 6 2 c に蓄積される。

[0076] また、画素 2 では、電荷蓄積期間の後期において、図示しないリセットトランジスタを動作させることにより、リセット動作が行われる。これによって、電荷蓄積部の電位がリセットされ、電荷蓄積部の電位は電源電圧となる。

[0077] 画素 2 では、かかるリセット動作の完了後、電荷の転送動作が行われる。かかる電荷の転送動作では、駆動回路から、下部電極 6 2 e より高い正電圧が下部電極 6 2 d に印加される。これにより、電荷蓄積層 6 2 c に蓄積されていた電子は、下部電極 6 2 d および図示しない金属配線を介して電荷蓄積部に転送される。

[0078] 画素 2 では、以上の動作により、電荷蓄積動作、リセット動作、電荷転送動作といった一連の動作が完了する。

[0079] OCL 層 7 0 は、複数の OCL 7 1 を有する。半球形状に構成される OCL 7 1 は、たとえば、図 3 の (a) に示すように、画素領域 3 の画素 2 (図 2 参照) ごとに設けられ、各画素 2 の光電変換部 6 2、フォトダイオード PD 1 およびフォトダイオード PD 2 に入射光 L を集光するレンズである。OCL 7 1 は、たとえば、アクリル系などの樹脂により構成される。

[0080] つづいて、各実施形態に係るカラースプリッタ CS 1、CS 2 の原理につ

いて、図4を参照しながら説明する。図4は、本開示の各実施形態に係るカラースプリッタCS1、CS2の原理について説明するための図である。

[0081] 図4に示すように、カラースプリッタCS1（またはカラースプリッタCS2）には、低屈折率部51が位置する第1領域R1と、高屈折率部52、53が位置する第2領域R2とが配置される。

[0082] 具体的には、第1領域R1では、低屈折率（たとえば、屈折率 n_{R1} ）である低屈折率部51が光入射方向に沿って長さXだけ配置される。また、第2領域R2では、高屈折率（たとえば、屈折率 n_{R2} ）である高屈折率部52、53が光入射方向に沿って長さXだけ配置される。

[0083] このような構成を有するカラースプリッタCS1等において、第1領域R1及び第2領域R2に同時に入射光Lが入射した場合、低屈折率部51と高屈折率部52、53との屈折率差により、第1領域R1と第2領域R2との間で入射光Lの進む距離に差が生じる。

[0084] 具体的には、第1領域R1の光路長D1は、以下の式（1）で求められる。

$$D1 = n_{R1} \times X \quad \cdots (1)$$

[0085] また、第2領域R2の光路長D2は、以下の式（2）で求められる。

$$D2 = n_{R2} \times X \quad \cdots (2)$$

[0086] かかる式（1）および式（2）に基づいて、第1領域R1と第2領域R2との間の光路長差 ΔD は、以下の式（3）で求められる。

$$\Delta D = D2 - D1 = X \times (n_{R2} - n_{R1}) \quad \cdots (3)$$

[0087] そして、カラースプリッタCS1、CS2を通った入射光Lは、第1領域R1と第2領域R2との間の光路長差 ΔD によって、図4に示すように、遅れて光が進んでくる第1領域R1側に曲がって出射される。

[0088] かかる入射光Lの屈曲角 θ は、以下の式（4）で求められる。

$$\theta = \arctan(\Delta D / \lambda) = \arctan(X \times (n_{R2} - n_{R1}) / \lambda) \quad \cdots (4)$$

λ ：入射光Lの波長

- [0089] 上記の式（４）に示すように、入射光 L の屈曲角 θ は、入射光 L の波長 λ に依存する。そのため、それぞれの波長域に合わせて低屈折率部５１および高屈折率部５２の屈折率 n_{R1} 、 n_{R2} を適宜選択することによって、カラーспリッタ $CS1$ 、 $CS2$ は、それぞれの波長域の光を所望の別の向きに屈曲させることができる。
- [0090] 図５は、本開示の第１実施形態に係る画素領域３における緑色光 L_G の入射状態を示す図である。図５に示すように、緑色の波長域である緑色光 L_G は、複数の光電変換部のうち最も光入射側に位置する光電変換部６２で吸収され、かかる光電変換部６２で光電変換される。
- [0091] そして、第１実施形態では、 $OCL71$ によって、対応する光電変換部６２に焦点が合った緑色光 L_G を入射させることができるため、光電変換部６２の感度が向上する。
- [0092] 図６は、本開示の第１実施形態に係る画素領域３における赤色光 L_R の入射状態を示す図である。図６に示すように、赤色の波長域である赤色光 L_R は、複数の光電変換部のうち最も光入射側に位置する光電変換部６２で一部が吸収され、残りが透過する。そして、光電変換部６２を透過した赤色光 L_R は、カラーспリッタ層５０でカラーспリッタ $CS1$ 、 $CS2$ に達する。
- [0093] ここで、第１実施形態では、図６に示すように、カラーспリッタ $CS1$ が、赤色光 L_R を近接する（すなわち、直下にある）フォトダイオード群 $PD1A$ に入射させる。換言すると、第１実施形態に係るカラーспリッタ $CS1$ では、入射した赤色光 L_R が直下にあるフォトダイオード群 $PD1A$ に向かうように、屈曲角 θ が制御される。
- [0094] また、第１実施形態では、カラーспリッタ $CS2$ が、赤色光 L_R を隣接する（すなわち、直下にあるフォトダイオード群 $PD2A$ と隣り合う）フォトダイオード群 $PD1A$ に入射させる。換言すると、第１実施形態に係るカラーспリッタ $CS2$ では、入射した赤色光 L_R が隣接するフォトダイオード群 $PD1A$ に向かうように、屈曲角 θ が制御される。
- [0095] すなわち、第１実施形態では、直上にある $OCL71$ に入射した赤色光 L_R

に加えて、隣接するOC_L71に入射した赤色光 L_R もフォトダイオード群PD1Aに入射させることができる。

[0096] 換言すると、第1実施形態では、直上のカラープリッタCS1と、かかる直上のカラープリッタCS1に隣接する複数のカラープリッタCS2とで構成されるカラープリッタ領域から、焦点の合った赤色光 L_R がフォトダイオード群PD1Aに入射する。

[0097] したがって、第1実施形態では、赤色光 L_R を光電変換するフォトダイオード群PD1Aの感度を向上させることができる。

[0098] 図7は、本開示の第1実施形態に係る画素領域3における青色光 L_B の入射状態を示す図である。図7に示すように、青色の波長域である青色光 L_B は、複数の光電変換部のうち最も光入射側に位置する光電変換部62で一部が吸収され、残りが透過する。そして、光電変換部62を透過した青色光 L_B は、カラープリッタ層50でカラープリッタCS1、CS2に達する。

[0099] ここで、第1実施形態では、図7に示すように、カラープリッタCS2が、青色光 L_B を近接する（すなわち、直下にある）フォトダイオード群PD2Aに入射させる。換言すると、第1実施形態に係るカラープリッタCS2では、入射した青色光 L_B が直下にあるフォトダイオード群PD2Aに向かうように、屈曲角 θ が制御される。

[0100] また、第1実施形態では、カラープリッタCS1が、青色光 L_B を隣接する（すなわち、直下にあるフォトダイオード群PD1Aと隣り合う）フォトダイオード群PD2Aに入射させる。換言すると、第1実施形態に係るカラープリッタCS1では、入射した青色光 L_B が隣接するフォトダイオード群PD2Aに向かうように、屈曲角 θ が制御される。

[0101] すなわち、第1実施形態では、直上にあるOC_L71に入射した青色光 L_B に加えて、隣接するOC_L71に入射した青色光 L_B もフォトダイオード群PD2Aに入射させることができる。

[0102] 換言すると、第1実施形態では、直上のカラープリッタCS2と、かかる直上のカラープリッタCS2に隣接する複数のカラープリッタCS1

とで構成されるカラースプリッタ領域から、焦点の合った青色光 L_B がフォトダイオード群PD2Aに入射する。

[0103] したがって、第1実施形態では、青色光 L_B を光電変換するフォトダイオード群PD2Aの感度を向上させることができる。

[0104] ここまで説明したように、第1実施形態では、フォトダイオード群PD1A、PD2Aよりも光入射側にカラースプリッタCS1、CS2を配置することで、フォトダイオード群PD1A、PD2Aの感度を向上させることができる。

[0105] さらに、第1実施形態では、同じフォトダイオード群PD1Aに属する2つのフォトダイオードPD1が、像面の位相差を取得することが可能な光電変換部として構成されている。

[0106] この場合、同じフォトダイオード群PD1Aに属する2つのフォトダイオードPD1は、直上のカラースプリッタCS1およびかかるカラースプリッタCS1に隣接する複数のカラースプリッタCS2で構成される、同じ範囲のカラースプリッタ領域を共有する。

[0107] このような構造において、同じフォトダイオード群PD1Aに属する2つのフォトダイオードPD1に入射した赤色光 L_R は、それぞれのフォトダイオードPD1で光電変換され、読み出し電荷となる電子を生成する。

[0108] 生成された電子は、転送トランジスタを介して画素回路の浮遊拡散領域へ順次転送され、それぞれのフォトダイオードPD1の画素信号として読み出される。読み出された画素信号が入力されたカラム信号処理回路5（図1参照）は、それぞれのフォトダイオードPD1の信号量を比較することで位相差を検出し、検出された位相差に基づいて対象物までの距離を算出する。

[0109] そして、第1実施形態では、図6に示したように、カラースプリッタ層50によって焦点の合った赤色光 L_R がフォトダイオード群PD1Aに入射するため、赤色光 L_R における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0110] 同様に、第1実施形態では、同じフォトダイオード群PD2Aに属する2つのフォトダイオードPD2が、像面の位相差を取得することが可能な光電

変換部として構成されている。

- [0111] この場合、同じフォトダイオード群PD 2 Aに属する2つのフォトダイオードPD 2は、直上のカラースプリッタCS 2およびかかるカラースプリッタCS 2に隣接する複数のカラースプリッタCS 1で構成される、同じ範囲のカラースプリッタ領域を共有する。
- [0112] このような構造において、同じフォトダイオード群PD 2 Aに属する2つのフォトダイオードPD 2に入射した青色光 L_B は、それぞれのフォトダイオードPD 2で光電変換され、読み出し電荷となる電子を生成する。
- [0113] 生成された電子は、転送トランジスタを介して画素回路の浮遊拡散領域へ順次転送され、それぞれのフォトダイオードPD 2の画素信号として読み出される。読み出された画素信号が入力されたカラム信号処理回路5（図1参照）は、それぞれのフォトダイオードPD 2の信号量を比較することで位相差を検出し、検出された位相差に基づいて対象物までの距離を算出する。
- [0114] そして、第1実施形態では、図7に示したように、カラースプリッタ層50によって焦点の合った青色光 L_B がフォトダイオード群PD 2 Aに入射するため、青色光 L_B における位相差の検出感度を向上させることができる。
- [0115] また、本開示では、カラースプリッタCS 1、CS 2が、メタサーフェス構造を有するとよい。かかるメタサーフェス構造とは、1つのカラースプリッタCS 1、CS 2内に形成される高屈折率部52、53が、入射光 L の波長 λ 以下の周期で配列される構造のことである。
- [0116] これにより、カラースプリッタCS 1、CS 2の有効屈折率を変化させることができることから、赤色領域および青色領域それぞれの波長域の光をさらに所望の向きに屈曲させることができる。
- [0117] したがって、第1実施形態によれば、赤色光 L_R および青色光 L_B をそれぞれ光電変換するフォトダイオード群PD 1 A、PD 2 Aの感度を向上させることができる。さらに、第1実施形態では、赤色光 L_R および青色光 L_B における位相差の検出感度を向上させることができる。
- [0118] また、第1実施形態では、カラースプリッタCS 1とフォトダイオード群

P D 1 Aとの間にカラーフィルタ 4 1 Rが配置されるとともに、カラースプリッタ C S 2とフォトダイオード群 P D 2 Aとの間にカラーフィルタ 4 1 Bが配置されてもよい。

[0119] このように、分光特性がカラースプリッタ C S 1、C S 2よりも良いカラーフィルタ 4 1 R、4 3 Bを配置することにより、フォトダイオード群 P D 1 A、P D 2 Aでの混色の発生を抑制することができる。

[0120] また、第1実施形態では、複数の光電変換部のうち、光入射側の光電変換部 6 2で緑色領域の光を光電変換し、光入射側とは反対側のフォトダイオード群 P D 1 A、P D 2 Aで赤色領域および青色領域の光を光電変換するとよい。

[0121] これにより、フォトダイオード群 P D 1 A、P D 2 Aに達する入射光 L を、光電変換部 6 2によって、緑色領域よりも長波長の光（すなわち、赤色光 L_R ）と緑色領域よりも短波長の光（すなわち、青色光 L_B ）とにあらかじめ分光することができる。

[0122] したがって、第1実施形態によれば、フォトダイオード群 P D 1 A、P D 2 Aでの混色の発生を抑制することができる。なお、本開示では、光学層 4 0に必ずしもカラーフィルタ 4 1が設けられなくともよい。

[0123] また、第1実施形態では、光学層 4 0にバッファ層 4 2が設けられるとよい。これにより、カラースプリッタ C S 1、C S 2の屈曲角 θ をより小さくしても、赤色光 L_R または青色光 L_B を所望のフォトダイオード群 P D 1 A、P D 2 Aに効率よく入射させることができる。

[0124] すなわち、第1実施形態では、光学層 4 0にバッファ層 4 2が設けられることで、より焦点の合った赤色光 L_R または青色光 L_B を所望のフォトダイオード群 P D 1 Aまたはフォトダイオード群 P D 2 Aに入射させることができる。したがって、第1実施形態によれば、赤色光 L_R または青色光 L_B における位相差の検出感度をさらに向上させることができる。

[0125] また、第1実施形態では、カラースプリッタ層 5 0よりも、有機光電変換層 6 0を光入射側に配置してもよい。これにより、カラースプリッタ C S 1

、CS2に達する入射光Lを、光電変換部62によって、緑色領域よりも長波長の光（すなわち、赤色光 L_R ）と緑色領域よりも短波長の光（すなわち、青色光 L_B ）とにあらかじめ分光することができる。

[0126] したがって、第1実施形態によれば、フォトダイオード群PD1A、PD2Aでの混色の発生を抑制することができる。

[0127] なお、ここまで説明した第1実施形態では、光入射側の光電変換部62で緑色領域の光を光電変換し、奥側の半導体層20で赤色領域の光および青色領域の光を光電変換する例について示したが、本開示はかかる例に限られない。

[0128] たとえば、本開示では、光入射側の光電変換部62で赤色領域の光を光電変換し、奥側の半導体層20で緑色領域の光および青色領域の光を光電変換してもよい。また、本開示では、光入射側の光電変換部62で青色領域の光を光電変換し、奥側の半導体層20で赤色領域の光および緑色領域の光を光電変換してもよい。

[0129] [第1実施形態の各種変形例]

つづいて、第1実施形態の各種変形例について、図8～図15を参照しながら説明する。図8は、本開示の第1実施形態の変形例1に係る画素領域3の積層構造および平面構造を説明するための図であり、第1実施形態の図3に対応する図である。

[0130] 図8に示すように、この変形例1では、半導体層20の構成が上述の第1実施形態（図3参照）と異なる。具体的には、この変形例1では、大半の画素2（図2参照）にフォトダイオード群PD1A、PD2Aが設けられず、大半の画素2に1つのフォトダイオードPD1または1つのフォトダイオードPD2が設けられる。

[0131] 一方で、一部の画素2には、一方側（たとえば、左側）に位置する遮光膜24によって受光面積が半分になったフォトダイオードPD2が設けられる。同様に、近接する別の一部の画素2には、もう一方側（たとえば、右側）に位置する遮光膜24によって受光面積が半分になったフォトダイオードP

D 2 が設けられる。

[0132] そして、面積が半分となったこれら 2 つのフォトダイオード P D 2 によって、1 つのフォトダイオード群 P D 2 A が構成される。そして、この変形例 1 では、同じフォトダイオード群 P D 2 A に属する 2 つのフォトダイオード P D 2 が、像面の位相差を取得することが可能な光電変換部として構成されている。

[0133] これにより、青色光 L_B (図 7 参照) を光電変換するフォトダイオード群 P D 2 A の感度を向上させることができる。さらに、この変形例 1 では、青色光 L_B における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0134] なお、図 8 の例では、受光面積が半分になった 2 つのフォトダイオード P D 2 によって、1 つのフォトダイオード群 P D 2 A が構成される例について示したが、本開示はかかる例に限られない。

[0135] たとえば、受光面積が半分になった 2 つのフォトダイオード P D 1 によって、1 つのフォトダイオード群 P D 1 A (図 3 参照) が構成され、かかる 2 つのフォトダイオード P D 1 が、像面の位相差を取得することが可能な光電変換部として構成されていてもよい。これにより、赤色光 L_R (図 6 参照) における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0136] 図 9 は、本開示の第 1 実施形態の変形例 2 に係る画素領域 3 の積層構造および平面構造を説明するための図である。図 9 に示すように、この変形例 2 では、カラースプリッタ層 50 および半導体層 20 の構成が上述の第 1 実施形態 (図 3 参照) と異なる。

[0137] 具体的には、この変形例 2 では、2 個×2 個分の O C L 71 の面積を有するカラースプリッタ C S 1、C S 2 がカラースプリッタ層 50 に設けられる。また、カラースプリッタ C S 1 の奥側には 2 個×2 個、合わせて 4 個のフォトダイオード P D 1 が位置する。

[0138] そして、この 4 つのフォトダイオード P D 1 によって、1 つのフォトダイオード群 P D 1 A が構成される。さらに、この変形例 2 では、同じフォトダイオード群 P D 1 A に属する 4 つのフォトダイオード P D 1 が、像面の位相

差を取得することが可能な光電変換部として構成されている。

[0139] この場合、同じフォトダイオード群PD1Aに属する4つのフォトダイオードPD1は、直上のカラースプリッタCS1およびかかるカラースプリッタCS1に隣接する複数のカラースプリッタCS2で構成される、同じ範囲のカラースプリッタ領域を共有する。

[0140] そして、この変形例2では、カラースプリッタ層50によって焦点の合った赤色光 L_R （図6参照）がフォトダイオード群PD1Aに入射するため、赤色光 L_R における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0141] また、この変形例2では、カラースプリッタCS2の奥側に2個×2個、合わせて4個のフォトダイオードPD2が位置する。

[0142] そして、この4つのフォトダイオードPD2によって、1つのフォトダイオード群PD2Aが構成される。さらに、この変形例2では、同じフォトダイオード群PD2Aに属する4つのフォトダイオードPD2が、像面の位相差を取得することが可能な光電変換部として構成されている。

[0143] この場合、同じフォトダイオード群PD2Aに属する4つのフォトダイオードPD2は、直上のカラースプリッタCS2およびかかるカラースプリッタCS2に隣接する複数のカラースプリッタCS1で構成される、同じ範囲のカラースプリッタ領域を共有する。

[0144] そして、この変形例2では、カラースプリッタ層50によって焦点の合った青色光 L_B （図7参照）がフォトダイオード群PD2Aに入射するため、青色光 L_B における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0145] また、この変形例2では、フォトダイオード群PD1A、PD2Aがそれぞれ2個×2個のフォトダイオードPD1、PD2を有するため、テクスチャ方向や対象物の色によらず、対象物までの距離を測定することができる。

[0146] 図10は、本開示の第1実施形態の変形例3に係る画素領域3の積層構造および平面構造を説明するための図である。図10に示すように、この変形例3では、カラースプリッタ層50および半導体層20の構成が上述の第1実施形態（図3参照）と異なる。

- [0147] 具体的には、この変形例3では、2個×1個分のOCL71の面積を有するカラースプリッタCS1、CS2がカラースプリッタ層50に設けられる。また、カラースプリッタCS1の奥側には2個×1個、合わせて2個のフォトダイオードPD1が位置する。
- [0148] そして、この2つのフォトダイオードPD1によって、1つのフォトダイオード群PD1Aが構成される。さらに、この変形例3では、同じフォトダイオード群PD1Aに属する2つのフォトダイオードPD1が、像面の位相差を取得することが可能な光電変換部として構成されている。
- [0149] この場合、同じフォトダイオード群PD1Aに属する2つのフォトダイオードPD1は、直上のカラースプリッタCS1およびかかるカラースプリッタCS1に隣接する複数のカラースプリッタCS2で構成される、同じ範囲のカラースプリッタ領域を共有する。
- [0150] そして、この変形例3では、カラースプリッタ層50によって焦点の合った赤色光 L_R （図6参照）がフォトダイオード群PD1Aに入射するため、赤色光 L_R における位相差の検出感度を向上させることができる。
- [0151] また、この変形例3では、カラースプリッタCS2の奥側に2個×1個、合わせて2個のフォトダイオードPD2が位置する。
- [0152] そして、この2つのフォトダイオードPD2によって、1つのフォトダイオード群PD2Aが構成される。さらに、この変形例3では、同じフォトダイオード群PD2Aに属する2つのフォトダイオードPD2が、像面の位相差を取得することが可能な光電変換部として構成されている。
- [0153] この場合、同じフォトダイオード群PD2Aに属する2つのフォトダイオードPD2は、直上のカラースプリッタCS2およびかかるカラースプリッタCS2に隣接する複数のカラースプリッタCS1で構成される、同じ範囲のカラースプリッタ領域を共有する。
- [0154] そして、この変形例3では、カラースプリッタ層50によって焦点の合った青色光 L_B （図7参照）がフォトダイオード群PD2Aに入射するため、青色光 L_B における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0155] 図 1 1 は、本開示の第 1 実施形態の変形例 4 に係る画素領域 3 の構造を模式的に示す断面図であり、図 1 2 は、本開示の第 1 実施形態の変形例 4 に係る画素領域 3 の積層構造および平面構造を説明するための図である。

[0156] 図 1 1 および図 1 2 に示すように、この変形例 4 では、有機光電変換層 6 0 の構成が上述の第 1 実施形態（図 2 および図 3 参照）と異なる。具体的には、この変形例 4 では、1 つの O C L 7 1 の奥側に 2 つの光電変換部 6 2 が位置し、かかる 2 つの光電変換部 6 2 によって 1 つの光電変換部群 6 2 A が構成される。光電変換部群 6 2 A は、別の光電変換部群の一例である。

[0157] そして、この変形例 4 では、同じ光電変換部群 6 2 A に属する 2 つの光電変換部 6 2 が、像面の位相差を取得することが可能な光電変換部として構成されている。この場合、同じ光電変換部群 6 2 A に属する 2 つの光電変換部 6 2 は、直上の O C L 7 1 を共有する。

[0158] そして、この変形例 4 では、O C L 7 1 によって焦点の合った緑色光 L_g （図 5 参照）が光電変換部群 6 2 A に入射するため、緑色光 L_g における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0159] また、この変形例 4 では、O C L 7 1 およびカラースプリッタ層 5 0 によって、R G B 3 色すべての光の焦点をそれぞれ合わせることができ、R G B 3 色すべての光における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0160] なお、図 1 2 の例では、カラースプリッタ層 5 0 および半導体層 2 0 が上述の第 1 実施形態（図 3 参照）と同じ構成を有する例について示したが、本開示はかかる例に限られない。たとえば、図 1 2 の例において、半導体層 2 0 が上述の変形例 1（図 8 参照）と同じ構成を有してもよい。

[0161] また、図 1 2 の例において、カラースプリッタ層 5 0 および半導体層 2 0 が上述の変形例 2（図 9 参照）と同じ構成を有してもよいし、カラースプリッタ層 5 0 および半導体層 2 0 が上述の変形例 3（図 1 0 参照）と同じ構成を有してもよい。

[0162] 図 1 3 は、本開示の第 1 実施形態の変形例 5 に係る画素領域 3 の積層構造

および平面構造を説明するための図である。図 13 に示すように、この変形例 5 では、有機光電変換層 60 の構成が上述の第 1 実施形態の変形例 4（図 12 参照）と異なる。

[0163] 具体的には、この変形例 5 では、大半の画素 2 に光電変換部群 62A が設けられず、大半の画素 2 に 1 つの光電変換部 62 が設けられる。

[0164] 一方で、一部の画素 2 には、一方側（たとえば、左側）に位置する遮光膜 64 によって受光面積が半分になった光電変換部 62 が設けられる。同様に、近接する別の一部の画素 2 には、もう一方側（たとえば、右側）に位置する遮光膜 64 によって受光面積が半分になった光電変換部 62 が設けられる。

[0165] そして、面積が半分となったこれら 2 つの光電変換部 62 によって、1 つの光電変換部群 62A が構成される。さらに、この変形例 5 では、同じ光電変換部群 62A に属する 2 つの光電変換部 62 が、像面の位相差を取得することが可能な光電変換部として構成されている。

[0166] ここで、この変形例 5 では、OCL71 によって焦点の合った緑色光 L_G （図 5 参照）が光電変換部群 62A に入射するため、緑色光 L_G における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0167] また、この変形例 5 では、OCL71 およびカラーズプリッタ層 50 によって、RGB3 色すべての光の焦点をそれぞれ合わせることができると、RGB3 色すべての光における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0168] なお、図 13 の例では、カラーズプリッタ層 50 および半導体層 20 が上述の第 1 実施形態（図 3 参照）と同じ構成を有する例について示したが、本開示はかかる例に限られない。たとえば、図 13 の例において、半導体層 20 が上述の変形例 1（図 8 参照）と同じ構成を有してもよい。

[0169] また、図 13 の例において、カラーズプリッタ層 50 および半導体層 20 が上述の変形例 2（図 9 参照）と同じ構成を有してもよいし、カラーズプリッタ層 50 および半導体層 20 が上述の変形例 3（図 10 参照）と同じ構成

を有してもよい。

[0170] 図14は、本開示の第1実施形態の変形例6に係る画素領域3の積層構造および平面構造を説明するための図である。図14に示すように、この変形例6では、OCL層70および有機光電変換層60の構成が上述の第1実施形態の変形例4（図12参照）と異なる。

[0171] 具体的には、この変形例6では、2個×2個分の画素2（図11参照）の面積を有する複数のOCL71AがOCL層70に行列状に並んで設けられる。また、1つのOCL71Aの奥側には2個×2個、合わせて4個の光電変換部62が位置する。

[0172] そして、この4つの光電変換部62によって、1つの光電変換部群62Aが構成される。さらに、この変形例6では、同じ光電変換部群62Aに属する4つの光電変換部62が、像面の位相差を取得することが可能な光電変換部として構成されている。この場合、同じ光電変換部群62Aに属する4つの光電変換部62は、直上のOCL71Aを共有する。

[0173] そして、この変形例6では、OCL71Aによって焦点の合った緑色光 L_g （図5参照）が光電変換部群62Aに入射するため、緑色光 L_g における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0174] また、この変形例6では、OCL71Aおよびカラースプリッタ層50によって、RGB3色すべての光の焦点をそれぞれ合わせることができ、RGB3色すべての光における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0175] また、この変形例6では、光電変換部群62Aが2個×2個の光電変換部62を有するため、テクスチャ方向によらず、対象物までの距離を測定することができる。

[0176] なお、図14の例では、カラースプリッタ層50および半導体層20が上述の第1実施形態（図3参照）と同じ構成を有する例について示したが、本開示はかかる例に限られない。たとえば、図14の例において、半導体層20が上述の変形例1（図8参照）と同じ構成を有してもよい。

[0177] また、図14の例において、カラースプリッタ層50および半導体層20が上述の変形例2（図9参照）と同じ構成を有してもよいし、カラースプリッタ層50および半導体層20が上述の変形例3（図10参照）と同じ構成を有してもよい。

[0178] 図15は、本開示の第1実施形態の変形例7に係る画素領域3の積層構造および平面構造を説明するための図である。図15に示すように、この変形例7では、OCL層70の構成が上述の第1実施形態（図3参照）と異なる。

[0179] 具体的には、この変形例7では、2個×1個分の画素2（図11参照）の面積を有する半楕円球状のOCL71BがOCL層70の一部に設けられる。また、かかるOCL71Bの奥側には2個×1個、合わせて2個の光電変換部62が位置する。

[0180] そして、この2つの光電変換部62によって、1つの光電変換部群62Aが構成される。さらに、この変形例7では、同じ光電変換部群62Aに属する2つの光電変換部62が、像面の位相差を取得することが可能な光電変換部として構成されている。この場合、同じ光電変換部群62Aに属する2つの光電変換部62は、直上のOCL71Bを共有する。

[0181] そして、この変形例7では、OCL71Bによって焦点の合った緑色光 L_g （図5参照）が光電変換部群62Aに入射するため、緑色光 L_g における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0182] また、この変形例7では、OCL71Bおよびカラースプリッタ層50によって、RGB3色すべての光の焦点をそれぞれ合わせることができ、RGB3色すべての光における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0183] なお、図15の例では、カラースプリッタ層50および半導体層20が上述の第1実施形態（図3参照）と同じ構成を有する例について示したが、本開示はかかる例に限られない。たとえば、図15の例において、半導体層20が上述の変形例1（図8参照）と同じ構成を有してもよい。

[0184] また、図15の例において、カラースプリッタ層50および半導体層20が上述の変形例2（図9参照）と同じ構成を有してもよいし、カラースプリッタ層50および半導体層20が上述の変形例3（図10参照）と同じ構成を有してもよい。

[0185] [第2実施形態]

つづいて、第2実施形態に係る画素領域3の詳細な構成について、図16および図17を参照しながら説明する。図16は、本開示の第2実施形態に係る画素領域3の構造を模式的に示す断面図であり、図17は、本開示の第2実施形態に係る画素領域3の積層構造および平面構造を説明するための図である。

[0186] 第2実施形態の画素領域3は、半導体層20と、配線層30と、光学層40と、カラースプリッタ層50と、有機光電変換層60と、OCL層70とを備える。そして、画素領域3では、光入射側から順に、OCL層70、有機光電変換層60、カラースプリッタ層50、光学層40、半導体層20および配線層30が積層されている。

[0187] 半導体層20は、第1導電型（たとえば、P型）の半導体領域21と、第2導電型（たとえば、N型）の半導体領域22と、分離部23とを有する。そして、第1導電型の半導体領域21内に、第2導電型の半導体領域22が画素単位で平面方向（画素2の配列方向）に並んで形成されることにより、PN接合によるフォトダイオードPD1、PD2、PD3が、平面方向に並んで形成される。フォトダイオードPD3は、第3の光電変換部の一例である。

[0188] たとえば、フォトダイオードPD1は、赤色領域の光を受光して光電変換する光電変換部である。フォトダイオードPD2は、青色領域の光を受光して光電変換する光電変換部である。フォトダイオードPD3は、緑色領域の光を受光して光電変換する光電変換部である。すなわち、この第2実施形態では、半導体層20がRGB3色の光をそれぞれ光電変換する。

[0189] 第2実施形態では、図17の（d）に示すように、互いに隣接する2つの

フォトダイオードPD 1によってフォトダイオード群PD 1 Aが構成される。また、互いに隣接する2つのフォトダイオードPD 2によってフォトダイオード群PD 2 Aが構成され、互いに隣接する2つのフォトダイオードPD 3によってフォトダイオード群PD 3 Aが構成される。フォトダイオード群PD 3 Aは、光電変換部群の一例である。

[0190] そして、半導体層20では、たとえば、複数のフォトダイオード群PD 1 Aと、複数のフォトダイオード群PD 2 Aと、複数のフォトダイオード群PD 3 Aとが、いわゆるベイヤー配列で配置される。フォトダイオード群PD 1 A、フォトダイオード群PD 2 Aまたはフォトダイオード群PD 3 Aは、たとえば、画素領域3の画素2（図16参照）ごとに個別に形成される。

[0191] 図16の説明に戻る。半導体層20の分離部23は、互いに隣接するフォトダイオードPD 1同士と、互いに隣接するフォトダイオードPD 1、PD 2と、互いに隣接するフォトダイオードPD 2同士とをそれぞれ電気的および光学的に分離する。

[0192] また、分離部23は、互いに隣接するフォトダイオードPD 3同士と、互いに隣接するフォトダイオードPD 1、PD 3と、互いに隣接するフォトダイオードPD 2、PD 3とをそれぞれ電気的および光学的に分離する。なお、本開示では、同じフォトダイオード群PD 3 Aに属するフォトダイオードPD 3同士が、オーバフローパスで電気的に接続されていてもよい。

[0193] 半導体層20における光入射側の面には、光学層40が配置される。光学層40は、カラーフィルタ41と、バッファ層42とを有する。そして、光学層40では、光入射側から順に、カラーフィルタ41およびバッファ層42が積層されている。

[0194] カラーフィルタ41は、入射光Lのうち、所定の波長域の光を透過させる光学的なフィルタである。このカラーフィルタ41には、たとえば、赤色領域の光を透過させるカラーフィルタ41 Rと、青色領域の光を透過させるカラーフィルタ41 B（図2参照）と、緑色領域の光を透過させるカラーフィルタ41 Gと、が含まれる。

- [0195] カラーフィルタ41Rは、フォトダイオード群PD1A（図17参照）の光入射側に配置される。カラーフィルタ41Bは、フォトダイオード群PD2A（図17参照）の光入射側に配置される。
- [0196] カラーフィルタ41Gは、フォトダイオード群PD3A（図17参照）の光入射側に配置される。カラーフィルタ41R、カラーフィルタ41Bまたはカラーフィルタ41Gは、たとえば、画素領域3の画素2ごとに個別に形成される。
- [0197] 光学層40における光入射側の面には、カラースプリッタ層50が配置される。カラースプリッタ層50は、低屈折率部51と、高屈折率部52と、高屈折率部53（図2参照）と、高屈折率部54とを有する。
- [0198] 高屈折率部52、53、54は、低屈折率部51よりも高い屈折率を有する材料で構成される。高屈折率部52は、カラースプリッタ層50の内部において所定の平面形状を有し、フォトダイオード群PD1Aの光入射側に配置される。そして、フォトダイオード群PD1Aの光入射側において、低屈折率部51と高屈折率部52とでカラースプリッタCS1が構成される。
- [0199] 高屈折率部53は、カラースプリッタ層50の内部において所定の平面形状を有し、フォトダイオード群PD2Aの光入射側に配置される。そして、フォトダイオード群PD2Aの光入射側において、低屈折率部51と高屈折率部53とでカラースプリッタCS2（図17参照）が構成される。
- [0200] 高屈折率部54は、カラースプリッタ層50の内部において所定の平面形状を有し、フォトダイオード群PD3Aの光入射側に配置される。そして、フォトダイオード群PD3Aの光入射側において、低屈折率部51と高屈折率部54とでカラースプリッタCS3が構成される。
- [0201] カラースプリッタCS1、カラースプリッタCS2またはカラースプリッタCS3は、たとえば、画素領域3の画素2ごとに個別に形成される。
- [0202] カラースプリッタ層50における光入射側の面には、有機光電変換層60が配置される。有機光電変換層60は、層間絶縁膜61と、光電変換部62とを有する。そして、有機光電変換層60では、光入射側から順に、光電変

換部 6 2 および層間絶縁膜 6 1 が積層されている。

[0203] 光電変換部 6 2 は、上部電極 6 2 a と、光電変換層 6 2 b と、電荷蓄積層 6 2 c と、下部電極 6 2 d、6 2 e と、絶縁層 6 2 f とを有する。そして、光電変換部 6 2 では、光入射側から順に、上部電極 6 2 a、光電変換層 6 2 b、電荷蓄積層 6 2 c、絶縁層 6 2 f および下部電極 6 2 d、6 2 e が積層されている。

[0204] 光電変換層 6 2 b は、有機半導体材料で構成され、外部からの入射光 L のうち選択的な波長域（たとえば、赤外の波長域（以下、「赤外領域」とも呼称する。））の光を光電変換する。赤外の波長域（赤外領域）は、第 4 の波長域の一例である。すなわち、この第 2 実施形態では、光電変換部 6 2 が赤外領域の光を光電変換する。第 2 実施形態において、光電変換部 6 2 は、第 4 の光電変換部の一例である。

[0205] そして、この第 2 実施形態では、赤外領域の光（赤外光）が、複数の光電変換部のうち最も光入射側に位置する光電変換部 6 2 で吸収され、かかる光電変換部 6 2 で光電変換される。そして、第 2 実施形態では、OCL 7 1 によって、対応する光電変換部 6 2 に焦点が合った赤外光を入射させることができるため、光電変換部 6 2 の感度が向上する。

[0206] また、上述の第 1 実施形態と同様に、第 2 実施形態では、カラースプリッタ層 5 0 のカラースプリッタ CS 1 が、赤色光 L_R（図 6 参照）を近接する（すなわち、直下にある）フォトダイオード群 PD 1 A に入射させる。

[0207] また、当該カラースプリッタ CS 1 に隣接するカラースプリッタ CS 2 は、赤色光 L_R を隣接する（すなわち、直下にあるフォトダイオード群 PD 2 A と隣り合う）フォトダイオード群 PD 1 A に入射させる。

[0208] さらに、当該カラースプリッタ CS 1 に隣接するカラースプリッタ CS 3 は、赤色光 L_R を隣接する（すなわち、直下にあるフォトダイオード群 PD 3 A と隣り合う）フォトダイオード群 PD 1 A に入射させる。

[0209] すなわち、第 2 実施形態では、直上のカラースプリッタ CS 1 と、この直上のカラースプリッタ CS 1 に隣接する複数のカラースプリッタ CS 2、C

S 3 とで構成されるカラースプリッタ領域から、焦点の合った赤色光 L_R がフォトダイオード群 P D 1 A に入射する。

[0210] したがって、第2実施形態では、赤色光 L_R を光電変換するフォトダイオード群 P D 1 A の感度を向上させることができる。

[0211] また、第2実施形態では、カラースプリッタ層 50 のカラースプリッタ C S 2 が、青色光 L_B (図7参照) を近接する(すなわち、直下にある)フォトダイオード群 P D 2 A に入射させる。

[0212] また、当該カラースプリッタ C S 2 に隣接するカラースプリッタ C S 1 は、青色光 L_B を隣接する(すなわち、直下にあるフォトダイオード群 P D 1 A と隣り合う)フォトダイオード群 P D 2 A に入射させる。

[0213] さらに、当該カラースプリッタ C S 2 に隣接するカラースプリッタ C S 3 は、青色光 L_B を隣接する(すなわち、直下にあるフォトダイオード群 P D 3 A と隣り合う)フォトダイオード群 P D 2 A に入射させる。

[0214] すなわち、第2実施形態では、直上のカラースプリッタ C S 2 と、この直上のカラースプリッタ C S 2 に隣接する複数のカラースプリッタ C S 1、C S 3 とで構成されるカラースプリッタ領域から、焦点の合った青色光 L_B がフォトダイオード群 P D 2 A に入射する。

[0215] したがって、第2実施形態では、青色光 L_B を光電変換するフォトダイオード群 P D 2 A の感度を向上させることができる。

[0216] また、第2実施形態では、カラースプリッタ層 50 のカラースプリッタ C S 3 が、緑色光 L_G (図5参照) を近接する(すなわち、直下にある)フォトダイオード群 P D 3 A に入射させる。

[0217] また、当該カラースプリッタ C S 3 に隣接するカラースプリッタ C S 1 は、緑色光 L_G を隣接する(すなわち、直下にあるフォトダイオード群 P D 1 A と隣り合う)フォトダイオード群 P D 3 A に入射させる。

[0218] さらに、当該カラースプリッタ C S 3 に隣接するカラースプリッタ C S 2 は、緑色光 L_G を隣接する(すなわち、直下にあるフォトダイオード群 P D 2 A と隣り合う)フォトダイオード群 P D 3 A に入射させる。

- [0219] すなわち、第2実施形態では、直上のカラープリッタCS3と、この直上のカラープリッタCS3に隣接する複数のカラープリッタCS1、CS2とで構成されるカラープリッタ領域から、焦点の合った緑色光 L_G がフォトダイオード群PD3Aに入射する。
- [0220] したがって、第2実施形態では、緑色光 L_G を光電変換するフォトダイオード群PD3Aの感度を向上させることができる。
- [0221] ここまで説明したように、第2実施形態では、フォトダイオード群PD1A～PD3Aよりも光入射側にカラープリッタCS1～CS3を配置することで、フォトダイオード群PD1A～PD3Aの感度を向上させることができる。
- [0222] さらに、第2実施形態では、同じフォトダイオード群PD1Aに属する2つのフォトダイオードPD1が、像面の位相差を取得することが可能な光電変換部として構成されている。
- [0223] この場合、同じフォトダイオード群PD1Aに属する2つのフォトダイオードPD1は、直上のカラープリッタCS1及びこのカラープリッタCS1に隣接する複数のカラープリッタCS2、CS3で構成される同じ範囲のカラープリッタ領域を共有する。
- [0224] そして、第2実施形態では、カラープリッタ層50によって焦点の合った赤色光 L_R がフォトダイオード群PD1Aに入射するため、赤色光 L_R における位相差の検出感度を向上させることができる。
- [0225] 同様に、第2実施形態では、同じフォトダイオード群PD2Aに属する2つのフォトダイオードPD2が、像面の位相差を取得することが可能な光電変換部として構成されている。
- [0226] この場合、同じフォトダイオード群PD2Aに属する2つのフォトダイオードPD2は、直上のカラープリッタCS2及びこのカラープリッタCS2に隣接する複数のカラープリッタCS1、CS3で構成される同じ範囲のカラープリッタ領域を共有する。
- [0227] そして、第2実施形態では、カラープリッタ層50によって焦点の合っ

た青色光 L_B がフォトダイオード群PD2Aに入射するため、青色光 L_B における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0228] 同様に、第2実施形態では、同じフォトダイオード群PD3Aに属する2つのフォトダイオードPD3が、像面の位相差を取得することが可能な光電変換部として構成されている。

[0229] この場合、同じフォトダイオード群PD3Aに属する2つのフォトダイオードPD3は、直上のカラースプリッタCS3及びこのカラースプリッタCS3に隣接する複数のカラースプリッタCS1、CS2で構成される同じ範囲のカラースプリッタ領域を共有する。

[0230] そして、第2実施形態では、カラースプリッタ層50によって焦点の合った緑色光 L_G がフォトダイオード群PD3Aに入射するため、緑色光 L_G における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0231] すなわち、この第2実施形態では、カラースプリッタ層50によって、RGB3色すべての光の焦点をそれぞれ合わせることができると、RGB3色すべての光における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0232] また、第2実施形態では、半導体層20よりも光入射側に赤外光を光電変換する光電変換部62が設けられることで、対象物から反射したRGB3色の光に関する情報に加えて、対象物から反射した赤外光に関する情報も画素領域3で取得することができる。

[0233] なお、図16および図17の例では、画素領域3における最も光入射側の位置にOCL層70が設けられる例について示したが、OCL層70は必ずしも設けられる必要は無い。

[0234] [第2実施形態の各種変形例]

つづいて、第2実施形態の各種変形例について、図18～図29を参照しながら説明する。図18は、本開示の第2実施形態の変形例1に係る画素領域3の積層構造および平面構造を説明するための図であり、第2実施形態の図17に対応する図である。

[0235] 図18に示すように、この変形例1では、半導体層20の構成が上述の第

2実施形態と異なる。具体的には、この変形例1では、大半の画素2にフォトダイオード群PD1A~PD3Aが設けられず、大半の画素2に1つのフォトダイオードPD1、1つのフォトダイオードPD2または1つのフォトダイオードPD3が設けられる。

[0236] 一方で、一部の画素2には、一方側（たとえば、左側）に位置する遮光膜24によって受光面積が半分になったフォトダイオードPD2が設けられる。同様に、近接する別の一部の画素2には、もう一方側（たとえば、右側）に位置する遮光膜24によって受光面積が半分になったフォトダイオードPD2が設けられる。

[0237] そして、面積が半分となったこれら2つのフォトダイオードPD2によって、1つのフォトダイオード群PD2Aが構成される。そして、この変形例1では、同じフォトダイオード群PD2Aに属する2つのフォトダイオードPD2が、像面の位相差を取得することが可能な光電変換部として構成されている。

[0238] これにより、青色光 L_B （図7参照）を光電変換するフォトダイオード群PD2Aの感度を向上させることができる。さらに、この変形例1では、青色光 L_B における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0239] なお、図18の例では、受光面積が半分になった2つのフォトダイオードPD2によって、1つのフォトダイオード群PD2Aが構成される例について示したが、本開示はかかる例に限られない。

[0240] たとえば、受光面積が半分になった2つのフォトダイオードPD1によって、1つのフォトダイオード群PD1A（図17参照）が構成され、かかる2つのフォトダイオードPD1が、像面の位相差を取得することが可能な光電変換部として構成されていてもよい。これにより、赤色光 L_R （図6参照）における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0241] また、受光面積が半分になった2つのフォトダイオードPD3によって、1つのフォトダイオード群PD3A（図17参照）が構成され、かかる2つのフォトダイオードPD3が、像面の位相差を取得することが可能な光電変

換部として構成されていてもよい。これにより、緑色光 L_G （図5参照）における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0242] 図19は、本開示の第2実施形態の変形例2に係る画素領域3の積層構造および平面構造を説明するための図である。図19に示すように、この変形例2では、カラースプリッタ層50および半導体層20の構成が上述の第2実施形態（図17参照）と異なる。

[0243] 具体的には、この変形例2では、2個×2個分のOCL71の面積を有するカラースプリッタCS1～CS3がカラースプリッタ層50に設けられる。また、カラースプリッタCS1の奥側には2個×2個、合わせて4個のフォトダイオードPD1が位置する。

[0244] そして、この4つのフォトダイオードPD1によって、1つのフォトダイオード群PD1Aが構成される。さらに、この変形例2では、同じフォトダイオード群PD1Aに属する4つのフォトダイオードPD1が、像面の位相差を取得することが可能な光電変換部として構成されている。

[0245] この場合、同じフォトダイオード群PD1Aに属する4つのフォトダイオードPD1は、直上のカラースプリッタCS1及びこのカラースプリッタCS1に隣接する複数のカラースプリッタCS2、CS3で構成される同じ範囲のカラースプリッタ領域を共有する。

[0246] そして、この変形例2では、カラースプリッタ層50によって焦点の合った赤色光 L_R （図6参照）がフォトダイオード群PD1Aに入射するため、赤色光 L_R における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0247] また、この変形例2では、カラースプリッタCS2の奥側に2個×2個、合わせて4個のフォトダイオードPD2が位置する。

[0248] そして、この4つのフォトダイオードPD2によって、1つのフォトダイオード群PD2Aが構成される。さらに、この変形例2では、同じフォトダイオード群PD2Aに属する4つのフォトダイオードPD2が、像面の位相差を取得することが可能な光電変換部として構成されている。

[0249] この場合、同じフォトダイオード群PD2Aに属する4つのフォトダイオ

ードPD2は、直上のカラースプリッタCS2及びこのカラースプリッタCS2に隣接する複数のカラースプリッタCS1、CS3で構成される同じ範囲のカラースプリッタ領域を共有する。

[0250] そして、この変形例2では、カラースプリッタ層50によって焦点の合った青色光 L_B （図7参照）がフォトダイオード群PD2Aに入射するため、青色光 L_B における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0251] また、この変形例2では、カラースプリッタCS3の奥側に2個×2個、合わせて4個のフォトダイオードPD3が位置する。

[0252] そして、この4つのフォトダイオードPD3によって、1つのフォトダイオード群PD3Aが構成される。さらに、この変形例2では、同じフォトダイオード群PD3Aに属する4つのフォトダイオードPD3が、像面の位相差を取得することが可能な光電変換部として構成されている。

[0253] この場合、同じフォトダイオード群PD3Aに属する4つのフォトダイオードPD3は、直上のカラースプリッタCS3及びこのカラースプリッタCS3に隣接する複数のカラースプリッタCS1、CS2で構成される同じ範囲のカラースプリッタ領域を共有する。

[0254] そして、この変形例2では、カラースプリッタ層50によって焦点の合った緑色光 L_G （図5参照）がフォトダイオード群PD3Aに入射するため、緑色光 L_G における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0255] すなわち、この変形例2では、カラースプリッタ層50によって、RGB3色すべての光の焦点をそれぞれ合わせることができると、RGB3色すべての光における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0256] また、この変形例2では、フォトダイオード群PD1A～PD3Aがそれぞれ2個×2個のフォトダイオードPD1～PD3を有するため、テクスチャ方向や対象物の色によらず、対象物までの距離を測定することができる。

[0257] 図20は、本開示の第2実施形態の変形例3に係る画素領域3の積層構造および平面構造を説明するための図である。図20に示すように、この変形例3では、カラースプリッタ層50および半導体層20の構成が上述の第2

実施形態（図 1 7 参照）と異なる。

- [0258] 具体的には、この変形例 3 では、2 個×1 個分の OCL 7 1 の面積を有するカラースプリッタ CS 1、CS 2、CS 3 がカラースプリッタ層 5 0 に設けられる。また、カラースプリッタ CS 1 の奥側には 2 個×1 個、合わせて 2 個のフォトダイオード PD 1 が位置する。
- [0259] そして、この 2 つのフォトダイオード PD 1 によって、1 つのフォトダイオード群 PD 1 A が構成される。さらに、この変形例 3 では、同じフォトダイオード群 PD 1 A に属する 2 つのフォトダイオード PD 1 が、像面の位相差を取得することが可能な光電変換部として構成されている。
- [0260] この場合、同じフォトダイオード群 PD 1 A に属する 2 つのフォトダイオード PD 1 は、直上のカラースプリッタ CS 1 及びこのカラースプリッタ CS 1 に隣接する複数のカラースプリッタ CS 2、CS 3 で構成される同じ範囲のカラースプリッタ領域を共有する。
- [0261] そして、この変形例 3 では、カラースプリッタ層 5 0 によって焦点の合った赤色光 L_R （図 6 参照）がフォトダイオード群 PD 1 A に入射するため、赤色光 L_R における位相差の検出感度を向上させることができる。
- [0262] また、この変形例 3 では、カラースプリッタ CS 2 の奥側に 2 個×1 個、合わせて 2 個のフォトダイオード PD 2 が位置する。
- [0263] そして、この 2 つのフォトダイオード PD 2 によって、1 つのフォトダイオード群 PD 2 A が構成される。さらに、この変形例 3 では、同じフォトダイオード群 PD 2 A に属する 2 つのフォトダイオード PD 2 が、像面の位相差を取得することが可能な光電変換部として構成されている。
- [0264] この場合、同じフォトダイオード群 PD 2 A に属する 2 つのフォトダイオード PD 2 は、直上のカラースプリッタ CS 2 及びこのカラースプリッタ CS 2 に隣接する複数のカラースプリッタ CS 1、CS 3 で構成される同じ範囲のカラースプリッタ領域を共有する。
- [0265] そして、この変形例 3 では、カラースプリッタ層 5 0 によって焦点の合った青色光 L_B （図 7 参照）がフォトダイオード群 PD 2 A に入射するため、青

色光 L_B における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0266] また、この変形例3では、カラースプリッタCS3の奥側に2個×1個、合わせて2個のフォトダイオードPD3が位置する。

[0267] そして、この2つのフォトダイオードPD3によって、1つのフォトダイオード群PD3Aが構成される。さらに、この変形例3では、同じフォトダイオード群PD3Aに属する2つのフォトダイオードPD3が、像面の位相差を取得することが可能な光電変換部として構成されている。

[0268] この場合、同じフォトダイオード群PD3Aに属する2つのフォトダイオードPD3は、直上のカラースプリッタCS3及びこのカラースプリッタCS3に隣接する複数のカラースプリッタCS1、CS2で構成される同じ範囲のカラースプリッタ領域を共有する。

[0269] そして、この変形例3では、カラースプリッタ層50によって焦点の合った緑色光 L_G （図5参照）がフォトダイオード群PD3Aに入射するため、緑色光 L_G における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0270] すなわち、この変形例3では、カラースプリッタ層50によって、RGB3色すべての光の焦点をそれぞれ合わせることができると、RGB3色すべての光における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0271] 図21は、本開示の第2実施形態の変形例4に係る画素領域3の構造を模式的に示す断面図であり、図17は、本開示の第2実施形態の変形例4に係る画素領域3の積層構造および平面構造を説明するための図である。

[0272] 図21などに示すように、この変形例4では、各層の積層順が上述の第2実施形態（図16参照）と異なる。具体的には、この変形例4の画素領域3では、光入射側から順に、OCL層70、カラースプリッタ層50、有機光電変換層60、光学層40、半導体層20および配線層30が積層されている。すなわち、この変形例4では、カラースプリッタ層50が、有機光電変換層60よりも光入射側に位置する。

[0273] これによっても、フォトダイオード群PD1A～PD3Aよりも光入射側にカラースプリッタCS1～CS3を配置することで、フォトダイオード群

P D 1 A ~ P D 3 A の感度を向上させることができる。

[0274] さらに、この変形例 4 では、カラースプリッタ層 5 0 によって、R G B 3 色すべての光の焦点をそれぞれ合わせることができるため、R G B 3 色すべての光における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0275] また、この変形例 4 では、半導体層 2 0 よりも光入射側に赤外光を光電変換する光電変換部 6 2 が設けられることで、対象物から反射した R G B 3 色の光に関する情報に加えて、対象物から反射した赤外光に関する情報も画素領域 3 で取得することができる。

[0276] なお、図 2 2 の例では、カラースプリッタ層 5 0 および半導体層 2 0 が上述の第 2 実施形態（図 1 7 参照）と同じ構成を有する例について示したが、本開示はかかる例に限られない。たとえば、図 2 2 の例において、半導体層 2 0 が上述の変形例 1（図 1 8 参照）と同じ構成を有してもよい。

[0277] また、図 2 2 の例において、カラースプリッタ層 5 0 および半導体層 2 0 が上述の変形例 2（図 1 9 参照）と同じ構成を有してもよいし、カラースプリッタ層 5 0 および半導体層 2 0 が上述の変形例 3（図 2 0 参照）と同じ構成を有してもよい。

[0278] また、図 1 8 ~ 図 2 2 の例では、画素領域 3 における最も光入射側の位置に O C L 層 7 0 が設けられる例について示したが、O C L 層 7 0 は必ずしも設けられる必要は無い。

[0279] 図 2 3 は、本開示の第 2 実施形態の変形例 5 に係る画素領域 3 の構造を模式的に示す断面図であり、図 2 4 は、本開示の第 2 実施形態の変形例 5 に係る画素領域 3 の積層構造および平面構造を説明するための図である。

[0280] 図 2 3 および図 2 4 に示すように、この変形例 5 では、有機光電変換層 6 0 の構成が上述の第 2 実施形態（図 1 6 および図 1 7 参照）と異なる。具体的には、この変形例 5 では、1 つの O C L 7 1 の奥側に 2 つの光電変換部 6 2 が位置し、かかる 2 つの光電変換部 6 2 によって 1 つの光電変換部群 6 2 A が構成される。

[0281] そして、この変形例 5 では、同じ光電変換部群 6 2 A に属する 2 つの光電

変換部 62 が、像面の位相差を取得することが可能な光電変換部として構成されている。この場合、同じ光電変換部群 62A に属する 2 つの光電変換部 62 は、直上の OCL71 を共有する。

[0282] そして、この変形例 5 では、OCL71 によって焦点の合った赤外光が光電変換部群 62A に入射するため、赤外光における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0283] すなわち、この変形例 5 では、OCL71 およびカラープリッタ層 50 によって、RGB3 色の光の焦点と、赤外光の焦点をそれぞれ合わせることができると、RGB3 色の光および赤外光における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0284] なお、図 24 の例では、カラープリッタ層 50 および半導体層 20 が上述の第 2 実施形態（図 17 参照）と同じ構成を有する例について示したが、本開示はかかる例に限られない。たとえば、図 24 の例において、半導体層 20 が上述の変形例 1（図 18 参照）と同じ構成を有してもよい。

[0285] また、図 24 の例において、カラープリッタ層 50 および半導体層 20 が上述の変形例 2（図 19 参照）と同じ構成を有してもよいし、カラープリッタ層 50 および半導体層 20 が上述の変形例 3（図 20 参照）と同じ構成を有してもよい。

[0286] 図 25 は、本開示の第 2 実施形態の変形例 6 に係る画素領域 3 の積層構造および平面構造を説明するための図である。図 25 に示すように、この変形例 6 では、有機光電変換層 60 の構成が上述の第 2 実施形態の変形例 5（図 24 参照）と異なる。

[0287] 具体的には、この変形例 6 では、大半の画素 2 に光電変換部群 62A が設けられず、大半の画素 2 に 1 つの光電変換部 62 が設けられる。

[0288] 一方で、一部の画素 2 には、一方側（たとえば、左側）に位置する遮光膜 64 によって受光面積が半分になった光電変換部 62 が設けられる。同様に、近接する別の一部の画素 2 には、もう一方側（たとえば、右側）に位置する遮光膜 64 によって受光面積が半分になった光電変換部 62 が設けられる。

。

[0289] そして、面積が半分となったこれら2つの光電変換部62によって、1つの光電変換部群62Aが構成される。さらに、この変形例6では、同じ光電変換部群62Aに属する2つの光電変換部62が、像面の位相差を取得することが可能な光電変換部として構成されている。

[0290] ここで、この変形例6では、OCL71によって焦点の合った赤外光が光電変換部群62Aに入射するため、赤外光における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0291] すなわち、この変形例6では、OCL71およびカラースプリッタ層50によって、RGB3色の光の焦点と、赤外光の焦点をそれぞれ合わせることができ、RGB3色の光および赤外光における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0292] なお、図25の例では、カラースプリッタ層50および半導体層20が上述の第2実施形態（図17参照）と同じ構成を有する例について示したが、本開示はかかる例に限られない。たとえば、図25の例において、半導体層20が上述の変形例1（図18参照）と同じ構成を有してもよい。

[0293] また、図25の例において、カラースプリッタ層50および半導体層20が上述の変形例2（図19参照）と同じ構成を有してもよいし、カラースプリッタ層50および半導体層20が上述の変形例3（図20参照）と同じ構成を有してもよい。

[0294] 図26は、本開示の第2実施形態の変形例7に係る画素領域3の積層構造および平面構造を説明するための図である。図26に示すように、この変形例7では、OCL層70および有機光電変換層60の構成が上述の第2実施形態の変形例5（図24参照）と異なる。

[0295] 具体的には、この変形例7では、2個×2個分の画素2（図16参照）の面積を有する複数のOCL71AがOCL層70に行列状に並んで設けられる。また、1つのOCL71Aの奥側には2個×2個、合わせて4個の光電変換部62が位置する。

[0296] そして、この4つの光電変換部62によって、1つの光電変換部群62Aが構成される。さらに、この変形例7では、同じ光電変換部群62Aに属する4つの光電変換部62が、像面の位相差を取得することが可能な光電変換部として構成されている。この場合、同じ光電変換部群62Aに属する4つの光電変換部62は、直上のOCL71Aを共有する。

[0297] そして、この変形例7では、OCL71Aによって焦点の合った赤外光が光電変換部群62Aに入射するため、赤外光における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0298] すなわち、この変形例7では、OCL71Aおよびカラースプリッタ層50によって、RGB3色の光の焦点と、赤外光の焦点をそれぞれ合わせることができ、RGB3色の光および赤外光における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0299] なお、図26の例では、カラースプリッタ層50および半導体層20が上述の第2実施形態（図17参照）と同じ構成を有する例について示したが、本開示はかかる例に限られない。たとえば、図26の例において、半導体層20が上述の変形例1（図18参照）と同じ構成を有してもよい。

[0300] また、図26の例において、カラースプリッタ層50および半導体層20が上述の変形例2（図19参照）と同じ構成を有してもよいし、カラースプリッタ層50および半導体層20が上述の変形例3（図20参照）と同じ構成を有してもよい。

[0301] 図27は、本開示の第2実施形態の変形例8に係る画素領域3の積層構造および平面構造を説明するための図である。図27に示すように、この変形例8では、OCL層70の構成が上述の第2実施形態と異なる。

[0302] 具体的には、この変形例8では、2個×1個分の画素2（図16参照）の面積を有する半楕円球状のOCL71BがOCL層70の一部に設けられる。また、かかるOCL71Bの奥側には2個×1個、合わせて2個の光電変換部62が位置する。

[0303] そして、この2つの光電変換部62によって、1つの光電変換部群62A

が構成される。さらに、この変形例 8 では、同じ光電変換部群 6 2 A に属する 2 つの光電変換部 6 2 が、像面の位相差を取得することが可能な光電変換部として構成されている。この場合、同じ光電変換部群 6 2 A に属する 2 つの光電変換部 6 2 は、直上の O C L 7 1 B を共有する。

[0304] そして、この変形例 8 では、O C L 7 1 B によって焦点の合った赤外光が光電変換部群 6 2 A に入射するため、赤外光における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0305] すなわち、この変形例 8 では、O C L 7 1 B およびカラースプリッタ層 5 0 によって、R G B 3 色の光の焦点と、赤外光の焦点をそれぞれ合わせることができ、R G B 3 色の光および赤外光における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0306] なお、図 2 7 の例では、カラースプリッタ層 5 0 および半導体層 2 0 が上述の第 2 実施形態（図 1 7 参照）と同じ構成を有する例について示したが、本開示はかかる例に限られない。たとえば、図 2 7 の例において、半導体層 2 0 が上述の変形例 1（図 1 8 参照）と同じ構成を有してもよい。

[0307] また、図 2 7 の例において、カラースプリッタ層 5 0 および半導体層 2 0 が上述の変形例 2（図 1 9 参照）と同じ構成を有してもよいし、カラースプリッタ層 5 0 および半導体層 2 0 が上述の変形例 3（図 2 0 参照）と同じ構成を有してもよい。

[0308] 図 2 8 は、本開示の第 2 実施形態の変形例 9 に係る画素領域 3 の構造を模式的に示す断面図であり、図 2 9 は、本開示の第 2 実施形態の変形例 9 に係る画素領域 3 の積層構造および平面構造を説明するための図である。

[0309] 図 2 8 などに示すように、この変形例 9 では、各層の積層順が上述の変形例 5（図 2 3 等参照）と異なる。具体的には、この変形例 9 の画素領域 3 では、光入射側から順に、O C L 層 7 0、カラースプリッタ層 5 0、有機光電変換層 6 0、光学層 4 0、半導体層 2 0 および配線層 3 0 が積層されている。すなわち、この変形例 9 では、カラースプリッタ層 5 0 が、有機光電変換層 6 0 よりも光入射側に位置する。

[0310] これによっても、フォトダイオード群PD1A～PD3Aよりも光入射側にカラースプリッタCS1～CS3を配置することで、フォトダイオード群PD1A～PD3Aの感度を向上させることができる。

[0311] さらに、この変形例9では、OCL71およびカラースプリッタ層50によって、RGB3色の光の焦点と、赤外光の焦点をそれぞれ合わせることができるため、RGB3色の光および赤外光における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0312] なお、図29の例では、カラースプリッタ層50および半導体層20が上述の第2実施形態（図17参照）と同じ構成を有する例について示したが、本開示はかかる例に限られない。たとえば、図29の例において、半導体層20が上述の変形例1（図18参照）と同じ構成を有してもよい。

[0313] また、図29の例において、カラースプリッタ層50および半導体層20が上述の変形例2（図19参照）と同じ構成を有してもよいし、カラースプリッタ層50および半導体層20が上述の変形例3（図20参照）と同じ構成を有してもよい。

[0314] [第3実施形態]

図30は、本開示の第3実施形態に係る画素領域3の積層構造および平面構造を説明するための図である。図30に示すように、この第3実施形態は、基本的な層構造は上述の第1実施形態の変形例4（図12参照）と同様である。

[0315] そして、この第3実施形態は、半導体層20に位置するフォトダイオード群PD1Aにおける2つのフォトダイオードPD1同士の間隔方向と、有機光電変換層60に位置する光電変換部群62Aにおける2つの光電変換部62同士の間隔方向とが交差している。

[0316] また同様に、第3実施形態は、半導体層20に位置するフォトダイオード群PD2Aにおける2つのフォトダイオードPD2同士の間隔方向と、有機光電変換層60に位置する光電変換部群62Aにおける2つの光電変換部62同士の間隔方向とが交差している。

- [0317] たとえば、図30の例では、すべてのフォトダイオード群PD1Aおよびすべてのフォトダイオード群PD2Aが縦方向に分割され、すべての光電変換部群62Aが横方向に分割されている。
- [0318] これにより、1つの画素2（図11参照）内に光学系を共有する2個×2個の光電変換部が位置する場合と同様の機能を画素領域3に付与できるため、テクスチャ方向や対象物の色によらず、対象物までの距離を測定することができる。
- [0319] また、第3実施形態では、2個×2個の画素2が光学系を共有する場合と比べて画素サイズを大きくできるため、感度などの画素性能を向上させることができる。
- [0320] なお、図30の例では、すべてのフォトダイオード群PD1A、PD2Aが縦方向に分割され、すべての光電変換部群62Aが横方向に分割されている例について示したが、本開示はかかる例に限られない。
- [0321] 図31は、本開示の第3実施形態の変形例1に係る画素領域3の積層構造および平面構造を説明するための図である。図31に示すように、この変形例1では、すべてのフォトダイオード群PD1Aの分割方向と、すべてのフォトダイオード群PD2Aの分割方向とが異なる。
- [0322] たとえば、図31の例では、すべてのフォトダイオード群PD1Aが横方向に分割され、すべてのフォトダイオード群PD2Aが縦方向に分割されている。
- [0323] そして、この変形例1では、フォトダイオード群PD1Aの直上に位置する光電変換部群62Aの分割方向が、フォトダイオード群PD1Aの分割方向と異なっている。同様に、この変形例1では、フォトダイオード群PD2Aの直上に位置する光電変換部群62Aの分割方向が、フォトダイオード群PD2Aの分割方向と異なっている。
- [0324] たとえば、図31の例では、フォトダイオード群PD1Aの直上に位置する光電変換部群62Aが縦方向に分割され、フォトダイオード群PD2Aの直上に位置する光電変換部群62Aが横方向に分割されている。

- [0325] これによっても、1つの画素2（図11参照）内に光学系を共有する2個×2個の光電変換部が位置する場合と同様の機能を画素領域3に付与できるため、テクスチャ方向や対象物の色によらず、対象物までの距離を測定することができる。
- [0326] また、この変形例1では、2個×2個の画素2が光学系を共有する場合と比べて画素サイズを大きくできるため、感度などの画素性能を向上させることができる。
- [0327] 図32は、本開示の第3実施形態の変形例2に係る画素領域3の積層構造および平面構造を説明するための図である。図32の（b）に示すように、この変形例2では、光電変換部群62Aが上下に分割される画素2（図11参照）が2個×2個分の領域と、光電変換部群62Aが左右に分割される画素2が2個×2個分の領域とが、市松模様状に並んで配置される。
- [0328] そして、この変形例2では、図32の（d）に示すように、光電変換部群62Aの奥側に位置するフォトダイオード群PD1A、PD2Aの分割方向が、かかる光電変換部群62Aの分割方向と異なっている。
- [0329] たとえば、図32の例では、横方向に分割された光電変換部群62Aの奥側に位置するフォトダイオード群PD1A、PD2Aが、縦方向に分割されている。同様に、図32の例では、縦方向に分割された光電変換部群62Aの奥側に位置するフォトダイオード群PD1A、PD2Aが、横方向に分割されている。
- [0330] これによっても、1つの画素2内に光学系を共有する2個×2個の光電変換部が位置する場合と同様の機能を画素領域3に付与できるため、テクスチャ方向や対象物の色によらず、対象物までの距離を測定することができる。
- [0331] また、この変形例2では、2個×2個の画素2が光学系を共有する場合と比べて画素サイズを大きくできるため、感度などの画素性能を向上させることができる。
- [0332] また、この変形例2では、図32の（d）に示す画素2が2個×2個分の領域Aにおいて、2つのフォトダイオード群PD1Aが縦方向および横方向

にそれぞれ分割され、2つのフォトダイオード群PD2Aが縦方向および横方向にそれぞれ分割される。

[0333] これにより、画素2が間引かれて信号処理された場合でも、RGB3色すべての光においてテクスチャ方向や対象物の色によらず、対象物までの距離を測定することができる。

[0334] [第4実施形態]

つづいて、第4実施形態に係る画素領域3の詳細な構成について、図33および図34を参照しながら説明する。図33は、本開示の第4実施形態に係る画素領域3の構造を模式的に示す断面図であり、図34は、本開示の第4実施形態に係る画素領域3の積層構造および平面構造を説明するための図である。

[0335] 第4実施形態の画素領域3は、半導体層120と、配線層30と、光学層40と、カラースプリッタ層50と、有機光電変換層160と、OCL層70とを備える。半導体層120は別の光電変換層の一例であり、有機光電変換層160は光電変換層の一例である。

[0336] そして、画素領域3では、光入射側から順に、OCL層70、カラースプリッタ層50、光学層40のバッファ層42、有機光電変換層160、光学層40のカラーフィルタ41、半導体層120および配線層30が積層されている。

[0337] 半導体層120は、第1導電型（たとえば、P型）の半導体領域121と、第2導電型（たとえば、N型）の半導体領域122と、分離部123とを有する。そして、第1導電型の半導体領域121内に、第2導電型の半導体領域122が画素単位で平面方向（画素2の配列方向）に並んで形成されることにより、PN接合によるフォトダイオードPD4が、平面方向に並んで形成される。フォトダイオードPD4は、別の光電変換部および第4の光電変換部の一例である。

[0338] たとえば、フォトダイオードPD4は、赤外領域の光を受光して光電変換する光電変換部である。すなわち、この第4実施形態では、半導体層120

が赤外光を光電変換する。

[0339] また、第4実施形態では、図34の(d)に示すように、互いに隣接する2つのフォトダイオードPD4によってフォトダイオード群PD4Aが構成される。フォトダイオード群PD4Aは、別の光電変換部群の一例である。フォトダイオード群PD4Aは、たとえば、画素領域3の画素2（図33参照）ごとに個別に形成される。

[0340] 図33の説明に戻る。半導体層120の分離部123は、互いに隣接するフォトダイオードPD4同士をそれぞれ電気的および光学的に分離する。なお、本開示では、同じフォトダイオード群PD4Aに属するフォトダイオードPD4同士が、オーバフローパスで電気的に接続されていてもよい。

[0341] 半導体層120における光入射側の面には、光学層40のカラーフィルタ41が位置する。カラーフィルタ41は、入射光Lのうち、所定の波長域の光を透過させる光学的なフィルタである。第4実施形態では、カラーフィルタ41が、赤外光を透過させるカラーフィルタ41IRで構成される。

[0342] カラーフィルタ41における光入射側の面には、有機光電変換層160が配置される。有機光電変換層160は、層間絶縁膜161と、光電変換部162とを有する。光電変換部162の構成は上述の第2実施形態等と同様であるため、詳細な膜構成の説明は省略する。

[0343] 第4実施形態では、光電変換部162が、光電変換部1621と、光電変換部1622（図34参照）と、光電変換部1623とを含む。光電変換部1621は第1の光電変換部の一例であり、光電変換部1622は第2の光電変換部の一例であり、光電変換部1623は第3の光電変換部の一例である。

[0344] たとえば、光電変換部1621は、赤色領域の光を受光して光電変換する光電変換部である。光電変換部1622は、青色領域の光を受光して光電変換する光電変換部である。光電変換部1623は、緑色領域の光を受光して光電変換する光電変換部である。すなわち、この第4実施形態では、有機光電変換層160がRGB3色の光をそれぞれ光電変換する。

- [0345] 第4実施形態では、図34の(c)に示すように、互いに隣接する2つの光電変換部1621によって光電変換部群1621Aが構成される。また、互いに隣接する2つの光電変換部1622によって光電変換部群1622Aが構成され、互いに隣接する2つの光電変換部1623によって光電変換部群1623Aが構成される。
- [0346] そして、有機光電変換層160では、たとえば、複数の光電変換部群1621Aと、複数の光電変換部群1622Aと、複数の光電変換部群1623Aとが、いわゆるベイヤー配列で配置される。光電変換部群1621A、光電変換部群1622Aまたは光電変換部群1623Aは、たとえば、画素領域3の画素2（図33参照）ごとに個別に形成される。
- [0347] 図33の説明に戻る。有機光電変換層160における光入射側の面には、光学層40のバッファ層42が配置される。バッファ層42における光入射側の面には、カラースプリッタ層50が配置される。カラースプリッタ層50は、低屈折率部51（図2参照）と、高屈折率部52（図2参照）と、高屈折率部53（図2参照）と、高屈折率部54（図16参照）とを有する。
- [0348] 高屈折率部52、53、54は、低屈折率部51よりも高い屈折率を有する材料で構成される。高屈折率部52は、カラースプリッタ層50の内部において所定の平面形状を有し、光電変換部群1621Aの光入射側に配置される。そして、光電変換部群1621Aの光入射側において、低屈折率部51と高屈折率部52とでカラースプリッタCS1が構成される。
- [0349] 高屈折率部53は、カラースプリッタ層50の内部において所定の平面形状を有し、光電変換部群1622Aの光入射側に配置される。そして、光電変換部群1622Aの光入射側において、低屈折率部51と高屈折率部53とでカラースプリッタCS2（図34参照）が構成される。
- [0350] 高屈折率部54は、カラースプリッタ層50の内部において所定の平面形状を有し、光電変換部群1623Aの光入射側に配置される。そして、光電変換部群1623Aの光入射側において、低屈折率部51と高屈折率部54とでカラースプリッタCS3が構成される。

- [0351] カラースプリッタCS1、カラースプリッタCS2またはカラースプリッタCS3は、たとえば、画素領域3の画素2（図2参照）ごとに個別に形成される。
- [0352] そして、第4実施形態では、カラースプリッタ層50のカラースプリッタCS1が、赤色光 L_R （図6参照）を近接する（すなわち、直下にある）光電変換部群1621Aに入射させる。
- [0353] また、当該カラースプリッタCS1に隣接するカラースプリッタCS2は、赤色光 L_R を隣接する（すなわち、直下にある光電変換部群1622Aと隣り合う）光電変換部群1621Aに入射させる。
- [0354] さらに、当該カラースプリッタCS1に隣接するカラースプリッタCS3は、赤色光 L_R を隣接する（すなわち、直下にある光電変換部群1623Aと隣り合う）光電変換部群1621Aに入射させる。
- [0355] すなわち、第4実施形態では、直上のカラースプリッタCS1と、この直上のカラースプリッタCS1に隣接する複数のカラースプリッタCS2、CS3とで構成されるカラースプリッタ領域から、焦点の合った赤色光 L_R が光電変換部群1621Aに入射する。
- [0356] したがって、第4実施形態では、赤色光 L_R を光電変換する光電変換部群1621Aの感度を向上させることができる。
- [0357] また、第4実施形態では、カラースプリッタ層50のカラースプリッタCS2が、青色光 L_B （図7参照）を近接する（すなわち、直下にある）光電変換部群1622Aに入射させる。
- [0358] また、当該カラースプリッタCS2に隣接するカラースプリッタCS1は、青色光 L_B を隣接する（すなわち、直下にある光電変換部群1621Aと隣り合う）光電変換部群1622Aに入射させる。
- [0359] さらに、当該カラースプリッタCS2に隣接するカラースプリッタCS3は、青色光 L_B を隣接する（すなわち、直下にある光電変換部群1623Aと隣り合う）光電変換部群1622Aに入射させる。
- [0360] すなわち、第4実施形態では、直上のカラースプリッタCS2と、この直

上のカラースプリッタCS2に隣接する複数のカラースプリッタCS1、CS3とで構成されるカラースプリッタ領域から、焦点の合った青色光 L_B が光電変換部群1622Aに入射する。

[0361] したがって、第4実施形態では、青色光 L_B を光電変換する光電変換部群1622Aの感度を向上させることができる。

[0362] また、第4実施形態では、カラースプリッタ層50のカラースプリッタCS3が、緑色光 L_G （図5参照）を近接する（すなわち、直下にある）光電変換部群1623Aに入射させる。

[0363] また、当該カラースプリッタCS3に隣接するカラースプリッタCS1は、緑色光 L_G を隣接する（すなわち、直下にある光電変換部群1621Aと隣り合う）光電変換部群1623Aに入射させる。

[0364] さらに、当該カラースプリッタCS3に隣接するカラースプリッタCS2は、緑色光 L_G を隣接する（すなわち、直下にある光電変換部群1622Aと隣り合う）光電変換部群1623Aに入射させる。

[0365] すなわち、第4実施形態では、直上のカラースプリッタCS3と、この直上のカラースプリッタCS3に隣接する複数のカラースプリッタCS1、CS2とで構成されるカラースプリッタ領域から、焦点の合った緑色光 L_G が光電変換部群1623Aに入射する。

[0366] したがって、第4実施形態では、緑色光 L_G を光電変換する光電変換部群1623Aの感度を向上させることができる。

[0367] ここまで説明したように、第4実施形態では、光電変換部群1621A～1623Aよりも光入射側にカラースプリッタCS1～CS3を配置することで、光電変換部群1621A～1623Aの感度を向上させることができる。

[0368] さらに、第4実施形態では、同じ光電変換部群1621Aに属する2つの光電変換部1621が、像面の位相差を取得することが可能な光電変換部として構成されている。

[0369] この場合、同じ光電変換部群1621Aに属する2つの光電変換部162

1 は、直上のカラースプリッタCS1 およびかかるカラースプリッタCS1 に隣接する複数のカラースプリッタCS2、CS3で構成される、同じ範囲のカラースプリッタ領域を共有する。

[0370] そして、第4実施形態では、カラースプリッタ層50によって焦点の合った赤色光 L_R が光電変換部群1621Aに入射するため、赤色光 L_R における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0371] 同様に、第4実施形態では、同じ光電変換部群1622Aに属する2つの光電変換部1622が、像面の位相差を取得することが可能な光電変換部として構成されている。

[0372] この場合、同じ光電変換部群1622Aに属する2つの光電変換部1622は、直上のカラースプリッタCS2およびかかるカラースプリッタCS2に隣接する複数のカラースプリッタCS1、CS3で構成される、同じ範囲のカラースプリッタ領域を共有する。

[0373] そして、第4実施形態では、カラースプリッタ層50によって焦点の合った青色光 L_B が光電変換部群1622Aに入射するため、青色光 L_B における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0374] 同様に、第4実施形態では、同じ光電変換部群1623Aに属する2つの光電変換部1623が、像面の位相差を取得することが可能な光電変換部として構成されている。

[0375] この場合、同じ光電変換部群1623Aに属する2つの光電変換部1623は、直上のカラースプリッタCS3およびかかるカラースプリッタCS3に隣接する複数のカラースプリッタCS1、CS2で構成される、同じ範囲のカラースプリッタ領域を共有する。

[0376] そして、第4実施形態では、カラースプリッタ層50によって焦点の合った緑色光 L_G が光電変換部群1623Aに入射するため、緑色光 L_G における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0377] すなわち、この第4実施形態では、カラースプリッタ層50によって、RGB3色すべての光の焦点をそれぞれ合わせることができ、RGB3

色すべての光における位相差の検出感度を向上させることができる。

[0378] また、第4実施形態では、有機光電変換層160よりも奥側に赤外光を光電変換するフォトダイオードPD4が設けられることで、対象物から反射したRGB3色の光に関する情報に加えて、対象物から反射した赤外光に関する情報も画素領域3で取得することができる。

[0379] また、第4実施形態では、半導体層120にフォトダイオード群PD4Aが設けられることで、RGB3色の光および赤外光における像面の位相差を取得することができる。

[0380] [効果]

実施形態に係る光検出装置1は、光電変換層（半導体層20、有機光電変換層160）と、カラースプリッタ層50と、を備える。光電変換層（半導体層20、有機光電変換層160）は、互いの入射光の位相差を検出可能である複数の光電変換部（フォトダイオードPD1～PD3、光電変換部1621～1623）で構成される光電変換部群（フォトダイオード群PD1A～PD3A、光電変換部群1621A～1623A）を有する。カラースプリッタ層50は、光電変換層（半導体層20、有機光電変換層160）よりも光入射側に位置し、メタサーフェス構造を有する。

[0381] これにより、光検出装置1において、位相差の検出感度を向上させることができる。

[0382] また、実施形態に係る光検出装置1において、光電変換部群（フォトダイオード群PD1A～PD3A、光電変換部群1621A～1623A）は、2つの光電変換部（フォトダイオードPD1～PD3、光電変換部1621～1623）で構成される。

[0383] これにより、対象物までの距離を測定することができる。

[0384] また、実施形態に係る光検出装置1において、光電変換部群（フォトダイオード群PD1A～PD3A、光電変換部群1621A～1623A）は、4つの光電変換部（フォトダイオードPD1～PD3、光電変換部1621～1623）で構成される。

- [0385] これにより、テクスチャ方向によらず、対象物までの距離を測定することができる。
- [0386] また、実施形態に係る光検出装置 1 は、光電変換層（半導体層 20）よりも光入射側に位置し、複数の別の光電変換部（光電変換部 62）を有する別の光電変換層（有機光電変換層 60）、をさらに備える。
- [0387] これにより、対象物から反射したより多くの波長域の光に関する情報を画素領域 3 で取得することができる。
- [0388] また、実施形態に係る光検出装置 1 において、別の光電変換層（有機光電変換層 60）は、互いの入射光の位相差を検出可能である複数の別の光電変換部（光電変換部 62）で構成される別の光電変換部群（光電変換部群 62A）を有する。
- [0389] これにより、対象物から反射したより多くの波長域の光における像面の位相差を取得することができる。
- [0390] また、実施形態に係る光検出装置 1 において、別の光電変換部群（光電変換部群 62A）は、2つの別の光電変換部（光電変換部 62）で構成される。
- [0391] これにより、対象物までの距離を測定することができる。
- [0392] また、実施形態に係る光検出装置 1 において、別の光電変換部群（光電変換部群 62A）は、4つの別の光電変換部（光電変換部 62）で構成される。
- [0393] これにより、テクスチャ方向によらず、対象物までの距離を測定することができる。
- [0394] また、実施形態に係る光検出装置 1 において、別の光電変換層（有機光電変換層 60）は、カラースプリッタ層 50 よりも光入射側に位置する。
- [0395] これにより、カラースプリッタ層 50 および半導体層 20 での混色の発生を抑制することができる。
- [0396] また、実施形態に係る光検出装置 1 において、カラースプリッタ層 50 は、別の光電変換層（有機光電変換層 60）よりも光入射側に位置する。

[0397] これにより、半導体層 20 での混色の発生を抑制することができる。

[0398] また、実施形態に係る光検出装置 1 において、光電変換層（半導体層 20）は、第 1 の光電変換部（フォトダイオード PD 1）と、第 2 の光電変換部（フォトダイオード PD 2）とを有する。第 1 の光電変換部（フォトダイオード PD 1）は、可視領域である第 1 の波長域の光（赤色光 L_R ）を光電変換する。第 2 の光電変換部（フォトダイオード PD 2）は、可視領域である第 2 の波長域の光（青色光 L_B ）を光電変換する。また、別の光電変換層（有機光電変換層 60）は、可視領域である第 3 の波長域の光（緑色光 L_G ）を光電変換する第 3 の光電変換部（光電変換部 62）を有する。

[0399] これにより、対象物から反射した RGB 3 色の光に関する情報を画素領域 3 で取得することができる。

[0400] また、実施形態に係る光検出装置 1 において、光電変換層（半導体層 20）は、第 1 の光電変換部（フォトダイオード PD 1）と、第 2 の光電変換部（フォトダイオード PD 2）と、第 3 の光電変換部（フォトダイオード PD 3）とを有する。第 1 の光電変換部（フォトダイオード PD 1）は、可視領域である第 1 の波長域の光（赤色光 L_R ）を光電変換する。第 2 の光電変換部（フォトダイオード PD 2）は、可視領域である第 2 の波長域の光（青色光 L_B ）を光電変換する。第 3 の光電変換部（フォトダイオード PD 3）は、可視領域である第 3 の波長域の光（緑色光 L_G ）を光電変換する。また、別の光電変換層（有機光電変換層 60）は、赤外領域である第 4 の波長域の光を光電変換する第 4 の光電変換部（光電変換部 62）を有する。

[0401] これにより、対象物から反射した RGB 3 色の光および赤外光に関する情報を画素領域 3 で取得することができる。

[0402] また、実施形態に係る光検出装置 1 は、光電変換層（有機光電変換層 160）の光入射側と反対側に位置し、複数の別の光電変換部（フォトダイオード PD 4）を有する別の光電変換層（半導体層 120）、をさらに備える。

[0403] これにより、対象物から反射したより多くの波長域の光に関する情報を画素領域 3 で取得することができる。

[0404] また、実施形態に係る光検出装置 1 において、光電変換層（有機光電変換層 160）は、第 1 の光電変換部（光電変換部 1621）と、第 2 の光電変換部（光電変換部 1622）と、第 3 の光電変換部（光電変換部 1623）とを有する。第 1 の光電変換部（光電変換部 1621）は、可視領域である第 1 の波長域の光を光電変換する。第 2 の光電変換部（光電変換部 1622）は、可視領域である第 2 の波長域の光を光電変換する。第 3 の光電変換部（光電変換部 1623）は、可視領域である第 3 の波長域の光を光電変換する。また、別の光電変換層（半導体層 120）は、赤外領域である第 4 の波長域の光を光電変換する第 4 の光電変換部（フォトダイオード PD4）を有する。

[0405] これにより、対象物から反射した RGB 3 色の光および赤外光に関する情報を画素領域 3 で取得することができる。

[0406] また、実施形態に係る光検出装置 1 は、光電変換層（半導体層 20）と、カラースプリッタ層 50 と、別の光電変換層（有機光電変換層 60）とを備える。光電変換層（半導体層 20）は、互いの入射光の位相差を検出可能である 2 つの光電変換部（フォトダイオード PD1、PD2）で構成される光電変換部群（フォトダイオード群 PD1A、PD2A）を有する。カラースプリッタ層 50 は、光電変換層（半導体層 20）よりも光入射側に位置し、メタサーフェス構造を有する。別の光電変換層（有機光電変換層 60）は、光電変換層（半導体層 20）よりも光入射側に位置し、互いの入射光の位相差を検出可能である 2 つの別の光電変換部（光電変換部 62）で構成される別の光電変換部群（光電変換部群 62A）を有する。また、光電変換部群（フォトダイオード群 PD1A、PD2A）の分割方向と、当該光電変換部群（フォトダイオード群 PD1A、PD2A）に対応する別の光電変換部群（光電変換部群 62A）の分割方向とが交差する。

[0407] これにより、テクスチャ方向や対象物の色によらず、対象物までの距離を測定することができる。

[0408] [電子機器]

また、上述したような光検出装置 1 は、例えば、デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラなどの撮像システム、撮像機能を備えた携帯電話機、または、撮像機能を備えた他の機器といった各種の電子機器に適用することができる。

[0409] 図 35 は、電子機器 101 の構成例を示すブロック図である。

[0410] 図 35 に示すように、電子機器 101 は、光学系 102、光検出装置 103、DSP (Digital Signal Processor) 104 を備えており、バス 107 を介して、DSP 104、表示装置 105、操作系 106、メモリ 108、記録装置 109、および電源系 110 が接続されて構成され、静止画像および動画像を撮像可能である。

[0411] 光学系 102 は、1 枚または複数枚のレンズを有して構成され、被写体からの像光（入射光）を光検出装置 103 に導き、光検出装置 103 の受光面（センサ部）に結像させる。

[0412] 光検出装置 103 としては、上述したいずれかの構成例の光検出装置 1 が適用される。光検出装置 103 には、光学系 102 を介して受光面に結像される像に応じて、一定期間、電子が蓄積される。そして、光検出装置 103 に蓄積された電子に応じた信号が DSP 104 に供給される。

[0413] DSP 104 は、光検出装置 103 からの信号に対して各種の信号処理を施して画像を取得し、その画像のデータを、メモリ 108 に一時的に記憶させる。メモリ 108 に記憶された画像のデータは、記録装置 109 に記録されたり、表示装置 105 に供給されて画像が表示されたりする。また、操作系 106 は、ユーザによる各種の操作を受け付けて電子機器 101 の各ブロックに操作信号を供給し、電源系 110 は、電子機器 101 の各ブロックの駆動に必要な電力を供給する。

[0414] このように構成されている電子機器 101 では、光検出装置 103 として、上述したような光検出装置 1 を適用することにより、位相差の検出感度を向上させることができる。

[0415] [移動体への応用例]

本開示に係る技術（本技術）は、様々な製品へ応用することができる。例えば、本開示に係る技術は、自動車、電気自動車、ハイブリッド電気自動車、自動二輪車、自転車、パーソナルモビリティ、飛行機、ドローン、船舶、ロボット等のいずれかの種類の移動体に搭載される装置として実現されてもよい。

[0416] 図36は、本開示に係る技術が適用され得る移動体制御システムの一例である車両制御システムの概略的な構成例を示すブロック図である。

[0417] 車両制御システム12000は、通信ネットワーク12001を介して接続された複数の電子制御ユニットを備える。図36に示した例では、車両制御システム12000は、駆動系制御ユニット12010、ボディ系制御ユニット12020、車外情報検出ユニット12030、車内情報検出ユニット12040、及び統合制御ユニット12050を備える。また、統合制御ユニット12050の機能構成として、マイクロコンピュータ12051、音声画像出力部12052、及び車載ネットワークI/F（Interface）12053が図示されている。

[0418] 駆動系制御ユニット12010は、各種プログラムにしたがって車両の駆動系に関連する装置の動作を制御する。例えば、駆動系制御ユニット12010は、内燃機関又は駆動用モータ等の車両の駆動力を発生させるための駆動力発生装置、駆動力を車輪に伝達するための駆動力伝達機構、車両の舵角を調節するステアリング機構、及び、車両の制動力を発生させる制動装置等の制御装置として機能する。

[0419] ボディ系制御ユニット12020は、各種プログラムにしたがって車体に装備された各種装置の動作を制御する。例えば、ボディ系制御ユニット12020は、キーレスエントリシステム、スマートキーシステム、パワーウィンドウ装置、あるいは、ヘッドランプ、バックランプ、ブレーキランプ、ウinker又はフォグラмп等の各種ランプの制御装置として機能する。この場合、ボディ系制御ユニット12020には、鍵を代替する携帯機から発信される電波又は各種スイッチの信号が入力され得る。ボディ系制御ユニット

12020は、これらの電波又は信号の入力を受け付け、車両のドアロック装置、パワーウィンドウ装置、ランプ等を制御する。

[0420] 車外情報検出ユニット12030は、車両制御システム12000を搭載した車両の外部の情報を検出する。例えば、車外情報検出ユニット12030には、撮像部12031が接続される。車外情報検出ユニット12030は、撮像部12031に車外の画像を撮像させるとともに、撮像された画像を受信する。車外情報検出ユニット12030は、受信した画像に基づいて、人、車、障害物、標識又は路面上の文字等の物体検出処理又は距離検出処理を行ってもよい。

[0421] 撮像部12031は、光を受光し、その光の受光量に応じた電気信号を出力する光センサである。撮像部12031は、電気信号を画像として出力することもできるし、測距の情報として出力することもできる。また、撮像部12031が受光する光は、可視光であっても良いし、赤外線等の非可視光であっても良い。

[0422] 車内情報検出ユニット12040は、車内の情報を検出する。車内情報検出ユニット12040には、例えば、運転者の状態を検出する運転者状態検出部12041が接続される。運転者状態検出部12041は、例えば運転者を撮像するカメラを含み、車内情報検出ユニット12040は、運転者状態検出部12041から入力される検出情報に基づいて、運転者の疲労度合い又は集中度合いを算出してもよいし、運転者が居眠りをしていないかを判別してもよい。

[0423] マイクロコンピュータ12051は、車外情報検出ユニット12030又は車内情報検出ユニット12040で取得される車内外の情報に基づいて、駆動力発生装置、ステアリング機構又は制動装置の制御目標値を演算し、駆動系制御ユニット12010に対して制御指令を出力することができる。例えば、マイクロコンピュータ12051は、車両の衝突回避あるいは衝撃緩和、車間距離に基づく追従走行、車速維持走行、車両の衝突警告、又は車両のレーン逸脱警告等を含むADAS (Advanced Driver Assistance System)

m) の機能実現を目的とした協調制御を行うことができる。

[0424] また、マイクロコンピュータ 12051 は、車外情報検出ユニット 12030 又は車内情報検出ユニット 12040 で取得される車両の周囲の情報に基づいて駆動力発生装置、ステアリング機構又は制動装置等を制御することにより、運転者の操作に拠らずに自律的に走行する自動運転等を目的とした協調制御を行うことができる。

[0425] また、マイクロコンピュータ 12051 は、車外情報検出ユニット 12030 で取得される車外の情報に基づいて、ボディ系制御ユニット 12020 に対して制御指令を出力することができる。例えば、マイクロコンピュータ 12051 は、車外情報検出ユニット 12030 で検知した先行車又は対向車の位置に応じてヘッドランプを制御し、ハイビームをロービームに切り替える等の防眩を図ることを目的とした協調制御を行うことができる。

[0426] 音声画像出力部 12052 は、車両の搭乗者又は車外に対して、視覚的又は聴覚的に情報を通知することが可能な出力装置へ音声及び画像のうちの少なくとも一方の出力信号を送信する。図 36 の例では、出力装置として、オーディオスピーカ 12061、表示部 12062 及びインストルメントパネル 12063 が例示されている。表示部 12062 は、例えば、オンボードディスプレイ及びヘッドアップディスプレイの少なくとも一つを含んでもよい。

[0427] 図 37 は、撮像部 12031 の設置位置の例を示す図である。

[0428] 図 37 では、撮像部 12031 として、撮像部 12101、12102、12103、12104、12105 を有する。

[0429] 撮像部 12101、12102、12103、12104、12105 は、例えば、車両 12100 のフロントノーズ、サイドミラー、リアバンパ、バックドア及び車室内のフロントガラスの上部等の位置に設けられる。フロントノーズに備えられる撮像部 12101 及び車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部 12105 は、主として車両 12100 の前方の画像を取得する。サイドミラーに備えられる撮像部 12102、12103 は、

主として車両 1 2 1 0 0 の側方の画像を取得する。リアバンパ又はバックドアに備えられる撮像部 1 2 1 0 4 は、主として車両 1 2 1 0 0 の後方の画像を取得する。車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部 1 2 1 0 5 は、主として先行車両又は、歩行者、障害物、信号機、交通標識又は車線等の検出に用いられる。

[0430] なお、図 3 7 には、撮像部 1 2 1 0 1 ないし 1 2 1 0 4 の撮影範囲の一例が示されている。撮像範囲 1 2 1 1 1 は、フロントノーズに設けられた撮像部 1 2 1 0 1 の撮像範囲を示し、撮像範囲 1 2 1 1 2, 1 2 1 1 3 は、それぞれサイドミラーに設けられた撮像部 1 2 1 0 2, 1 2 1 0 3 の撮像範囲を示し、撮像範囲 1 2 1 1 4 は、リアバンパ又はバックドアに設けられた撮像部 1 2 1 0 4 の撮像範囲を示す。例えば、撮像部 1 2 1 0 1 ないし 1 2 1 0 4 で撮像された画像データが重ね合わせられることにより、車両 1 2 1 0 0 を上方から見た俯瞰画像が得られる。

[0431] 撮像部 1 2 1 0 1 ないし 1 2 1 0 4 の少なくとも 1 つは、距離情報を取得する機能を有していてもよい。例えば、撮像部 1 2 1 0 1 ないし 1 2 1 0 4 の少なくとも 1 つは、複数の撮像素子からなるステレオカメラであってもよいし、位相差検出用の画素を有する撮像素子であってもよい。

[0432] 例えば、マイクロコンピュータ 1 2 0 5 1 は、撮像部 1 2 1 0 1 ないし 1 2 1 0 4 から得られた距離情報を基に、撮像範囲 1 2 1 1 1 ないし 1 2 1 1 4 内における各立体物までの距離と、この距離の時間的变化（車両 1 2 1 0 0 に対する相対速度）を求めることにより、特に車両 1 2 1 0 0 の進行路上にある最も近い立体物で、車両 1 2 1 0 0 と略同じ方向に所定の速度（例えば、0 km/h 以上）で走行する立体物を先行車として抽出することができる。さらに、マイクロコンピュータ 1 2 0 5 1 は、先行車の手前に予め確保すべき車間距離を設定し、自動ブレーキ制御（追従停止制御も含む）や自動加速制御（追従発進制御も含む）等を行うことができる。このように運転者の操作に拠らずに自律的に走行する自動運転等を目的とした協調制御を行うことができる。

[0433] 例えば、マイクロコンピュータ 12051 は、撮像部 12101 ないし 12104 から得られた距離情報を元に、立体物に関する立体物データを、2 輪車、普通車両、大型車両、歩行者、電柱等その他の立体物に分類して抽出し、障害物の自動回避に用いることができる。例えば、マイクロコンピュータ 12051 は、車両 12100 の周辺の障害物を、車両 12100 のドライバが視認可能な障害物と視認困難な障害物とに識別する。そして、マイクロコンピュータ 12051 は、各障害物との衝突の危険度を示す衝突リスクを判断し、衝突リスクが設定値以上で衝突可能性がある状況であるときには、オーディオスピーカ 12061 や表示部 12062 を介してドライバに警報を出力することや、駆動系制御ユニット 12010 を介して強制減速や回避操舵を行うことで、衝突回避のための運転支援を行うことができる。

[0434] 撮像部 12101 ないし 12104 の少なくとも 1 つは、赤外線を検出する赤外線カメラであってもよい。例えば、マイクロコンピュータ 12051 は、撮像部 12101 ないし 12104 の撮像画像中に歩行者が存在するかどうかを判定することで歩行者を認識することができる。かかる歩行者の認識は、例えば赤外線カメラとしての撮像部 12101 ないし 12104 の撮像画像における特徴点を抽出する手順と、物体の輪郭を示す一連の特徴点にパターンマッチング処理を行って歩行者か否かを判別する手順によって行われる。マイクロコンピュータ 12051 が、撮像部 12101 ないし 12104 の撮像画像中に歩行者が存在すると判定し、歩行者を認識すると、音声画像出力部 12052 は、当該認識された歩行者に強調のための方形輪郭線を重畳表示するように、表示部 12062 を制御する。また、音声画像出力部 12052 は、歩行者を示すアイコン等を所望の位置に表示するように表示部 12062 を制御してもよい。

[0435] 以上、本開示に係る技術が適用され得る車両制御システムの一例について説明した。本開示に係る技術は、以上説明した構成のうち、撮像部 12031 に適用され得る。具体的には、図 1 の光検出装置 1 は、撮像部 12031 に適用することができる。撮像部 12031 に本開示に係る技術を適用する

ことにより、かかる撮像部 1 2 0 3 1 において位相差の検出感度を向上させることができる。

[0436] [内視鏡手術システムへの応用例]

本開示に係る技術（本技術）は、様々な製品へ応用することができる。例えば、本開示に係る技術は、内視鏡手術システムに適用されてもよい。

[0437] 図 3 8 は、本開示に係る技術（本技術）が適用され得る内視鏡手術システムの概略的な構成の一例を示す図である。

[0438] 図 3 8 では、術者（医師） 1 1 1 3 1 が、内視鏡手術システム 1 1 0 0 0 を用いて、患者ベッド 1 1 1 3 3 上の患者 1 1 1 3 2 に手術を行っている様子が図示されている。図示するように、内視鏡手術システム 1 1 0 0 0 は、内視鏡 1 1 1 0 0 と、気腹チューブ 1 1 1 1 1 やエネルギー処置具 1 1 1 1 2 等の、その他の術具 1 1 1 1 0 と、内視鏡 1 1 1 0 0 を支持する支持アーム装置 1 1 1 2 0 と、内視鏡下手術のための各種の装置が搭載されたカート 1 1 2 0 0 と、から構成される。

[0439] 内視鏡 1 1 1 0 0 は、先端から所定の長さの領域が患者 1 1 1 3 2 の体腔内に挿入される鏡筒 1 1 1 0 1 と、鏡筒 1 1 1 0 1 の基端に接続されるカメラヘッド 1 1 1 0 2 と、から構成される。図示する例では、硬性の鏡筒 1 1 1 0 1 を有するいわゆる硬性鏡として構成される内視鏡 1 1 1 0 0 を図示しているが、内視鏡 1 1 1 0 0 は、軟性の鏡筒を有するいわゆる軟性鏡として構成されてもよい。

[0440] 鏡筒 1 1 1 0 1 の先端には、対物レンズが嵌め込まれた開口部が設けられている。内視鏡 1 1 1 0 0 には光源装置 1 1 2 0 3 が接続されており、当該光源装置 1 1 2 0 3 によって生成された光が、鏡筒 1 1 1 0 1 の内部に延設されるライトガイドによって当該鏡筒の先端まで導光され、対物レンズを介して患者 1 1 1 3 2 の体腔内の観察対象に向かって照射される。なお、内視鏡 1 1 1 0 0 は、直視鏡であってもよいし、斜視鏡又は側視鏡であってもよい。

[0441] カメラヘッド 1 1 1 0 2 の内部には光学系及び撮像素子が設けられており

、観察対象からの反射光（観察光）は当該光学系によって当該撮像素子に集光される。当該撮像素子によって観察光が光電変換され、観察光に対応する電気信号、すなわち観察像に対応する画像信号が生成される。当該画像信号は、RAWデータとしてカメラコントロールユニット（CCU:Camera Control Unit）11201に送信される。

[0442] CCU11201は、CPU（Central Processing Unit）やGPU（Graphics Processing Unit）等によって構成され、内視鏡11100及び表示装置11202の動作を統括的に制御する。さらに、CCU11201は、カメラヘッド11102から画像信号を受け取り、その画像信号に対して、例えば現像処理（デモザイク処理）等の、当該画像信号に基づく画像を表示するための各種の画像処理を施す。

[0443] 表示装置11202は、CCU11201からの制御により、当該CCU11201によって画像処理が施された画像信号に基づく画像を表示する。

[0444] 光源装置11203は、例えばLED（light emitting diode）等の光源から構成され、術部等を撮影する際の照射光を内視鏡11100に供給する。

[0445] 入力装置11204は、内視鏡手術システム11000に対する入力インタフェースである。ユーザは、入力装置11204を介して、内視鏡手術システム11000に対して各種の情報の入力や指示入力を行うことができる。例えば、ユーザは、内視鏡11100による撮像条件（照射光の種類、倍率及び焦点距離等）を変更する旨の指示等を入力する。

[0446] 処置具制御装置11205は、組織の焼灼、切開又は血管の封止等のためのエネルギー処置具11112の駆動を制御する。気腹装置11206は、内視鏡11100による視野の確保及び術者の作業空間の確保の目的で、患者11132の体腔を膨らめるために、気腹チューブ11111を介して当該体腔内にガスを送り込む。レコーダ11207は、手術に関する各種の情報を記録可能な装置である。プリンタ11208は、手術に関する各種の情報を、テキスト、画像又はグラフ等各種の形式で印刷可能な装置である。

- [0447] なお、内視鏡 11100 に術部を撮影する際の照射光を供給する光源装置 11203 は、例えば LED、レーザ光源又はこれらの組み合わせによって構成される白色光源から構成することができる。RGBレーザ光源の組み合わせにより白色光源が構成される場合には、各色（各波長）の出力強度及び出力タイミングを高精度に制御することができるため、光源装置 11203 において撮像画像のホワイトバランスの調整を行うことができる。また、この場合には、RGBレーザ光源それぞれからのレーザ光を時分割で観察対象に照射し、その照射タイミングに同期してカメラヘッド 11102 の撮像素子の駆動を制御することにより、RGBそれぞれに対応した画像を時分割で撮像することも可能である。当該方法によれば、当該撮像素子にカラーフィルタを設けなくても、カラー画像を得ることができる。
- [0448] また、光源装置 11203 は、出力する光の強度を所定の時間ごとに変更するようにその駆動が制御されてもよい。その光の強度の変更のタイミングに同期してカメラヘッド 11102 の撮像素子の駆動を制御して時分割で画像を取得し、その画像を合成することにより、いわゆる黒つぶれ及び白とびのない高ダイナミックレンジの画像を生成することができる。
- [0449] また、光源装置 11203 は、特殊光観察に対応した所定の波長帯域の光を供給可能に構成されてもよい。特殊光観察では、例えば、体組織における光の吸収の波長依存性を利用して、通常の観察時における照射光（すなわち、白色光）に比べて狭帯域の光を照射することにより、粘膜表層の血管等の所定の組織を高コントラストで撮影する、いわゆる狭帯域光観察（Narrow Band Imaging）が行われる。あるいは、特殊光観察では、励起光を照射することにより発生する蛍光により画像を得る蛍光観察が行われてもよい。蛍光観察では、体組織に励起光を照射し当該体組織からの蛍光を観察すること（自家蛍光観察）、又はインドシアニンググリーン（ICG）等の試薬を体組織に局注するとともに当該体組織にその試薬の蛍光波長に対応した励起光を照射し蛍光像を得ること等を行うことができる。光源装置 11203 は、このような特殊光観察に対応した狭帯域光及び／又は励起光を供給可能に構成され得

る。

[0450] 図39は、図38に示すカメラヘッド11102及びCCU11201の機能構成の一例を示すブロック図である。

[0451] カメラヘッド11102は、レンズユニット11401と、撮像部11402と、駆動部11403と、通信部11404と、カメラヘッド制御部11405と、を有する。CCU11201は、通信部11411と、画像処理部11412と、制御部11413と、を有する。カメラヘッド11102とCCU11201とは、伝送ケーブル11400によって互いに通信可能に接続されている。

[0452] レンズユニット11401は、鏡筒11101との接続部に設けられる光学系である。鏡筒11101の先端から取り込まれた観察光は、カメラヘッド11102まで導光され、当該レンズユニット11401に入射する。レンズユニット11401は、ズームレンズ及びフォーカスレンズを含む複数のレンズが組み合わされて構成される。

[0453] 撮像部11402を構成する撮像素子は、1つ（いわゆる単板式）であってもよいし、複数（いわゆる多板式）であってもよい。撮像部11402が多板式で構成される場合には、例えば各撮像素子によってRGBそれぞれに対応する画像信号が生成され、それらが合成されることによりカラー画像が得られてもよい。あるいは、撮像部11402は、3D（dimensional）表示に対応する右目用及び左目用の画像信号をそれぞれ取得するための1対の撮像素子を有するように構成されてもよい。3D表示が行われることにより、術者11131は術部における生体組織の奥行きをより正確に把握することが可能になる。なお、撮像部11402が多板式で構成される場合には、各撮像素子に対応して、レンズユニット11401も複数系統設けられ得る。

[0454] また、撮像部11402は、必ずしもカメラヘッド11102に設けられなくてもよい。例えば、撮像部11402は、鏡筒11101の内部に、対物レンズの直後に設けられてもよい。

[0455] 駆動部11403は、アクチュエータによって構成され、カメラヘッド制

御部 1 1 4 0 5 からの制御により、レンズユニット 1 1 4 0 1 のズームレンズ及びフォーカスレンズを光軸に沿って所定の距離だけ移動させる。これにより、撮像部 1 1 4 0 2 による撮像画像の倍率及び焦点が適宜調整され得る。

[0456] 通信部 1 1 4 0 4 は、CCU 1 1 2 0 1 との間で各種の情報を送受信するための通信装置によって構成される。通信部 1 1 4 0 4 は、撮像部 1 1 4 0 2 から得た画像信号を RAW データとして伝送ケーブル 1 1 4 0 0 を介して CCU 1 1 2 0 1 に送信する。

[0457] また、通信部 1 1 4 0 4 は、CCU 1 1 2 0 1 から、カメラヘッド 1 1 1 0 2 の駆動を制御するための制御信号を受信し、カメラヘッド制御部 1 1 4 0 5 に供給する。当該制御信号には、例えば、撮像画像のフレームレートを指定する旨の情報、撮像時の露出値を指定する旨の情報、並びに／又は撮像画像の倍率及び焦点を指定する旨の情報等、撮像条件に関する情報が含まれる。

[0458] なお、上記のフレームレートや露出値、倍率、焦点等の撮像条件は、ユーザによって適宜指定されてもよいし、取得された画像信号に基づいて CCU 1 1 2 0 1 の制御部 1 1 4 1 3 によって自動的に設定されてもよい。後者の場合には、いわゆる AE (Auto Exposure) 機能、AF (Auto Focus) 機能及び AWB (Auto White Balance) 機能が内視鏡 1 1 1 0 0 に搭載されていることになる。

[0459] カメラヘッド制御部 1 1 4 0 5 は、通信部 1 1 4 0 4 を介して受信した CCU 1 1 2 0 1 からの制御信号に基づいて、カメラヘッド 1 1 1 0 2 の駆動を制御する。

[0460] 通信部 1 1 4 1 1 は、カメラヘッド 1 1 1 0 2 との間で各種の情報を送受信するための通信装置によって構成される。通信部 1 1 4 1 1 は、カメラヘッド 1 1 1 0 2 から、伝送ケーブル 1 1 4 0 0 を介して送信される画像信号を受信する。

[0461] また、通信部 1 1 4 1 1 は、カメラヘッド 1 1 1 0 2 に対して、カメラヘ

ッド１１１０２の駆動を制御するための制御信号を送信する。画像信号や制御信号は、電気通信や光通信等によって送信することができる。

[0462] 画像処理部１１４１２は、カメラヘッド１１１０２から送信されたRAWデータである画像信号に対して各種の画像処理を施す。

[0463] 制御部１１４１３は、内視鏡１１１００による術部等の撮像、及び、術部等の撮像により得られる撮像画像の表示に関する各種の制御を行う。例えば、制御部１１４１３は、カメラヘッド１１１０２の駆動を制御するための制御信号を生成する。

[0464] また、制御部１１４１３は、画像処理部１１４１２によって画像処理が施された画像信号に基づいて、術部等が映った撮像画像を表示装置１１２０２に表示させる。この際、制御部１１４１３は、各種の画像認識技術を用いて撮像画像内における各種の物体を認識してもよい。例えば、制御部１１４１３は、撮像画像に含まれる物体のエッジの形状や色等を検出することにより、鉗子等の術具、特定の生体部位、出血、エネルギー処置具１１１１２の使用時のミスト等を認識することができる。制御部１１４１３は、表示装置１１２０２に撮像画像を表示させる際に、その認識結果を用いて、各種の手術支援情報を当該術部の画像に重畳表示させてもよい。手術支援情報が重畳表示され、術者１１１３１に提示されることにより、術者１１１３１の負担を軽減することや、術者１１１３１が確実に手術を進めることが可能になる。

[0465] カメラヘッド１１１０２及びCCU１１２０１を接続する伝送ケーブル１１４００は、電気信号の通信に対応した電気信号ケーブル、光通信に対応した光ファイバ、又はこれらの複合ケーブルである。

[0466] ここで、図示する例では、伝送ケーブル１１４００を用いて有線で通信が行われていたが、カメラヘッド１１１０２とCCU１１２０１との間の通信は無線で行われてもよい。

[0467] 以上、本開示に係る技術が適用され得る内視鏡手術システムの一例について説明した。本開示に係る技術は、以上説明した構成のうち、カメラヘッド１１１０２の撮像部１１４０２に適用され得る。具体的には、図１の光検出

装置 1 は、撮像部 1 1 4 0 2 に適用することができる。撮像部 1 1 4 0 2 に本開示に係る技術を適用することにより、かかる撮像部 1 1 4 0 2 において位相差の検出感度を向上させることができるため、術者が術部を確実に確認することが可能になる。

[0468] なお、ここでは、一例として内視鏡手術システムについて説明したが、本開示に係る技術は、その他、例えば、顕微鏡手術システム等に適用されてもよい。

[0469] 以上、本開示の各実施形態について説明したが、本開示の技術的範囲は、上述の各実施形態そのままに限定されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。また、異なる実施形態及び変形例にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

[0470] また、本明細書に記載された効果はあくまで例示であって限定されるものではなく、また他の効果があってもよい。

[0471] なお、本技術は以下のような構成も取ることができる。

(1)

互いの入射光の位相差を検出可能である複数の光電変換部で構成される光電変換部群を有する光電変換層と、

前記光電変換層よりも光入射側に位置し、メタサーフェス構造を有するクラスプリッタ層と、

を備える光検出装置。

(2)

前記光電変換部群は、2つの前記光電変換部で構成される

前記(1)に記載の光検出装置。

(3)

前記光電変換部群は、4つの前記光電変換部で構成される

前記(1)に記載の光検出装置。

(4)

前記光電変換層よりも光入射側に位置し、複数の別の光電変換部を有する

別の光電変換層、をさらに備える

前記（１）～（３）のいずれか一つに記載の光検出装置。

（５）

前記別の光電変換層は、互いの入射光の位相差を検出可能である複数の前記別の光電変換部で構成される別の光電変換部群を有する

前記（４）に記載の光検出装置。

（６）

前記別の光電変換部群は、２つの前記別の光電変換部で構成される

前記（５）に記載の光検出装置。

（７）

前記別の光電変換部群は、４つの前記別の光電変換部で構成される

前記（５）に記載の光検出装置。

（８）

前記別の光電変換層は、前記カラスプリッタ層よりも光入射側に位置する

前記（４）～（７）のいずれか一つに記載の光検出装置。

（９）

前記カラスプリッタ層は、前記別の光電変換層よりも光入射側に位置する

前記（４）～（７）のいずれか一つに記載の光検出装置。

（１０）

前記光電変換層は、可視領域である第１の波長域の光を光電変換する第１の光電変換部と、可視領域である第２の波長域の光を光電変換する第２の光電変換部と、を有し、

前記別の光電変換層は、可視領域である第３の波長域の光を光電変換する第３の光電変換部を有する

前記（８）または（９）に記載の光検出装置。

（１１）

前記光電変換層は、可視領域である第1の波長域の光を光電変換する第1の光電変換部と、可視領域である第2の波長域の光を光電変換する第2の光電変換部と、可視領域である第3の波長域の光を光電変換する第3の光電変換部と、を有し、

前記別の光電変換層は、赤外領域である第4の波長域の光を光電変換する第4の光電変換部を有する

前記（8）に記載の光検出装置。

（12）

前記光電変換層は、可視領域である第1の波長域の光を光電変換する第1の光電変換部と、可視領域である第2の波長域の光を光電変換する第2の光電変換部と、可視領域である第3の波長域の光を光電変換する第3の光電変換部と、を有し、

前記別の光電変換層は、赤外領域である第4の波長域の光を光電変換する第4の光電変換部を有する

前記（9）に記載の光検出装置。

（13）

前記光電変換層の光入射側と反対側に位置し、複数の別の光電変換部を有する別の光電変換層、をさらに備える

前記（1）～（3）のいずれか一つに記載の光検出装置。

（14）

前記光電変換層は、可視領域である第1の波長域の光を光電変換する第1の光電変換部と、可視領域である第2の波長域の光を光電変換する第2の光電変換部と、可視領域である第3の波長域の光を光電変換する第3の光電変換部と、を有し、

前記別の光電変換層は、赤外領域である第4の波長域の光を光電変換する第4の光電変換部を有する

前記（13）に記載の光検出装置。

（15）

互いの入射光の位相差を検出可能である2つの光電変換部で構成される光電変換部群を有する光電変換層と、

前記光電変換層よりも光入射側に位置し、メタサーフェス構造を有するカラスプリッタ層と、

前記光電変換層よりも光入射側に位置し、互いの入射光の位相差を検出可能である2つの別の光電変換部で構成される別の光電変換部群を有する別の光電変換層と、

を備え、

前記光電変換部群の分割方向と、当該光電変換部群に対応する前記別の光電変換部群の分割方向とが交差する

光検出装置。

(16)

前記別の光電変換層は、前記カラスプリッタ層よりも光入射側に位置する

前記(15)に記載の光検出装置。

(17)

前記カラスプリッタ層は、前記別の光電変換層よりも光入射側に位置する

前記(15)に記載の光検出装置。

(18)

前記光電変換層は、可視領域である第1の波長域の光を光電変換する第1の光電変換部と、可視領域である第2の波長域の光を光電変換する第2の光電変換部と、を有し、

前記別の光電変換層は、可視領域である第3の波長域の光を光電変換する第3の光電変換部を有する

前記(16)または(17)に記載の光検出装置。

(19)

前記光電変換層は、可視領域である第1の波長域の光を光電変換する第1

の光電変換部と、可視領域である第2の波長域の光を光電変換する第2の光電変換部と、可視領域である第3の波長域の光を光電変換する第3の光電変換部と、を有し、

前記別の光電変換層は、赤外領域である第4の波長域の光を光電変換する第4の光電変換部を有する

前記(16)または(17)に記載の光検出装置。

(20)

前記光電変換層は、赤外領域である第4の波長域の光を光電変換する第4の光電変換部を有し、

前記別の光電変換層は、可視領域である第1の波長域の光を光電変換する第1の光電変換部と、可視領域である第2の波長域の光を光電変換する第2の光電変換部と、可視領域である第3の波長域の光を光電変換する第3の光電変換部と、を有する

前記(16)または(17)に記載の光検出装置。

(21)

光検出装置と、

前記光検出装置に入射光の像を結像する光学系と、

前記光検出装置から出力された信号に対して所定の処理を実行する信号処理回路と、

を備え、

前記光検出装置は、

互いの入射光の位相差を検出可能である複数の光電変換部で構成される光電変換部群を有する光電変換層と、

前記光電変換層よりも光入射側に位置し、メタサーフェス構造を有するクラスプリッタ層と、を有する

電子機器。

(22)

前記光電変換部群は、2つの前記光電変換部で構成される

前記（２１）に記載の電子機器。

（２３）

前記光電変換部群は、４つの前記光電変換部で構成される

前記（２１）に記載の電子機器。

（２４）

前記光検出装置は、前記光電変換層よりも光入射側に位置し、複数の別の光電変換部を有する別の光電変換層、をさらに備える

前記（２１）～（２３）のいずれか一つに記載の電子機器。

（２５）

前記別の光電変換層は、互いの入射光の位相差を検出可能である複数の前記別の光電変換部で構成される別の光電変換部群を有する

前記（２４）に記載の電子機器。

（２６）

前記別の光電変換部群は、２つの前記別の光電変換部で構成される

前記（２５）に記載の電子機器。

（２７）

前記別の光電変換部群は、４つの前記別の光電変換部で構成される

前記（２５）に記載の電子機器。

（２８）

前記別の光電変換層は、前記カラスプリッタ層よりも光入射側に位置する

前記（２４）～（２７）のいずれか一つに記載の電子機器。

（２９）

前記カラスプリッタ層は、前記別の光電変換層よりも光入射側に位置する

前記（２４）～（２７）のいずれか一つに記載の電子機器。

（３０）

前記光電変換層は、可視領域である第１の波長域の光を光電変換する第１

の光電変換部と、可視領域である第2の波長域の光を光電変換する第2の光電変換部と、を有し、

前記別の光電変換層は、可視領域である第3の波長域の光を光電変換する第3の光電変換部を有する

前記(28)または(29)に記載の電子機器。

(31)

前記光電変換層は、可視領域である第1の波長域の光を光電変換する第1の光電変換部と、可視領域である第2の波長域の光を光電変換する第2の光電変換部と、可視領域である第3の波長域の光を光電変換する第3の光電変換部と、を有し、

前記別の光電変換層は、赤外領域である第4の波長域の光を光電変換する第4の光電変換部を有する

前記(28)に記載の電子機器。

(32)

前記光電変換層は、可視領域である第1の波長域の光を光電変換する第1の光電変換部と、可視領域である第2の波長域の光を光電変換する第2の光電変換部と、可視領域である第3の波長域の光を光電変換する第3の光電変換部と、を有し、

前記別の光電変換層は、赤外領域である第4の波長域の光を光電変換する第4の光電変換部を有する

前記(29)に記載の電子機器。

(33)

前記光検出装置は、前記光電変換層の光入射側と反対側に位置し、複数の別の光電変換部を有する別の光電変換層、をさらに備える

前記(21)～(23)のいずれか一つに記載の電子機器。

(34)

前記光電変換層は、可視領域である第1の波長域の光を光電変換する第1の光電変換部と、可視領域である第2の波長域の光を光電変換する第2の光

電変換部と、可視領域である第3の波長域の光を光電変換する第3の光電変換部と、を有し、

前記別の光電変換層は、赤外領域である第4の波長域の光を光電変換する第4の光電変換部を有する

前記(33)に記載の電子機器。

(35)

光検出装置と、

前記光検出装置に入射光の像を結像する光学系と、

前記光検出装置から出力された信号に対して所定の処理を実行する信号処理回路と、

を備え、

前記光検出装置は、

互いの入射光の位相差を検出可能である2つの光電変換部で構成される光電変換部群を有する光電変換層と、

前記光電変換層よりも光入射側に位置し、メタサーフェス構造を有するカラースプリッタ層と、

前記光電変換層よりも光入射側に位置し、互いの入射光の位相差を検出可能である2つの別の光電変換部で構成される別の光電変換部群を有する別の光電変換層と、

を有し、

前記光電変換部群の分割方向と、当該光電変換部群に対応する前記別の光電変換部群の分割方向とが交差する

電子機器。

(36)

前記別の光電変換層は、前記カラースプリッタ層よりも光入射側に位置する

前記(35)に記載の電子機器。

(37)

前記カラスプリッタ層は、前記別の光電変換層よりも光入射側に位置する

前記（３５）に記載の電子機器。

（３８）

前記光電変換層は、可視領域である第１の波長域の光を光電変換する第１の光電変換部と、可視領域である第２の波長域の光を光電変換する第２の光電変換部と、を有し、

前記別の光電変換層は、可視領域である第３の波長域の光を光電変換する第３の光電変換部を有する

前記（３６）または（３７）に記載の電子機器。

（３９）

前記光電変換層は、可視領域である第１の波長域の光を光電変換する第１の光電変換部と、可視領域である第２の波長域の光を光電変換する第２の光電変換部と、可視領域である第３の波長域の光を光電変換する第３の光電変換部と、を有し、

前記別の光電変換層は、赤外領域である第４の波長域の光を光電変換する第４の光電変換部を有する

前記（３６）または（３７）に記載の電子機器。

符号の説明

- [0472] 1 光検出装置
- 2 画素
- 3 画素領域
- 20 半導体層（光電変換層の一例）
- 50 カラスプリッタ層
- 60 有機光電変換層（別の光電変換層の一例）
- 62 光電変換部（別の光電変換部および第４の光電変換部の一例）
- 62A 光電変換部群（別の光電変換部群の一例）
- 101 電子機器

1 2 0 半導体層（別の光電変換層の一例）

1 6 0 有機光電変換層（光電変換層の一例）

1 6 2 光電変換部（光電変換部の一例）

1 6 2 1 光電変換部（光電変換部および第 1 の光電変換部の一例）

1 6 2 2 光電変換部（光電変換部および第 2 の光電変換部の一例）

1 6 2 3 光電変換部（光電変換部および第 3 の光電変換部の一例）

1 6 2 1 A ～ 1 6 2 3 A 光電変換部群（光電変換部群の一例）

C S 1、C S 2、C S 3 カラースプリッタ

P D 1 フォトダイオード（光電変換部および第 1 の光電変換部の一例）

P D 2 フォトダイオード（光電変換部および第 2 の光電変換部の一例）

P D 3 フォトダイオード（光電変換部および第 3 の光電変換部の一例）

P D 4 フォトダイオード（別の光電変換部および第 4 の光電変換部の一例）
)

P D 1 A ～ P D 3 A フォトダイオード群（光電変換部群の一例）

P D 4 A フォトダイオード群（別の光電変換部群の一例）

請求の範囲

- [請求項1] 互いの入射光の位相差を検出可能である複数の光電変換部で構成される光電変換部群を有する光電変換層と、
前記光電変換層よりも光入射側に位置し、メタサーフェス構造を有するカラスプリッタ層と、
を備える光検出装置。
- [請求項2] 前記光電変換部群は、2つの前記光電変換部で構成される請求項1に記載の光検出装置。
- [請求項3] 前記光電変換部群は、4つの前記光電変換部で構成される請求項1に記載の光検出装置。
- [請求項4] 前記光電変換層よりも光入射側に位置し、複数の別の光電変換部を有する別の光電変換層、をさらに備える請求項1に記載の光検出装置。
- [請求項5] 前記別の光電変換層は、互いの入射光の位相差を検出可能である複数の前記別の光電変換部で構成される別の光電変換部群を有する請求項4に記載の光検出装置。
- [請求項6] 前記別の光電変換部群は、2つの前記別の光電変換部で構成される請求項5に記載の光検出装置。
- [請求項7] 前記別の光電変換部群は、4つの前記別の光電変換部で構成される請求項5に記載の光検出装置。
- [請求項8] 前記別の光電変換層は、前記カラスプリッタ層よりも光入射側に位置する請求項4に記載の光検出装置。
- [請求項9] 前記カラスプリッタ層は、前記別の光電変換層よりも光入射側に位置する請求項4に記載の光検出装置。
- [請求項10] 前記光電変換層は、可視領域である第1の波長域の光を光電変換する第1の光電変換部と、可視領域である第2の波長域の光を光電変換

する第2の光電変換部と、を有し、

前記別の光電変換層は、可視領域である第3の波長域の光を光電変換する第3の光電変換部を有する

請求項8に記載の光検出装置。

[請求項11]

前記光電変換層は、可視領域である第1の波長域の光を光電変換する第1の光電変換部と、可視領域である第2の波長域の光を光電変換する第2の光電変換部と、可視領域である第3の波長域の光を光電変換する第3の光電変換部と、を有し、

前記別の光電変換層は、赤外領域である第4の波長域の光を光電変換する第4の光電変換部を有する

請求項8に記載の光検出装置。

[請求項12]

前記光電変換層は、可視領域である第1の波長域の光を光電変換する第1の光電変換部と、可視領域である第2の波長域の光を光電変換する第2の光電変換部と、可視領域である第3の波長域の光を光電変換する第3の光電変換部と、を有し、

前記別の光電変換層は、赤外領域である第4の波長域の光を光電変換する第4の光電変換部を有する

請求項9に記載の光検出装置。

[請求項13]

前記光電変換層の光入射側と反対側に位置し、複数の別の光電変換部を有する別の光電変換層、をさらに備える

請求項1に記載の光検出装置。

[請求項14]

前記光電変換層は、可視領域である第1の波長域の光を光電変換する第1の光電変換部と、可視領域である第2の波長域の光を光電変換する第2の光電変換部と、可視領域である第3の波長域の光を光電変換する第3の光電変換部と、を有し、

前記別の光電変換層は、赤外領域である第4の波長域の光を光電変換する第4の光電変換部を有する

請求項13に記載の光検出装置。

[請求項15] 互いの入射光の位相差を検出可能である2つの光電変換部で構成される光電変換部群を有する光電変換層と、

前記光電変換層よりも光入射側に位置し、メタサーフェス構造を有するカラスプリッタ層と、

前記光電変換層よりも光入射側に位置し、互いの入射光の位相差を検出可能である2つの別の光電変換部で構成される別の光電変換部群を有する別の光電変換層と、

を備え、

前記光電変換部群の分割方向と、当該光電変換部群に対応する前記別の光電変換部群の分割方向とが交差する

光検出装置。

[請求項16] 光検出装置と、

前記光検出装置に入射光の像を結像する光学系と、

前記光検出装置から出力された信号に対して所定の処理を実行する信号処理回路と、

を備え、

前記光検出装置は、

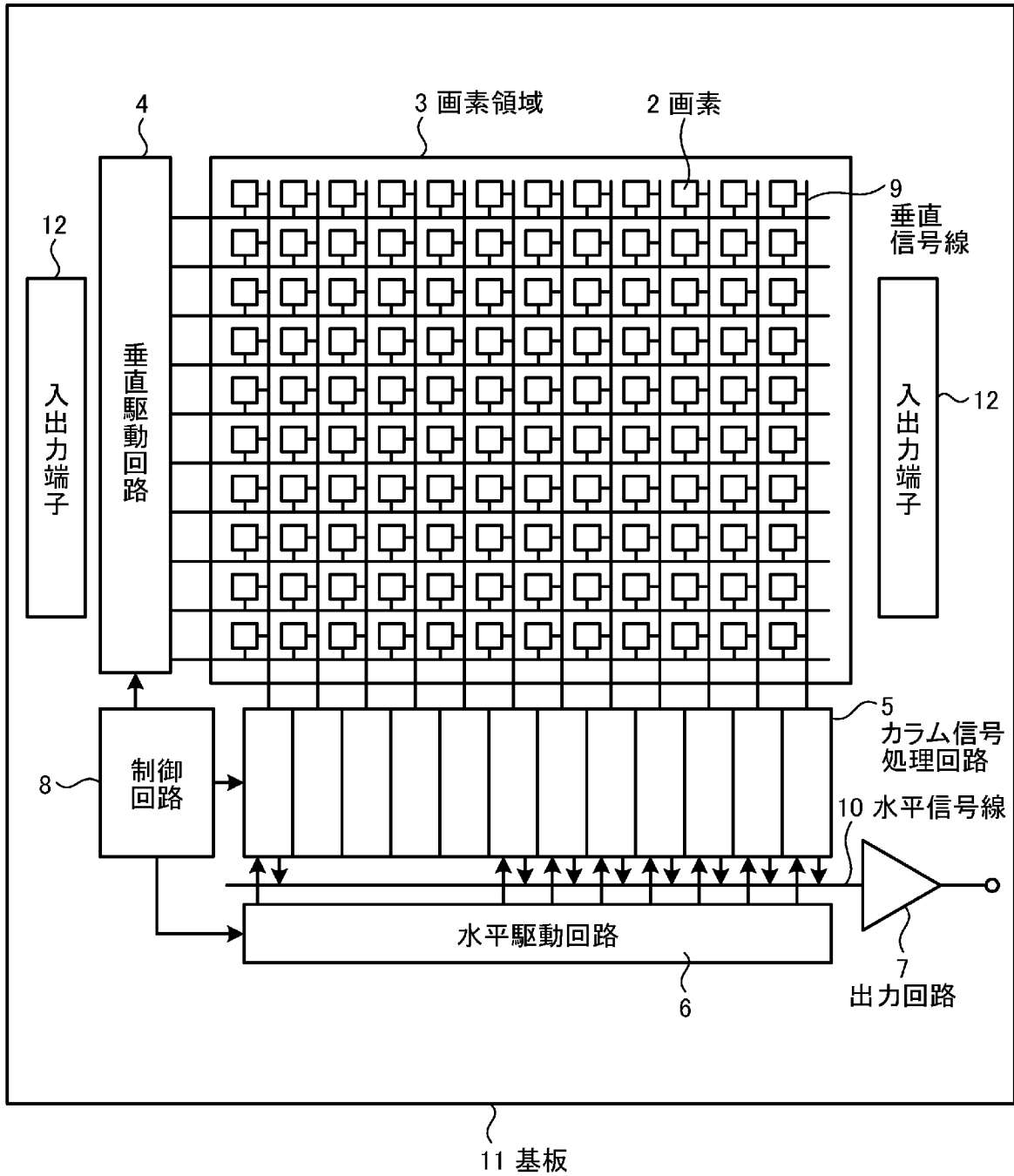
互いの入射光の位相差を検出可能である複数の光電変換部で構成される光電変換部群を有する光電変換層と、

前記光電変換層よりも光入射側に位置し、メタサーフェス構造を有するカラスプリッタ層と、を有する

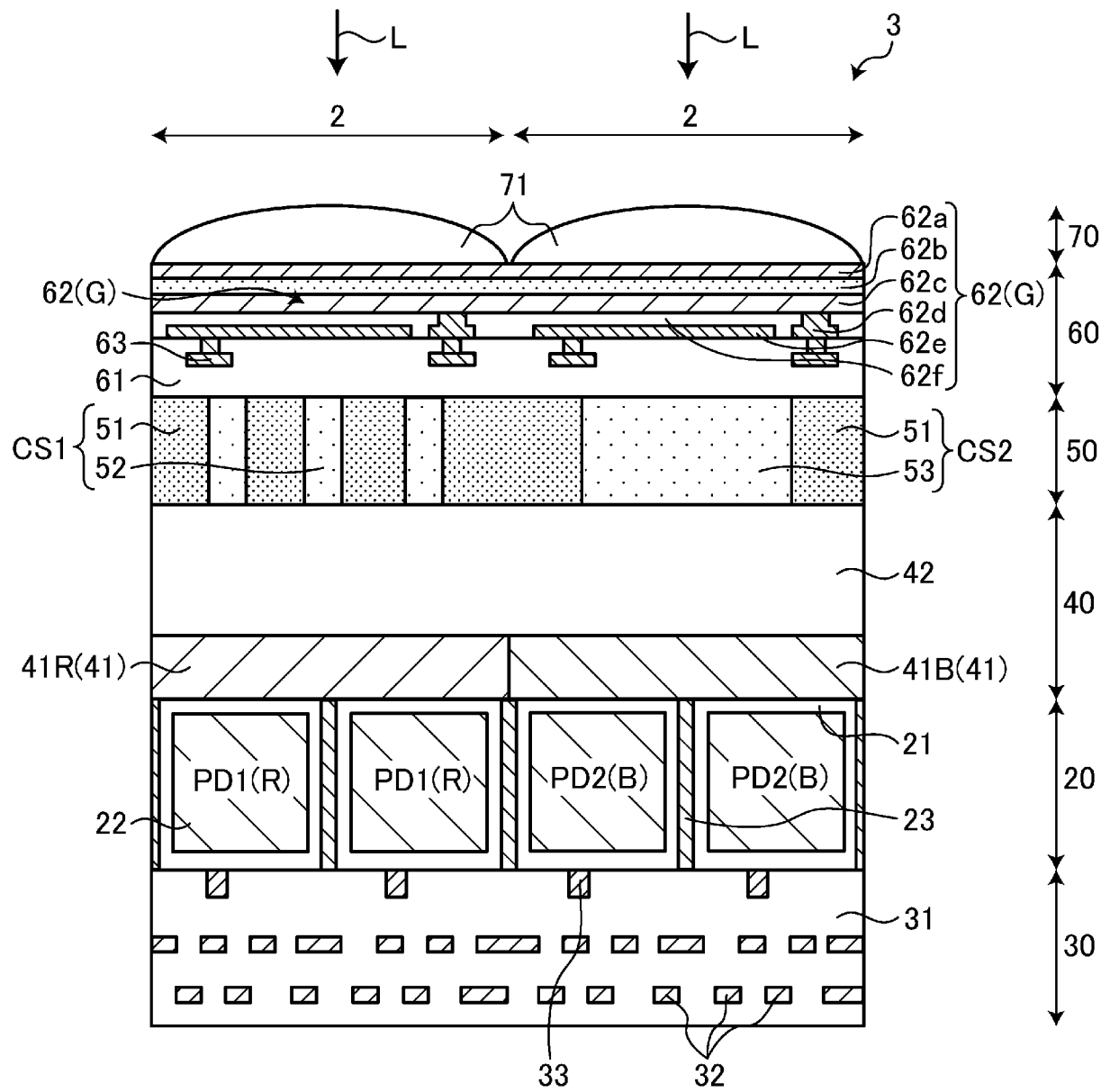
電子機器。

[図1]

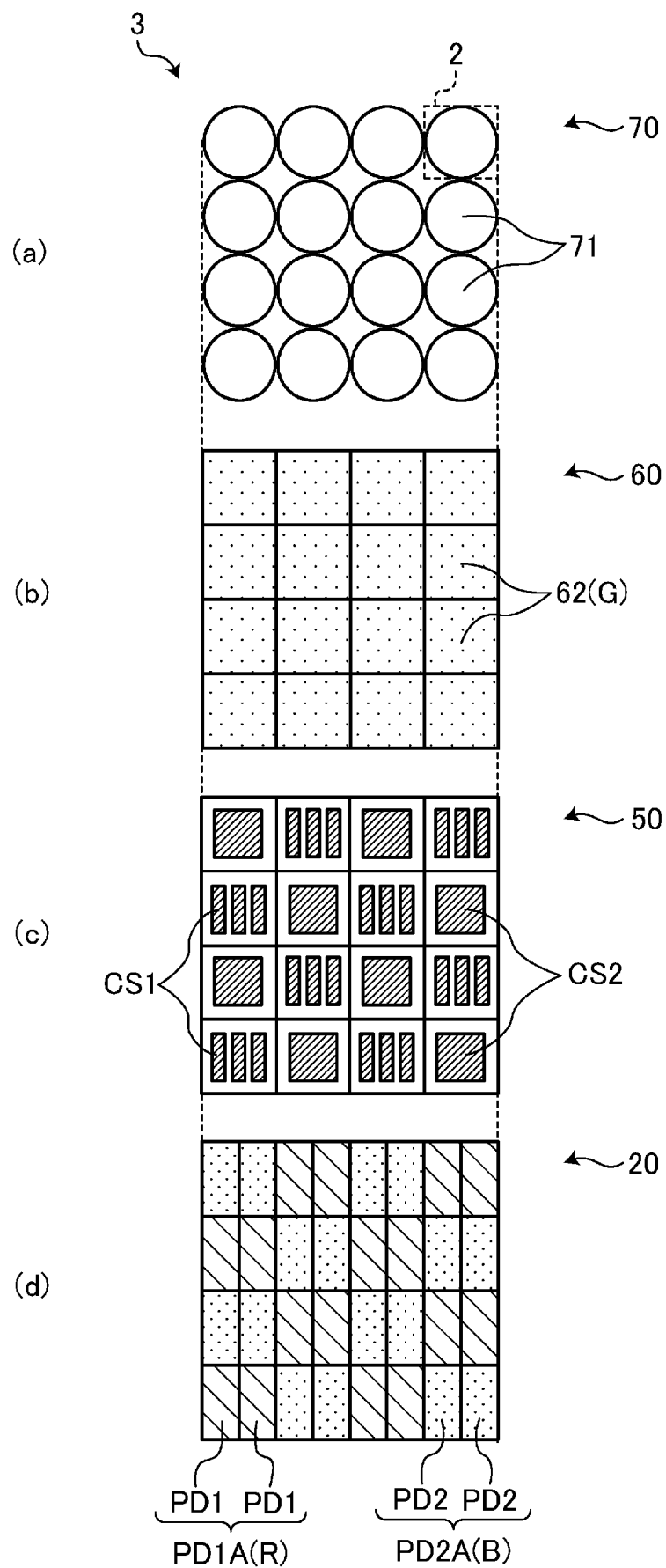
1 光検出装置



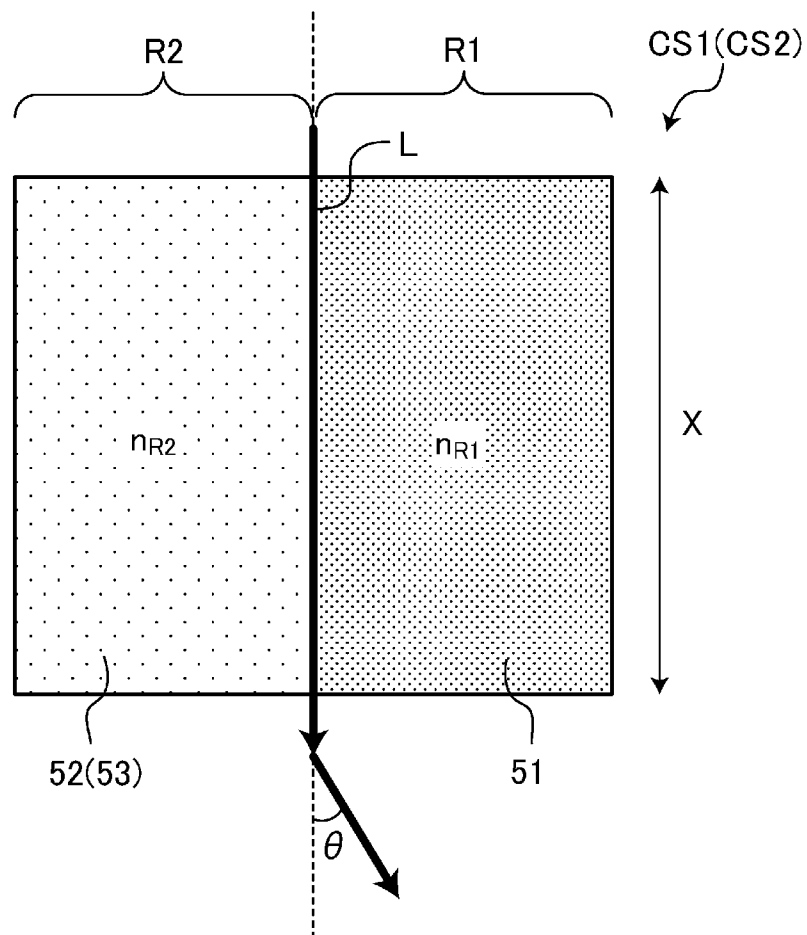
[図2]



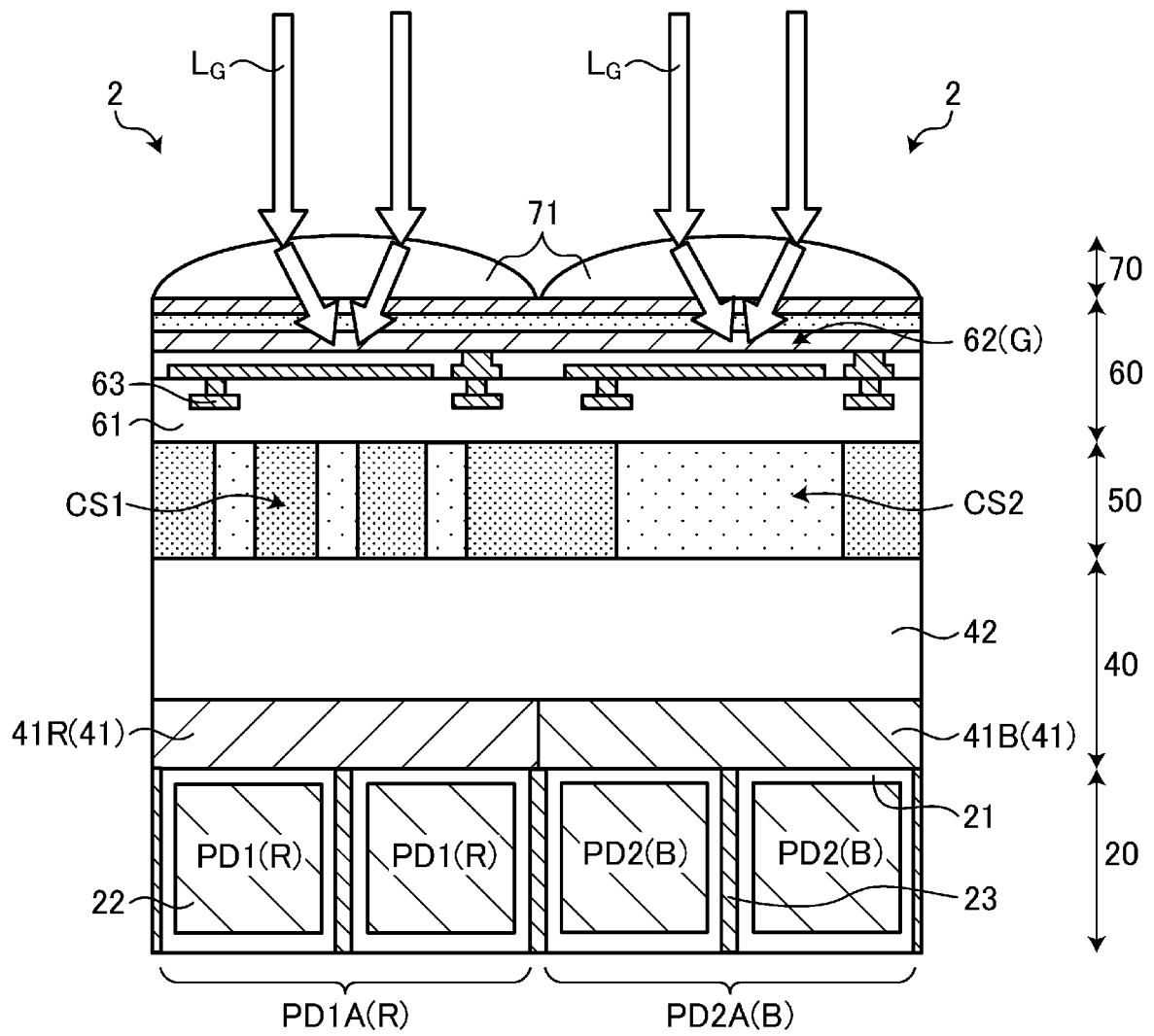
[図3]



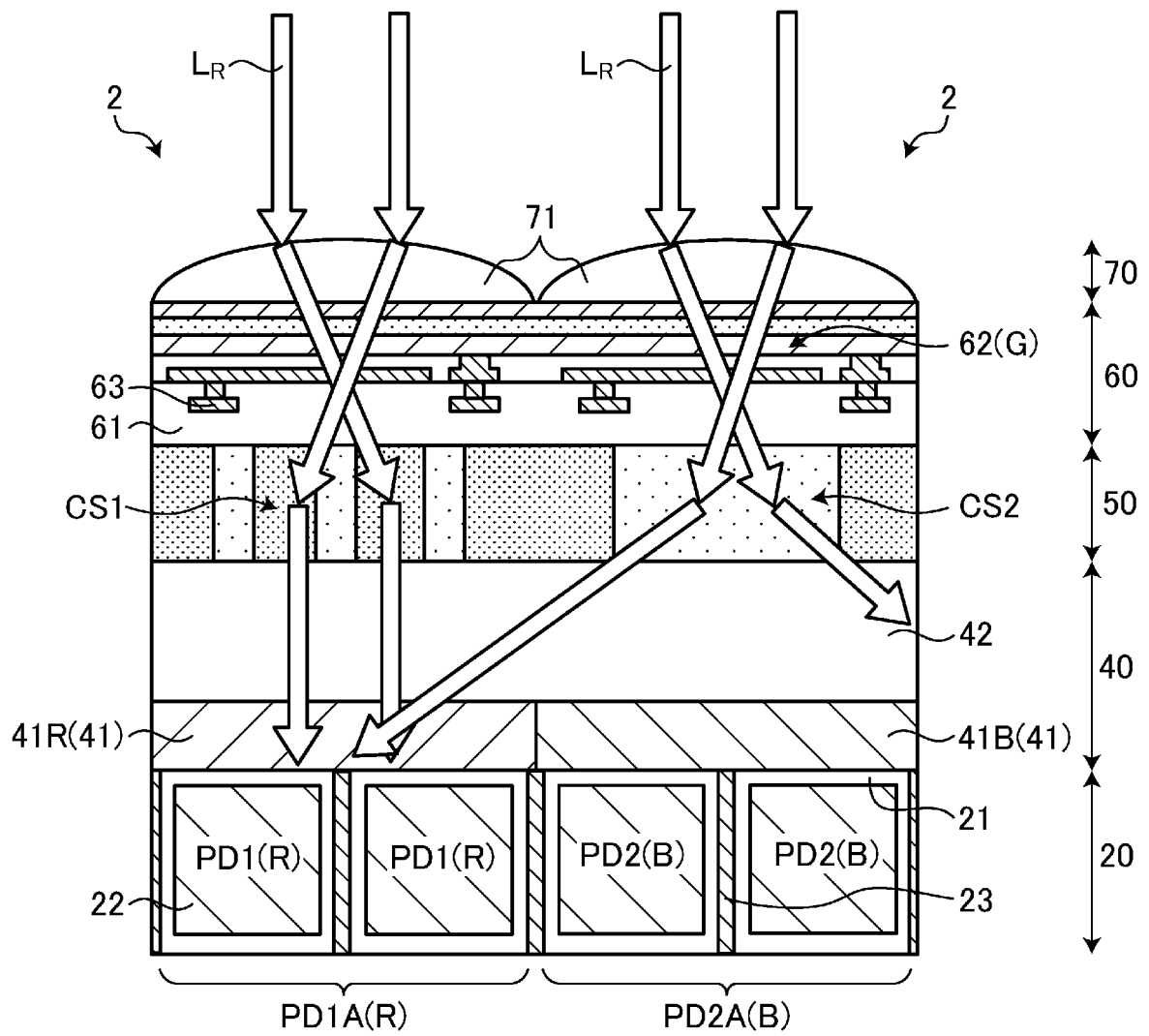
[図4]



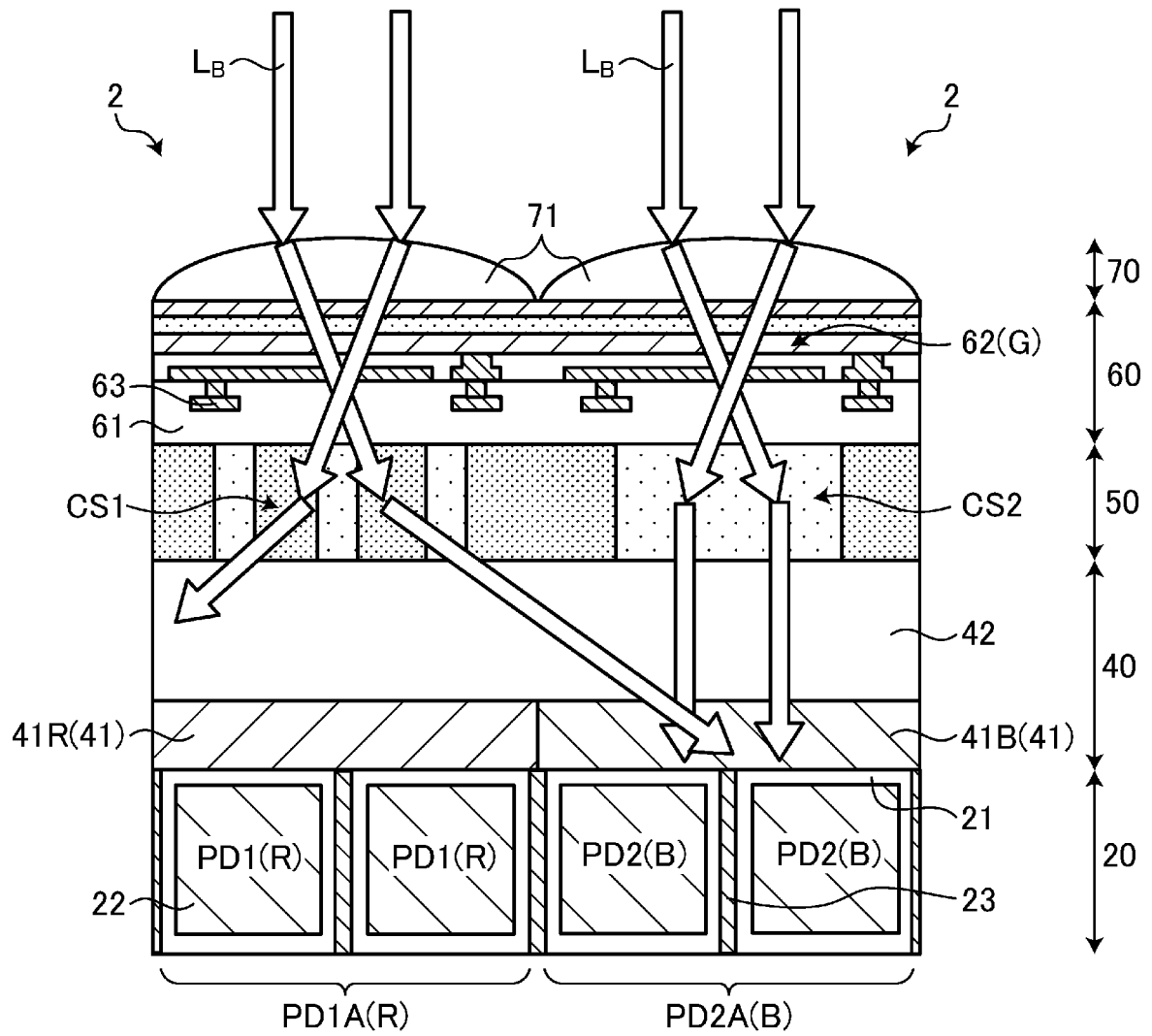
[図5]



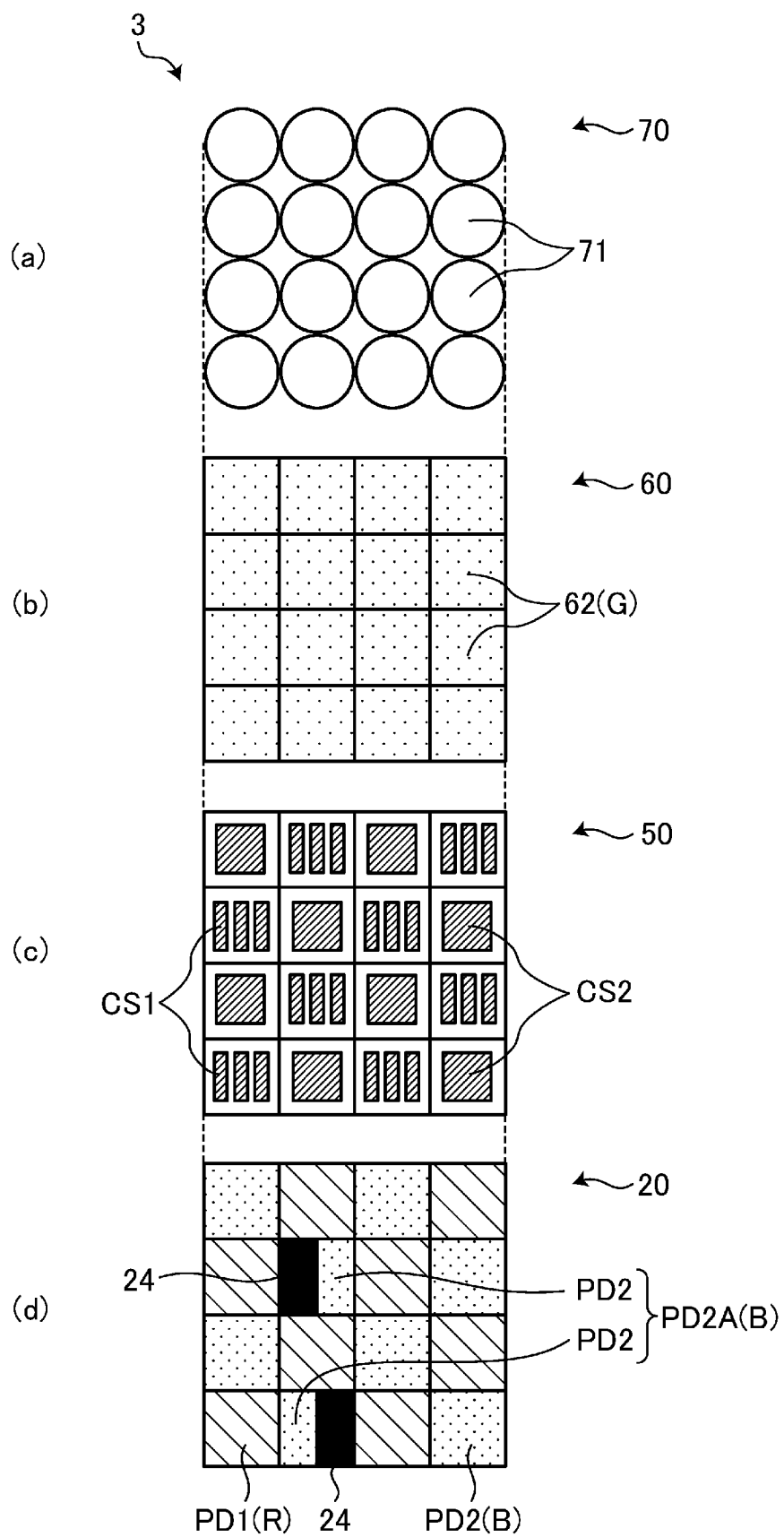
[図6]



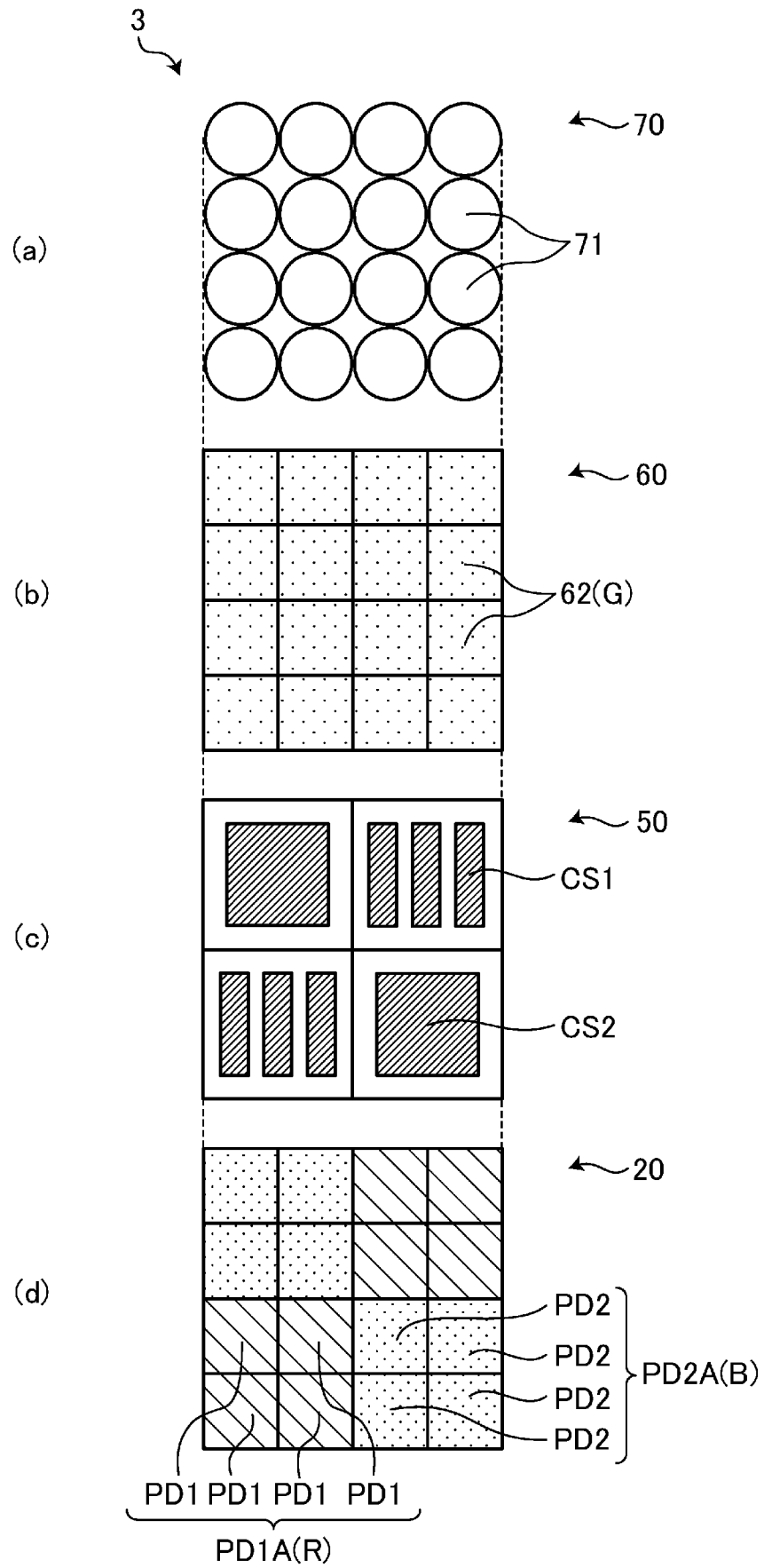
[図7]



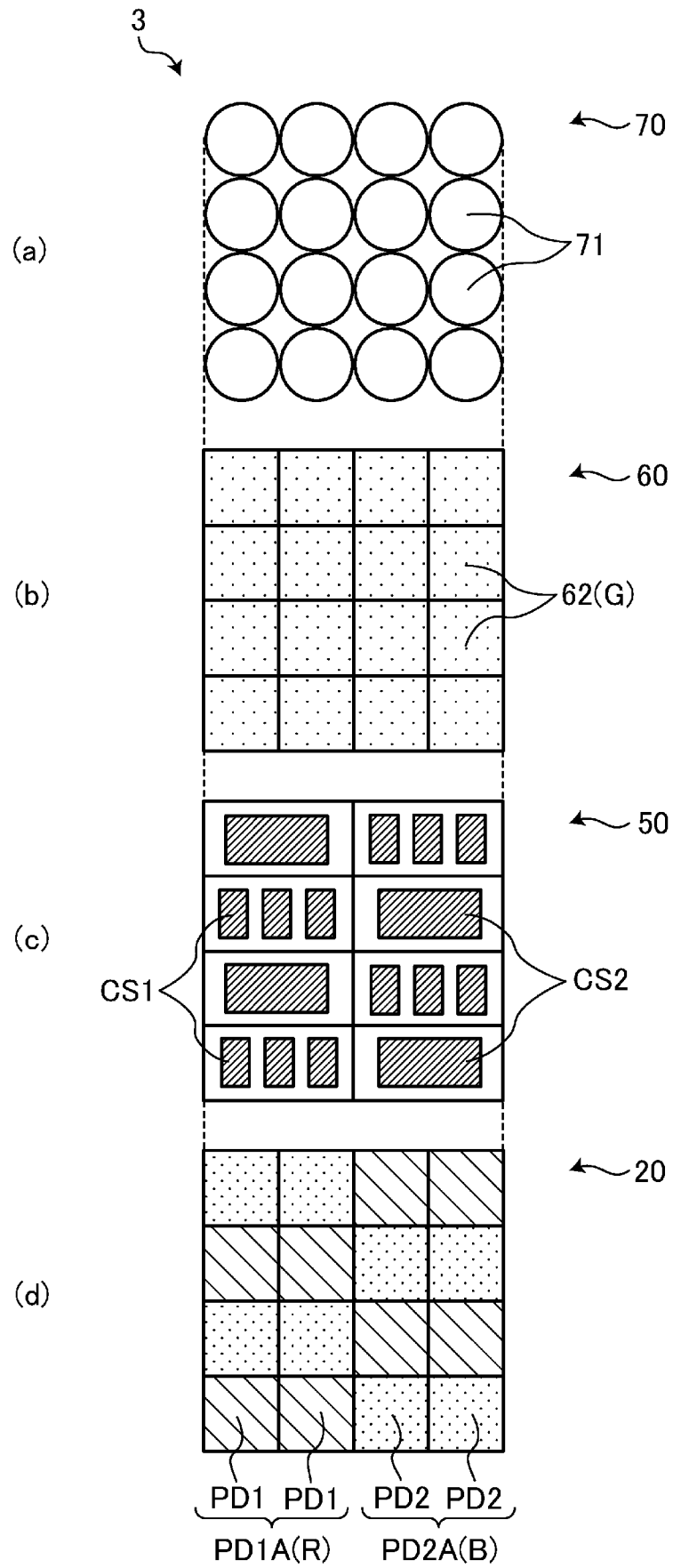
[図8]



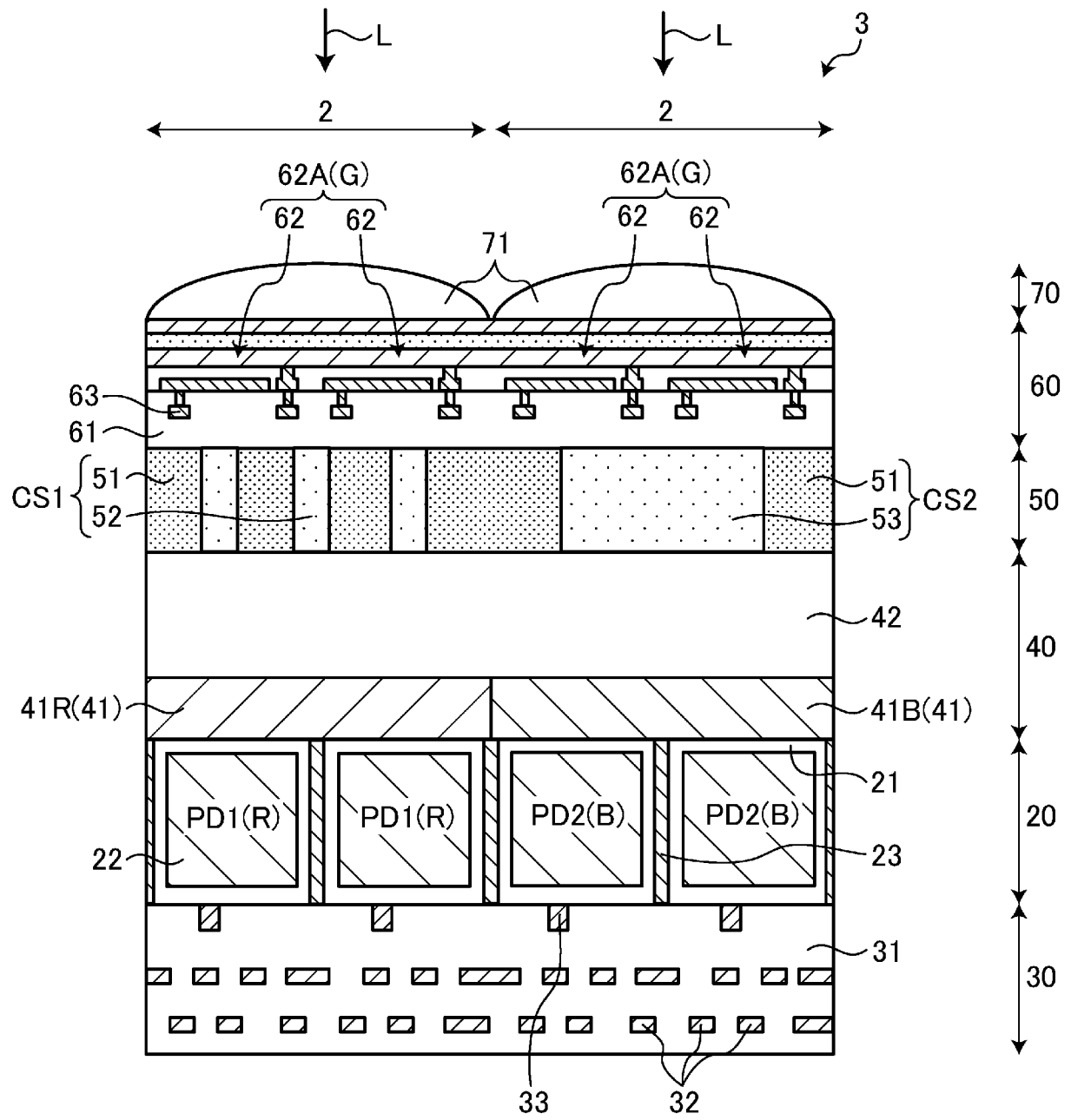
[図9]



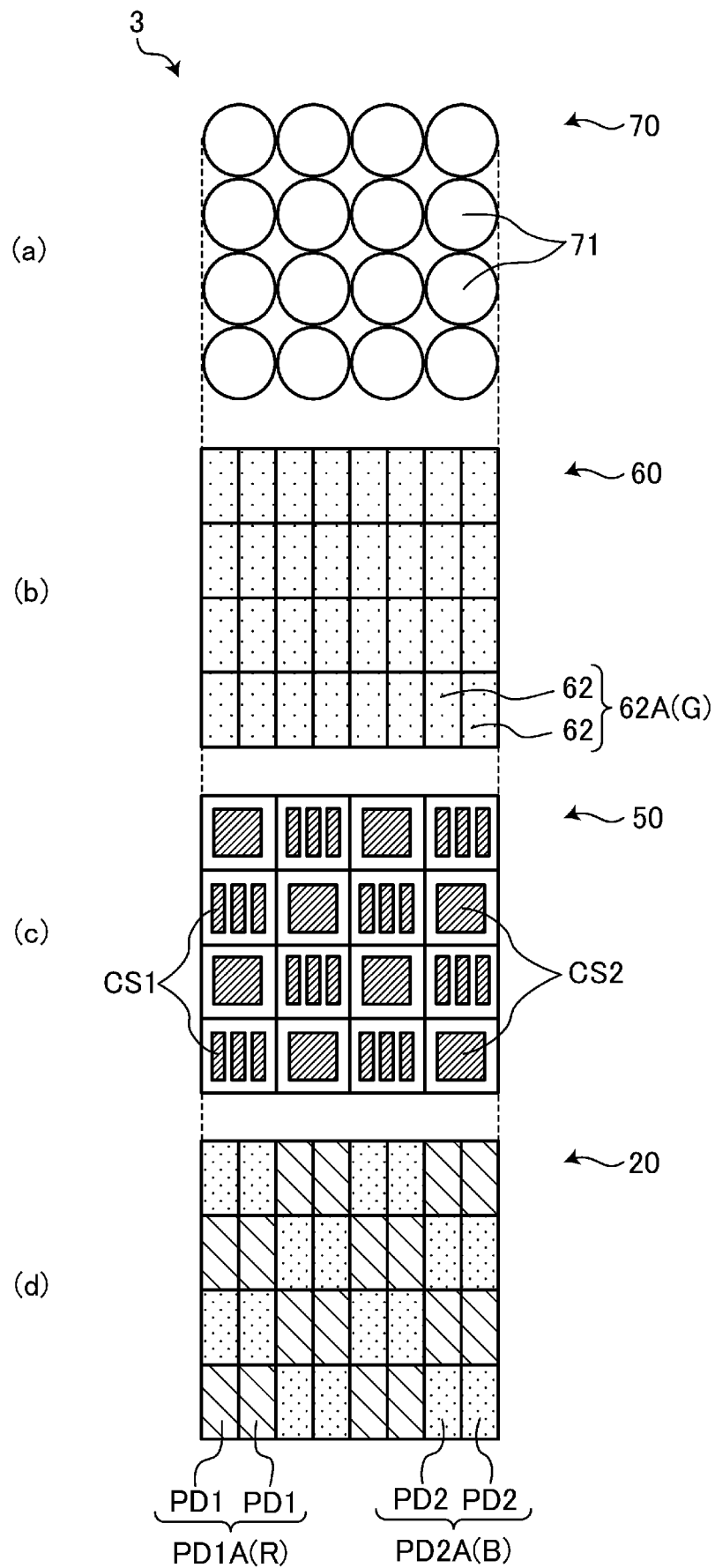
[図10]



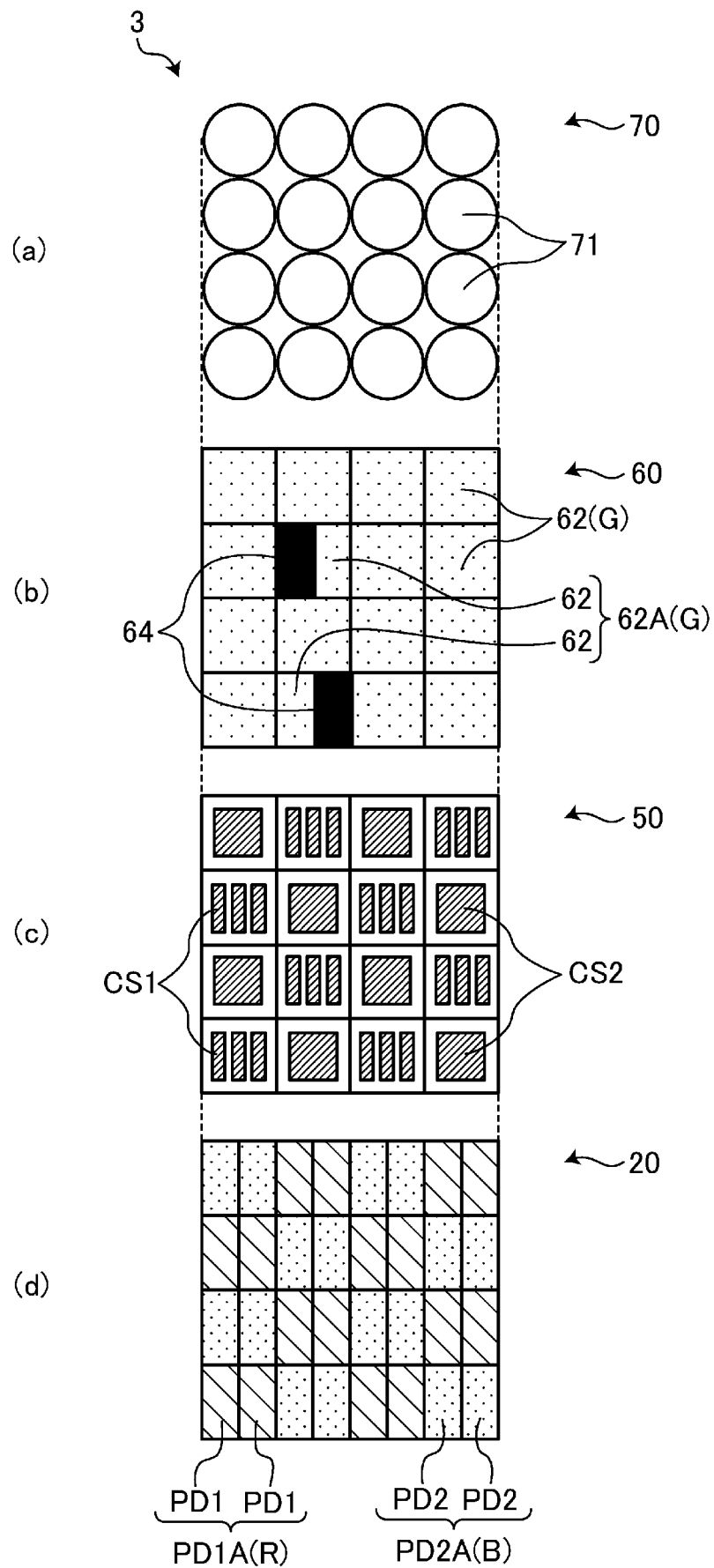
[図11]



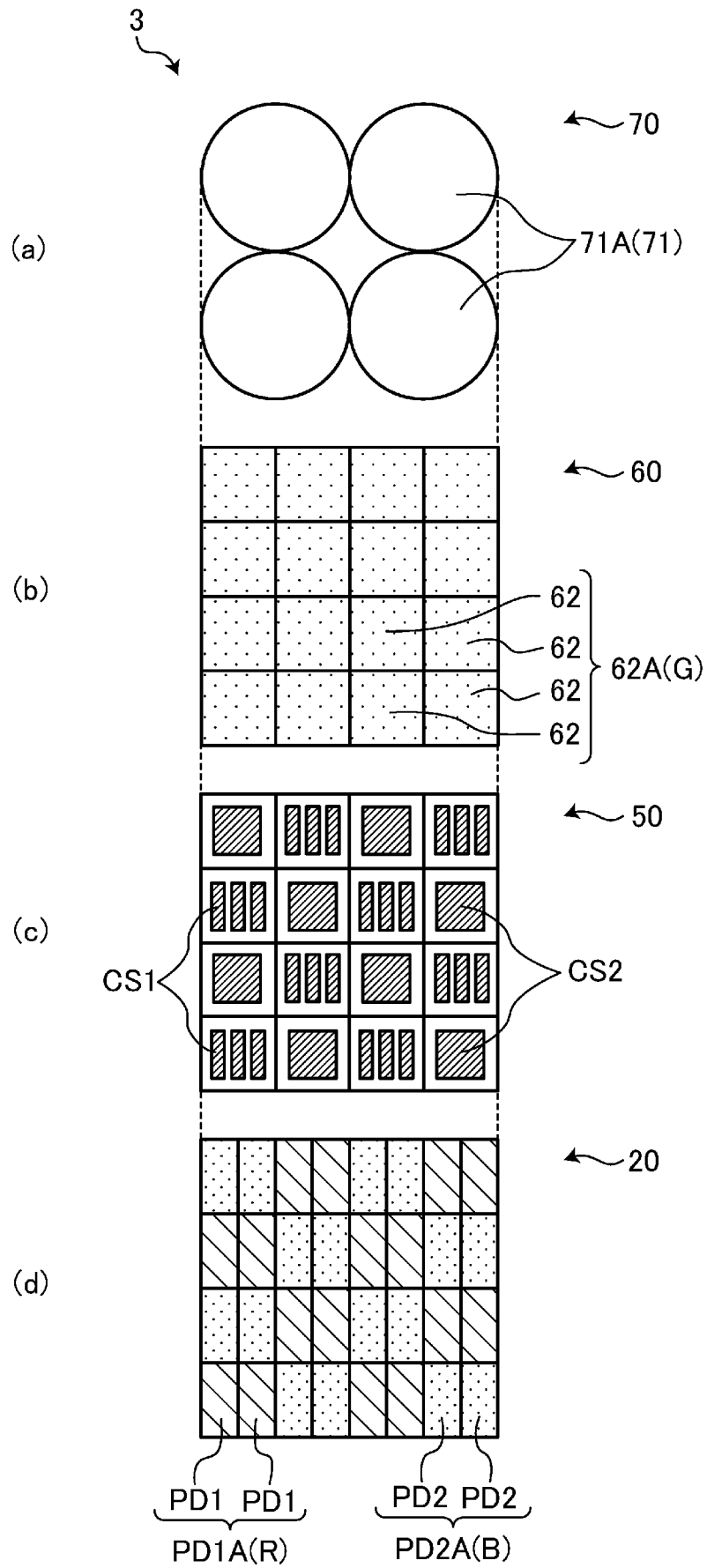
[図12]



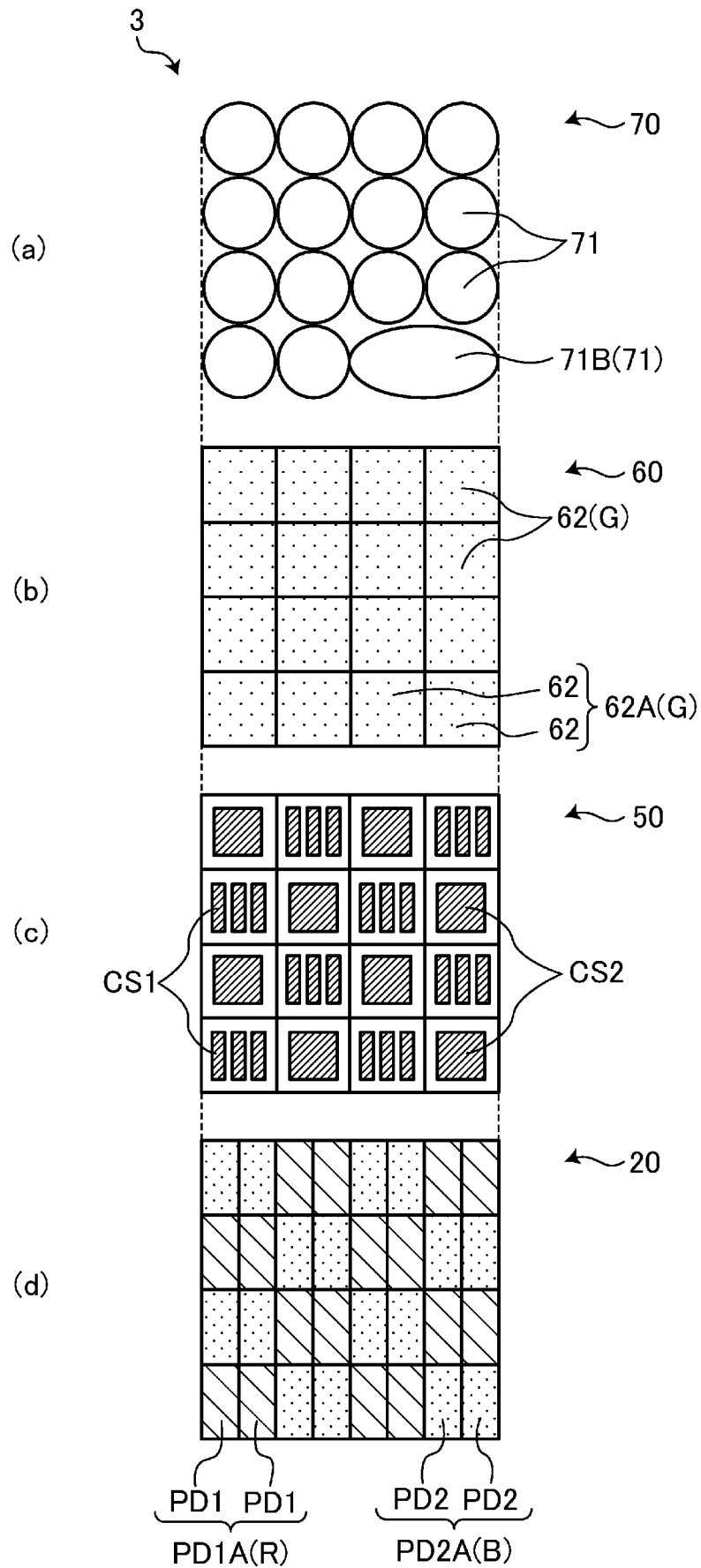
[図13]



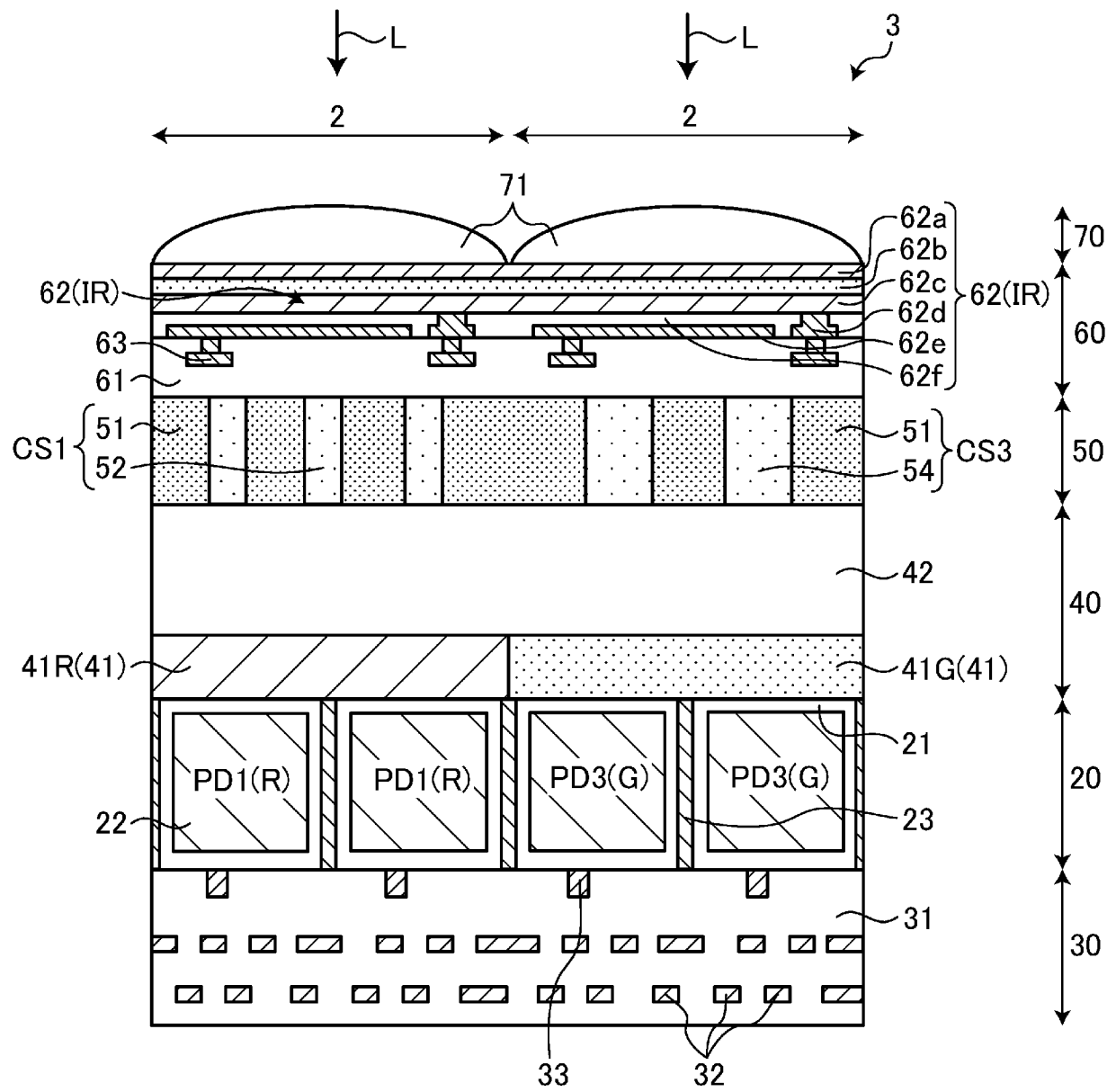
[図14]



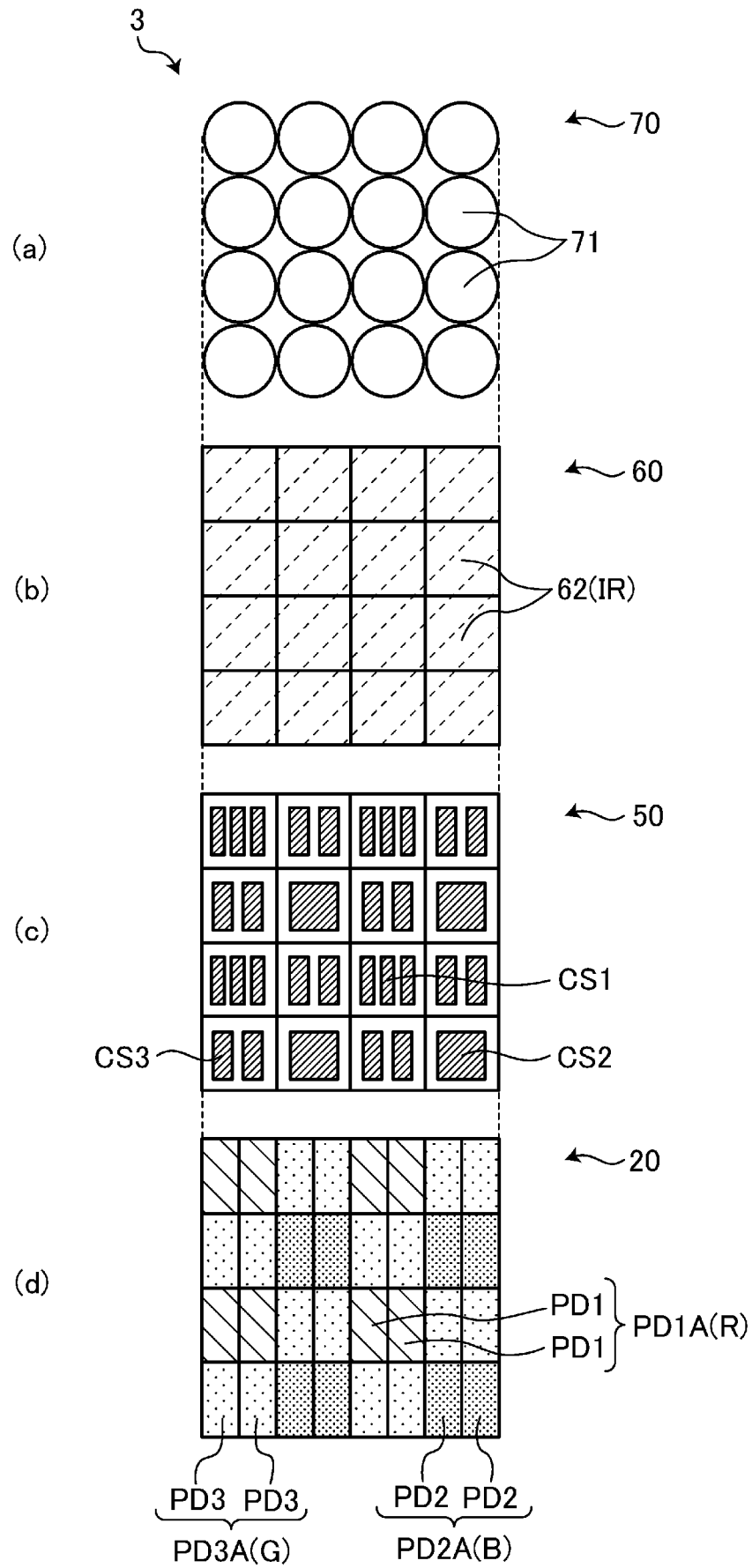
[図15]



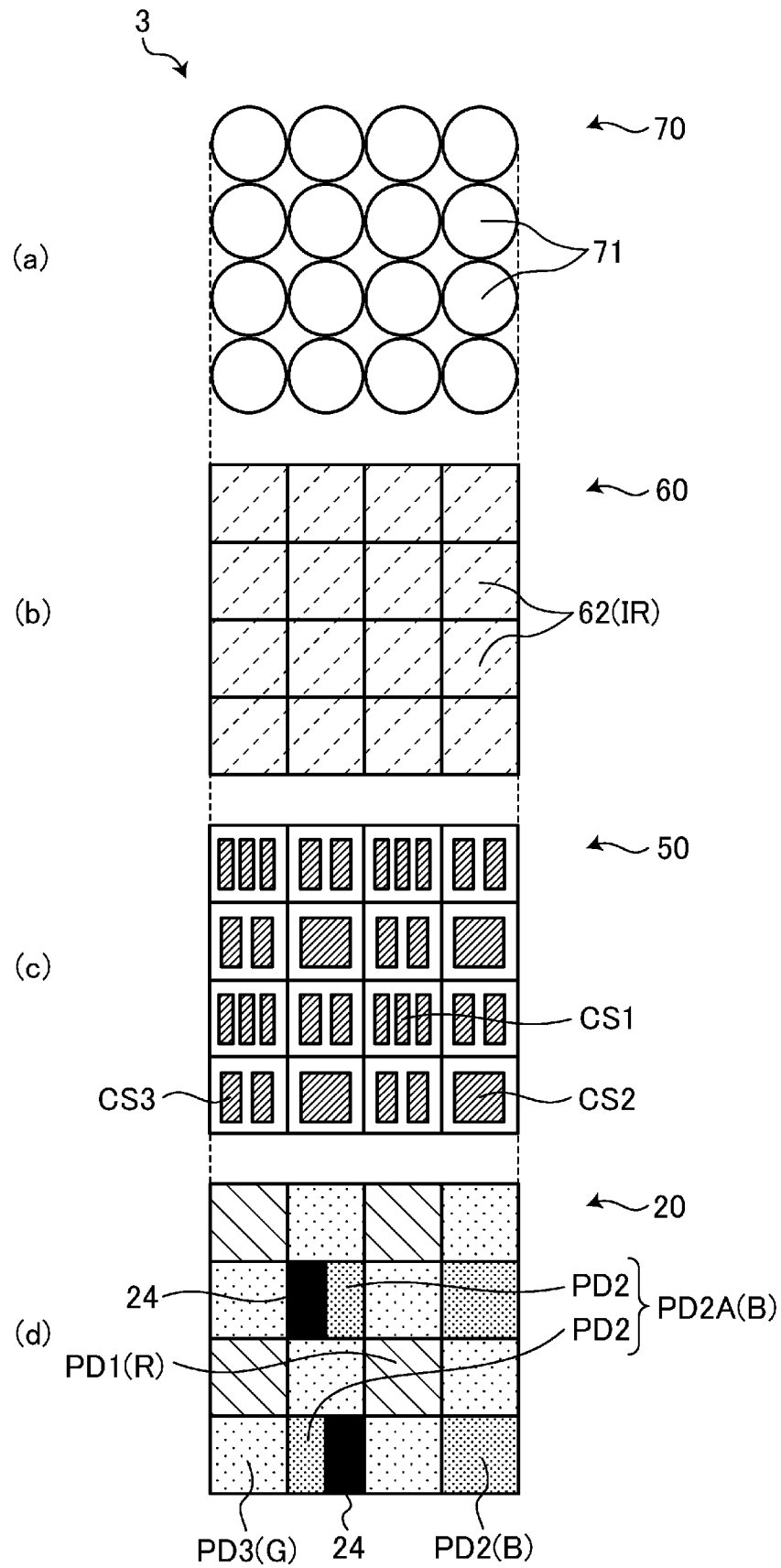
[図16]



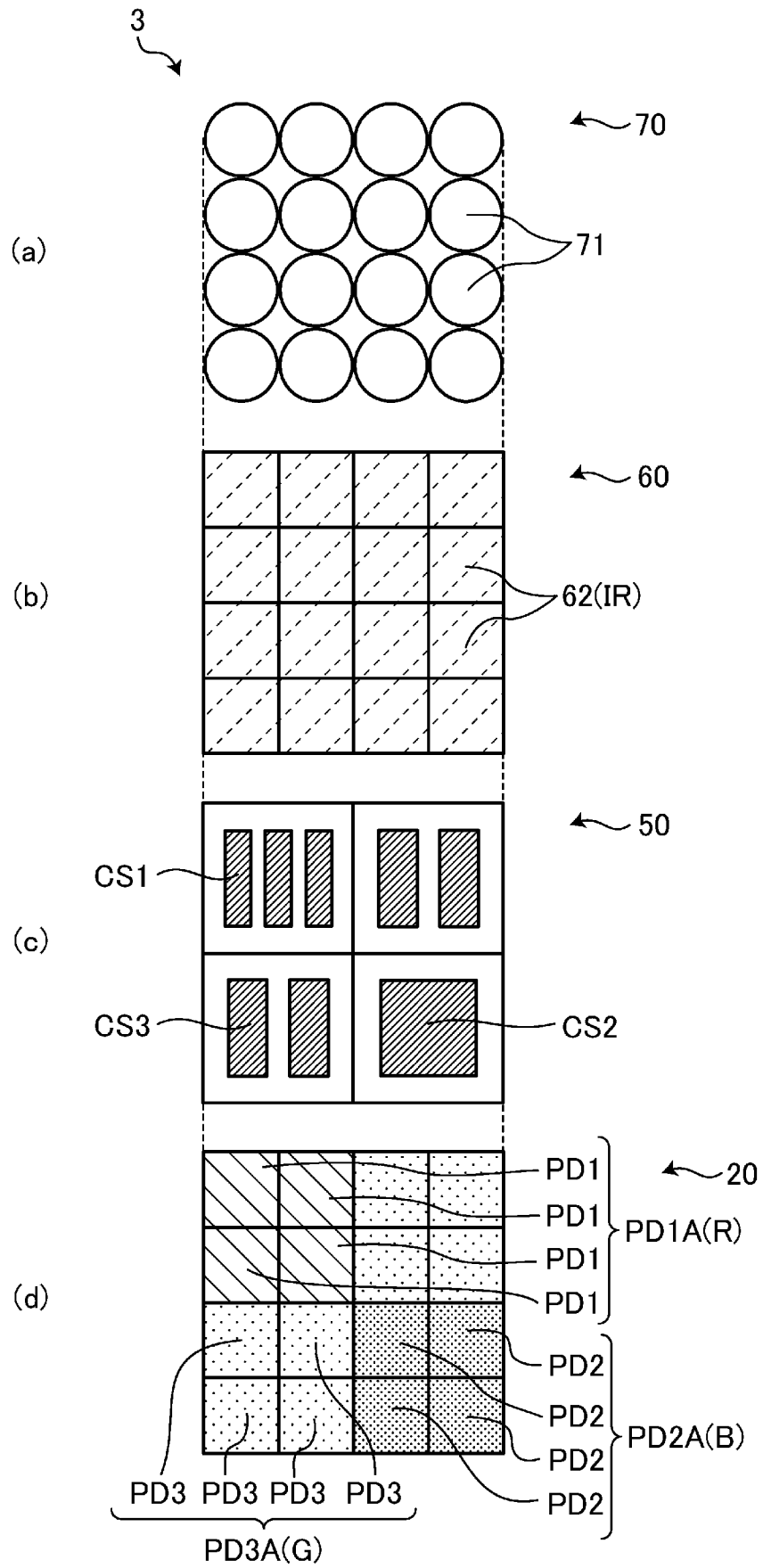
[図17]



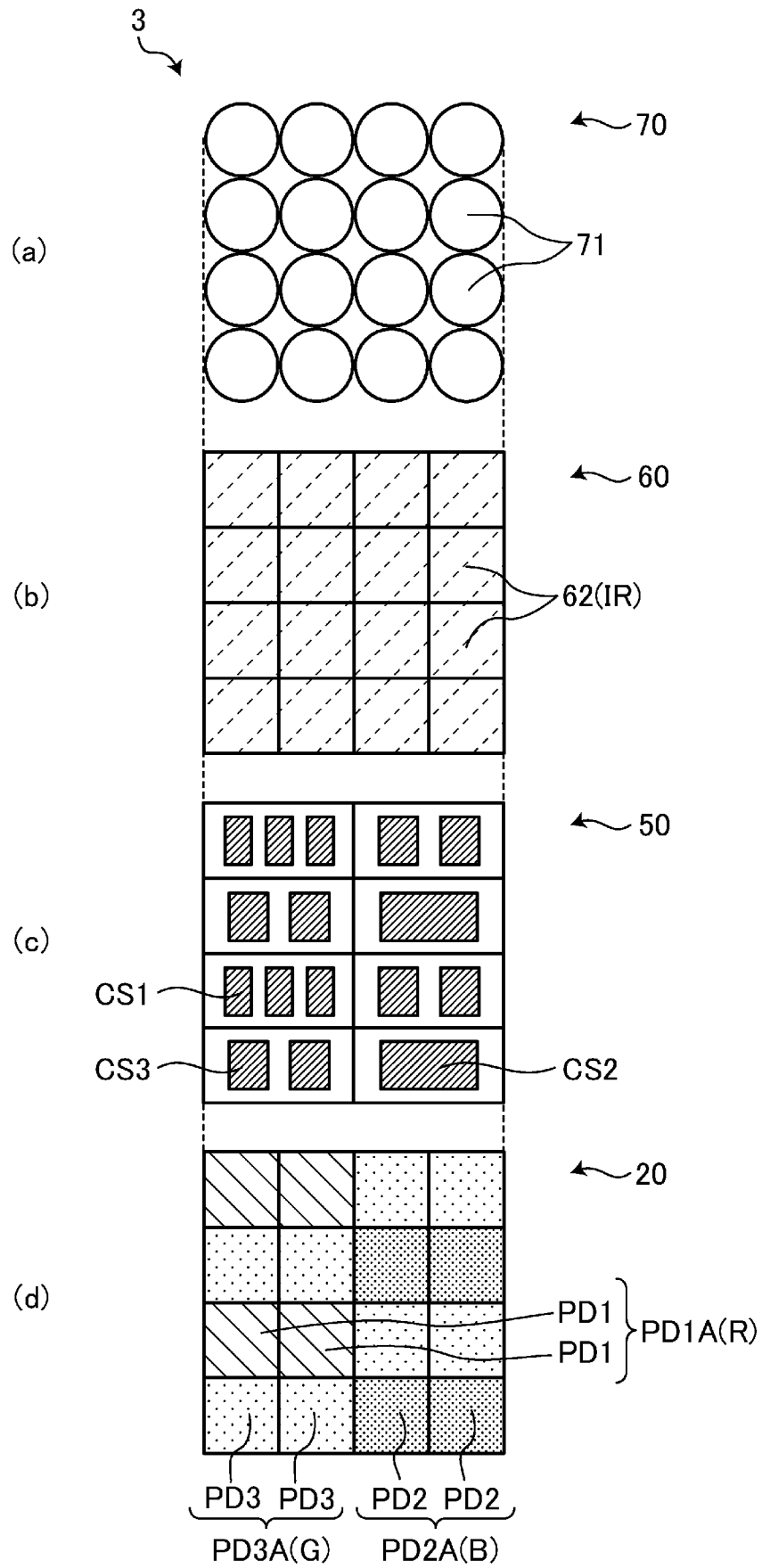
[図18]



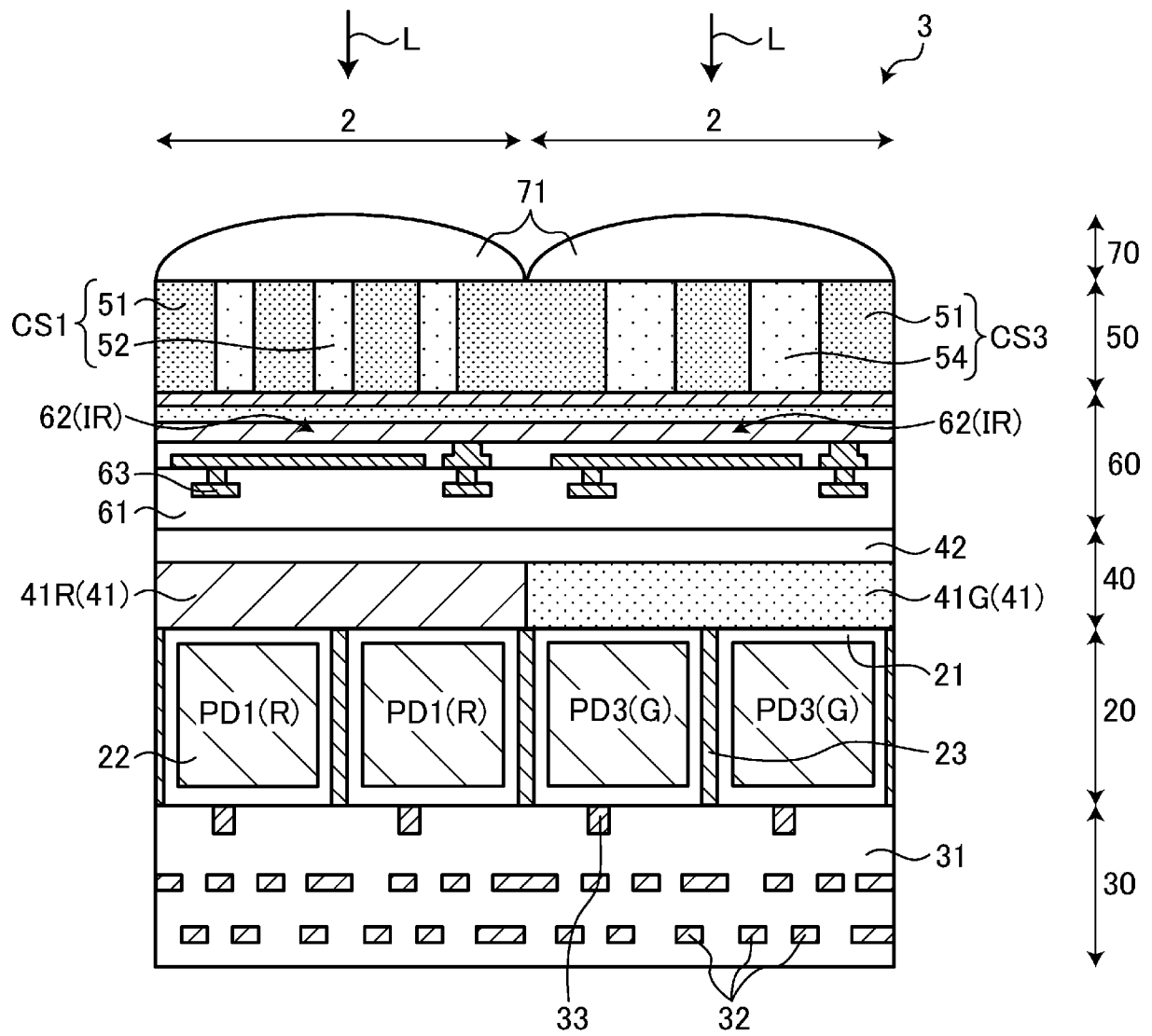
[図19]



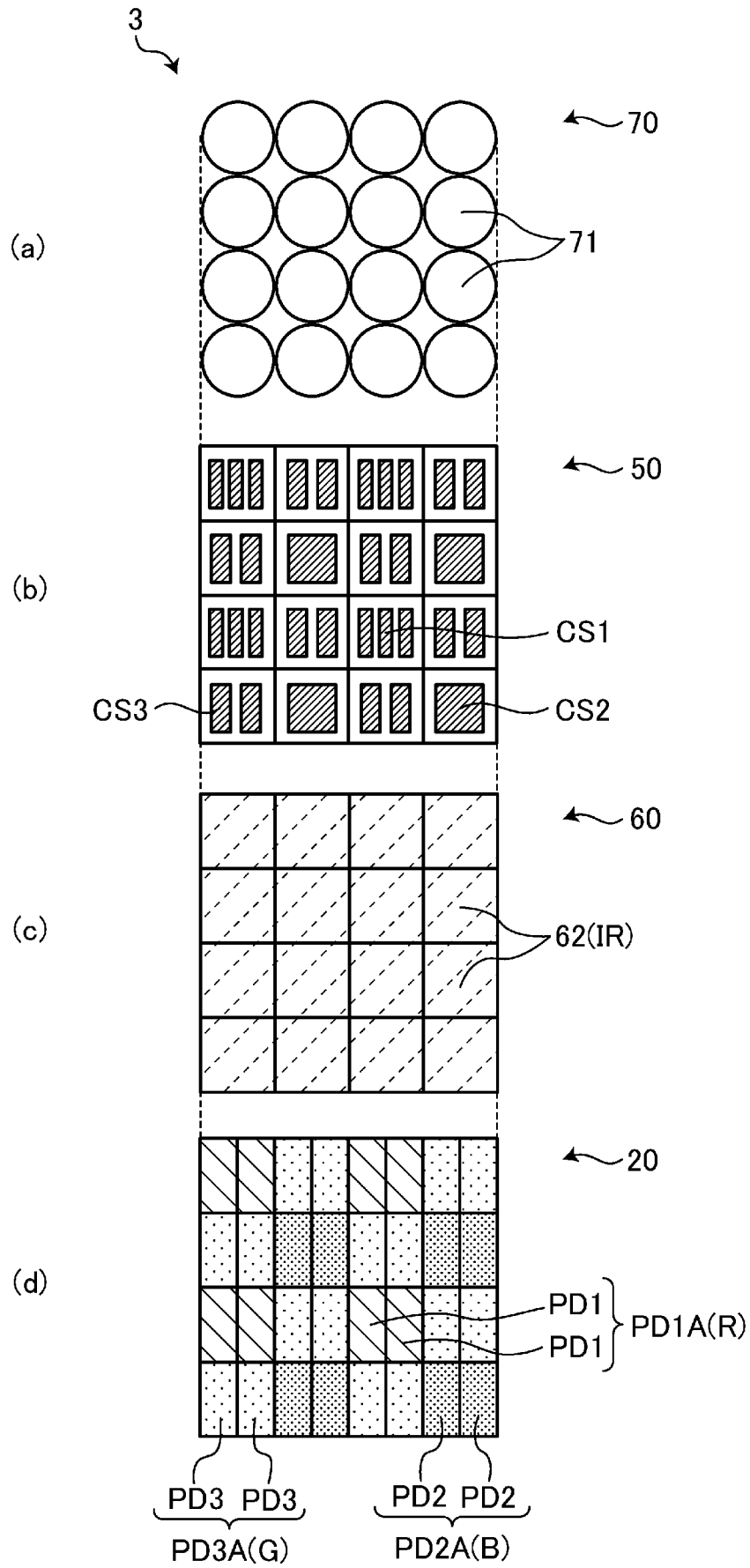
[図20]



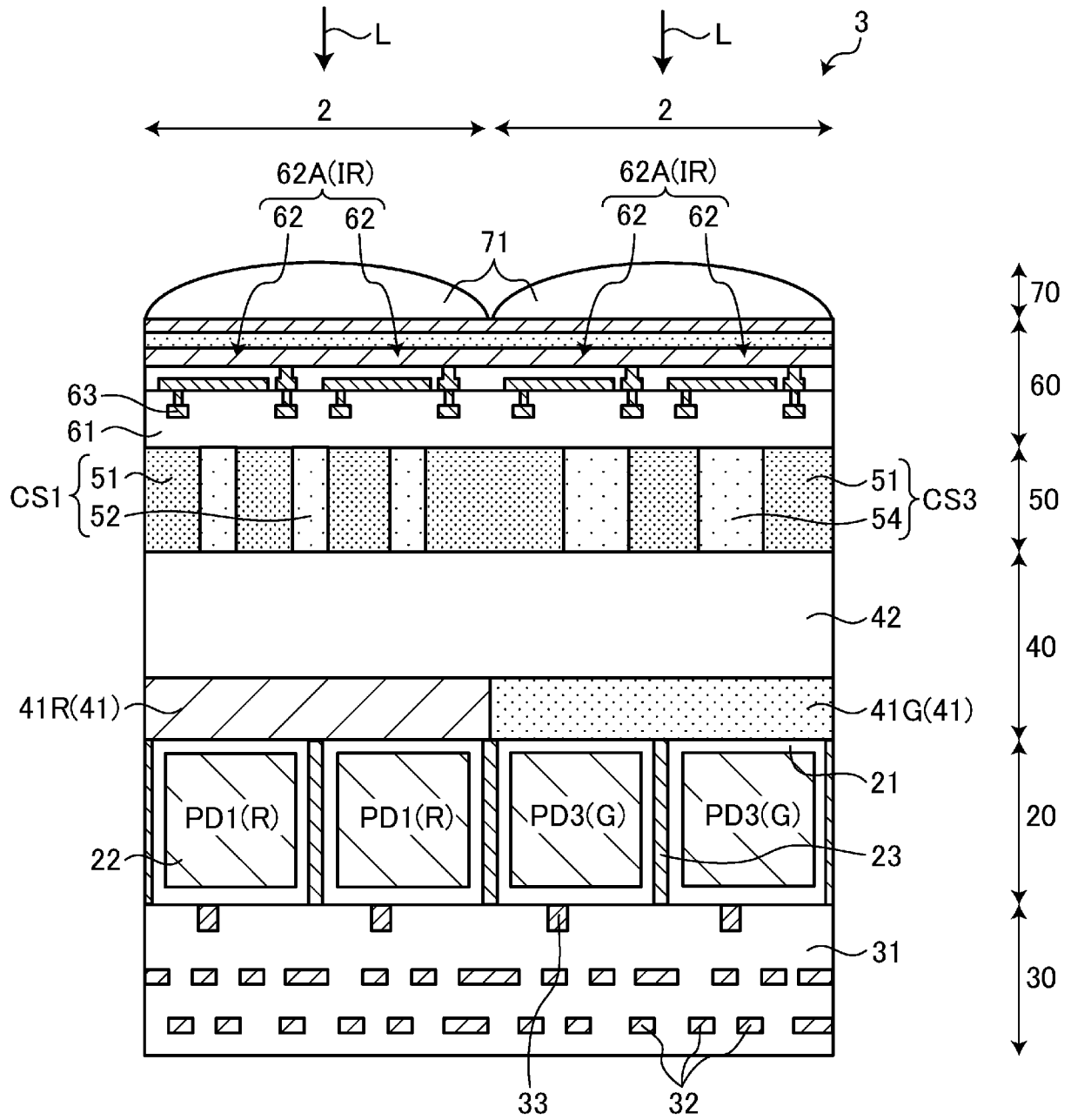
[図21]



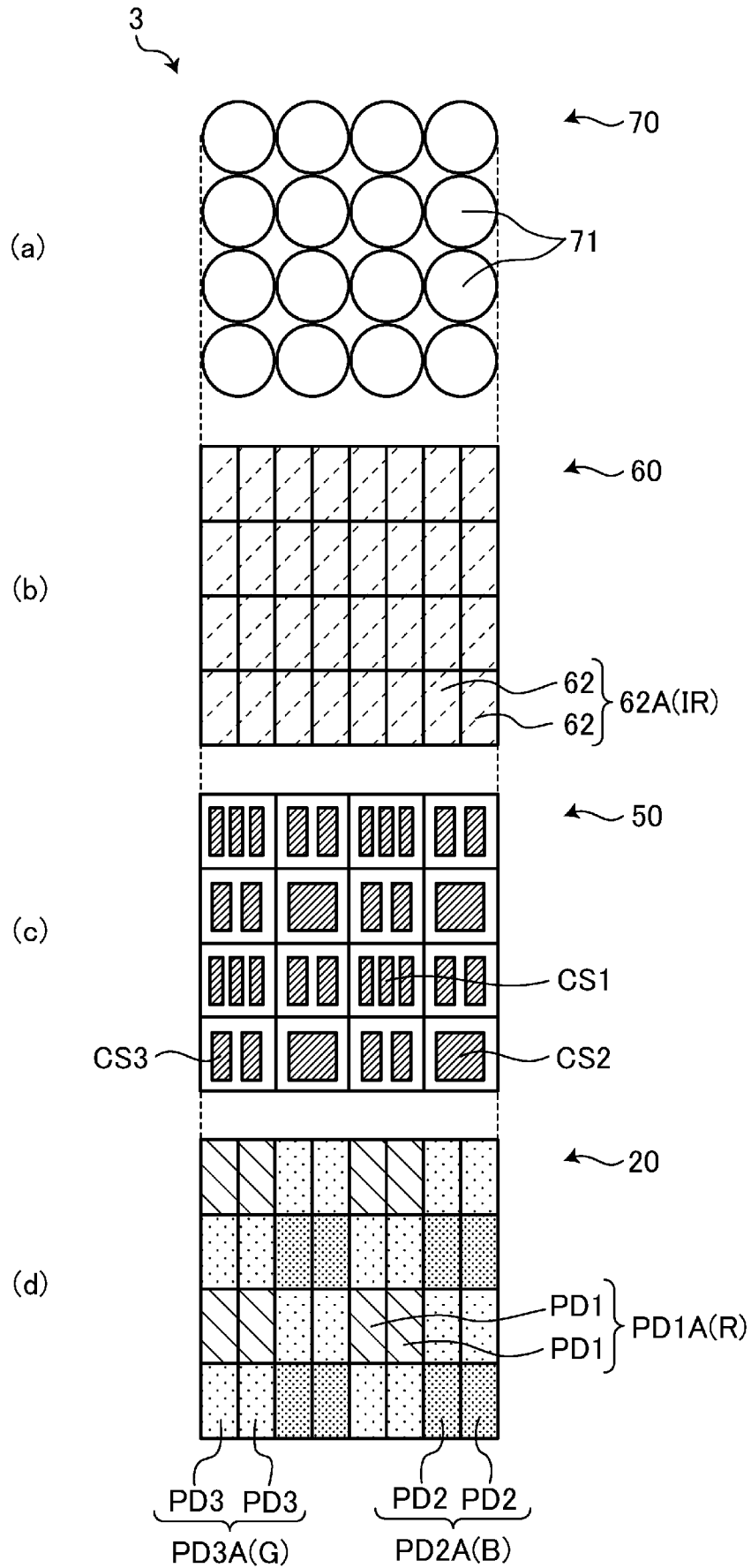
[図22]



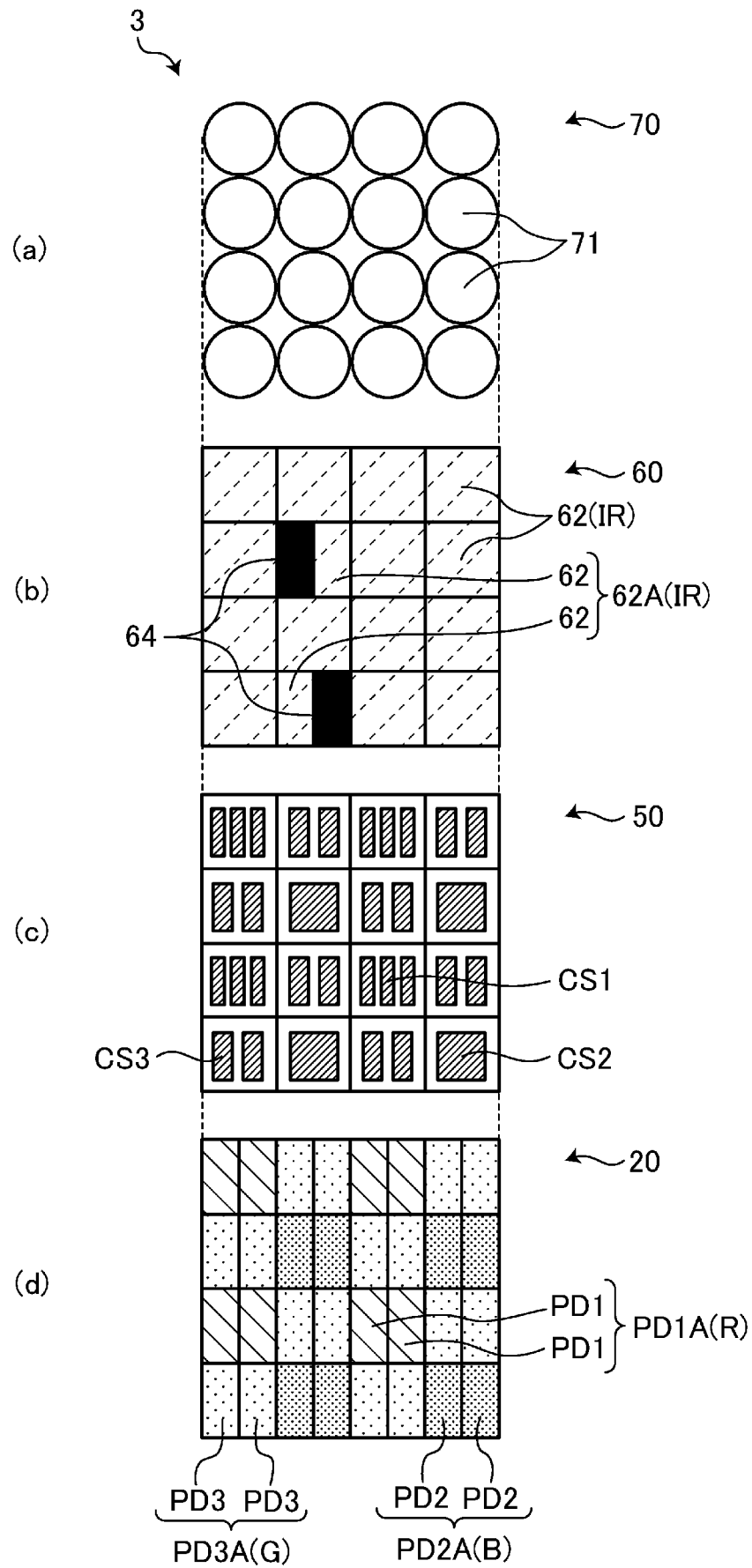
[図23]



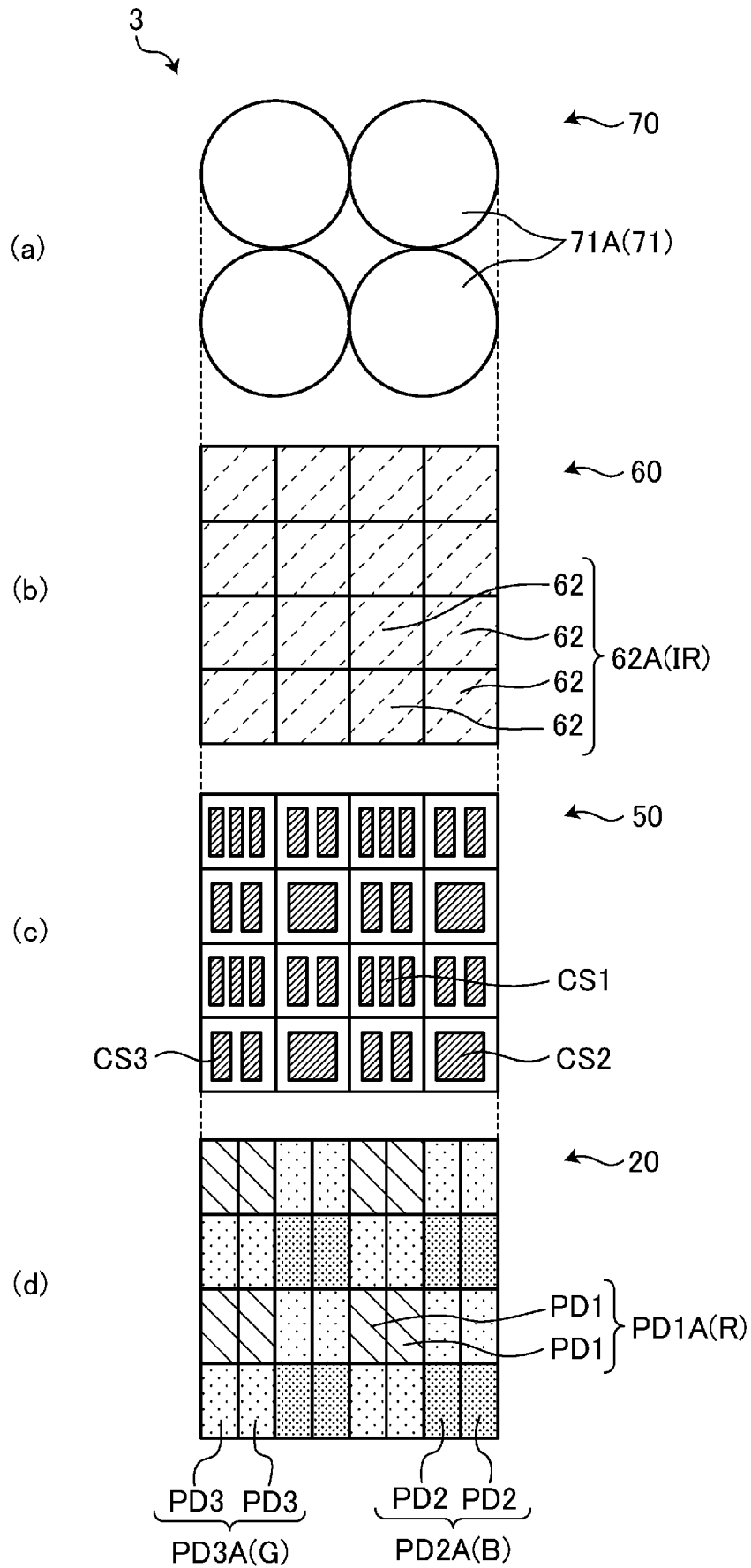
[図24]



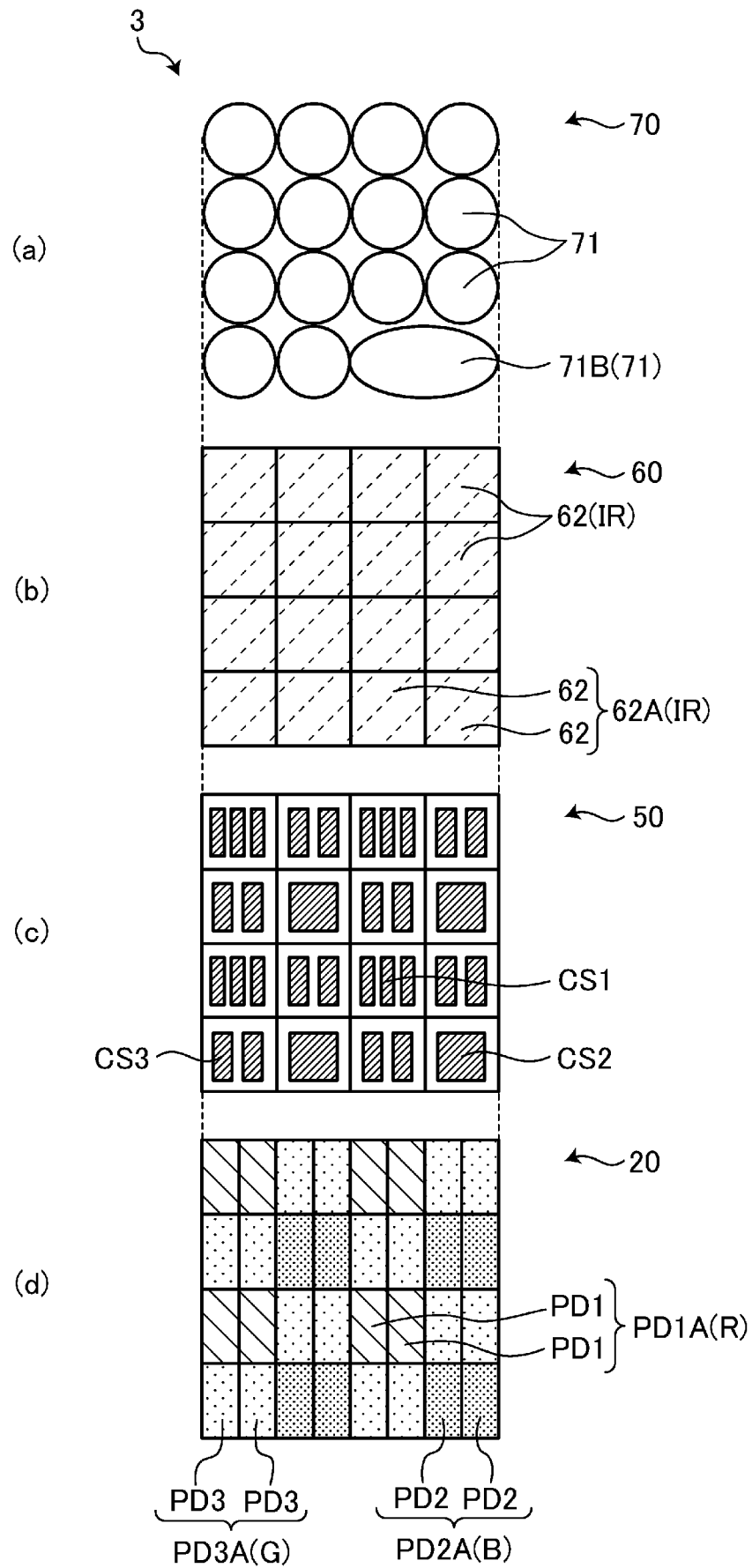
[図25]



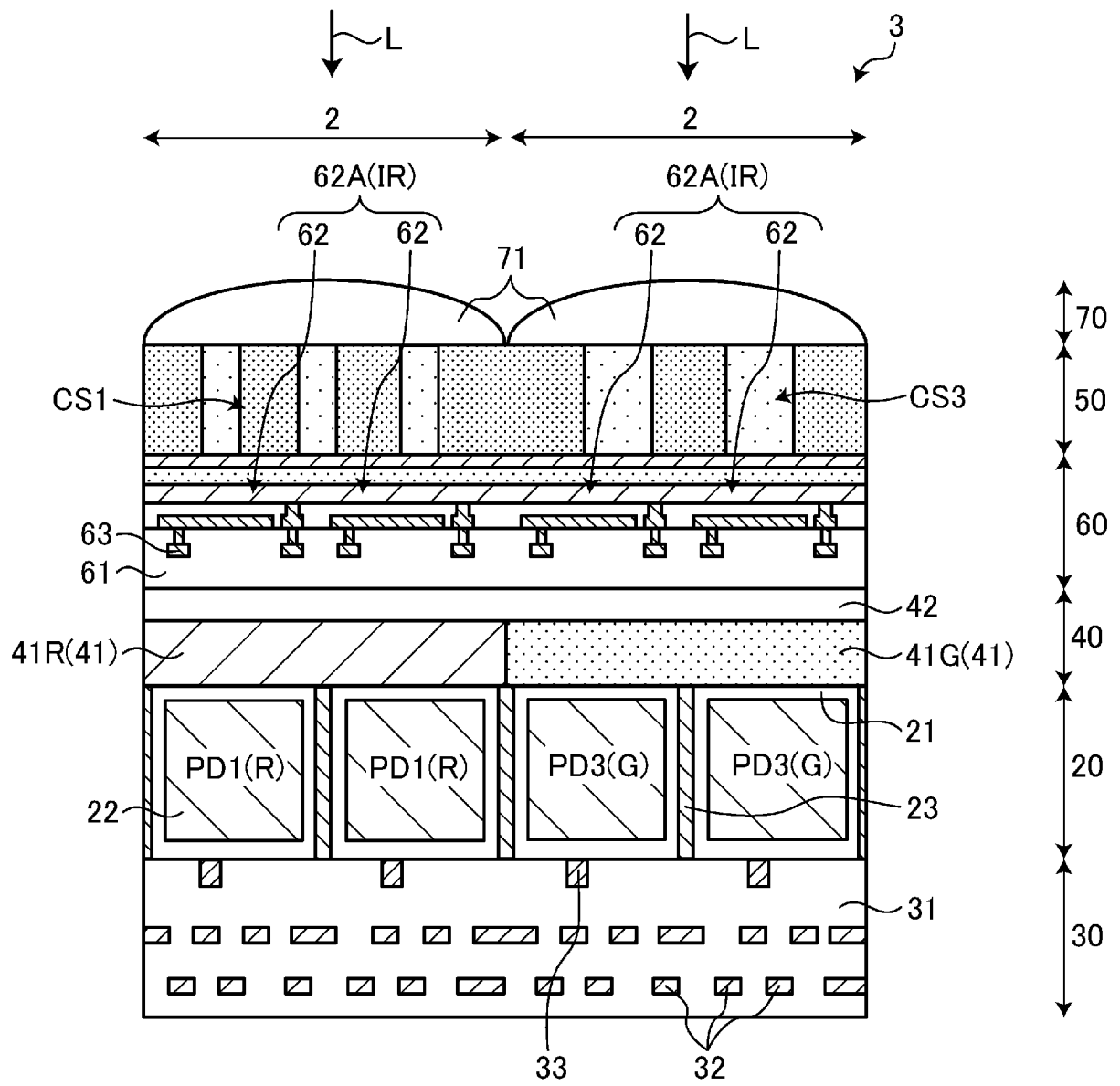
[図26]



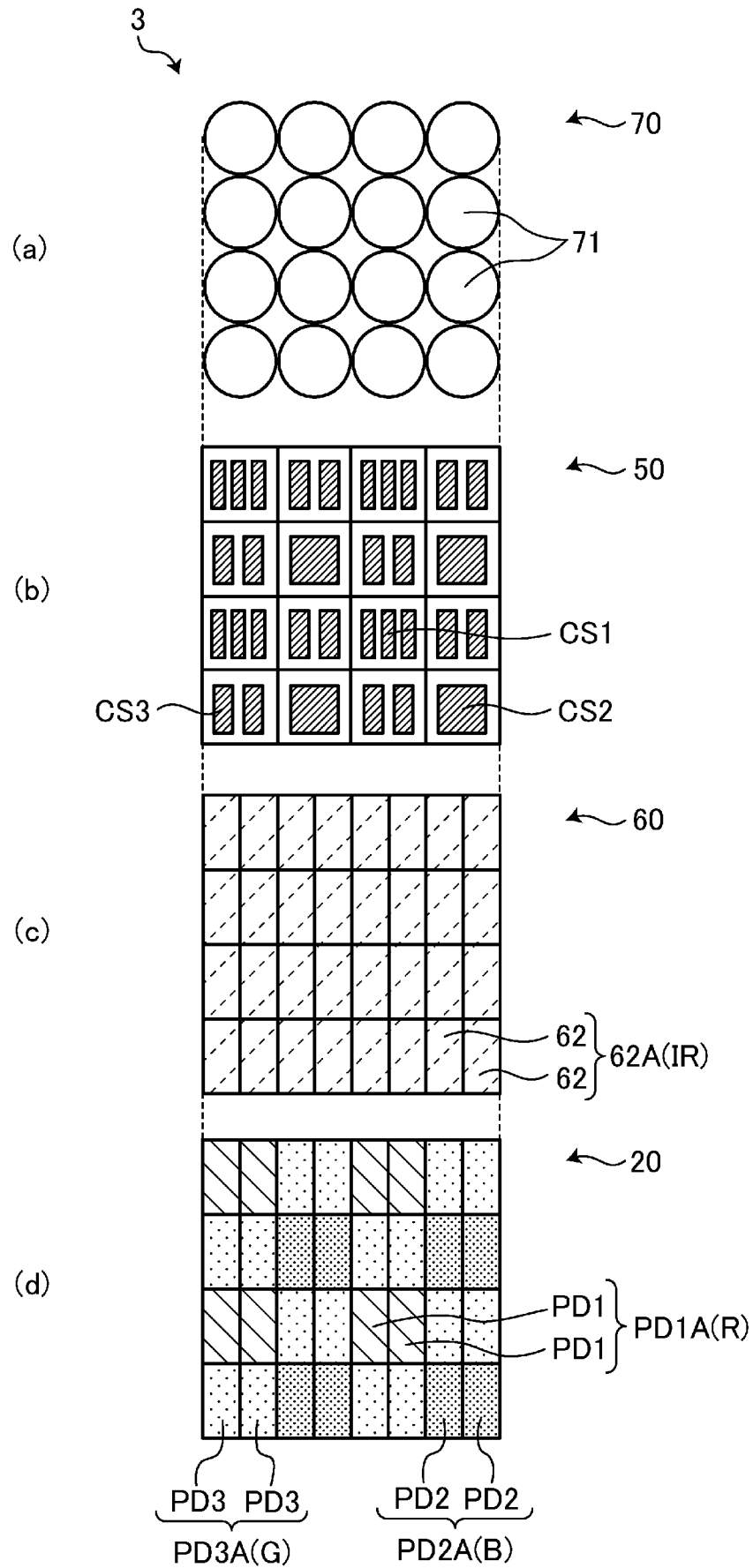
[図27]



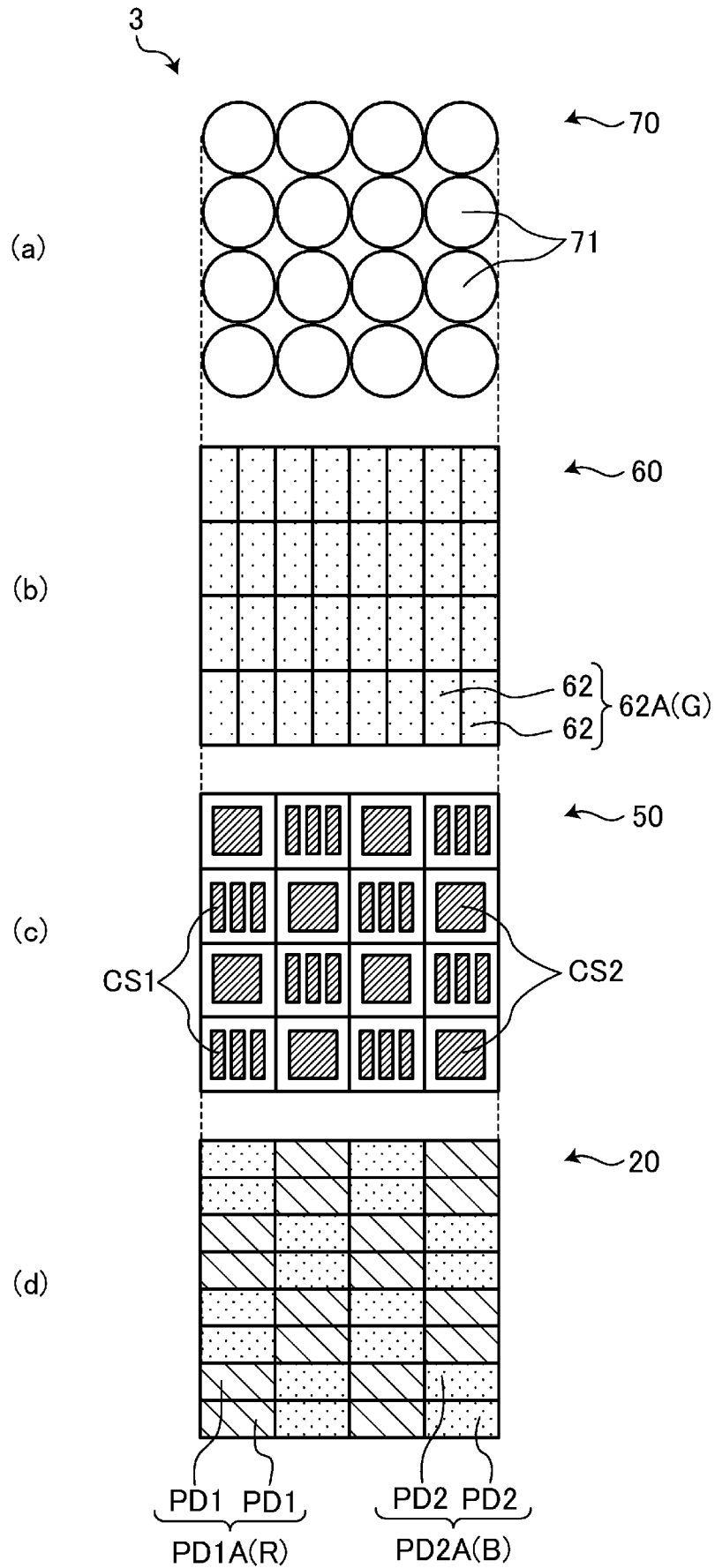
[図28]



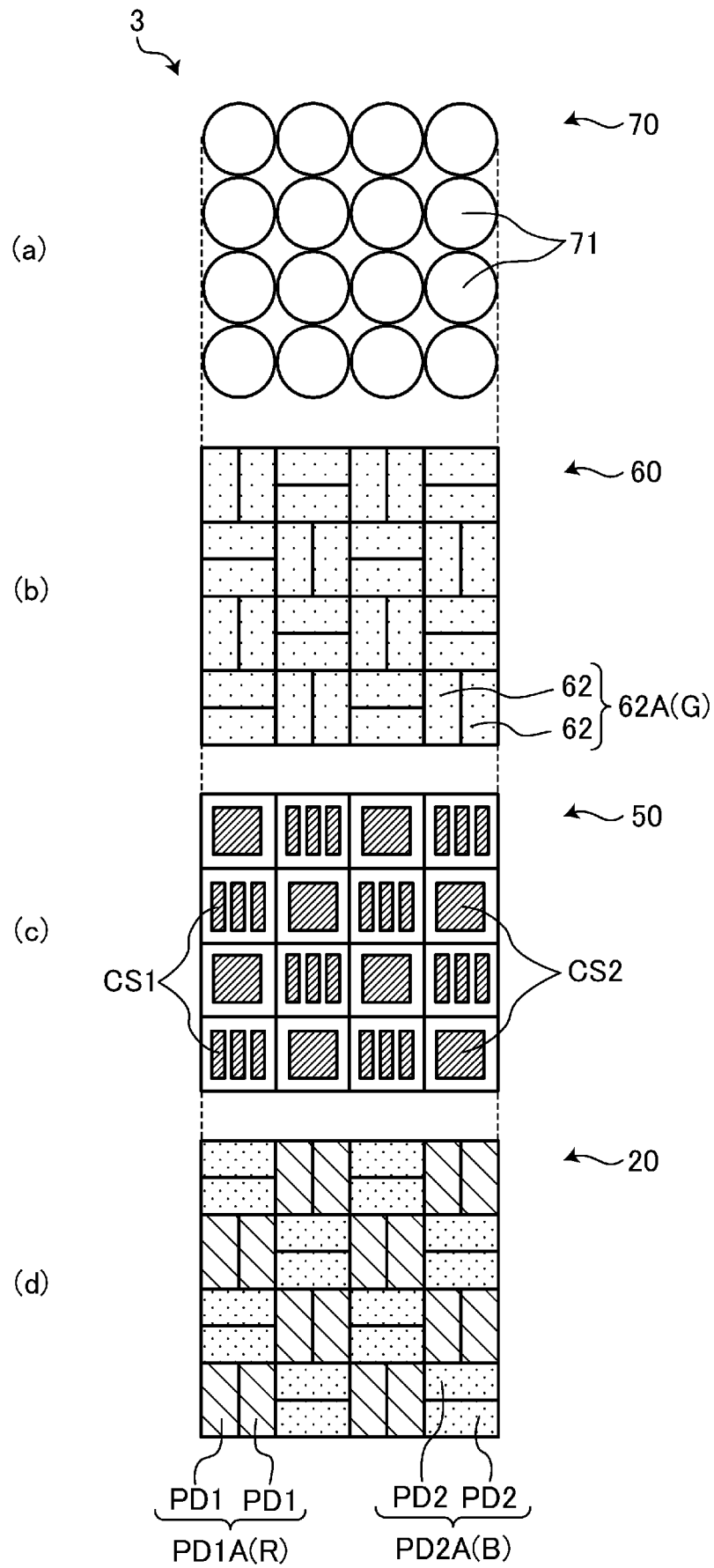
[図29]



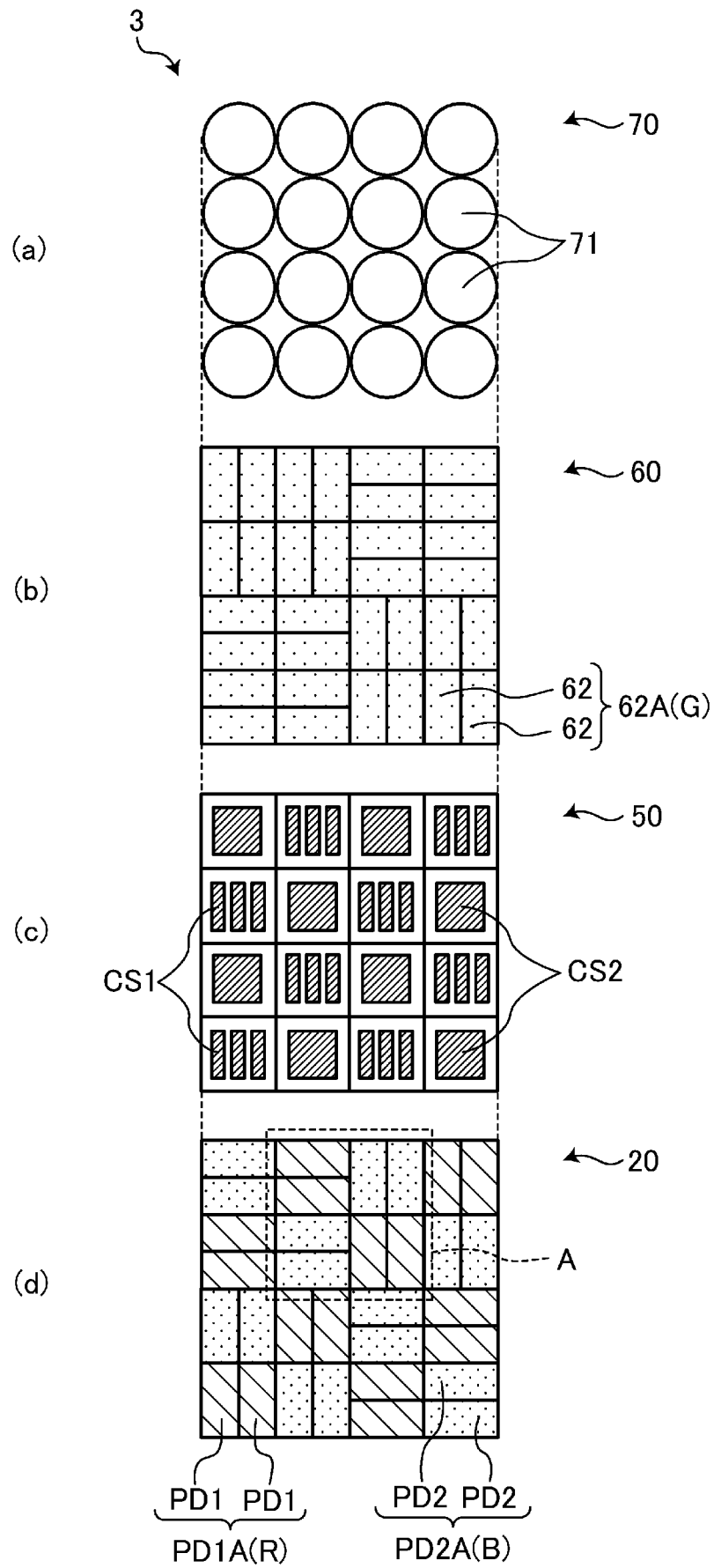
[図30]



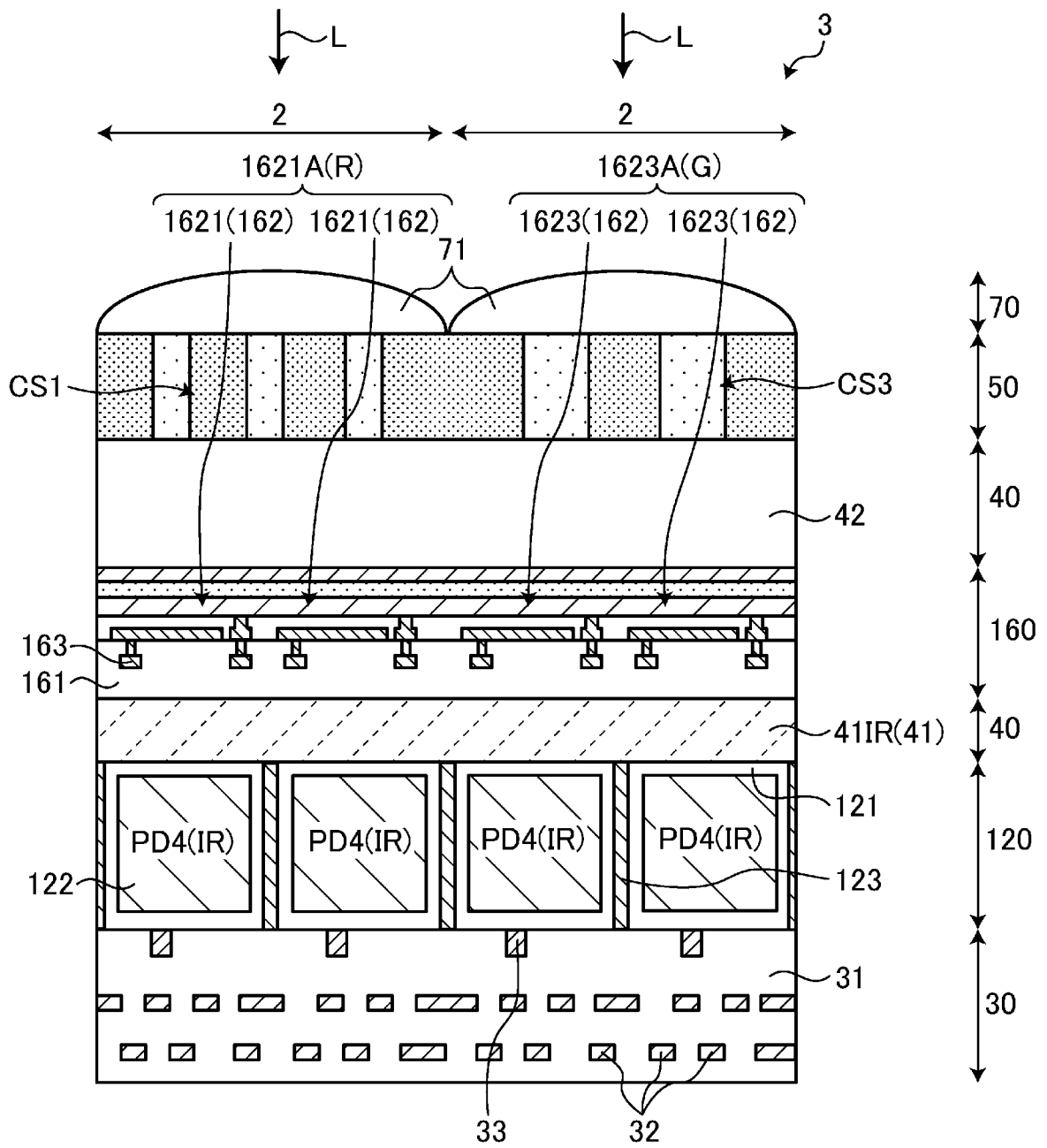
[図31]



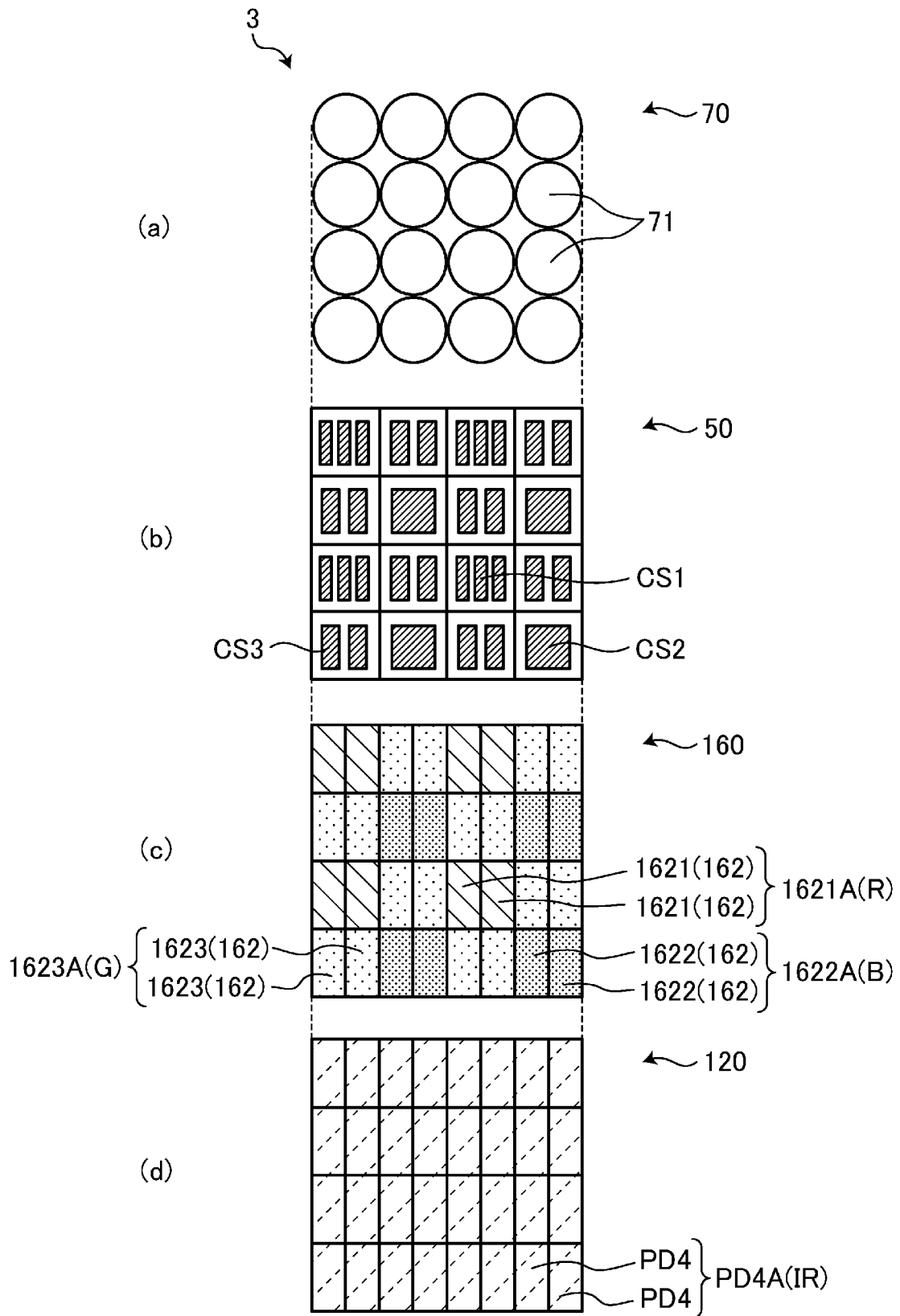
[図32]



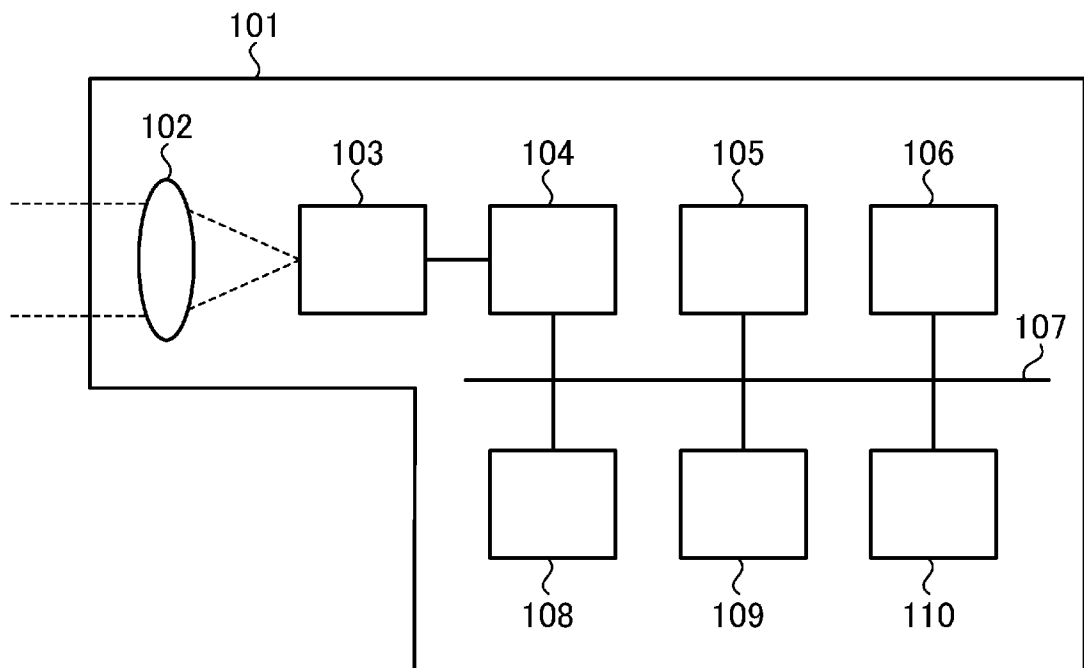
[図33]



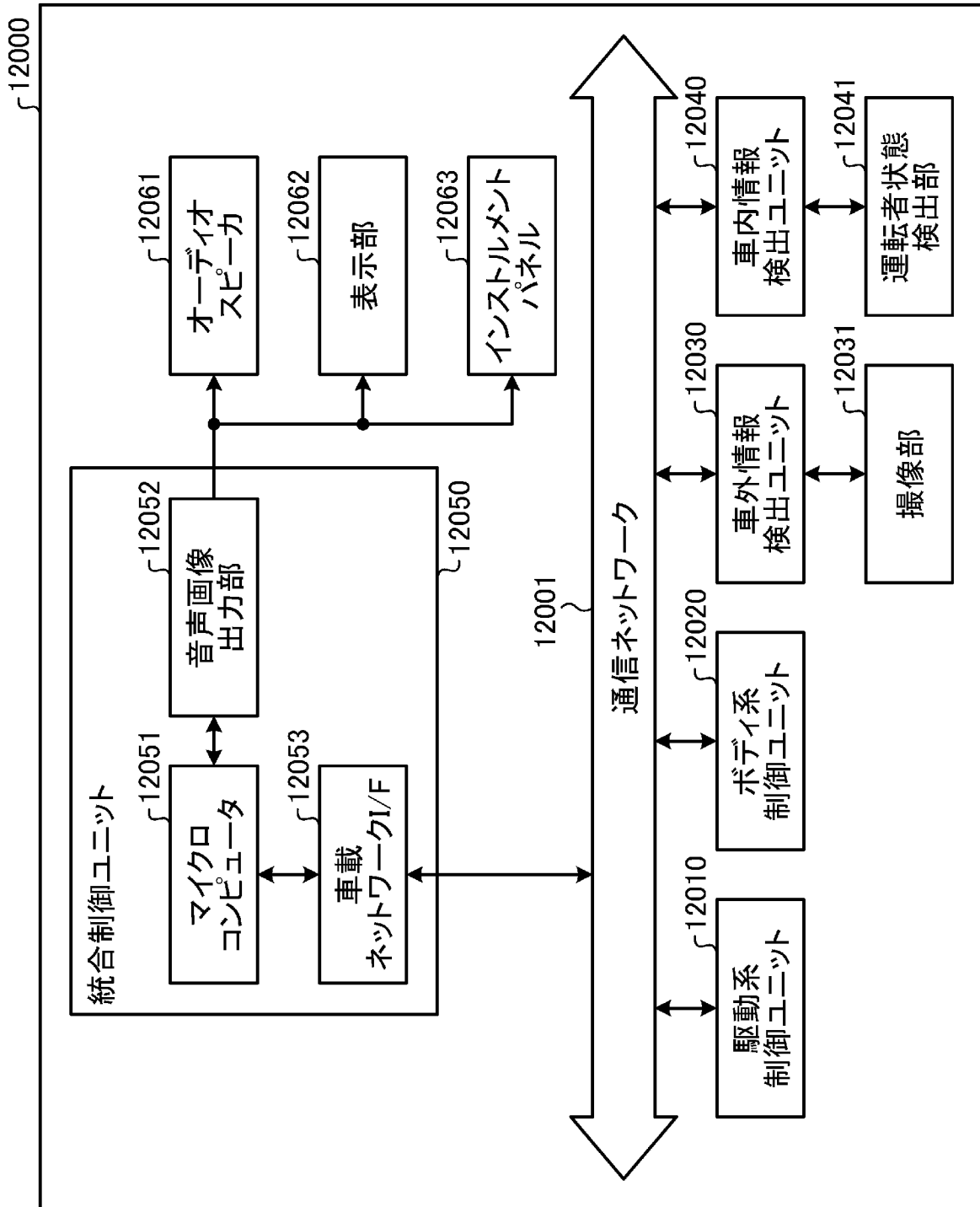
[図34]



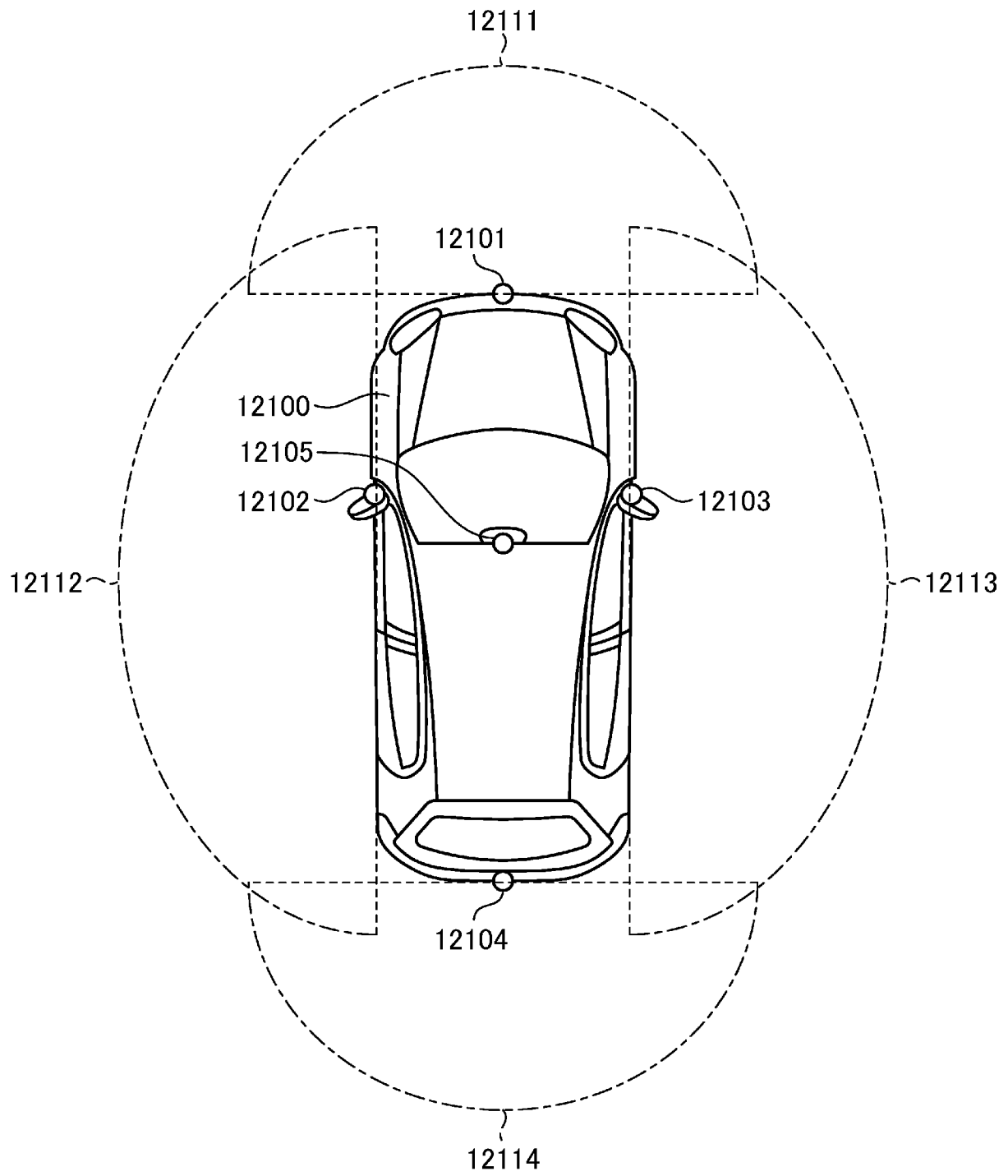
[図35]



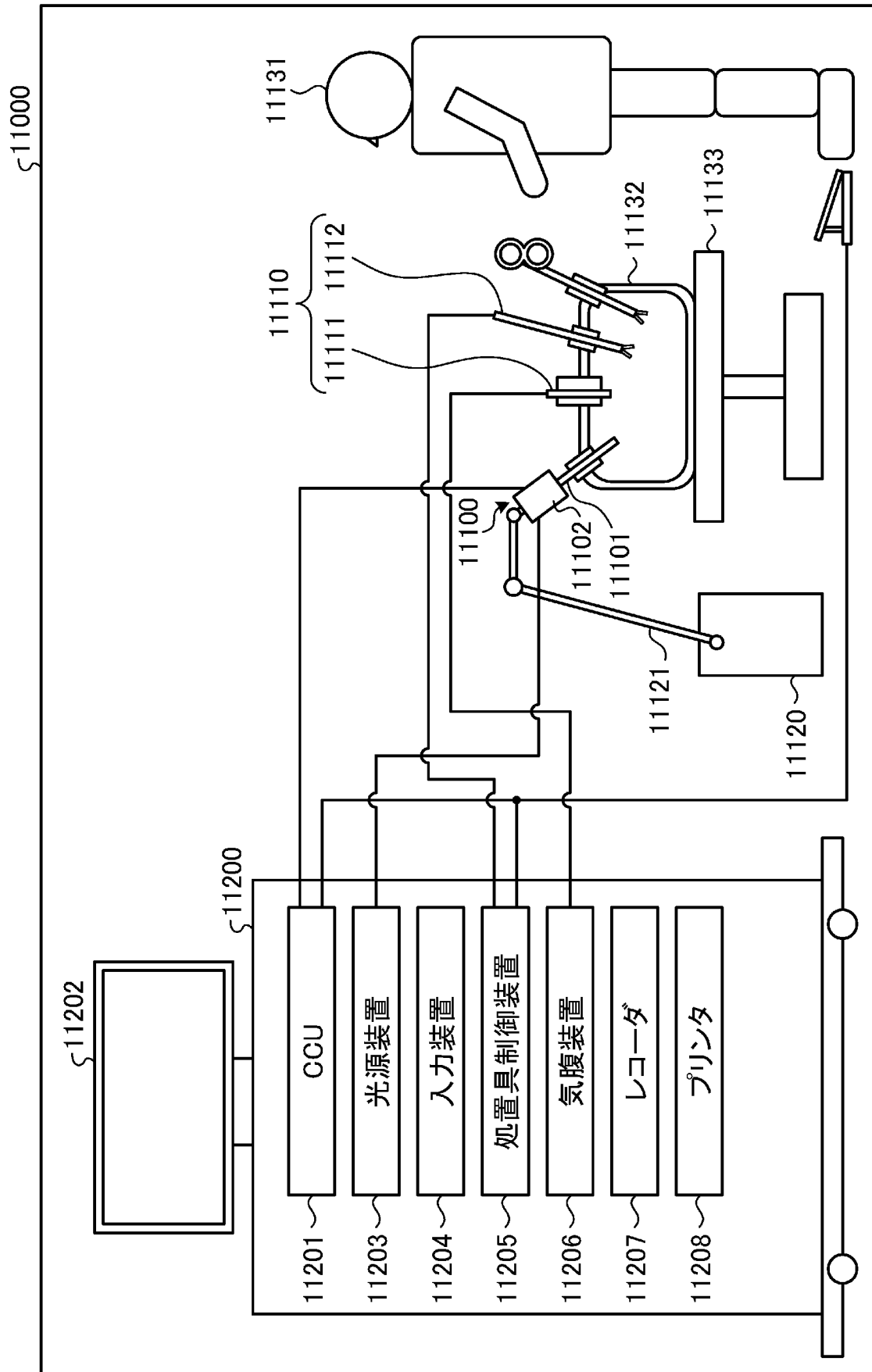
[図36]



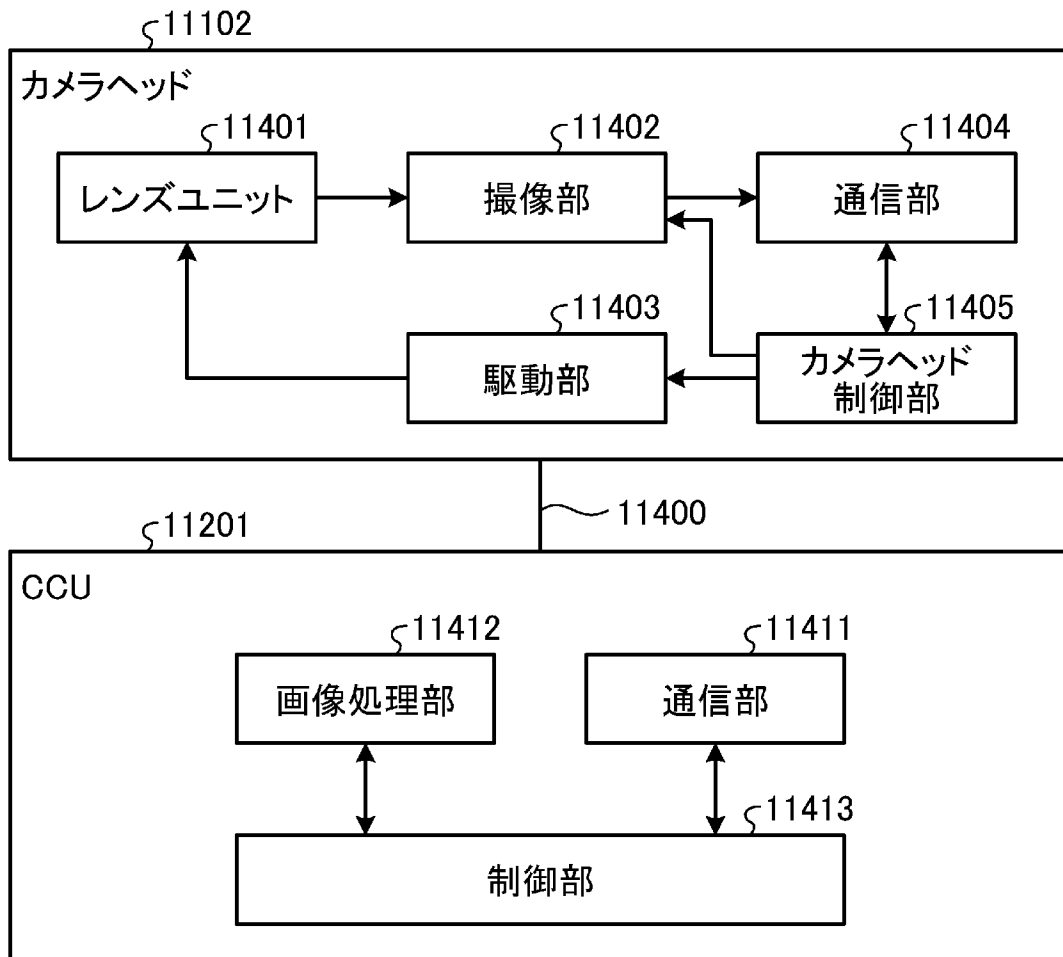
[図37]



[図38]



[図39]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/044598

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 27/146(2006.01)i; **H04N 25/70**(2023.01)i; **H04N 25/704**(2023.01)i
 FI: H01L27/146 D; H01L27/146 A; H01L27/146 E; H04N25/70; H04N25/704

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L27/146; H04N25/70; H04N25/704

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2021-067691 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 30 April 2021 (2021-04-30) paragraphs [0031]-[0033], [0113]-[0117], fig. 2-3, 25-36	1-6, 13-16
A	entire text, all drawings	7-12
Y	JP 2019-184986 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 24 October 2019 (2019-10-24) paragraph [0016]	1-6, 13-16
Y	WO 2016/098640 A1 (SONY CORPORATION) 23 June 2016 (2016-06-23) paragraphs [0002], [0041], [0085], fig. 3-4, 26	1-6, 13-16
Y	JP 2018-160779 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 11 October 2018 (2018-10-11) paragraphs [0020], [0039]-[0067], fig. 6-10	4-6, 15
A	entire text, all drawings	7-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “D” document cited by the applicant in the international application
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

06 February 2024

Date of mailing of the international search report

20 February 2024

Name and mailing address of the ISA/JP

**Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan**

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/044598

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2016/0254300 A1 (DUAL APERTURE INTERNATIONAL CO., LTD.) 01 September 2016 (2016-09-01) paragraphs [0028]-[0029], fig. 9-10	13-14
P, X	WO 2023/013554 A1 (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORP.) 09 February 2023 (2023-02-09) paragraphs [0089]-[0103], [0125], fig. 22-26	1-3, 16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/044598

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2021-067691	A	30 April 2021	US 2021/0126030 A1 paragraphs [0033]-[0034], [0148]-[0152], fig. 2-3, 25-36 KR 10-2021-0048400 A CN 112701132 A	
JP	2019-184986	A	24 October 2019	US 2020/0266230 A1 paragraph [0016] KR 10-2020-0029572 A CN 111095561 A	
WO	2016/098640	A1	23 June 2016	US 2017/0366770 A1 paragraphs [0003], [0095], [0147], fig. 3-4, 26 CN 107004685 A KR 10-2017-0098809 A	
JP	2018-160779	A	11 October 2018	(Family: none)	
US	2016/0254300	A1	01 September 2016	(Family: none)	
WO	2023/013554	A1	09 February 2023	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 27/146(2006.01)i; H04N 25/70(2023.01)i; H04N 25/704(2023.01)i FI: H01L27/146 D; H01L27/146 A; H01L27/146 E; H04N25/70; H04N25/704		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H01L27/146; H04N25/70; H04N25/704		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2024年 日本国実用新案登録公報 1996-2024年 日本国登録実用新案公報 1994-2024年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2021-067691 A（三星電子株式会社）30.04.2021（2021-04-30） 段落[0031]-[0033], [0113]-[0117], 図2-3, 25-36	1-6, 13-16
A	全文, 全図	7-12
Y	JP 2019-184986 A（日本電信電話株式会社）24.10.2019（2019-10-24） 段落[0016]	1-6, 13-16
Y	WO 2016/098640 A1（ソニー株式会社）23.06.2016（2016-06-23） 段落[0002], [0041], [0085], 図3-4, 26	1-6, 13-16
Y	JP 2018-160779 A（キャノン株式会社）11.10.2018（2018-10-11） 段落[0020], [0039]-[0067], 図6-10	4-6, 15
A	全文, 全図	7-12
Y	US 2016/0254300 A1（DUAL APERTURE INTERNATIONAL CO., LTD.）01.09.2016 （2016-09-01） 段落[0028]-[0029], 図9-10	13-14
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 06.02.2024	国際調査報告の発送日 20.02.2024	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 小山 満 5F 2680 電話番号 03-3581-1101 内線 3516	

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
P, X	W0 2023/013554 A1 (ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社) 09.02.2023 (2023 - 02 - 09) 段落[0089]-[0103], [0125], 図22-26	1-3, 16

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/044598

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2021-067691	A	30.04.2021	US 2021/0126030 A1 段落[0033]-[0034], [0148]-[0152], 図2-3, 25-36 KR 10-2021-0048400 A CN 112701132 A	
JP	2019-184986	A	24.10.2019	US 2020/0266230 A1 段落[0016] KR 10-2020-0029572 A CN 111095561 A	
WO	2016/098640	A1	23.06.2016	US 2017/0366770 A1 段落[0003], [0095], [0147], 図3-4, 26 CN 107004685 A KR 10-2017-0098809 A	
JP	2018-160779	A	11.10.2018	(ファミリーなし)	
US	2016/0254300	A1	01.09.2016	(ファミリーなし)	
WO	2023/013554	A1	09.02.2023	(ファミリーなし)	