

(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7月25日(25.07.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/154646 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 27/146 (2006.01) *H04N 25/79* (2023.01)
H04N 25/70 (2023.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/000456
- (22) 国際出願日: 2024年1月11日(11.01.2024)
- (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 2023-006885 2023年1月19日(19.01.2023) 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

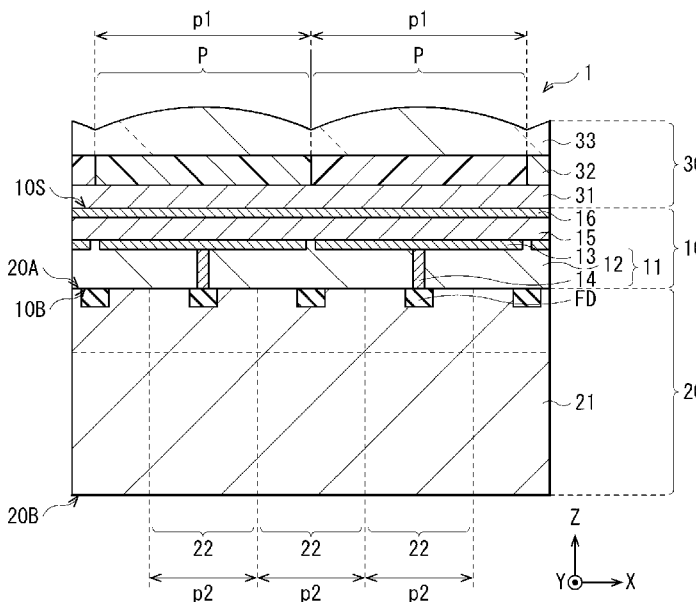
神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 Kanagawa (JP).

- (72) 発明者: 若野 壽史 (WAKANO, Toshifumi); 〒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). 井本 努(IMOTO, Tsutomu); 〒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: 弁理士法人つばさ国際特許事務所 (TSUBASA PATENT PROFESSIONAL CORPORATION); 〒1600022 東京都新宿区新宿1丁目15番9号 さわだビル3階 Tokyo (JP).

(54) Title: PHOTODETECTOR DEVICE AND METHOD FOR MANUFACTURING PHOTODETECTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 光検出装置および光検出装置の製造方法



(57) Abstract: A photodetector device according to one embodiment of the present disclosure comprises: a sensor substrate having a first surface that serves as a light-receiving surface and a second surface that is on the opposite side from the first surface, the sensor substrate having a pixel array obtained by positioning unit pixels in an array form at a first pitch, the unit pixels being composed of a plurality of pixels, or two or more pixels; and a circuit substrate stacked on the second surface of the sensor substrate, the circuit substrate having a plurality of reading circuits that are formed in an array

(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, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, 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))

form at a second pitch lower than the first pitch, and some of the plurality of reading circuits being electrically connected in a selective manner to each of the plurality of pixels in accordance with the first pitch.

(57) 要約: 本開示の一実施形態の光検出装置は、光入射面となる第1の面および第1の面とは反対側の第2の面を有し、複数の画素または2以上の画素からなるユニット画素が第1のピッチでアレイ状に配置されてなる画素アレイ部を有するセンサ基板と、センサ基板の第2の面に積層され、第1のピッチよりも小さな第2のピッチでアレイ状に形成された複数の読み出し回路を有し、複数の読み出し回路の一部が第1のピッチに応じて複数の画素それぞれと選択的に電氣的に接続されている回路基板とを備える。

明 細 書

発明の名称：光検出装置および光検出装置の製造方法

技術分野

[0001] 本開示は、光検出装置および光検出装置の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 例えば、特許文献1では、ＩＣチップ内の駆動回路のピッチが、光電変換素子の画素電極のピッチより小さく設計されたイメージセンサが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００７－５３２２４号公報

発明の概要

[0004] ところで光検出装置では、画素のレイアウトの自由度の向上が求められている。

[0005] 画素のレイアウトの自由度を向上させることが可能な光検出装置および光検出装置の製造方法を提供することが望ましい。

[0006] 本開示の一実施形態としての光検出装置は、光入射面となる第１の面および第１の面とは反対側の第２の面を有し、複数の画素または２以上の画素からなるユニット画素が第１のピッチでアレイ状に配置されてなる画素アレイ部を有するセンサ基板と、センサ基板の第２の面に積層され、第１のピッチよりも小さな第２のピッチでアレイ状に形成された複数の読み出し回路を有し、複数の読み出し回路の一部が第１のピッチに応じて複数の画素それぞれと選択的に電氣的に接続されている回路基板とを備えたものである。

[0007] 本開示の一実施形態としての光検出装置の製造方法は、回路基板に、第２のピッチで複数の読み出し回路をアレイ状に形成する工程と、回路基板上に第２のピッチよりも大きな第１のピッチで、複数の読み出し回路の一部と電氣的に接続される複数の画素または２以上の画素からなるユニット画素をア

レイ状に形成し、センサ基板を形成する工程とを含むものである。

[0008] 本開示の一実施形態としての光検出装置および一実施形態としての光検出装置の製造方法では、回路基板に形成される複数の読み出し回路を、センサ基板に設けられる複数の画素の画素ピッチまたは2以上の画素からなるユニット画素の繰り返し周期（第1のピッチ）よりも小さいピッチ（第2のピッチ）で形成するようにした。これにより、複数の画素のレイアウトに応じた読み出し回路のレイアウトの設計および製造が不要になる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、本開示の第1の実施の形態に係る光検出装置の機能の構成例を示すブロック図である。

[図2]図2は、図1に示した光検出装置の構成の一例を表す断面模式図である。

[図3]図3は、図1に示した単位画素の等価回路図である。

[図4]図4は、図3に示した単位画素および読み出し回路のレイアウトの一例を表す平面模式図である。

[図5]図5は、図3に示した単位画素および読み出し回路のレイアウトの他の例を表す平面模式図である。

[図6A]図6Aは、図1に示した光検出装置の構成の他の例を表す断面模式図である。

[図6B]図6Bは、図6Aに示した光検出装置における単位画素および読み出し回路のレイアウトの一例を表す平面模式図である。

[図7A]図7Aは、図1に示した光検出装置の構成の他の例を表す断面模式図である。

[図7B]図7Bは、図7Aに示した光検出装置における単位画素および読み出し回路のレイアウトの一例を表す平面模式図である。

[図8A]図8Aは、図1に示した光検出装置の製造方法の一例を説明するための断面模式図である。

[図8B]図8Bは、図8Aに続く工程を表す断面模式図である。

[図8C]図 8 C は、図 8 B に続く工程を表す断面模式図である。

[図8D]図 8 D は、図 8 C に続く工程を表す断面模式図である。

[図8E]図 8 E は、図 8 D に続く工程を表す断面模式図である。

[図8F]図 8 F は、図 8 E に続く工程を表す断面模式図である。

[図9]図 9 は、本開示の第 2 の実施の形態に係る光検出装置の構成の一例を表す平面模式図である。

[図10A]図 1 0 A は、図 9 に示した光検出装置の I V - I V 線に対応する断面模式図である。

[図10B]図 1 0 B は、図 9 に示した光検出装置の V - V 線に対応する断面模式図である。

[図11]図 1 1 は、本開示の第 3 の実施の形態に係る光検出装置の構成の一例を表す平面模式図である。

[図12]図 1 2 は、図 1 1 に示した光検出装置の V I - V I 線に対応する断面模式図である。

[図13]図 1 3 は、本開示の変形例 1 に係る単位画素の等価回路図の一例である。

[図14]図 1 4 は、本開示の変形例 1 に係る単位画素の等価回路図の他の例である。

[図15]図 1 5 は、本開示の第 4 の実施の形態に係る光検出装置の構成の一例を表す断面模式図である。

[図16]図 1 6 は、本開示の変形例 2 に係る光検出装置の構成およびセンサ基板と回路基板との接続の一例を表す断面模式図である。

[図17]図 1 7 は、本開示の変形例 2 に係る光検出装置の構成およびセンサ基板と回路基板との接続の他の例を表す断面模式図である。

[図18]図 1 8 は、本開示の変形例 2 に係る光検出装置の構成およびセンサ基板と回路基板との接続の他の例を表す断面模式図である。

[図19]図 1 9 は、本開示の変形例 2 に係る光検出装置の構成およびセンサ基板と回路基板との接続の他の例を表す断面模式図である。

[図20]図20は、電子機器の構成例を表すブロック図である。

[図21A]図21Aは、図1等にした光検出装置を用いた光検出システムの全体構成の一例を表す模式図である。

[図21B]図21Bは、図21Aにした光検出システムの回路構成の一例を表す図である。

[図22]図22は、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23]図23は、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。

[図24]図24は、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25]図25は、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。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本開示における一実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。以下の説明は本開示の一具体例であって、本開示は以下の態様に限定されるものではない。また、本開示は、各図に示す各構成要素の配置や寸法、寸法比等についても、それらに限定されるものではない。なお、説明する順序は、下記の通りである。

1. 第1の実施の形態

(所定のピッチでアレイ状に形成された複数の単位画素Pを有するセンサ基板と、複数の単位画素Pのピッチよりも小さなピッチでアレイ状に形成された複数の読み出し回路を有する回路基板とからなる光検出装置の例)

2. 第2の実施の形態 (高感度画素および高飽和画素を有する光検出装置の例)

3. 第3の実施の形態 (撮像画素および像面位相差画素を有する光検出装置の例)

4. 変形例1 (読み出し回路の他の例)

5. 第4の実施の形態（無機光電変換部を有する光検出装置の例）
6. 変形例2（光検出装置の他の例）
7. 適用例
8. 応用例

[0011] <1. 第1の実施の形態>

[光検出装置の全体構成]

図1は、本開示の第1の実施の形態に係る光検出装置（光検出装置1）の機能の構成の一例を示すブロック図である。

[0012] 光検出装置1は、例えばCMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）イメージセンサ等として用いられるものである。光検出装置1は、被写体からの光を受光して光電変換し、画像信号を生成することで画像を撮像するものである。

[0013] 光検出装置1は、例えば、画素アレイ部111、垂直駆動部112、カラム信号処理部113、データ格納部119、水平駆動部114、システム制御部115および信号処理部118を備えている。

[0014] 光検出装置1では、センサ基板10（後出）に画素アレイ部111が形成される。垂直駆動部112、カラム信号処理部113、データ格納部119、水平駆動部114、システム制御部115および信号処理部118等の周辺回路は、例えば、回路基板20（後出）に形成される。

[0015] 画素アレイ部111は、被写体から入射した光の量に応じた電荷を生成して蓄積する光電変換層15（後出）を含むセンサ画素（単位画素P）を複数有する。単位画素Pは、図1に示したように、例えば、横方向（行方向）および縦方向（列方向）のそれぞれに配列される。画素アレイ部111では、行方向に一系列に配列された単位画素Pからなる画素行毎に、画素駆動線116が行方向に沿って配線され、列方向に一系列に配列された単位画素Pからなる画素列毎に、垂直信号線117（VSL）が列方向に沿って配線されている。

[0016] 垂直駆動部112は、シフトレジスタやアドレスデコーダ等からなる。垂

直駆動部 112 は、複数の画素駆動線 116 を介して複数の単位画素 P に対し信号等をそれぞれ供給することにより、画素アレイ部 111 における複数の単位画素 P の全てを同時に駆動させ、または画素行単位で駆動させる。

[0017] 垂直駆動部 112 によって選択走査された画素行の各単位画素 P から出力される信号は、VSL 117 の各々を通してカラム信号処理部 113 に供給されるようになっている。カラム信号処理部 113 は、画素アレイ部 111 の画素列毎に、選択行の各単位画素から VSL 117 を通して出力される信号に対して所定の信号処理を行うと共に、信号処理後の画素信号を一時的に保持するようになっている。

[0018] 具体的には、カラム信号処理部 113 は、例えばシフトレジスタやアドレスデコーダ等からなり、ノイズ除去処理、相関二重サンプリング処理、アナログ画素信号の A/D (Analog/Digital) 変換 A/D 変換処理等を行い、デジタル画素信号を生成する。カラム信号処理部 113 は、生成した画素信号を信号処理部 118 に供給する。

[0019] 水平駆動部 114 は、シフトレジスタやアドレスデコーダ等によって構成され、カラム信号処理部 113 の画素列に対応する単位回路を順番に選択するようになっている。この水平駆動部 114 による選択走査により、カラム信号処理部 113 において単位回路毎に信号処理された画素信号が順番に信号処理部 118 に出力されるようになっている。

[0020] システム制御部 115 は、各種のタイミング信号を生成するタイミングジェネレータ等からなる。システム制御部 115 は、タイミングジェネレータで生成されたタイミング信号に基づいて、垂直駆動部 112、カラム信号処理部 113 および水平駆動部 114 の駆動制御を行なうものである。

[0021] 信号処理部 118 は、必要に応じてデータ格納部 119 にデータを一時的に格納しながら、カラム信号処理部 113 から供給された画素信号に対して演算処理等の信号処理を行ない、各画素信号からなる画像信号を出力するものである。

[0022] データ格納部 119 は、信号処理部 118 での信号処理にあたり、その信

号処理に必要なデータを一時的に格納するようになっている。

[0023] [単位画素の回路構成]

図2は、図1に示した光検出装置1の単位画素Pの読み出し回路22（後出）の一例を表したものである。単位画素Pは、例えば、図2に示したように、画素電極13（後出）と接続されたフローティングディフュージョンFDと、リセットトランジスタTR_{rst}と、増幅トランジスタTR_{amp}と、選択トランジスタTR_{sel}とを有している。

[0024] フローティングディフュージョンFDは、リセットトランジスタTR_{rst}と増幅トランジスタTR_{AMP}との間に接続されている。フローティングディフュージョンFDは、画素電極13から貫通電極14を介して転送される信号電荷を電圧信号に電荷電圧変換して、増幅トランジスタTR_{amp}に出力する。

[0025] リセットトランジスタTR_{rst}は、フローティングディフュージョンFDと電源線VRSTとの間に接続されている。リセットトランジスタTR_{rst}のゲート電極はリセット線RSTに接続されており、駆動信号RST_{sig}が印加される。この駆動信号RST_{sig}がアクティブ状態になると、リセットトランジスタTR_{rst}のリセットゲートが導通状態となり、フローティングディフュージョンFDの電位が電源線VRSTのレベルにリセットされる。

[0026] 増幅トランジスタTR_{amp}は、そのゲート電極がフローティングディフュージョンFDに、ドレイン電極が電源線VDDにそれぞれ接続されており、フローティングディフュージョンFDが保持している電圧信号の読み出し回路、所謂ソースフォロア回路の入力部となる。即ち、増幅トランジスタTR_{amp}は、そのソース電極が選択トランジスタTR_{sel}を介して垂直信号線VSLに接続されることで、垂直信号線VSLの一端に接続される定電流源とソースフォロア回路を構成する。

[0027] 選択トランジスタTR_{sel}は、増幅トランジスタTR_{amp}のソース電極と、垂直信号線VSLとの間に接続される。選択トランジスタTR_{sel}

のゲート電極は選択線SELに接続されており、駆動信号SELsigが印加される。この駆動信号SELsigがアクティブ状態になると、選択トランジスタTRselが導通状態となり、単位画素Pが選択状態となる。これにより、増幅トランジスタTRampから出力される読み出し信号（画素信号）が、選択トランジスタTRselを介して、垂直信号線VSLに出力される。

[0028] [光検出装置の詳細な構成]

図3は、図1に示した光検出装置1の断面構成の一例を模式的に表したものである。図4は、図1に示した光検出装置1の平面構成の一例を模式的に表したものである。なお、図3は、図4に示したI-I線に対応する断面を表している。光検出装置1は、センサ基板10と回路基板20とが積層された構造を有する。センサ基板10は、複数の単位画素Pが、例えば、行方向および列方向にアレイ状に配置されてなる画素アレイ部111を有する。センサ基板10は、光入射面となる第1面10Aと、第1面10Aとは反対側の第2面10Bとを有し、回路基板20は、第2面10Bに積層されている。

[0029] センサ基板10は、例えば、画素電極層11と、光電変換層15と、対向電極16とが、第2面10B側からこの順に積層されている。

[0030] 画素電極層11は、回路基板20との接合面を形成する層間絶縁層12と、単位画素P毎に設けられた複数の画素電極13と、画素電極13と読み出し回路22のフローティングディシュージョンFDとを電氣的に接続する複数の貫通電極14とを有する。

[0031] 層間絶縁層12は、例えば、酸化シリコン、窒化シリコンおよび酸窒化シリコン(SiON)等のうちの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ている。

[0032] 複数の画素電極13は、例えば、光透過性を有する導電膜により構成されている。複数の画素電極13の構成材料としては、例えば、ドーパントとしてスズ(Sn)を添加した In_2O_3 であるインジウム錫酸化物(ITO)が

挙げられる。そのITO薄膜の結晶性は、結晶性が高くても、低く（アモルファスに近づく）てもよい。複数の画素電極13の構成材料としては、上記以外にも、ドーパントを添加した酸化スズ（ SnO_2 ）系材料例えば、ドーパントとしてSbを添加したATO、ドーパントとしてフッ素を添加したFTOが挙げられる。また、酸化亜鉛（ ZnO ）あるいはドーパントを添加してなる酸化亜鉛系材料を用いてもよい。ZnO系材料としては、例えば、ドーパントとしてアルミニウム（Al）を添加したアルミニウム亜鉛酸化物（AZO）、ガリウム（Ga）を添加したガリウム亜鉛酸化物（GZO）、ホウ素（B）を添加したホウ素亜鉛酸化物およびインジウム（In）を添加したインジウム亜鉛酸化物（IZO）が挙げられる。更に、ドーパントとしてインジウムとガリウムを添加した亜鉛酸化物（IGZO, In-GaZnO_4 ）を用いてもよい。加えて、複数の画素電極13の構成材料としては、CuI、 InSbO_4 、 ZnMgO 、 CuInO_2 、 MgIn_2O_4 、CdO、 ZnSnO_3 または TiO_2 等を用いてもよいし、スピネル形酸化物や YbFe_2O_4 構造を有する酸化物を用いてもよい。

[0033] また、複数の画素電極13に光透過性が不要である場合には、単金属または合金を用いることができる。具体的には、アルカリ金属（例えば、リチウム（Li）、ナトリウム（Na）およびカリウム（K）等）およびそのフッ化物または酸化物、アルカリ土類金属（例えば、マグネシウム（Mg）およびカルシウム（Ca）等）およびそのフッ化物または酸化物が挙げられる。この他、アルミニウム（Al）、Al-Si-Cu合金、亜鉛（Zn）、錫（Sn）、タリウム（Tl）、Na-K合金、Al-Li合金、Mg-Ag合金、Inおよびイッテリビウム（Yb）等の希土類金属、または、それらの合金が挙げられる。

[0034] 更に、複数の画素電極13を構成する材料としては、白金（Pt）、金（Au）、パラジウム（Pd）、クロム（Cr）、ニッケル（Ni）、アルミニウム（Al）、銀（Ag）、タンタル（Ta）、タングステン（W）、銅（Cu）、チタン（Ti）、インジウム（In）、錫（Sn）、鉄（Fe）

、コバルト（C o）およびモリブデン（M o）等の金属、または、それらの金属元素を含む合金、あるいは、それらの金属からなる導電性粒子、それらの金属を含む合金の導電性粒子、不純物を含有したポリシリコン、炭素系材料、酸化物半導体、カーボン・ナノ・チューブ、グラフェン等の導電性物質が挙げられる。この他、複数の画素電極 1 3 を構成する材料としては、ポリ（3，4－エチレンジオキシチオフェン）／ポリスチレンスルホン酸〔P E D O T／P S S〕といった有機材料（導電性高分子）が挙げられる。また、上記材料をバインダー（高分子）に混合してペーストまたはインクとしたものを硬化させ、電極として用いてもよい。

[0035] 貫通電極 1 4 は、例えば、アルミニウム（A l）、銅（C u）またはタングステン（W）等を用いて形成されている。

[0036] 光電変換層 1 5 は、光エネルギーを電気エネルギーに変換するものであり、少なくとも可視光領域から近赤外領域に含まれる所定の波長を、例えば 6 0 % 以上吸収して電荷分離するものである。光電変換層 1 5 は、例えば、4 0 0 n m 以上 1 3 0 0 n m 未満の可視光領域および近赤外光領域の一部または全ての波長の光を吸収する。

[0037] 光電変換層 1 5 は、例えば、p 型半導体または n 型半導体として機能する有機材料を 2 種以上含んで構成されており、層内に、p 型半導体と n 型半導体との接合面（p／n 接合面）を有している。この他、光電変換層 1 5 は、p 型半導体からなる層（p 型半導体層）と n 型半導体からなる層（n 型半導体層）との積層構造（p 型半導体層／n 型半導体層）や、p 型半導体層と、p 型半導体と n 型半導体との混合層（バルクヘテロ層）との積層構造（p 型半導体層／バルクヘテロ層）、あるいは、n 型半導体層とバルクヘテロ層との積層構造（n 型半導体層／バルクヘテロ層）としてもよい。また、p 型半導体と n 型半導体との混合層（バルクヘテロ層）のみで形成してもよい。

[0038] p 型半導体は、相対的に電子供与体として機能する正孔輸送材料であり、n 型半導体は、相対的に電子受容体として機能する電子輸送材料である。光電変換層 1 5 は、光を吸収した際に生じる励起子（電子正孔対）が電子と正

孔とに分離する場を提供するものであり、具体的には、電子正孔対は、電子供与体と電子受容体との界面（ p/n 接合面）において電子と正孔とに分離する。

[0039] 光電変換層 15 は、 p 型半導体および n 型半導体の他に、さらに、所定の波長域の光を吸収する一方、他の波長域の光を透過させる有機材料、所謂色素材料を含んで構成されていてもよい。光電変換層 15 を p 型半導体、 n 型半導体および色素材料の 3 種類の有機材料を用いて形成する場合には、 p 型半導体および n 型半導体は、可視光領域において光透過性を有する材料であることが好ましい。これにより、光電変換層 15 では、色素材料が吸収する波長域の光が選択的に光電変換させるようになる。

[0040] 対向電極 16 は、複数の画素電極 13 と同様に、例えば、光透過性を有する導電膜により構成されている。対向電極 16 の構成材料としては、例えば、ドーパントとしてスズ（ Sn ）を添加した In_2O_3 であるインジウム錫酸化物（ ITO ）が挙げられる。その ITO 薄膜の結晶性は、結晶性が高くても、低く（アモルファスに近づく）てもよい。対向電極 16 の構成材料としては、上記以外にも、ドーパントを添加した酸化スズ（ SnO_2 ）系材料例えば、ドーパントとして Sb を添加した ATO 、ドーパントとしてフッ素を添加した FTO が挙げられる。また、酸化亜鉛（ ZnO ）あるいはドーパントを添加してなる酸化亜鉛系材料を用いてもよい。 ZnO 系材料としては、例えば、ドーパントとしてアルミニウム（ Al ）を添加したアルミニウム亜鉛酸化物（ AZO ）、ガリウム（ Ga ）を添加したガリウム亜鉛酸化物（ GZO ）、ホウ素（ B ）を添加したホウ素亜鉛酸化物およびインジウム（ In ）を添加したインジウム亜鉛酸化物（ IZO ）が挙げられる。さらにドーパントとしてインジウムとガリウムを添加した亜鉛酸化物（ $IGZO$, $In-GaZnO_4$ ）を用いてもよい。加えて、対向電極 16 の構成材料としては、 CuI 、 $InSbO_4$ 、 $ZnMgO$ 、 $CuInO_2$ 、 $MgIn_2O_4$ 、 CdO 、 $ZnSnO_3$ または TiO_2 等を用いてもよいし、スピネル形酸化物や $YbFe_2O_4$ 構造を有する酸化物を用いてもよい。

[0041] 回路基板20は、センサ基板10の第2面10Bと対向する第1面20Aと、第1面20Aとは反対側の第2面20Bとを有する。回路基板20は、複数の回路が第1面20A側の表面に形成された、例えば、シリコン(Si)からなる半導体基板21を有する。具体的には、半導体基板21の表面には、上記のように、垂直駆動部112、カラム信号処理部113、データ格納部119、水平駆動部114、システム制御部115および信号処理部118等の周辺回路が、例えば、平面視において画素アレイ部111の周囲に設けられている。半導体基板21の、平面視において画素アレイ部111と重畳する領域には、上述した読み出し回路22が、例えば、行方向および列方向にアレイ状に形成されている。

[0042] センサ基板10の第1面10A側には、例えば、保護層31およびカラーフィルタ層32を介して集光レンズ33が、例えば単位画素P毎に設けられている。

[0043] カラーフィルタ層32は、所定の波長帯域の光を選択的に透過するものである。例えば、赤色光(R)、緑色光(G)および青色光(B)を選択的に透過させるカラーフィルタ層32が、それぞれ、単位画素P毎に設けられている。具体的には、2行×2列で配置された4つの単位画素Pをユニット画素Uとして、緑色光(G)を選択的に透過させるカラーフィルタが対角線上に2つ配置され、赤色光(R)および青色光(B)を選択的に透過させるカラーフィルタが、直交する対角線上に1つずつ配置されている。各カラーフィルタが設けられた単位画素では、それぞれ、対応する色光が検出されるようになっている。即ち、画素アレイ部111では、それぞれ、赤色光(R)、緑色光(G)および青色光(B)を検出する単位画素P_r、P_g、P_bが、ベイヤ状に配置されている。

[0044] 集光レンズ33は、その上方から入射した光を光電変換層15へ集光させるものであり、例えば、酸化シリコン(SiO_x)等を用いて形成されている。

[0045] 光検出装置1では、センサ基板10において画素アレイ部111を構成す

る複数の単位画素Pと、回路基板20に形成された複数の読み出し回路22とは、互いに異なるピッチを有する。具体的には、X軸方向およびY軸方向に並ぶ複数の読み出し回路22のピッチ p_2 は、同様にX軸方向およびY軸方向に並ぶ複数の単位画素Pのピッチ p_1 よりも小さい($p_1 > p_2$)。そのため、光検出装置1では、回路基板20にアレイ状に形成された複数の読み出し回路22の一部が選択的に単位画素P毎に形成された画素電極13と電氣的に接続されている。

[0046] 例えば、読み出し回路22のピッチ p_2 は、複数の単位画素Pのピッチ p_1 の $1/2$ となっている。そのため、回路基板20にアレイ状に形成された複数の読み出し回路22は1つおきに、単位画素P毎に形成された画素電極13と貫通電極14を介して電氣的に接続されている。

[0047] このように、回路基板20にアレイ状に形成された複数の読み出し回路22の一部が選択的に単位画素P毎に形成された画素電極13と電氣的に接続されている光検出装置1では、垂直駆動部112は、システム制御部115の制御により間引き走査を行い、画素電極13と読み出し回路22との接続がなされている画素行にのみ、選択的に駆動信号を出力する。カラム信号処理部113は、システム制御部115の制御により、画素電極13と読み出し回路22との接続がなされている画素列のVSL信号のみを処理し、その他の画素列の回路は処理を行わないことにより消費電力を削減する。

[0048] 画素電極13と接続されるフローティングディフュージョンFDおよびその画素電極13とフローティングディフュージョンFDとを接続する貫通電極14は、例えば、図4に示したように、平面視において、単位画素Pの略重心に配置することが好ましい。具体的には、例えば、本実施の形態の光検出装置1では、フローティングディフュージョンFDおよび貫通電極14は、平面視において、集光レンズ33によって入射光が集光される位置にできるだけ近づけて配置することが好ましい。これにより、光電変換によって生成された電荷キャリアが、最短距離で貫通電極14に収集されるので、画素電極13の電気抵抗に起因する信号電流の減衰や遅延が最小化される。

[0049] なお、フローティングディフュージョンFDおよび貫通電極14の位置はこれに限定されるものではなく、例えば、図5に示したように、例えば、矩形形状を有する単位画素Pの左隅に配置されていてもよい。

[0050] また、図3～図5では、2行×2列に配置された4つの読み出し回路22に対して1つの単位画素Pが配置される例を示したが、これに限定されるものではない。図6Aは、図1に示した光検出装置1の断面構成の他の例（光検出装置1A）を模式的に表したものである。図6Bは、図6Aに示した光検出装置1Aの平面構成の一例を模式的に表したものである。なお、図6Aは、図6Bに示したI-I'-I-I'線に対応する断面を表している。例えば、光検出装置1Aのように、3行×3列に配置された9つの読み出し回路22に対して1つの単位画素Pが配置されていてもよい。その場合、回路基板20にアレイ状に形成された複数の読み出し回路22は2つおきに、単位画素P毎に形成された画素電極13と貫通電極14を介して電氣的に接続される。

[0051] 図7Aは、図1に示した光検出装置1の断面構成の他の例（光検出装置1A）を模式的に表したものである。図7Bは、図7Aに示した光検出装置1Aの平面構成の一例を模式的に表したものである。なお、図7Aは、図7Bに示したI-I'-I-I'線に対応する断面を表している。あるいは、光検出装置1Bのように、1つの読み出し回路22に対して1つの単位画素Pが配置されていてもよい。

[0052] 即ち、詳細は後述するが、画素アレイ部111を形成する複数の単位画素Pのピッチ p_1 よりも小さなピッチ p_2 で複数の読み出し回路22が形成された回路基板20を製造することにより、1つの回路基板20で、様々な画素サイズを有するセンサ基板10に対応することができる。これにより、単位画素Pの寸法および構成毎に回路基板20を設計および製造することが不要となるため、コストを削減することができる。

[0053] [光検出装置の製造方法]

光検出装置1は、例えば、次のようにして形成することができる。

[0054] まず、図8Aに示したように、一般的な方法を用いて半導体基板21の表

面に、フローティングディフュージョンFDを含む複数の読み出し回路22がアレイ状に形成された半導体基板21を有する回路基板20を形成する。

[0055] 次に、図8Bに示したように、例えば、化学気相成長(CVD)法、スパッタリングまたは原子層蒸着(ALD)法等を用いて回路基板20上に層間絶縁層12を形成する。

[0056] 続いて、図8Cに示したように、フォトリソグラフィ技術およびエッチング等を用いて層間絶縁層12に開口を形成した後、例えば、CVD法、スパッタリングまたはALD法等を用いて開口内に金属膜を埋め込んだ後、CMP (Chemical Mechanical Polishing) 法を用いて層間絶縁層12上に成膜された金属膜の除去および層間絶縁層12の表面を平坦化し、貫通電極14を形成する。

[0057] 次に、図8Dに示したように、例えば、スパッタリング法を用いて、層間絶縁層12上に金属膜を成膜した後、フォトリソグラフィ技術およびエッチング等を用いて金属膜をパターニングする。これにより、回路基板20に設けられた複数の読み出し回路22の一部と選択的に電氣的に接続される複数の画素電極13が形成される。

[0058] 続いて、図8Eに示したように、画素電極層11上に、例えば、真空蒸着法を用いて光電変換層15を形成した後、例えば、スパッタリング法を用いて対向電極16を形成する。

[0059] 次に、図8Fに示したように、例えば、CVD法、スパッタリングまたはALD法等を用いて保護層31を形成した後、例えば、フォトリソグラフィ技術を用いてカラーフィルタ層32を形成する。その後、カラーフィルタ層32上にフォトリソグラフィ技術およびエッチングを用いて、単位画素P毎に集光レンズ33を形成する。以上により、図3に示した光検出装置1が完成する。

[0060] [作用・効果]

本実施の形態の光検出装置1では、回路基板20に形成される複数の読み出し回路22を、センサ基板10に設けられる複数の単位画素Pのピッチp

1よりも小さいピッチ p_2 で形成するようにした。これにより、画素アレイ部111を形成する複数の単位画素Pのレイアウトに応じた読み出し回路22のレイアウトの設計が不要になる。以下、これについて説明する。

[0061] シリコン(Si)を光電変換に用いるCISに代表されるイメージセンサや測距センサにおいて、画素を駆動し、画素信号の読み出しを行う読み出し回路は、一般に、画素寸法や画素の繰り返し単位(ユニット画素)の構成毎に個別に設計される。そのため、画素寸法やユニット画素構成の変更は、コスト増加の大きな原因の1つとなっていた。

[0062] これに対して、本実施の形態では、センサ基板10に設けられる複数の単位画素Pのピッチ p_1 よりも小さなピッチ p_2 で複数の読み出し回路22がアレイ状に形成された回路基板20を設け、そのアレイ状に形成された複数の読み出し回路22の一部がセンサ基板10側の複数の単位画素Pのピッチ p_1 に応じて選択的に電氣的に接続されるようにした。これにより、画素アレイ部111を形成する複数の単位画素Pのレイアウトに応じた読み出し回路22のレイアウトの設計が不要になる。

[0063] 以上により、本実施の形態の光検出装置1では、画素レイアウトの自由度を向上させることが可能となる。

[0064] また、本実施の形態の光検出装置1では、画素寸法やユニット画素の構成が変わるたびにセンサ基板の再設計および製造が不要となるため、例えば、1つのイメージセンサを開発するために要する期間および費用を削減することが可能となる。

[0065] 次に、第2～第4の実施の形態および本開示の変形例1, 2について説明する。以下では、上記第1の実施の形態と同様の構成要素については同一の符号を付し、適宜その説明を省略する。

[0066] <2. 第2の実施の形態>

図9は、本開示の第2の実施の形態に係る光検出装置(光検出装置2)平面構成の一例を模式的に表したものである。図10Aは、図9に示したIV-IV線に対応する光検出装置2の断面構成の一例を模式的に表したもので

ある。図10Bは、図9に示したV-V線に対応する光検出装置2の断面構成の一例を模式的に表したものである。

[0067] 光検出装置2は、例えば、所謂グローバルシャッタ方式のイメージセンサである。光検出装置2は、被写体からの光を受光して光電変換し、画像信号を生成することで画像を撮像するものである。

[0068] グローバルシャッタ方式とは、基本的には全画素同時に露光を開始し、全画素同時に露光を終了するグローバル露光を行う方式である。ここで、全画素とは、画像に現れる部分の画素の全てということであり、ダミー画素等は除外される。また、時間差や画像の歪みが問題にならない程度に十分小さければ、全画素同時ではなく、複数行（例えば、数十行）単位でグローバル露光を行いながら、グローバル露光を行う領域を移動する方式もグローバルシャッタ方式に含まれる。また、画像に表れる部分の画素の全てでなく、所定領域の画素に対してグローバル露光を行う方式もグローバルシャッタ方式に含まれる。

[0069] 光検出装置2は、互いに感度が異なる2つの単位画素P1，P2を有している。

[0070] 単位画素P1は、単位画素P2よりも単位時間あたりに変換する電荷の量が大きな、所謂高感度画素であり、単位画素P2よりも受光面積が大きな受光面積を有する。単位画素P1では、フローティングディフュージョンFDの静電容量を小さく設計することにより、電荷量から電圧への変換効率を高めており、低ノイズとなっている。これにより、単位画素P1は、低照度時にS/N比を確保することができ、良好な画質を得ることができる。

[0071] 単位画素P2は、単位画素P1よりも単位時間あたりに変換する電荷の量が小さな、所謂高飽和画素であり、単位画素P1よりも受光面積が小さい。単位画素P2では、フローティングディフュージョンFDの静電容量を大きく設計することにより、高い飽和電荷量を与えており、白飛びしにくくなっている。これにより、単位画素P2は、高照度時に白飛びを回避でき、良好な画質を得ることができる。

[0072] センサ基板 10 では、1つの単位画素 P1 と、1つの単位画素 P2 とでユニット画素 U を形成している。具体的には、例えば、単位画素 P1 は、単位画素 P2 の3倍の面積を有し、例えば、図9に示したように、矩形形状を有する単位画素 P2 の隣り合う2辺に沿って L 字状の単位画素 P1 が配置されることで、矩形状のユニット画素 U を形成している。センサ基板 10 では、この複数のユニット画素 U が、例えば、行方向および列方向にアレイ状に配置されることにより画素アレイ部 111 を形成している。

[0073] 光検出装置 2 では、センサ基板 10 において画素アレイ部 111 を構成する複数のユニット画素 U と、回路基板 20 に形成された複数の読み出し回路 22 とは、互いに異なるピッチを有する。具体的には、X 軸方向に並ぶ複数の読み出し回路 22 のピッチ p_2 は、同様に X 軸方向に並ぶ複数のユニット画素 U のピッチ p_1 よりも小さい ($p_1 > p_2$)。そのため、光検出装置 2 では、回路基板 20 にアレイ状に形成された複数の読み出し回路 22 のうちの一部が選択的に、単位画素 P1, P2 毎に形成された画素電極 13 と電氣的に接続されている。

[0074] 例えば、読み出し回路 22 のピッチ p_2 は、複数の単位画素 P のピッチ p_1 の $1/2$ となっている。そのため、回路基板 20 にアレイ状に形成された複数の読み出し回路 22 は1つおきに、単位画素 P1, P2 毎に形成された画素電極 13 と、単位画素 P1, P2 のそれぞれの略重心において貫通電極 14 を介して電氣的に接続されている。

[0075] 光検出装置 2 では、垂直駆動部 112 は、システム制御部 115 の制御により、単位画素 P1 より前に単位画素 P1 のフローティングディフュージョン FD をリセットし、信号電荷を蓄積する。その後、逐次読み出しにより、1行ずつ、単位画素 P1 および単位画素 P2 の画素信号を交互に読み出す。カラム信号処理部 113 は、システム制御部 115 の制御により、単位画素 P1 および単位画素 P2 の画素信号を AD 変換し、信号処理部 118 に転送する。信号処理部 118 は、単位画素 P1 および単位画素 P2 の画素信号を所定の演算を行って合成することにより、AD 変換器のダイナミックレンジ

よりも大きなダイナミックレンジの画素信号を生成する。

[0076] このように、本実施の形態では、ユニット画素Uのピッチ p_1 よりも小さなピッチ p_2 で複数の読み出し回路22がアレイ状に形成された回路基板20をセンサ基板10に積層し、そのアレイ状に形成された複数の読み出し回路22の一部がセンサ基板10側の複数のユニット画素Uのピッチ p_1 に応じて選択的に電氣的に接続されるようにした。これにより、画素アレイ部111を形成する複数の単位画素Pのレイアウトに応じた読み出し回路のレイアウトの設計が不要になるため、画素レイアウトの自由度を向上させることが可能となる。

[0077] また、画素寸法やユニット画素の構成が変わるたびにセンサ基板の再設計および製造が不要となるため、例えば、1つのイメージセンサを開発するために要する期間および費用を削減することが可能となる。

[0078] <3. 第3の実施の形態>

図11は、本開示の第3の実施の形態に係る光検出装置（光検出装置3）平面構成の一例を模式的に表したものである。図12は、図11に示したV-V'線に対応する光検出装置3の断面構成の一例を模式的に表したものである。

[0079] 光検出装置3は、画素アレイ部111を形成する複数の単位画素Pとして、撮像素素と像面位相差画素とを含むものである。撮像素素は、撮像レンズによって結像された被写体像を光電変換層15において光電変換して画像生成用の信号を生成するものである。像面位相差画素は、撮像レンズの瞳領域を分割し、分割された瞳領域からの被写体像を光電変換して位相差検出用の信号を生成するものである。

[0080] 像面位相差画素は、例えば、集光レンズ33の左右に分割された画素PA、PBを有する。画素PA、PBには、それぞれ、画素電極13が形成されている。像面位相差画素では、画素PAおよび画素PBに入射した光は、光電変換層15において光電変換される。画素PAおよび画素PBにおいて光電変換された信号電荷量は、それぞれの画素電極13に接続された貫通電極

14を介してフローティングディフュージョンFDに転送される。像面位相差画素では、信号処理部118において、画素PA、PBそれぞれの信号電荷から画像を生成し、両者を比較することにより測距を行う。

[0081] 光検出装置3では、垂直駆動部112は、システム制御部115の制御により間引き走査を行い、最初のフレームにおいて像面位相差画素を有する画素行のみに、選択的に駆動信号を出力する。カラム信号処理部113は、システム制御部115の制御により、像面位相差画素を有する画素列のVSL信号のみを処理し、信号処理部118に送信する。信号処理部118は、像面位相差画素の信号から測距を行い、カメラシステム（図示せず）に測距データを送信する。カメラシステムは、測距データに基づき、カメラレンズの焦点距離を調整し、被写体に焦点を合わせる。垂直駆動部112は、システム制御部115の制御により、再度、間引き走査を行い、撮像画素を有する画素行のみに駆動信号を出力する。カラム信号処理部113は、システム制御部115の制御により、撮像画素を有する画素列のVSL信号を処理し、信号処理部118に送信する。

[0082] なお、光検出装置3では、像面位相差画素の信号は、左右の信号を加算して、他の撮像画素の信号として扱ってもよいし、像面位相差画素の信号は用いずに、他の撮像画素の信号のみを用いて被写体の画像を生成するようにしてもよい。

[0083] このように、本実施の形態では、像面位相差画素を含む単位画素Pのピッチ p_1 よりも小さなピッチ p_2 で複数の読み出し回路22がアレイ状に形成された回路基板20をセンサ基板10に積層し、そのアレイ状に形成された複数の読み出し回路22の一部がセンサ基板10側の複数の単位画素Pのピッチ p_1 に応じて選択的に電氣的に接続されるようにした。これにより、画素アレイ部111を形成する複数の単位画素Pのレイアウトに応じた読み出し回路のレイアウトの設計が不要になるため、画素レイアウトの自由度を向上させることが可能となる。

[0084] また、画素寸法やユニット画素の構成が変わるたびにセンサ基板の再設計

および製造が不要となるため、例えば、1つのイメージセンサを開発するために要する期間および費用を削減することが可能となる。

[0085] <4. 変形例1>

図13は、本開示の変形例1に係る読み出し回路22の構成の一例を表したものである。

[0086] 読み出し回路22は、フローティングディフュージョンFDとリセットトランジスタTR_{rst}（リセットトランジスタTR_{rst1}）との間に、2つ目のリセットトランジスタTR_{rst2}を有していてもよい。リセットトランジスタTR_{rst2}のソースは、フローティングディフュージョンFDに接続されており、ドレインはリセットトランジスタTR_{rst1}のソースに接続されている。リセットトランジスタTR_{rst2}のゲート電極は、垂直駆動部112から出力されるRST2信号線に接続されている。

[0087] 本変形例の読み出し回路22では、高照度時は、蓄積期間中、リセットトランジスタTR_{rst2}を常時オンすることにより、FD容量が増加し、低い変換効率が得られるようになる。一方、低照度時は、蓄積期間中、リセットトランジスタTR_{rst2}を常時オフすることにより、FD容量が減少し、高い変換効率が得られるようになる。

[0088] このように、変換効率可変手段として2つ目のリセットトランジスタTR_{rst2}を設けることにより、上記第2の実施の形態の光検出装置2のように、受光面積が大きな高感度画素（単位画素P1）と受光面積が小さな低感度画素（単位画素P2）が混在する場合にも、白飛びや黒潰れが抑制される。また、S/N比を改善することができる。

[0089] 図14は、本開示の変形例1に係る読み出し回路22の構成の他の例を表したものである。

[0090] 読み出し回路22は、隣り合うフローティングディフュージョンFDとフローティングディフュージョンFDとの間に、FDCトランジスタTR_{fdc}を有していてもよい。FDCトランジスタTR_{fdc}は、自画素のフローティングディフュージョンFDに接続され、ソースは隣接画素のフローティ

ングディフュージョンFDとの接続配線に接続されている。ゲート電極は、垂直駆動部112から出力されるFDON信号線に接続されている。

[0091] 例えば、図7Aおよび図7Bに示した光検出装置1Bのように、1つの読み出し回路に対して1つの単位画素Pが配置される場合には、FDCトランジスタTRfdcを常時オフしておくことにより、隣接画素のフローティングディフュージョンFDとの接続は切断される。図3および図4に示した光検出装置1のように、2行×2列に配置された4つの読み出し回路に対して1つの単位画素Pが配置される場合には、FDCトランジスタTRfdcを常時オンしておくことで、自画素と隣接画素とのフローティングディフュージョンFDが接続され、FD容量が増加する。これにより、1画素で取り扱える信号電荷量が増大し、白飛びや黒潰れを回避することができる。

[0092] このように、複数の単位画素PそれぞれのフローティングディフュージョンFDを電氣的に接続する手段として、隣り合うフローティングディフュージョンFDとフローティングディフュージョンFDとの間にFDCトランジスタTRfdcを設けることにより、実効的なFD容量が増大するため、図6Aおよび図6Bに示した光検出装置1Aのように、受光面積が大きな高感度画素を構成する場合においても、FD容量が信号電荷で飽和してしまう問題を回避することができる。

[0093] <5. 第4の実施の形態>

図15は、本開示の第4の実施の形態に係る光検出装置（光検出装置4）平面構成の一例を模式的に表したものである。光検出装置4は、例えば、所謂裏面照射型のイメージセンサである。

[0094] 光検出装置4は、センサ基板40と回路基板20とが積層された構造を有する。センサ基板40は、複数の単位画素Pが、例えば、行方向および列方向にアレイ状に配置されてなる画素アレイ部111を有する。センサ基板40は、光入射面となる第1面40Aと、第1面40Aとは反対側の第2面40Bとを有し、回路基板20は、第2面10Bに積層されている。

[0095] センサ基板40は、半導体基板41と、単位画素P毎に半導体基板41に

埋め込み形成された光電変換領域 4 2 と、隣り合う単位画素 P の間に設けられた素子分離部 4 3 と、コンタクト領域 4 4 とを有する。

[0096] 半導体基板 4 1 は、例えば、シリコン (Si) 基板で構成されている。

[0097] 光電変換領域 4 2 は、例えば P I N (Positive Intrinsic Negative) 型のフォトダイオード (PD) であり、半導体基板 4 1 の所定領域に p n 接合を有している。

[0098] 素子分離部 4 3 は、隣り合う単位画素 P の間に設けられている。換言すると、素子分離部 4 3 は単位画素 P の周囲に設けられており、画素アレイ部 1 1 1 において格子状に設けられている。素子分離部 4 3 は、隣り合う単位画素 P を電氣的、且つ、光学的に分離するためのものであり、例えば、半導体基板 4 1 を厚み方向 (Z 軸方向) に延伸している。素子分離部 4 3 は、例えば、p 型の不純物を拡散することが形成することができる。この他、素子分離部 4 3 は、例えば、絶縁層を埋め込んだ S T I (Shallow Trench Isolation) 構造や F F T I (Full Trench Isolation) 構造としてもよい。また、S T I 構造内および F F T I 構造内には、エアギャップを形成するようにしてもよい。

[0099] コンタクト領域 4 4 は、光電変換領域 4 2 と読み出し回路 2 2 のフローティングディシージョン FD とを電氣的に接続する複数の貫通電極 1 4 が接続される部位であり、例えば、n 型半導体領域 (n+) により形成されている。

[0100] 光検出装置 4 では、センサ基板 4 0 および回路基板 2 0 のそれぞれの接合面には配線層が形成されている。具体的には、センサ基板 4 0 は、半導体基板 4 1 の表面に層間絶縁層 4 5 と、層間絶縁層 4 5 を貫通する複数の貫通電極 4 6 と、層間絶縁層 4 5 の回路基板 2 0 との接合面に埋め込まれた複数のパッド部 4 7 とを有する。回路基板 2 0 は、半導体基板 2 1 の表面に層間絶縁層 2 3 と、層間絶縁層 2 3 を貫通する複数の貫通電極 2 4 と、層間絶縁層 2 3 のセンサ基板 4 0 との接合面に埋め込まれた複数のパッド部 2 5 とを有する。センサ基板 4 0 と回路基板 2 0 とは、パッド部 4 7 とパッド部 2 5 と

の間で、例えばCuCu接合がなされている。これにより、センサ基板40と回路基板20とが電氣的に接続される。

[0101] このように、本実施の形態では、単位画素P毎にフォトダイオード(PD)からなる光電変換領域42を設け、その単位画素Pのピッチp1よりも小さなピッチp2で複数の読み出し回路22がアレイ状に形成された回路基板20をセンサ基板10に積層し、そのアレイ状に形成された複数の読み出し回路22の一部がセンサ基板10側の複数の単位画素Pのピッチp1に応じて選択的に電氣的に接続されるようにした。これにより、画素アレイ部111を形成する複数の単位画素Pのレイアウトに応じた読み出し回路のレイアウトの設計が不要になるため、画素レイアウトの自由度を向上させることが可能となる。

[0102] また、画素寸法やユニット画素の構成が変わるたびにセンサ基板の再設計および製造が不要となるため、例えば、1つのイメージセンサを開発するために要する期間および費用を削減することが可能となる。

[0103] なお、本実施の形態では、単位画素P毎に光電変換領域42としてPIN型のフォトダイオード(PD)を有する例を示したが、これに限定されるものではない。センサ基板10、40には、有機光電変換膜(光電変換層)15やPIN型のフォトダイオード(PD)(光電変換領域)42の他に、量子ドットで所定の波長帯域の光を吸収する無機光電変換膜や、SIGS等のアモルファス光電変換膜、Ge単結晶膜やInGaAs薄膜等の狭バンドギャップ材料からなる光電変換膜、Si基板上に形成したショットキーダイオードを形成することができる。

[0104] <6. 変形例2>

図16～19は、本開示の変形例2に係る光検出装置5(5A, 5B)におけるセンサ基板10と回路基板20との接続の態様を模式的に表したものである。上記第1～第4の実施の形態において説明した光検出装置1～4のように、画素アレイ部111を形成する複数の単位画素Pのピッチp1よりも小さなピッチp2で複数の読み出し回路22が形成された回路基板20を

製造することにより、1つの回路基板20で、様々な画素サイズを有するセンサ基板10に対応することができる。

[0105] 例えば、本技術を用いることにより、図16に示した光検出装置5のように、センサ基板10との接続周期が、1つの回路基板20内で異なるような接続にも対応することができる。

[0106] 例えば、本技術を用いることにより、図17に示した光検出装置5のように、接続周期が互いに異なるセンサ基板10A、10Bを1つの回路基板20に搭載することができる。

[0107] また、図18に示したように、接続周期が互いに異なるセンサ基板10A、10Bを2つの回路基板20にそれぞれ搭載し、これらを1つの支持基板50に実装することで光検出装置5を構成するようにしてもよい。

[0108] 例えば、本技術は、図19に示した光検出装置5A、5Bのように、接続周期が異なるセンサ基板10A、10B毎に同じ回路基板20を用いることができる。

[0109] このように、単位画素Pの寸法および構成毎に回路基板20を設計および製造することが不要となるため、コストを削減することができる。

[0110] <7. 適用例>

(適用例1)

上述した、例えば光検出装置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等の撮像システム、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。

[0111] 図20は、電子機器1000の構成の一例を表したブロック図である。

[0112] 図20に示すように、電子機器1000は、光学系1001、光検出装置100、DSP (Digital Signal Processor) 1002を備えており、バス1008を介して、DSP 1002、メモリ1003、表示装置1004、記録装置1005、操作系1006および電源系1007が接続されて構成され、静止画像および動画を撮像可能である。

[0113] 光学系 1001 は、1 枚または複数枚のレンズを有して構成され、被写体からの入射光（像光）を取り込んで光検出装置 1 の撮像面上に結像するものである。

[0114] 光検出装置 100 としては、上述した光検出装置 1 や光検出装置 1 A 等が適用される。光検出装置 100 は、光学系 1001 によって撮像面上に結像された入射光の光量を画素単位で電気信号に変換して画素信号として DSP 1002 に供給する。

[0115] DSP 1002 は、光検出装置 100 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 1003 に一時的に記憶させる。メモリ 1003 に記憶された画像のデータは、記録装置 1005 に記録されたり、表示装置 1004 に供給されて画像が表示されたりする。また、操作系 1006 は、ユーザによる各種の操作を受け付けて電子機器 1000 の各ブロックに操作信号を供給し、電源系 1007 は、電子機器 1000 の各ブロックの駆動に必要な電力を供給する。

[0116] （適用例 2）

図 21A は、例えば、光検出装置 1 を備えた光検出システム 2000 の全体構成の一例を模式的に表したものである。図 21B は、光検出システム 2000 の回路構成の一例を表したものである。光検出システム 2000 は、赤外光 L2 を発する光源部としての発光装置 2001 と、受光部としての光検出装置 2002 とを備えている。光検出装置 2002 としては、上述した、例えば光検出装置 1 を用いることができる。光検出システム 2000 は、さらに、システム制御部 2003、光源駆動部 2004、センサ制御部 2005、光源側光学系 2006 およびカメラ側光学系 2007 を備えていてもよい。

[0117] 光検出装置 2002 は光 L1 と光 L2 とを検出することができる。光 L1 は、外部からの環境光が被写体（測定対象物）2100（図 21A）において反射された光である。光 L2 は発光装置 2001 において発光されたのち、被写体 2100 に反射された光である。光 L1 は例えば可視光であり、光

L 2は例えば赤外光である。光L 1は、光検出装置2002における光電変換部において検出可能であり、光L 2は、光検出装置2002における光電変換領域において検出可能である。光L 1から被写体2100の画像情報を獲得し、光L 2から被写体2100と光検出システム2000との間の距離情報を獲得することができる。光検出システム2000は、例えば、スマートフォン等の電子機器や車等の移動体に搭載することができる。発光装置2001は例えば、半導体レーザ、面発光半導体レーザ、垂直共振器型面発光レーザ（VCSEL）で構成することができる。発光装置2001から発光された光L 2の光検出装置2002による検出方法としては、例えばiTOF方式を採用することができるが、これに限定されることはない。iTOF方式では、光電変換部は、例えば光飛行時間（Time-of-Flight；TOF）により被写体2100との距離を測定することができる。発光装置2001から発光された光L 2の光検出装置2002による検出方法としては、例えば、ストラクチャード・ライト方式やステレオビジョン方式を採用することもできる。例えばストラクチャード・ライト方式では、あらかじめ定められたパターンの光を被写体2100に投影し、そのパターンのひずみ具合を解析することによって光検出システム2000と被写体2100との距離を測定することができる。また、ステレオビジョン方式においては、例えば2以上のカメラを用い、被写体2100を2以上の異なる視点から見た2以上の画像を取得することで光検出システム2000と被写体との距離を測定することができる。なお、発光装置2001と光検出装置2002とは、システム制御部2003によって同期制御することができる。

[0118] <8. 応用例>

（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。

[0119] 図22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。

[0120] 図22では、術者（医師）11131が、内視鏡手術システム11000を用いて、患者ベッド11133上の患者11132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11000は、内視鏡11100と、気腹チューブ11111やエネルギー処置具11112等の、その他の術具11110と、内視鏡11100を支持する支持アーム装置11120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11200と、から構成される。

[0121] 内視鏡11100は、先端から所定の長さの領域が患者11132の体腔内に挿入される鏡筒11101と、鏡筒11101の基端に接続されるカメラヘッド11102と、から構成される。図示する例では、硬性の鏡筒11101を有するいわゆる硬性鏡として構成される内視鏡11100を図示しているが、内視鏡11100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。

[0122] 鏡筒11101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11100には光源装置11203が接続されており、当該光源装置11203によって生成された光が、鏡筒11101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11132の体腔内の観察対象に向かって照射される。なお、内視鏡11100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。

[0123] カメラヘッド11102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。

[0124] 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 1 1 2 0 2 の動作を統

括的に制御する。さらに、CCU 1 1 2 0 1 は、カメラヘッド 1 1 1 0 2 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。

[0125] 表示装置 1 1 2 0 2 は、CCU 1 1 2 0 1 からの制御により、当該 CCU 1 1 2 0 1 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。

[0126] 光源装置 1 1 2 0 3 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 1 1 1 0 0 に供給する。

[0127] 入力装置 1 1 2 0 4 は、内視鏡手術システム 1 1 0 0 0 に対する入力インタフェースである。ユーザは、入力装置 1 1 2 0 4 を介して、内視鏡手術システム 1 1 0 0 0 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 1 1 1 0 0 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。

[0128] 処置具制御装置 1 1 2 0 5 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 1 1 1 1 2 の駆動を制御する。気腹装置 1 1 2 0 6 は、内視鏡 1 1 1 0 0 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 1 1 1 3 2 の体腔を膨らめるために、気腹チューブ 1 1 1 1 1 を介して当該体腔内にガスを送り込む。レコーダ 1 1 2 0 7 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 1 1 2 0 8 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。

[0129] なお、内視鏡 1 1 1 0 0 に術部を撮影する際の照射光を供給する光源装置 1 1 2 0 3 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 1 1 2 0 3 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。

[0130] 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。

[0131] また、光源装置11203は、特殊光観察に対応した所定の波長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。

[0132] 図23は、図22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。

[0133] 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1110

2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。

[0134] 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。

[0135] 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。

[0136] 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。

[0137] 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11405からの制御により、レンズユニット11401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11402による撮像画像の倍率及び焦点が適宜調整され得る。

[0138] 通信部11404は、CCU11201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11404は、撮像部11402から得た画像信号をRAWデータとして伝送ケーブル11400を介して

CCU11201に送信する。

- [0139] また、通信部11404は、CCU11201から、カメラヘッド11102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11405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。
- [0140] 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CCU11201の制御部11413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11100に搭載されていることになる。
- [0141] カメラヘッド制御部11405は、通信部11404を介して受信したCCU11201からの制御信号に基づいて、カメラヘッド11102の駆動を制御する。
- [0142] 通信部11411は、カメラヘッド11102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11411は、カメラヘッド11102から、伝送ケーブル11400を介して送信される画像信号を受信する。
- [0143] また、通信部11411は、カメラヘッド11102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。
- [0144] 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。
- [0145] 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。

[0146] また、制御部 1 1 4 1 3 は、画像処理部 1 1 4 1 2 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 1 1 2 0 2 に表示させる。この際、制御部 1 1 4 1 3 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 1 1 4 1 3 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 1 1 1 1 2 の使用時のミスト等を認識することができる。制御部 1 1 4 1 3 は、表示装置 1 1 2 0 2 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 1 1 1 3 1 に提示されることにより、術者 1 1 1 3 1 の負担を軽減することや、術者 1 1 1 3 1 が確実に手術を進めることが可能になる。

[0147] カメラヘッド 1 1 1 0 2 及び C C U 1 1 2 0 1 を接続する伝送ケーブル 1 1 4 0 0 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。

[0148] ここで、図示する例では、伝送ケーブル 1 1 4 0 0 を用いて有線で通信が行われていたが、カメラヘッド 1 1 1 0 2 と C C U 1 1 2 0 1 との間の通信は無線で行われてもよい。

[0149] 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、撮像部 1 1 4 0 2 に適用され得る。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、検出精度が向上する。

[0150] 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。

[0151] (移動体への応用例)

本開示に係る技術は、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、建設機械、農業機械（トラクター）など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。

[0152] 図24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。

[0153] 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24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。

[0154] 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。

[0155] 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又はフォグランプ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。

- [0156] 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。
- [0157] 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。
- [0158] 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。
- [0159] 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）の機能実現を目的とした協調制御を行うことができる。
- [0160] また、マイクロコンピュータ１２０５１は、車外情報検出ユニット１２０

30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。

[0161] 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。

[0162] 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24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。

[0163] 図25は、撮像部12031の設置位置の例を示す図である。

[0164] 図25では、撮像部12031として、撮像部12101、12102、12103、12104、12105を有する。

[0165] 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12100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12104は、主として車両12100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12105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。

[0166] なお、図25には、撮像部12101ないし12104の撮影範囲の一例が示されている。撮像範囲12111は、フロントノーズに設けられた撮像部12101の撮像範囲を示し、撮像範囲12112, 12113は、それぞれサイドミラーに設けられた撮像部12102, 12103の撮像範囲を示し、撮像範囲12114は、リアバンパ又はバックドアに設けられた撮像部12104の撮像範囲を示す。例えば、撮像部12101ないし12104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12100を上方から見た俯瞰画像が得られる。

[0167] 撮像部12101ないし12104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12101ないし12104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。

[0168] 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基に、撮像範囲12111ないし12114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12100に対する相対速度）を求めることにより、特に車両12100の進行路上にある最も近い立体物で、車両12100と略同じ方向に所定の速度（例えば、0km/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12051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。

[0169] 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。

[0170] 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。

[0171] 以上、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、上記第1～第3の実施の形態および変形例1、2に係る光検出装置（例えば、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、ノイズの少ない高精細な撮影画像を得ることができるので、移

動体制御システムにおいて撮影画像を利用した高精度な制御を行うことができる。

[0172] 以上、第1～第4の実施の形態、変形例1, 2および適用例ならびに応用例を挙げて本開示を説明したが、本技術は上記実施の形態等に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば、上述した変形例1, 2は、上記第1の実施の形態の変形例として説明したが、各変形例および第2, 第3の実施の形態の構成を適宜組み合わせることができる。

[0173] なお、本明細書中に記載された効果はあくまで例示であってその記載に限定されるものではなく、他の効果があってもよい。

[0174] なお、本開示は以下のような構成をとることも可能である。以下の構成の本技術によれば、回路基板に形成される複数の読み出し回路を、センサ基板に設けられる複数の画素の画素ピッチ（第1のピッチ）よりも小さいピッチ（第2のピッチ）で形成するようにした。これにより、複数の画素のレイアウトに応じた読み出し回路のレイアウトの設計が不要になる。よって、画素のレイアウトの自由度を向上させることが可能となる。

(1)

光入射面となる第1の面および前記第1の面とは反対側の第2の面を有し、複数の画素または2以上の前記画素からなるユニット画素が第1のピッチでアレイ状に配置されてなる画素アレイ部を有するセンサ基板と、

前記センサ基板の前記第2の面に積層され、前記第1のピッチよりも小さな第2のピッチでアレイ状に形成された複数の読み出し回路を有し、前記複数の読み出し回路の一部が前記第1のピッチに応じて前記複数の画素それぞれと選択的に電氣的に接続されている回路基板と

を備えた光検出装置。

(2)

前記ユニット画素は、2以上の前記画素として、受光波長帯が互いに異なる複数の画素を含む、前記(1)に記載の光検出装置。

(3)

前記ユニット画素は、2以上の前記画素として、画素サイズが互いに異なる第1の画素および第2の画素を含む、前記（1）または（2）に記載の光検出装置。

（4）

前記ユニット画素は、2以上の前記画素として、撮像素素および像面位相差画素を含む、前記（1）乃至（3）のうちのいずれか1つに記載の光検出装置。

（5）

前記複数の画素はそれぞれ、前記回路基板側から、前記画素毎に設けられた第1の電極と、光電変換層と、第2の電極とを有し、

前記複数の読み出し回路はそれぞれ、前記光電変換層において発生した電荷キャリアを一時的に保持するフローティングディフュージョンを含み、

前記複数の画素それぞれと選択的に電氣的に接続された前記複数の読み出し回路の一部は、前記第1の電極と前記フローティングディフュージョンとが貫通電極を介して接続されている、前記（1）乃至（4）のうちのいずれか1つに記載の光検出装置。

（6）

前記フローティングディフュージョンは、平面視において、前記画素の略重心に配置されている、前記（5）に記載の光検出装置。

（7）

前記センサ基板の前記第1の面側に、前記複数の画素それぞれに設けられた複数の集光レンズをさらに有し、

前記フローティングディフュージョンは、平面視において、前記集光レンズの略集光位置に配置されている、前記（5）または（6）に記載の光検出装置。

（8）

前記読み出し回路は、さらに、リセットトランジスタと、増幅トランジスタと、選択トランジスタとを含む、前記（5）乃至（7）のうちのいずれか

1 つに記載の光検出装置。

(9)

前記読み出し回路は、さらに、F D 変換ゲイン切替トランジスタを含む、前記 (8) に記載の光検出装置。

(1 0)

前記F D 変換ゲイン切替トランジスタは、一方向に隣り合う前記複数の画素と電氣的に接続されている、前記 (9) に記載の光検出装置。

(1 1)

前記センサ基板として、前記回路基板に対して並設された第 1 のセンサ基板および第 2 のセンサ基板を有し、

前記第 1 のセンサ基板および前記第 2 のセンサ基板それぞれに形成された前記複数の画素は、互いに異なるピッチでアレイ状に配置されており、

前記回路基板に形成された前記複数の読み出し回路と、前記第 1 のセンサ基板および前記第 2 のセンサ基板にそれぞれ設けられた前記複数の画素との接続周期は互いに異なる、前記 (1) 乃至 (1 0) のうちのいずれか 1 つに記載の光検出装置。

(1 2)

前記光電変換層は有機半導体材料を含む、前記 (5) 乃至 (1 2) のうちのいずれか 1 つに記載の光検出装置。

(1 3)

回路基板に、第 2 のピッチで複数の読み出し回路をアレイ状に形成する工程と、

前記回路基板上に前記第 2 のピッチよりも大きな第 1 のピッチで、前記複数の読み出し回路の一部と電氣的に接続される複数の画素または 2 以上の前記画素からなるユニット画素をアレイ状に形成し、センサ基板を形成する工程と

を含む光検出装置の製造方法。

(1 4)

前記回路基板を形成した後、

前記回路基板上に、前記第１のピッチで、前記複数の読み出し回路の一部と選択的に電氣的に接続される画素電極を形成する、前記（１３）に記載の光検出装置の製造方法。

[0175] 本出願は、日本国特許庁において２０２３年１月１９日に出願された日本特許出願番号２０２３－００６８８５号を基礎として優先権を主張するものであり、この出願の全ての内容を参照によって本出願に援用する。

[0176] 当業者であれば、設計上の要件や他の要因に応じて、種々の修正、コンビネーション、サブコンビネーション、および変更を想到し得るが、それらは添付の請求の範囲やその均等物の範囲に含まれるものであることが理解される。

請求の範囲

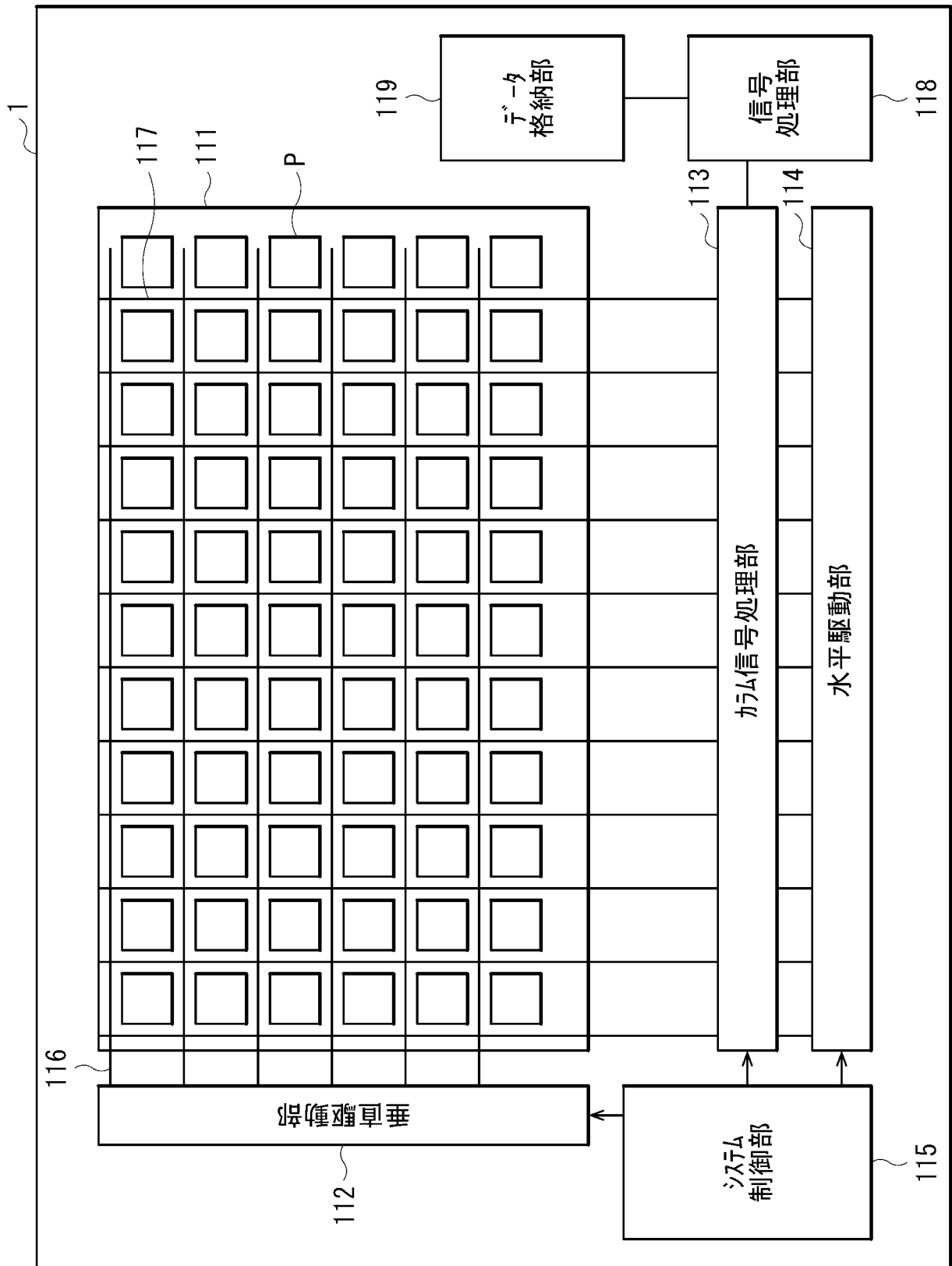
- [請求項1] 光入射面となる第1の面および前記第1の面とは反対側の第2の面を有し、複数の画素または2以上の前記画素からなるユニット画素が第1のピッチでアレイ状に配置されてなる画素アレイ部を有するセンサ基板と、
- 前記センサ基板の前記第2の面に積層され、前記第1のピッチよりも小さな第2のピッチでアレイ状に形成された複数の読み出し回路を有し、前記複数の読み出し回路の一部が前記第1のピッチに応じて前記複数の画素それぞれと選択的に電氣的に接続されている回路基板とを備えた光検出装置。
- [請求項2] 前記ユニット画素は、2以上の前記画素として、受光波長帯が互いに異なる複数の画素を含む、請求項1に記載の光検出装置。
- [請求項3] 前記ユニット画素は、2以上の前記画素として、画素サイズが互いに異なる第1の画素および第2の画素を含む、請求項1に記載の光検出装置。
- [請求項4] 前記ユニット画素は、2以上の前記画素として、撮像素素および像面位相差画素を含む、請求項1に記載の光検出装置。
- [請求項5] 前記複数の画素はそれぞれ、前記回路基板側から、前記画素毎に設けられた第1の電極と、光電変換層と、第2の電極とを有し、
- 前記複数の読み出し回路はそれぞれ、前記光電変換層において発生した電荷キャリアを一時的に保持するフローティングディフュージョンを含み、
- 前記複数の画素それぞれと選択的に電氣的に接続された前記複数の読み出し回路の一部は、前記第1の電極と前記フローティングディフュージョンとが貫通電極を介して接続されている、請求項1に記載の光検出装置。
- [請求項6] 前記フローティングディフュージョンは、平面視において、前記画素の略重心に配置されている、請求項5に記載の光検出装置。

- [請求項7] 前記センサ基板の前記第1の面側に、前記複数の画素それぞれに設けられた複数の集光レンズをさらに有し、
- 前記フローティングディフュージョンは、平面視において、前記集光レンズの略集光位置に配置されている、請求項5に記載の光検出装置。
- [請求項8] 前記読み出し回路は、さらに、リセットトランジスタと、増幅トランジスタと、選択トランジスタとを含む、請求項5に記載の光検出装置。
- [請求項9] 前記読み出し回路は、さらに、FD変換ゲイン切替トランジスタを含む、請求項8に記載の光検出装置。
- [請求項10] 前記FD変換ゲイン切替トランジスタは、一方向に隣り合う前記複数の画素と電氣的に接続されている、請求項9に記載の光検出装置。
- [請求項11] 前記センサ基板として、前記回路基板に対して並設された第1のセンサ基板および第2のセンサ基板を有し、
- 前記第1のセンサ基板および前記第2のセンサ基板それぞれに形成された前記複数の画素は、互いに異なるピッチでアレイ状に配置されており、
- 前記回路基板に形成された前記複数の読み出し回路と、前記第1のセンサ基板および前記第2のセンサ基板にそれぞれ設けられた前記複数の画素との接続周期は互いに異なる、請求項1に記載の光検出装置。
- [請求項12] 前記光電変換層は有機半導体材料を含む、請求項5に記載の光検出装置。
- [請求項13] 回路基板に、第2のピッチで複数の読み出し回路をアレイ状に形成する工程と、
- 前記回路基板上に前記第2のピッチよりも大きな第1のピッチで、前記複数の読み出し回路の一部と電氣的に接続される複数の画素または2以上の前記画素からなるユニット画素をアレイ状に形成し、セン

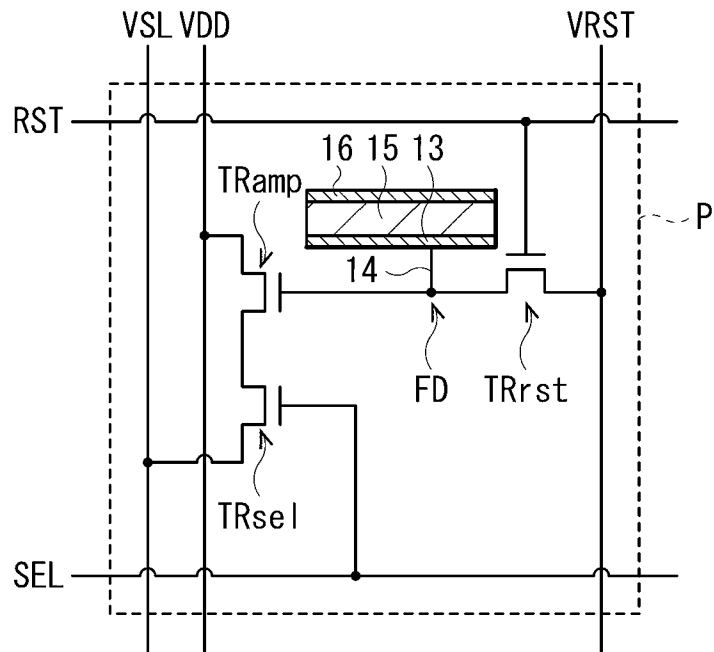
サ基板を形成する工程と
を含む光検出装置の製造方法。

[請求項14] 前記回路基板を形成した後、
前記回路基板上に、前記第1のピッチで、前記複数の読み出し回路の一部と選択的に電氣的に接続される画素電極を形成する、請求項13に記載の光検出装置の製造方法。

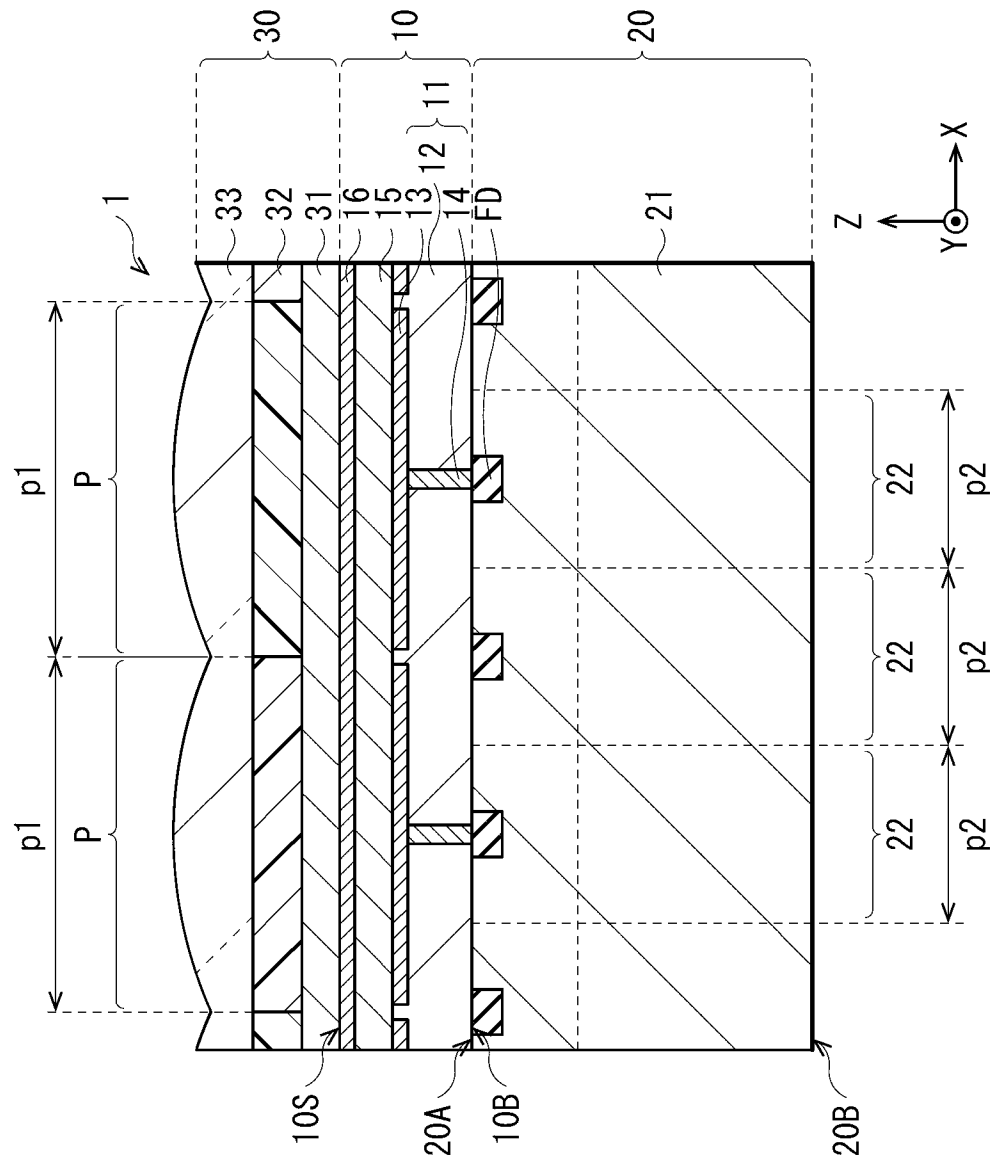
[図1]



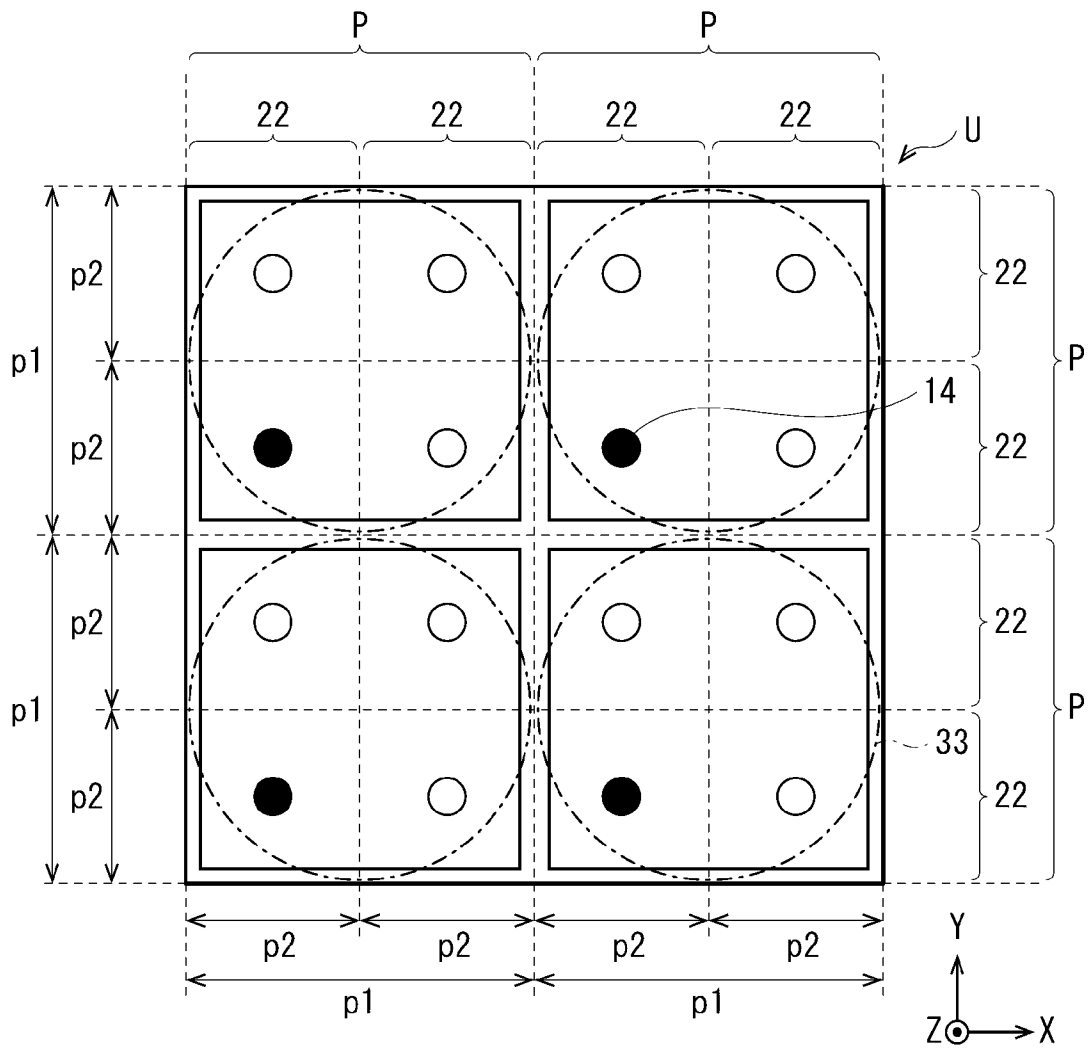
[図2]



[図3]

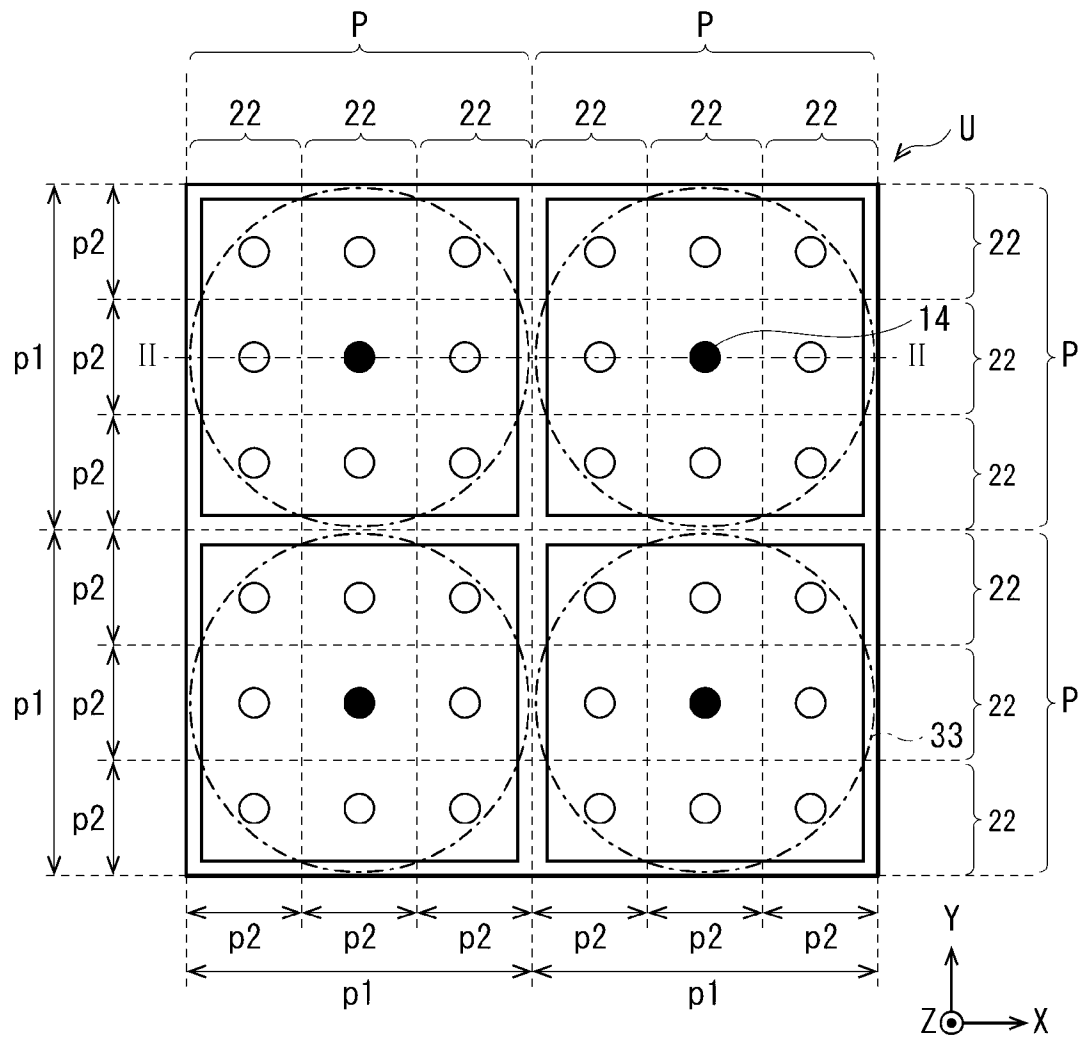


[図5]

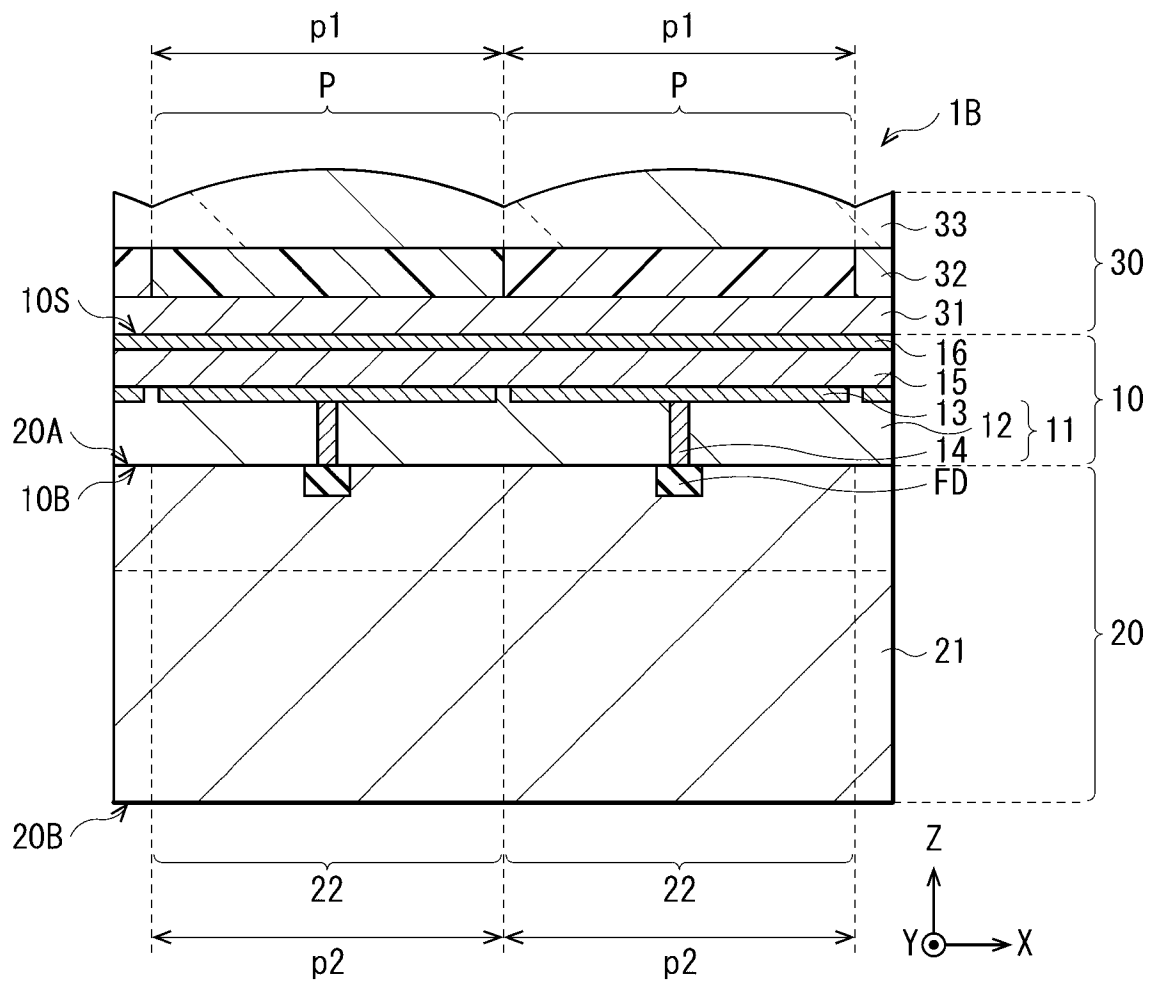


[illegible]

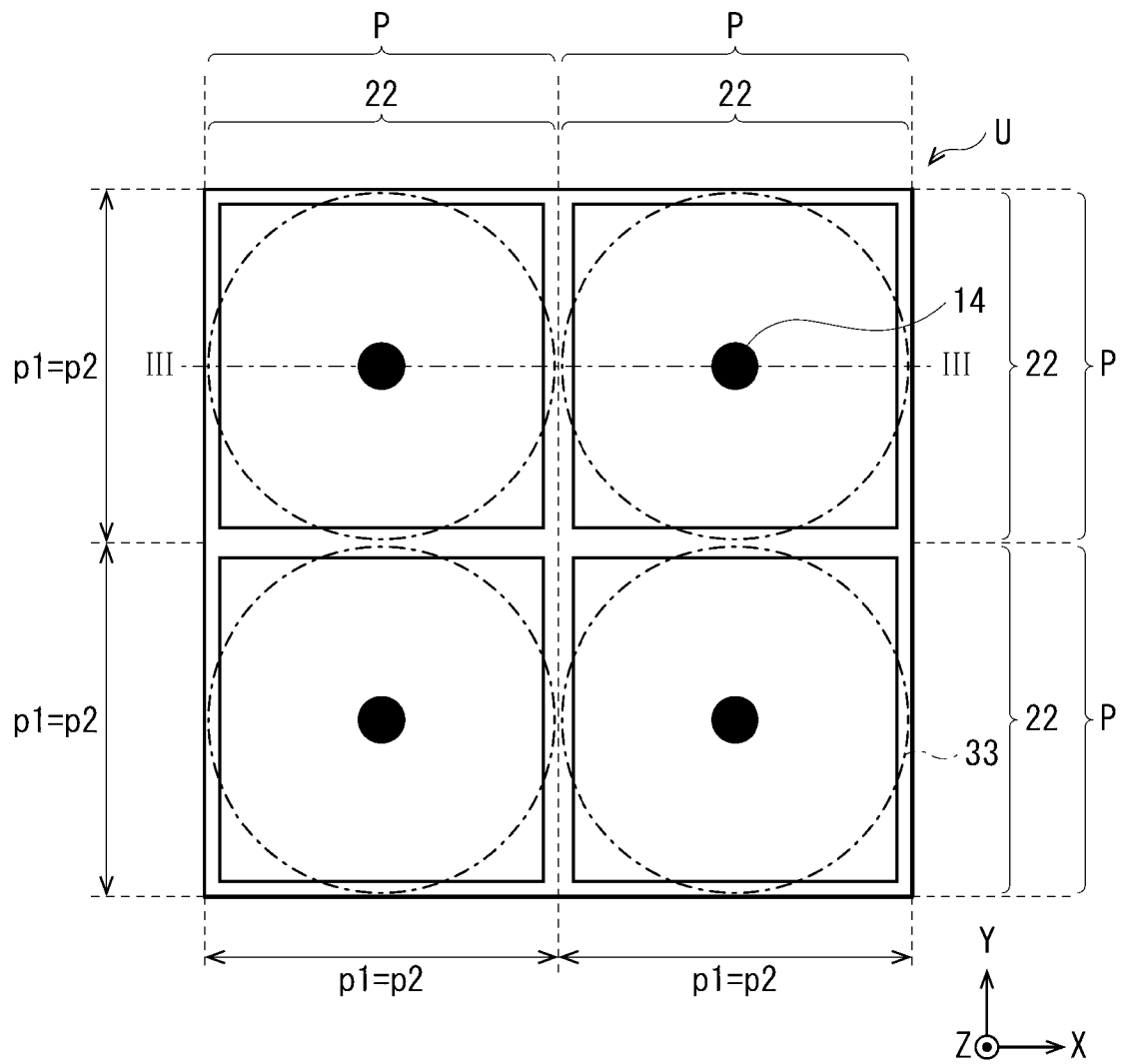
[図6B]



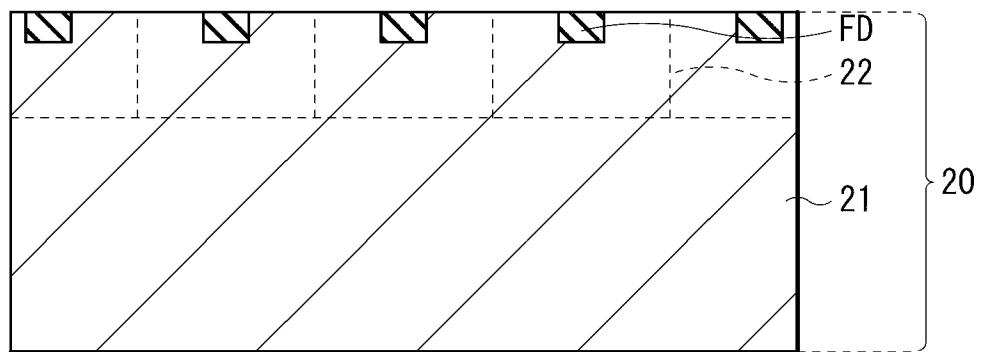
[図7A]



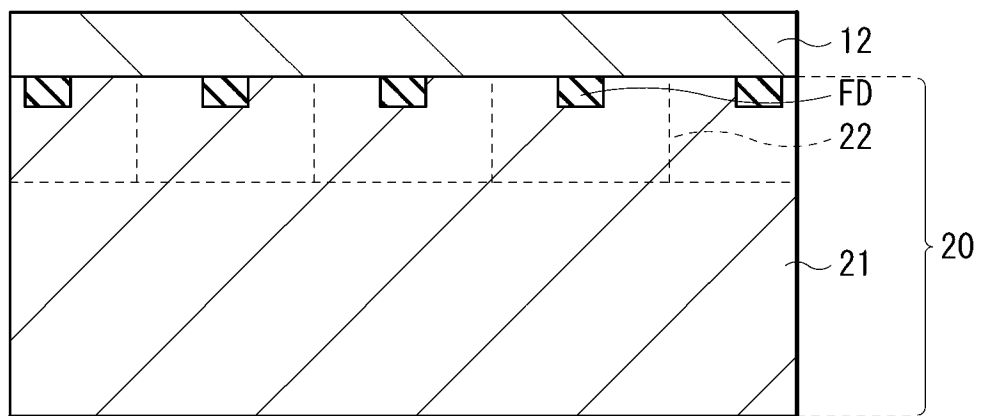
[図7B]



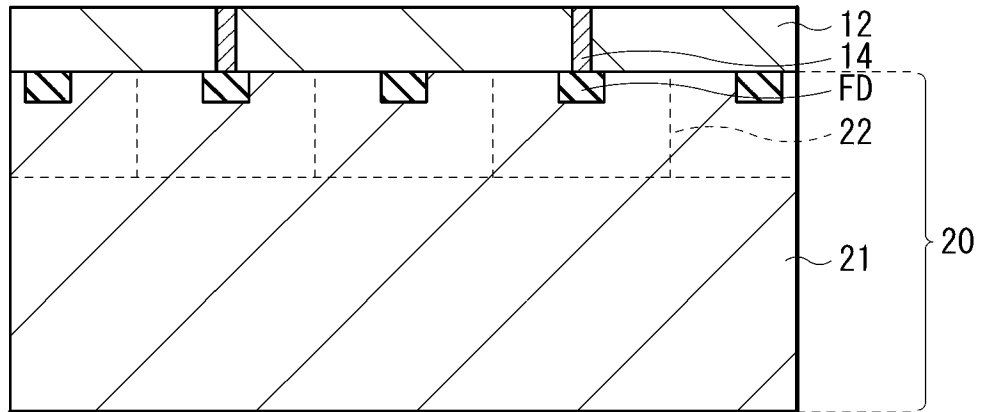
[図8A]



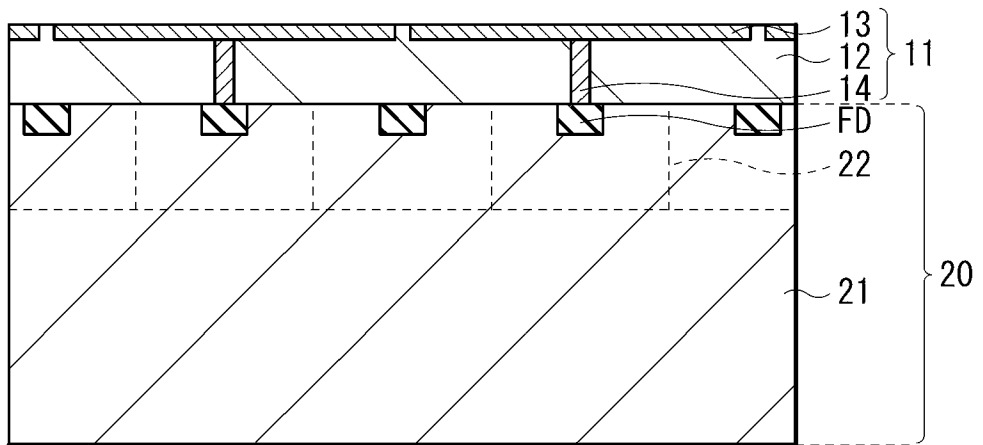
[図8B]



[図8C]

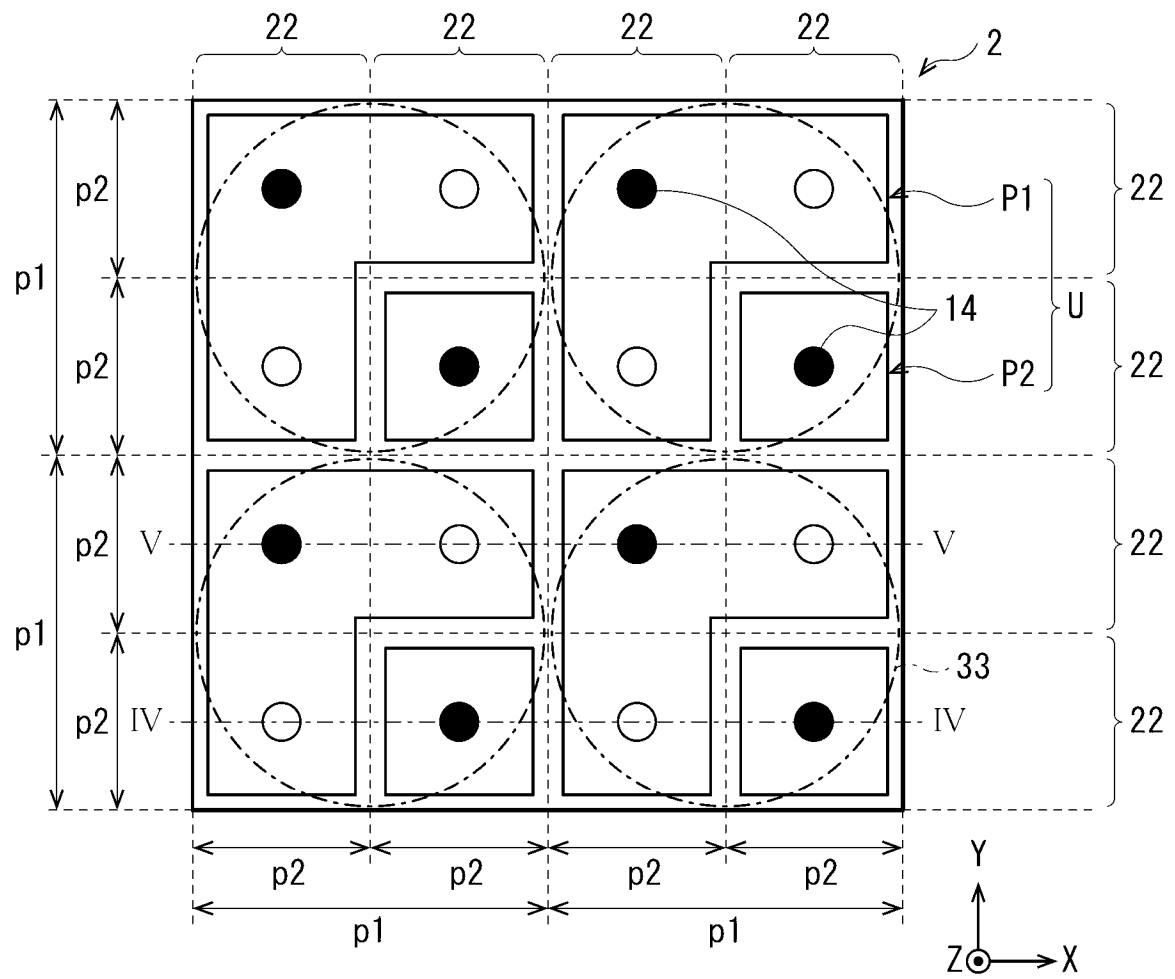


[図8D]

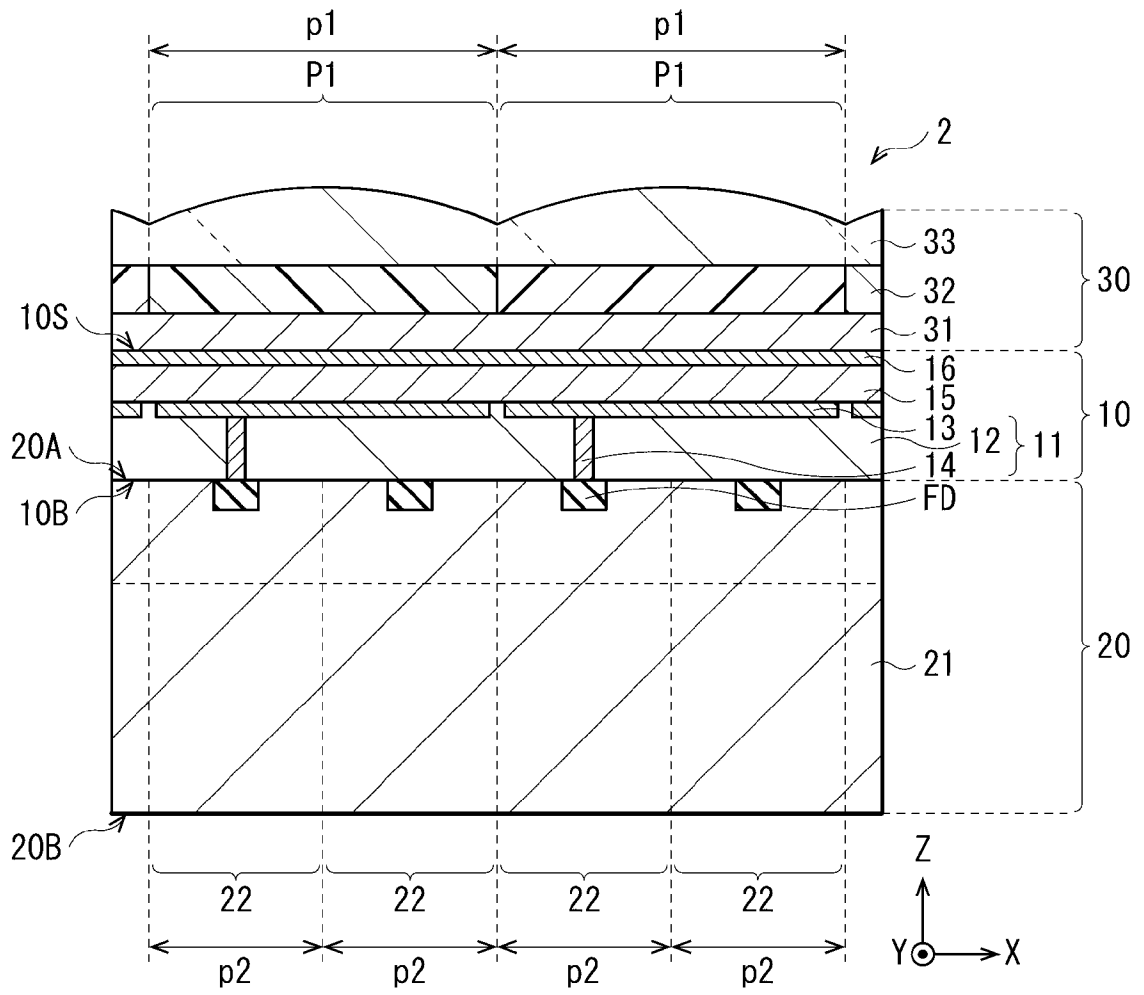


[illegible]

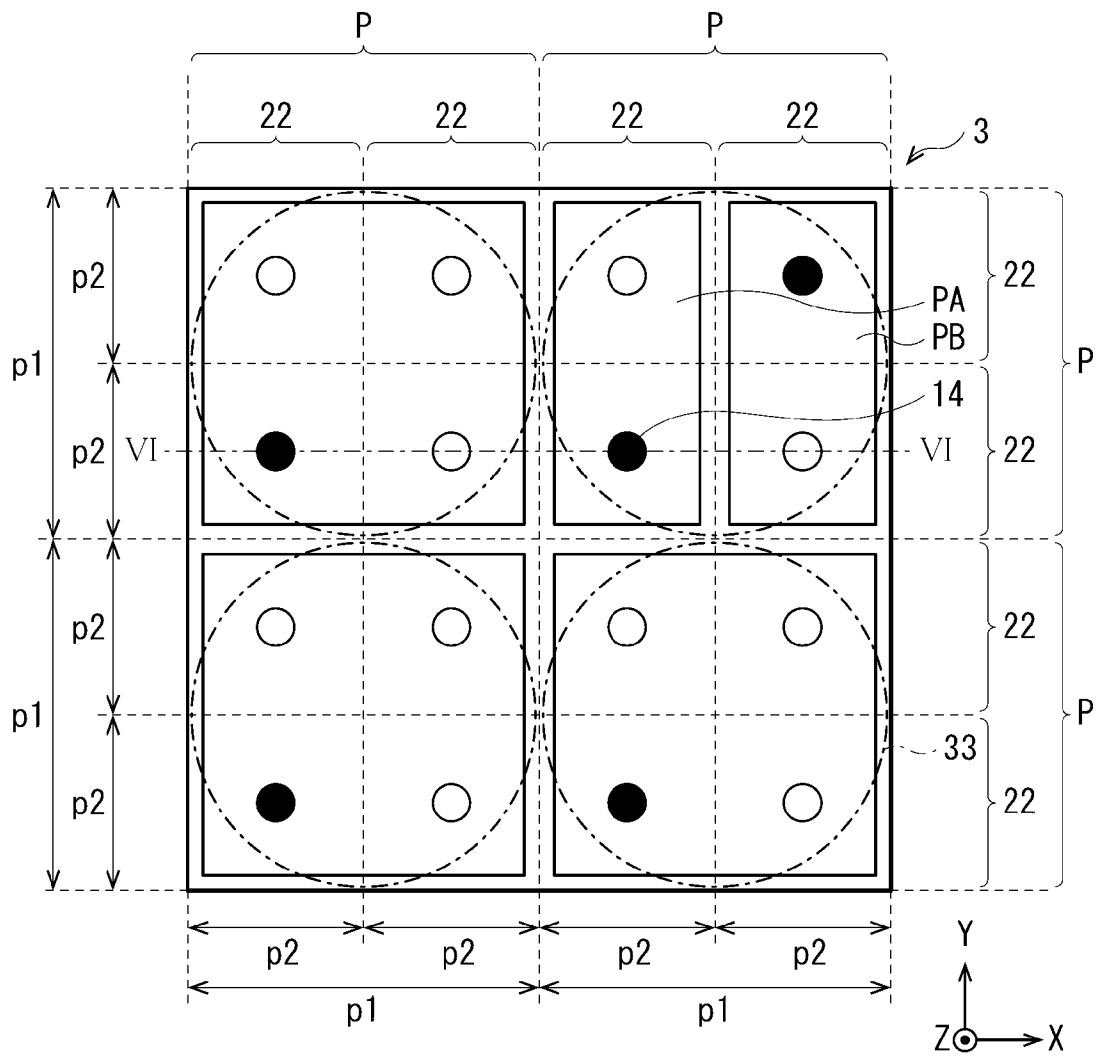
[図9]



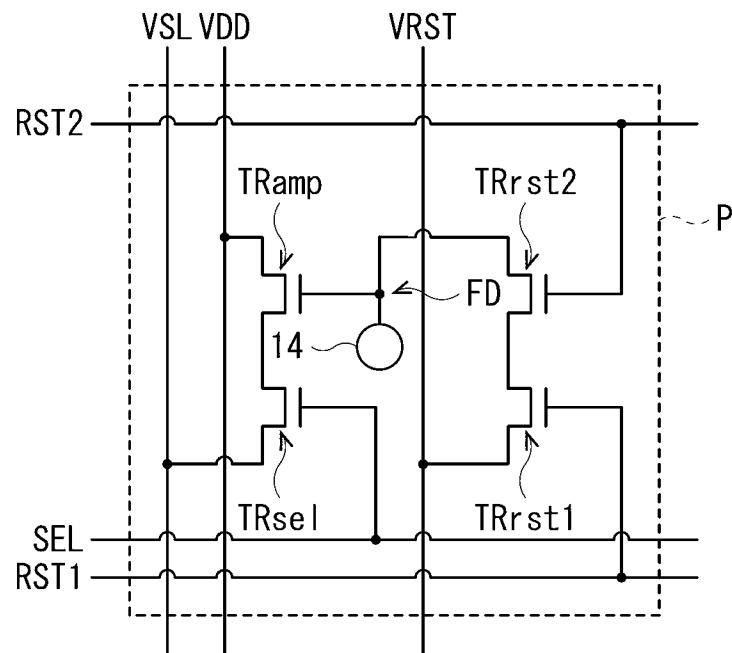
[図10B]

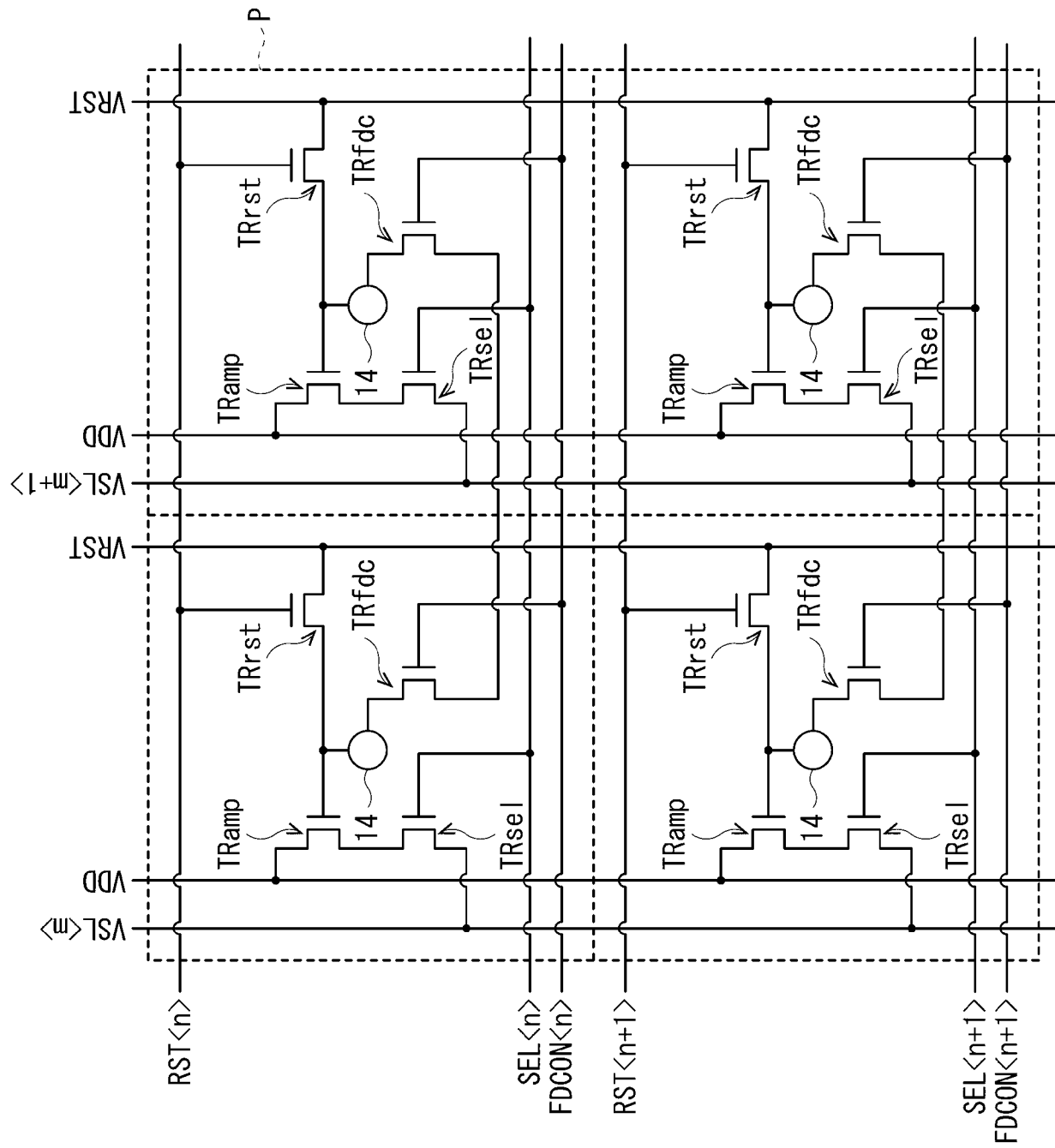


[図11]

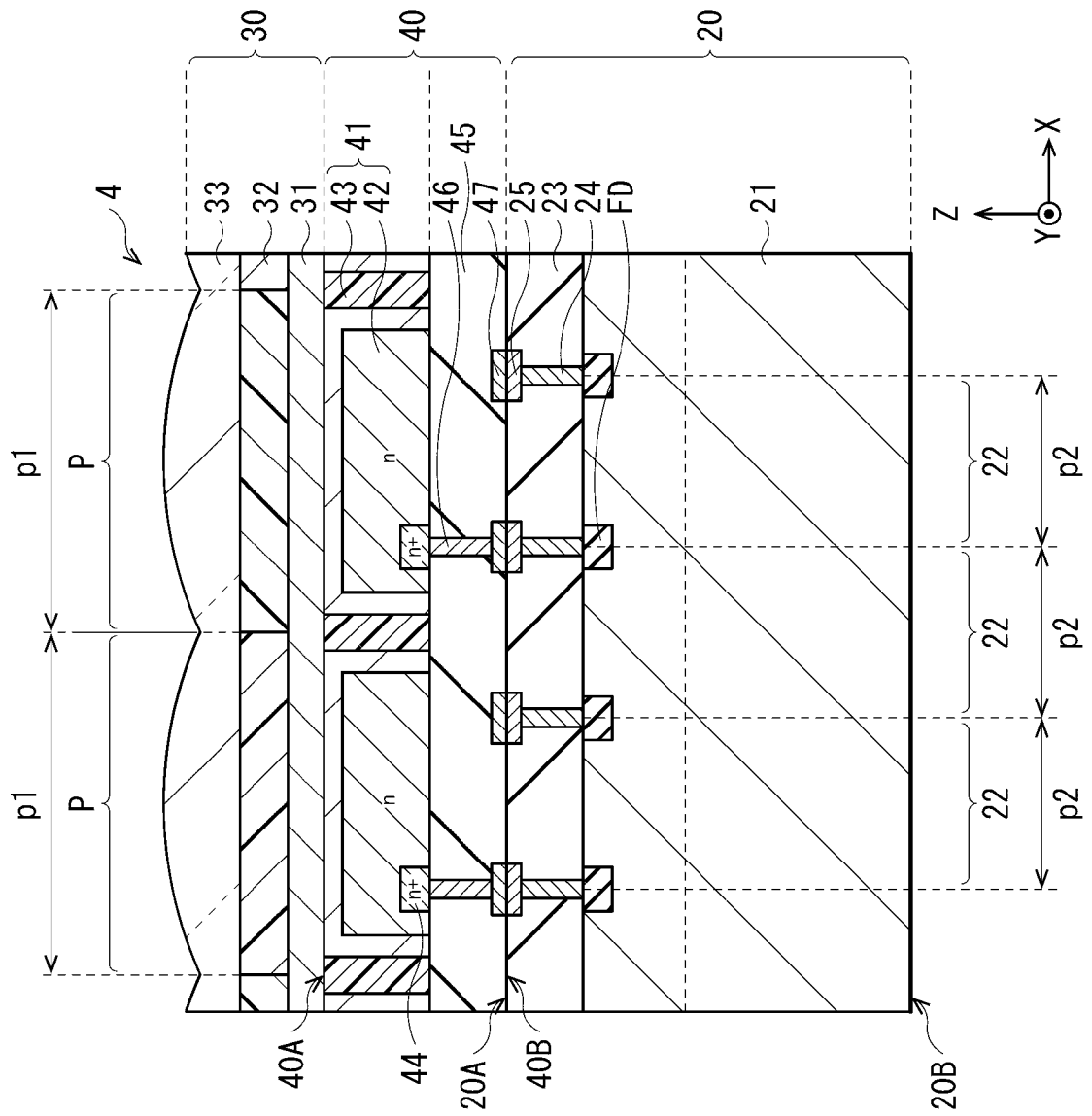


[図13]

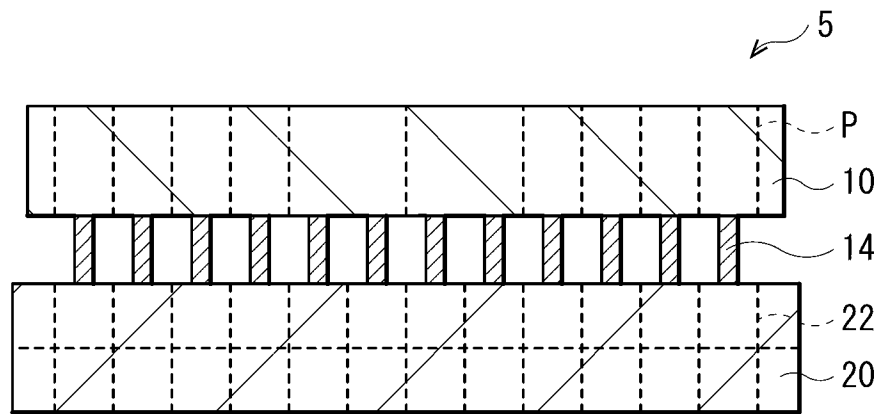




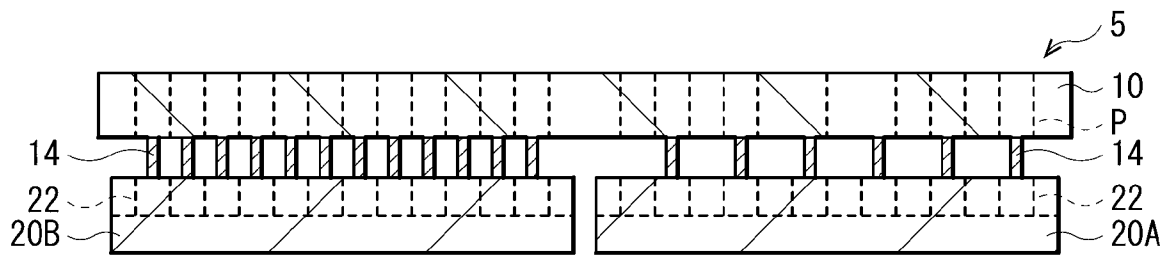
[図15]



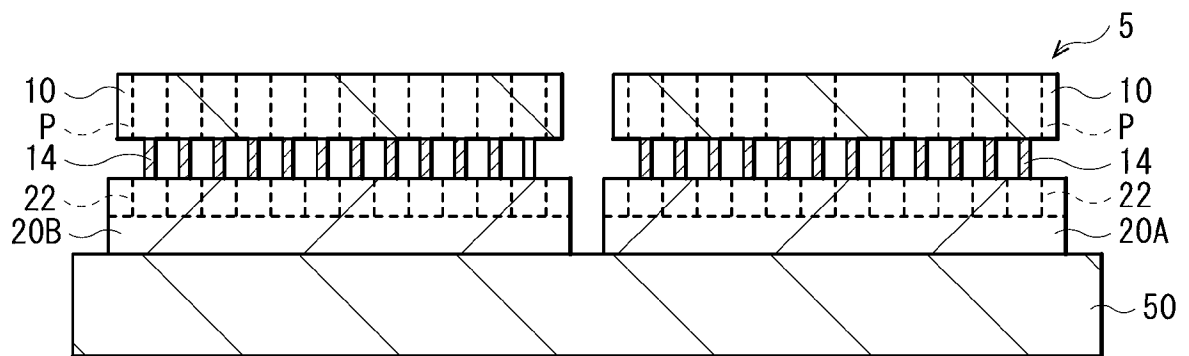
[図16]



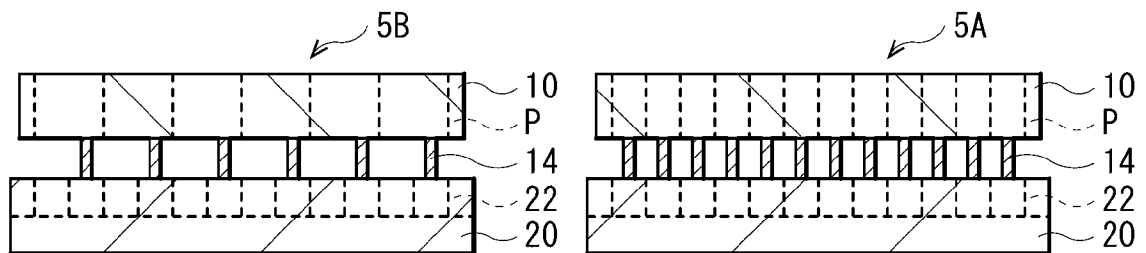
[図17]



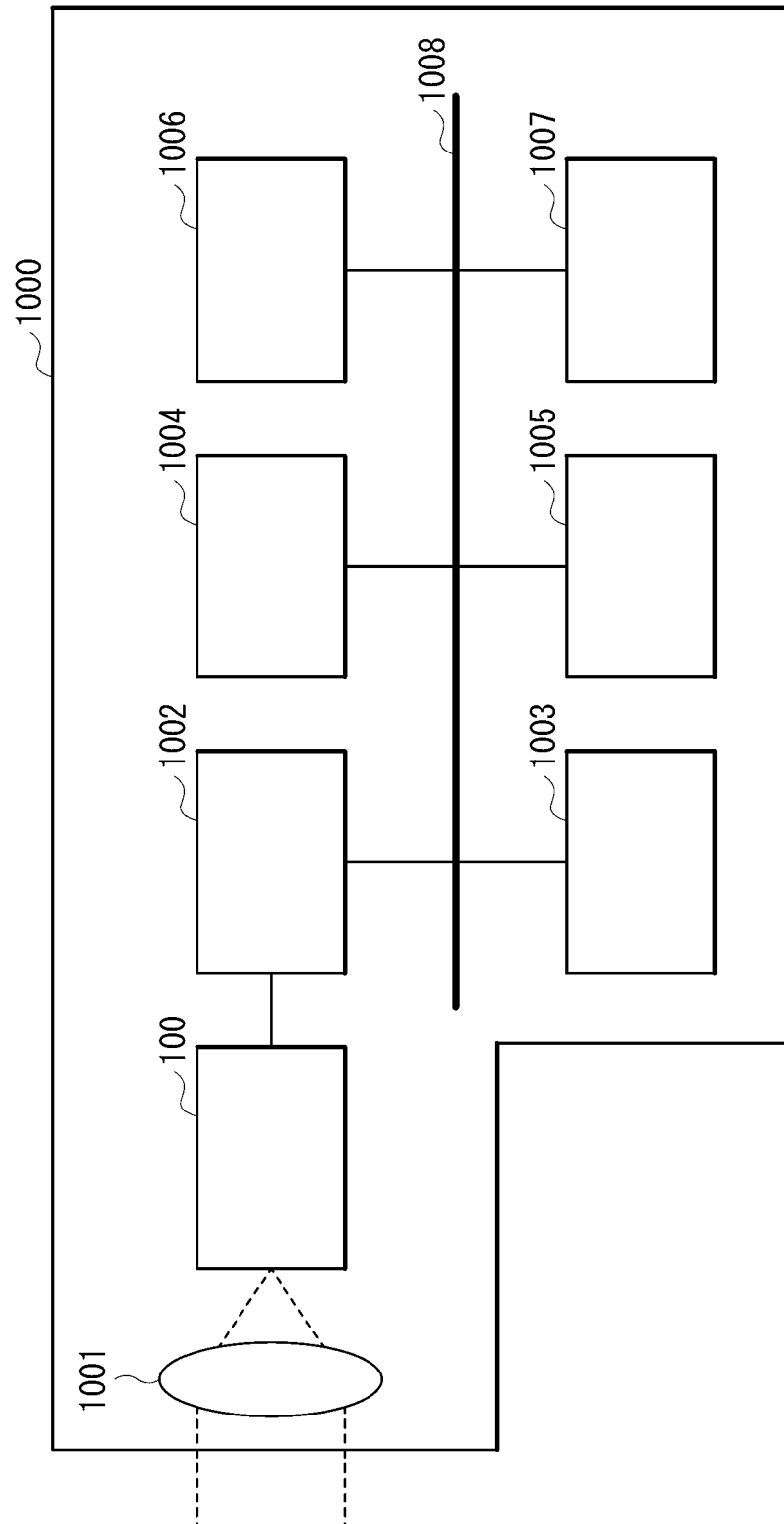
[図18]



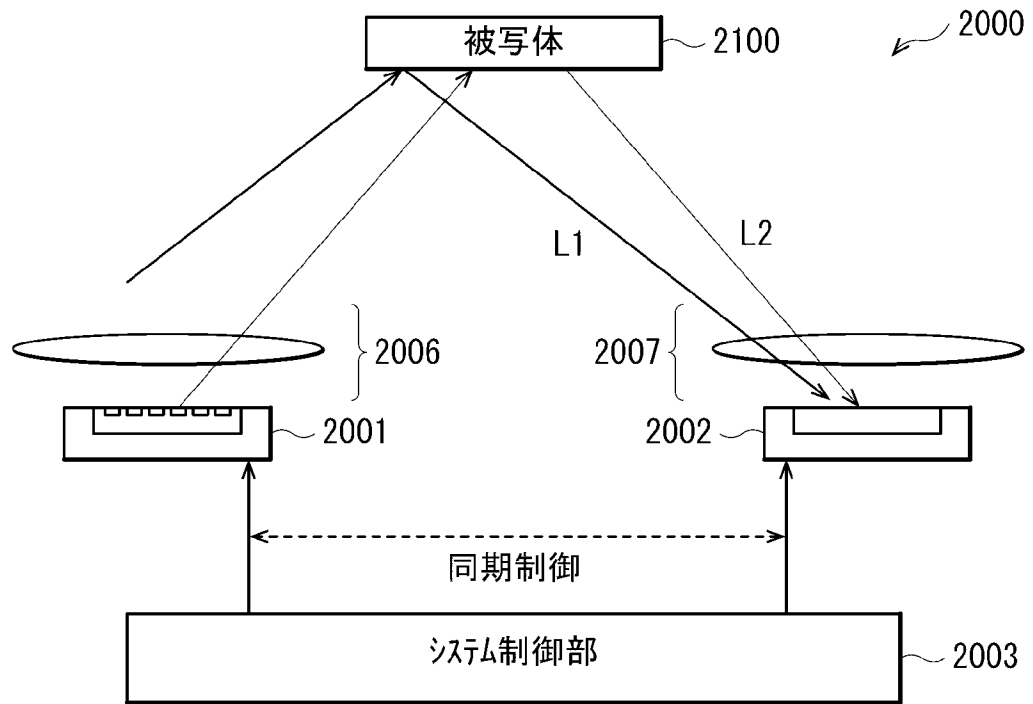
[図19]



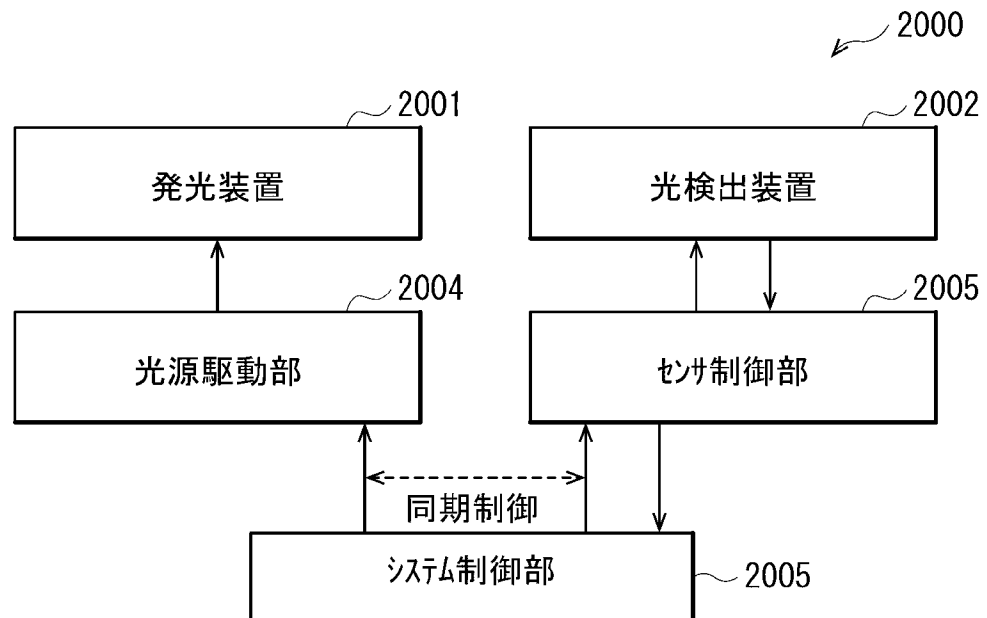
[図20]



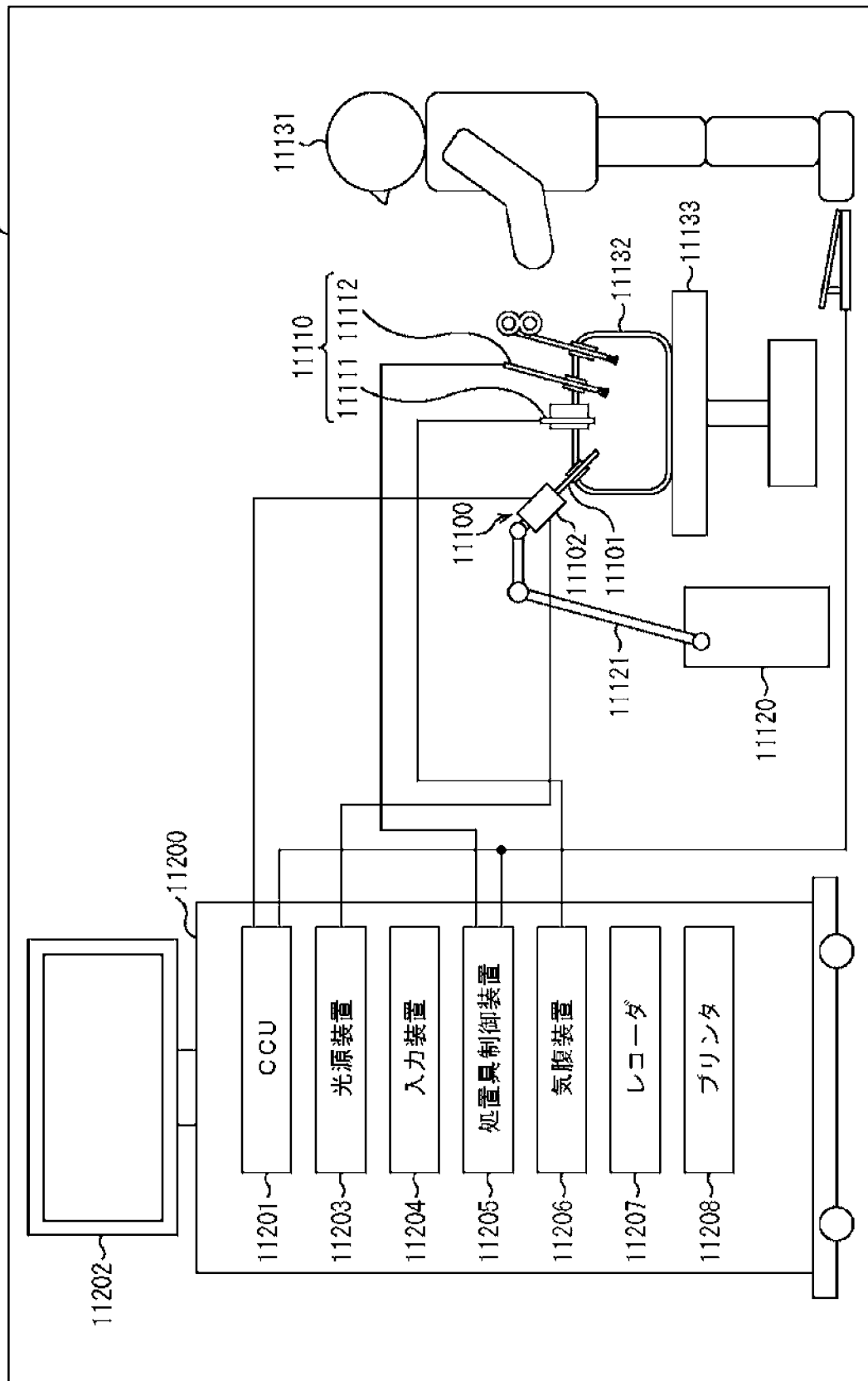
[図21A]



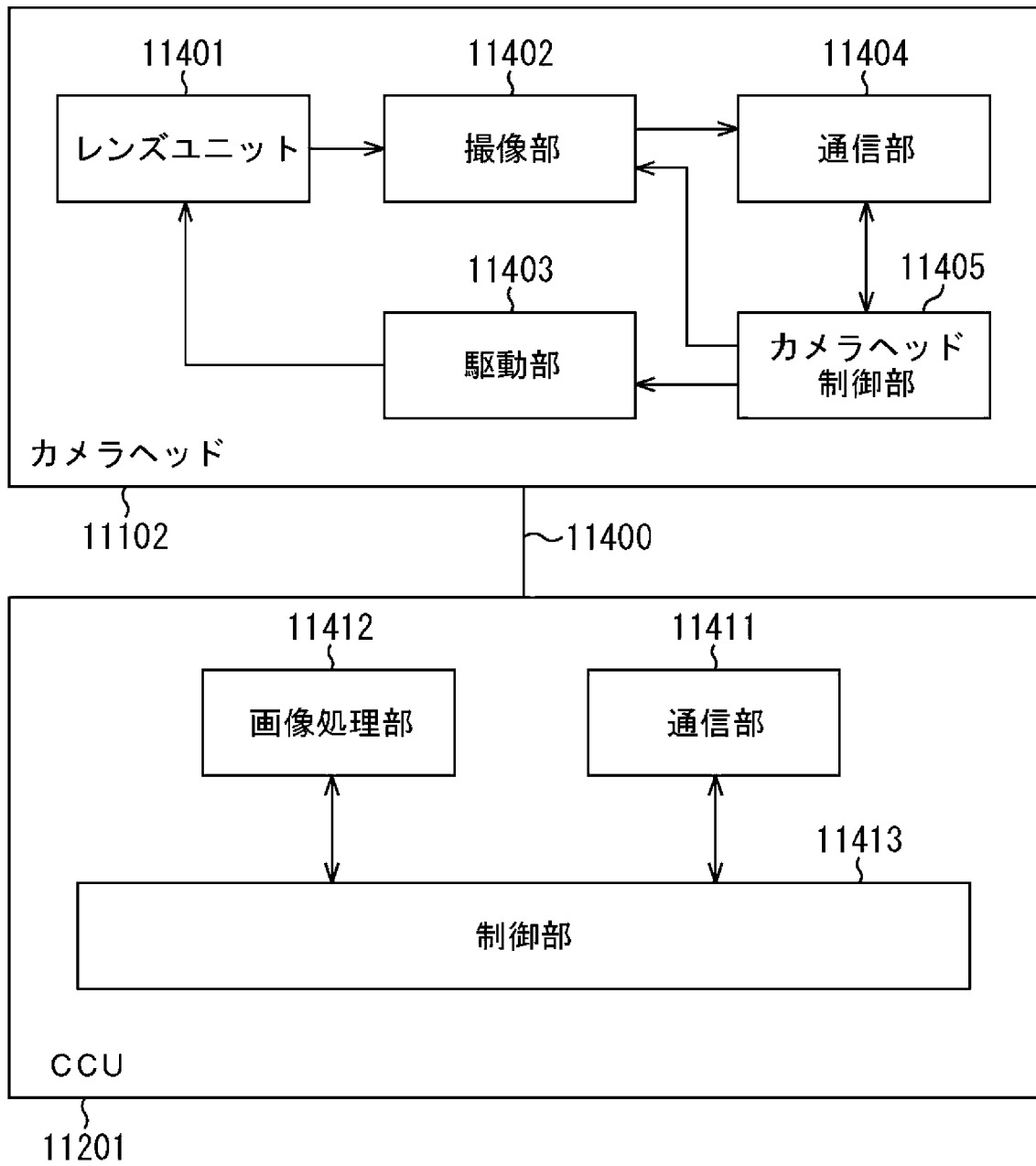
[図21B]



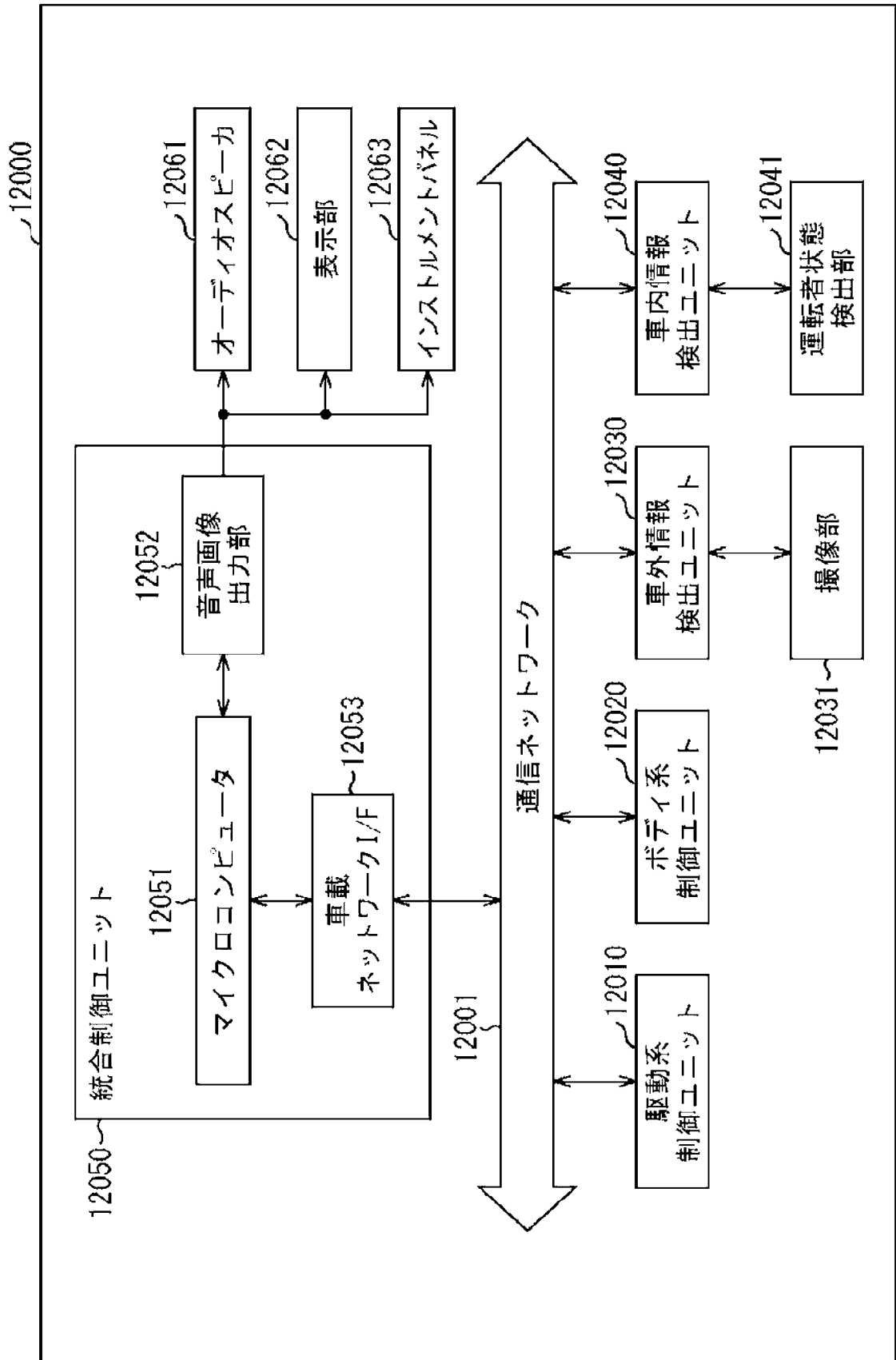
[図22]



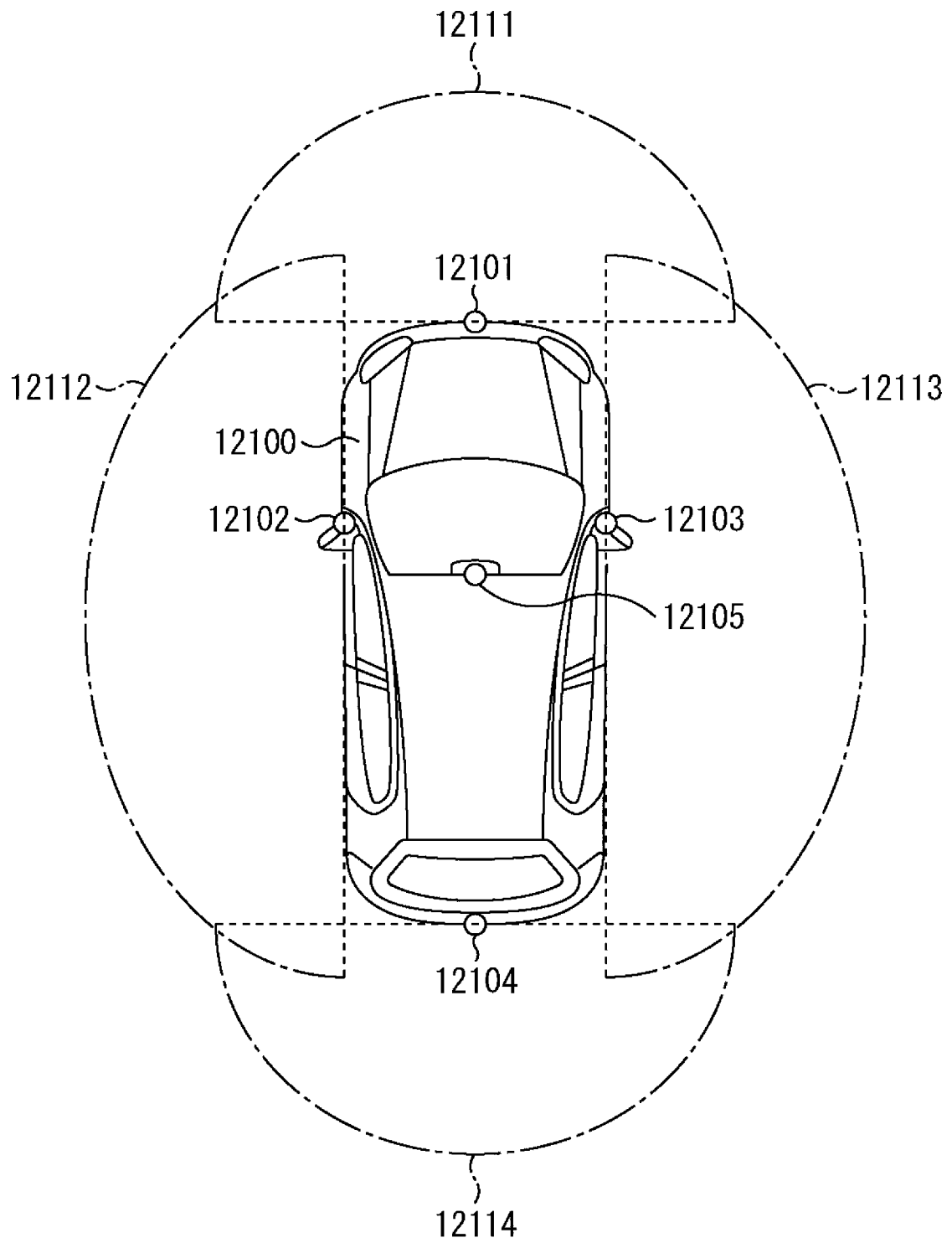
[図23]



[図24]



[図25]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/000456

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01L 27/146**(2006.01)i; **H04N 25/70**(2023.01)i; **H04N 25/79**(2023.01)i

FI: H01L27/146 F; H01L27/146 A; H01L27/146 D; H04N25/70; H04N25/79

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; H04N25/79

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.
X	JP 2013-258168 A (FUJIFILM CORPORATION) 26 December 2013 (2013-12-26) paragraphs [0023]-[0046], fig. 1-3	1-3, 5, 6, 8, 12-14
Y		6, 7, 9-11
A		4
X	JP 2019-133982 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 08 August 2019 (2019-08-08) paragraphs [0012]-[0026], fig. 2-7	1-8, 12-14
Y		6, 7, 9-11
Y	WO 2022/070815 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 07 April 2022 (2022-04-07) paragraphs [0077]-[0109], fig. 4, 5	6, 7
Y	WO 2020/262323 A1 (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORP.) 30 December 2020 (2020-12-30) fig. 4, 39	9, 10



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

13 March 2024

Date of mailing of the international search report

26 March 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.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2012-216585 A (HAMAMATSU PHOTONICS KK) 08 November 2012 (2012-11-08) fig. 1	11
Y	JP 2003-86826 A (HAMAMATSU PHOTONICS KK) 20 March 2003 (2003-03-20) fig. 4	11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2024/000456

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2013-258168	A	26 December 2013	WO 2013/187001 A1	
JP	2019-133982	A	08 August 2019	US 2019/0238780 A1 paragraphs [0034]-[0078], fig. 2-7	
WO	2022/070815	A1	07 April 2022	US 2023/0215882 A1 paragraphs [0108]-[0137], fig. 4, 5	
				CN 116195267 A	
WO	2020/262323	A1	30 December 2020	US 2022/0321816 A1 fig. 4, 39	
				CN 113841244 A	
				TW 202129938 A	
JP	2012-216585	A	08 November 2012	US 8994041 B2 fig. 1	
				EP 2693479 A1	
				TW 201246525 A	
JP	2003-86826	A	20 March 2003	(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 25/79(2023.01)i
FI: H01L27/146 F; H01L27/146 A; H01L27/146 D; H04N25/70; H04N25/79

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; H04N25/79

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
X	JP 2013-258168 A（富士フイルム株式会社）26.12.2013（2013-12-26） [0023] - [0046]，図1-3	1-3, 5, 6, 8, 12-14
Y		6, 7, 9-11
A		4
X	JP 2019-133982 A（キヤノン株式会社）08.08.2019（2019-08-08） [0012] - [0026]，図2-7	1-8, 12-14
Y		6, 7, 9-11
Y	W0 2022/070815 A1（パナソニックIPマネジメント株式会社）07.04.2022（2022-04-07） [0077] - [0109]，図4，5	6, 7
Y	W0 2020/262323 A1（ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社）30.12.2020（2020-12-30） 図4，39	9, 10

☒ 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、一般的技术水準を示すもの
“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 13. 03. 2024

国際調査報告の発送日 26. 03. 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）

柴山 将隆 5F 3035

電話番号 03-3581-1101 内線 3559

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 2012-216585 A (浜松ホトニクス株式会社) 08.11.2012 (2012 - 11 - 08) 図 1	11
Y	JP 2003-86826 A (浜松ホトニクス株式会社) 20.03.2003 (2003 - 03 - 20) 図 4	11

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/JP2024/000456

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2013-258168	A	26.12.2013	WO	2013/187001	A1	
JP	2019-133982	A	08.08.2019	US	2019/0238780	A1	
					[0034] - [0078], 図2-7		
WO	2022/070815	A1	07.04.2022	US	2023/0215882	A1	
					[0108] - [0137], 図4, 5		
				CN	116195267	A	
WO	2020/262323	A1	30.12.2020	US	2022/0321816	A1	
					図4, 39		
				CN	113841244	A	
				TW	202129938	A	
JP	2012-216585	A	08.11.2012	US	8994041	B2	
					図1		
				EP	2693479	A1	
				TW	201246525	A	
JP	2003-86826	A	20.03.2003	(ファミリーなし)			