

(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10月3日(03.10.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/203081 A1

(51) 国際特許分類:

H01L 27/146 (2006.01) G01S 17/06 (2006.01)
G01C 3/06 (2006.01) G01S 17/89 (2020.01)
G01S 7/481 (2006.01) H04N 25/705 (2023.01)
G01S 7/486 (2020.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/008545

(22) 国際出願日: 2024年3月6日(06.03.2024)

(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 2023-055901 2023年3月30日(30.03.2023) 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 SO-

LUTIONS CORPORATION) [JP/JP]; 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 Kanagawa (JP).

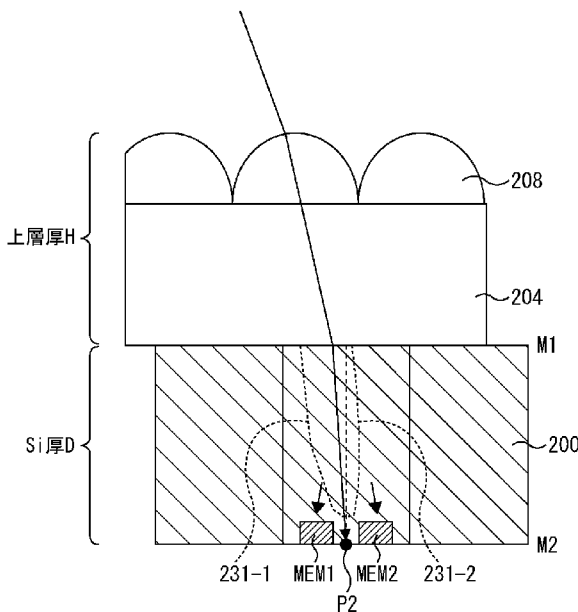
(72) 発明者: 寄門 雄飛 (YORIKADO Yuhi); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP). 横川 創造(YOKOGAWA Sozo); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 西川 孝, 外 (NISHIKAWA Takashi et al.); 〒1700013 東京都豊島区東池袋3丁目9番10号 池袋FNビル4階 Tokyo (JP).

(54) Title: LIGHT-RECEIVING ELEMENT AND RANGE FINDER

(54) 発明の名称: 受光素子、測距装置

FIG. 14



D Si thickness
H Upper-layer thickness

(57) Abstract: The present invention relates to: a light-receiving element having two or more charge accumulation parts, wherein the charge accumulation parts are prevented from differing in sensitivity from each other; and a range finder. The light-receiving element comprises a photoelectric conversion part that performs photoelectric conversion, first and second charge accumulation parts that accumulate charges obtained by the photoelectric conversion part, and an on-chip lens that condenses incident light into the photoelectric conversion part. The center of the on-chip lens is separated from

WO 2024/203081 A1

(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, 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))

the center of the photoelectric conversion part just by a correction amount set so that light which has entered the center of the on-chip lens heads toward a position where the distance from the center of gravity of the first charge accumulation part is equal to the distance from the center of gravity of the second charge accumulation part. The present technology can be applied, for example, to a light-receiving element to be provided in a range finder.

(57) 要約: 本技術は、2以上の電荷蓄積部を有する受光素子において、電荷蓄積部同士の感度の違いが生じないようにする受光素子、測距装置に関する。光電変換を行う光電変換部と、光電変換部により得られた電荷を蓄積する第1と第2の電荷蓄積部と、光電変換部に入射光を集光するオンチップレンズとを備え、オンチップレンズの中心に入射された光が、第1の電荷蓄積部の重心からの距離と第2の電荷蓄積部の重心からの距離が等しい位置に向かうように設定された補正量分だけ、オンチップレンズの中心と光電変換部の中心は離れている。本技術は、例えば、測距装置に含まれる受光素子に適用できる。

明 細 書

発明の名称： 受光素子、測距装置

技術分野

[0001] 本技術は受光素子、測距装置に関し、例えば、精度良い測距を行う受光素子、測距装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、半導体技術の進歩により、物体までの距離を測定する測距モジュールの小型化が進んでいる。これにより、例えば、通信機能を備えた小型の情報処理装置である、いわゆるスマートフォンなどのモバイル端末に測距モジュールを搭載することが実現されている。

[0003] 一般的に、測距モジュールにおける測距方法としては、ToF (Time of Flight) 方式がある。ToF方式の撮像素子では、光源から照射された光が対象物にあたって反射された反射光がフォトダイオードで光電変換される。光電変換により生成された信号電荷は、交互に駆動される対のゲート電極によって2つのFD(フローティングディフュージョン)に振り分けられる(例えば、特許文献1参照)。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2021-97214号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 撮像面の画角中心部の画素に入射する光量と画角端の画素に入射する光量との差が大きくなってしまふことによるシェーディングと呼ばれる画像内の感度ムラの発生を抑制する技術として、瞳補正と称される技術が提案されている。

[0006] 上記したToF方式の撮像素子のように、光電変換により生成された信号電荷が、交互に駆動される対のゲート電極によって2つのFDに振り分けられる

構造を有している撮像素子に、瞳補正技術を適用した場合、2つのFDにおける感度が異なってしまう可能性があった。ToF方式の撮像素子に対する適切な瞳補正を行えることが望まれている。

[0007] 本技術は、このような状況に鑑みてなされたものであり、ToF方式の撮像素子に対して適切な瞳補正を行えるようにするものである。

課題を解決するための手段

[0008] 本技術の一側面の受光素子は、光電変換を行う光電変換部と、前記光電変換部により得られた電荷を蓄積する第1と第2の電荷蓄積部と、前記光電変換部に入射光を集光するオンチップレンズとを備え、前記オンチップレンズの中心に入射された光が、前記第1の電荷蓄積部の重心からの距離と前記第2の電荷蓄積部の重心からの距離が等しい位置に向かうように設定された補正量分だけ、前記オンチップレンズの中心と前記光電変換部の中心は離れている受光素子である。

[0009] 本技術の一側面の測距装置は、照射光を発光する発光部と、前記発光部からの光が物体に反射された反射光を受光する受光素子とを備え、前記受光素子は、光電変換を行う光電変換部と、前記光電変換部により得られた電荷を蓄積する第1と第2の電荷蓄積部と、前記光電変換部に入射光を集光するオンチップレンズとを備え、前記オンチップレンズの中心に入射された光が、前記第1の電荷蓄積部の重心からの距離と前記第2の電荷蓄積部の重心からの距離が等しい位置に向かうように設定された補正量分だけ、前記オンチップレンズの中心と前記光電変換部の中心は離れている測距装置である。

[0010] 本技術の一側面の受光素子においては、光電変換を行う光電変換部と、光電変換部により得られた電荷を蓄積する第1と第2の電荷蓄積部と、光電変換部に入射光を集光するオンチップレンズとが備えられる。オンチップレンズの中心に入射された光が、第1の電荷蓄積部の重心からの距離と第2の電荷蓄積部の重心からの距離が等しい位置に向かうように設定された補正量分だけ、オンチップレンズの中心と光電変換部の中心は離されている。

[0011] 本技術の一側面の測距装置においては、前記受光素子が含まれる構成とさ

れている。

[0012] なお、測距装置は、独立した装置であっても良いし、1つの装置を構成している内部ブロックであっても良い。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本開示の一実施の形態における測距モジュールの構成例を示すブロック図である。

[図2]受光部の平面構成例を示す図である。

[図3]受光素子の回路構成例を示す図である。

[図4]測距動作について説明するための図である。

[図5]受光素子の平面構成例を示す図である。

[図6]受光素子の断面構成例を示す図である。

[図7]受光素子の回路構成例を示す図である。

[図8]受光素子の平面構成例を示す図である。

[図9]受光素子の回路構成例を示す図である。

[図10]受光素子の平面構成例を示す図である。

[図11]受光素子の回路構成例を示す図である。

[図12]受光素子の平面構成例を示す図である。

[図13]瞳補正が施された受光素子について説明するための図である。

[図14]瞳補正が施された受光素子について説明するための図である。

[図15]入射光の進む位置について説明するための図である。

[図16]補正量の算出の仕方について説明するための図である。

[図17]遮光膜の位置について説明するための図である。

[図18]PLSが等しくなることについて説明するための図である。

[図19]PLSが等しくなることについて説明するための図である。

[図20]4つの電荷蓄積部の配置例を示す図である。

[図21]2タップの配置例を示す図である。

[図22]I画素、Q画素の配置例と、測距画像の生成に係わる処理について説明するための図である。

[図23] I画素、Q画素の配置例と、測距画像の生成に係わる処理について説明するための図である。

[図24]電子機器の構成例を示す図である。

[図25]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26]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27]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28]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

[0014] 以下に、本技術を実施するための形態（以下、実施の形態という）について説明する。

[0015] <測距モジュールの構成>

図1を参照して、本開示の実施の形態に係る測距モジュール（受光装置）1の概略的な構成を説明する。図1は、本開示の一実施の形態に係る測距モジュール1の構成例を示す図である。図1に示すように、測距モジュール1は、照射部20、受光部30、制御部（照射制御部）40、および処理部60を有する。

[0016] 照射部20は、LED（Light Emitting Diode）光源（図示省略）と光学素子（図示省略）とを有している。照射される光の波長は、LED光源を適宜選択することにより、変えることができる。ここでは照射部20は、例えば、波長780nm～1000nm範囲の赤外光を照射するものとして説明するが、このような赤外光を照射することに限定されるものではない。照射部20は、後述する制御部40から供給される矩形信号のような周期的な信号と同期して、周期的に明るさが変動する照射光を、対象物800へ照射することができる。

[0017] 受光部30は、対象物800から反射した反射光を受光する。受光部30は、集光レンズ（図示省略）と後述する複数の受光素子10とを有している。集光レンズは、受光した光を各受光素子10に集める機能を有する。受光素子10は、受光した光の強度に基づいて電荷（例えば、電子）を生成し、

生成した電荷を、後述する制御部40から供給される矩形信号のような周期的な信号と同期して、内蔵するトランジスタを駆動させ、浮遊拡散領域FDまたは電荷蓄積部MEMへ転送する。さらに、浮遊拡散領域FDまたは電荷蓄積部MEMへ転送された電荷は、信号に変換されて最終的に処理部60へ転送されることとなる。なお、当該受光素子10の詳細については、後述する。

[0018] 制御部40は、周期的な信号を照射部20及び受光部30に供給し、照射光の照射タイミングや、上記トランジスタの駆動タイミングを制御する。当該信号の周波数は、例えば5乃至20メガヘルツ(MHz)であることができるが、このような周波数に限定されるものではない。制御部40は、上記トランジスタを、例えば差動等、互いに異なるタイミングで動作するように制御する。

[0019] 処理部60は、受光部30からの信号を取得し、取得した信号に基づいて、例えば間接ToF(iToF)方式により対象物800までの距離を取得することができる。なお、距離の算出方法については、後述する。

[0020] <受光部の構成例>

図2を参照して、受光部30の平面構成例について説明する。図2に示すように、受光部30は、例えばシリコンからなる半導体基板200上に設けられた、画素アレイ部12、垂直駆動回路部32、カラム信号処理回路部34、水平駆動回路部36、出力回路部38、及び、制御回路部44等を含む。

[0021] 画素アレイ部12は、半導体基板200上にマトリックス状(行方向および列方向の行列状)に2次元配置された複数の受光素子10を有する。各受光素子10は、光を電荷(例えば電子)に変換する光電変換部(フォトダイオードPD)(図6)と、複数の画素トランジスタ(例えばMOS(Metal-Oxide-Semiconductor)トランジスタ)(図6)等を有している。画素アレイ部12は、入射した光を光電変換し、その結果得られた電荷に応じた信号を出力する画素を複数有する。そして、上記画素トランジスタは、例えば、

転送トランジスタ、選択トランジスタ、リセットトランジスタ、及び、増幅トランジスタ等の各種機能を持ったトランジスタを含むことができる。

[0022] ここで、行方向とは、水平方向の受光素子 10 の配列方向をいい、列方向とは、垂直方向の受光素子 10 の配列方向をいう。行方向は、図 2 中、左右方向であり、列方向は、図 2 中、上下方向である。画素アレイ部 12 においては、行列状の受光素子 10 の配列に対して、行ごとに画素駆動配線 42 が行方向に沿って配線されるとともに、各列に垂直信号線 48 が列方向に沿って配線されている。例えば画素駆動配線 42 は、受光素子 10 から信号を読み出す際の駆動を行うための駆動信号を伝送する。

[0023] 垂直駆動回路部 32 は、例えばシフトレジスタやアドレスデコーダ等によって形成され、画素駆動配線 42 を選択し、選択された画素駆動配線 42 に受光素子 10 を駆動するためのパルスを供給し、全受光素子 10 同時あるいは行単位で受光素子 10 を駆動する。例えば、垂直駆動回路部 32 は、画素アレイ部 12 の各受光素子 10 を行単位で順次垂直方向（図 2 中の上下方向）に選択走査し、各受光素子 10 のフォトダイオード PD の受光量に応じて生成された電荷に基づく画素信号を、垂直信号線 48 を通して後述するカラム信号処理回路部 34 に供給する。

[0024] カラム信号処理回路部 34 は、受光素子 10 の列ごとに配置されており、1 行分の受光素子 10 から出力される信号に対して列ごとにノイズ除去等の信号処理を行う。例えば、カラム信号処理回路部 34 は、受光素子 10 の固有の固定パターンノイズを除去するために CDS（Correlated Double Sampling：相関 2 重サンプリング）及び AD（Analog-Digital）変換等の信号処理を行う。

[0025] 水平駆動回路部 36 は、例えばシフトレジスタやアドレスデコーダなどによって形成され、水平走査パルスを順次出力することによって、上述したカラム信号処理回路部 34 の各々を順番に選択し、カラム信号処理回路部 34 の各々から信号を水平信号線 46 に出力させることができる。

[0026] 出力回路部 38 は、上述したカラム信号処理回路部 34 の各々から水平信

号線46を通して順次に供給される信号に対し、信号処理を行い出力することができる。出力回路部38は、例えば、バッファリングを行う機能部として機能してもよく、もしくは、列ばらつき補正、各種デジタル信号処理等の処理を行ってもよい。なお、バッファリングとは、信号のやり取りの際に、処理速度や転送速度の差を補うために、一時的に信号を保存することをいう。

[0027] 制御回路部44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、受光素子10の内部情報等のデータを出力することができる。すなわち、制御回路部44は、垂直同期信号、水平同期信号及びマスタクロックに基づいて、垂直駆動回路部32、カラム信号処理回路部34及び水平駆動回路部36等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、制御回路部44は、生成したクロック信号や制御信号を、垂直駆動回路部32、カラム信号処理回路部34及び水平駆動回路部36等に出力する。

[0028] <受光素子の等価回路>

図3は、受光素子10の等価回路図である。図3に示すように、受光素子10は、光を電荷に変換する光電変換素子（光電変換部）としてフォトダイオードPDと、電荷排出トランジスタOFG（なお、電荷排出トランジスタOFGは、等価回路上では1つのトランジスタで示されているが、電氣的に並列接続された複数のトランジスタから構成されてもよい）とを有する。さらに、受光素子10は、振り分けトランジスタVG、電荷蓄積部（第1の電荷蓄積部、第2の電荷蓄積部）MEM、転送トランジスタTG、浮遊拡散領域FD、リセットトランジスタRST、増幅トランジスタAMP、及び選択トランジスタSELをそれぞれ2個ずつ有する。

[0029] 図3に示すように、受光素子10においては、電荷排出トランジスタOFGのソース／ドレインの一方は、受光することで電荷を発生するフォトダイオードPDに電氣的に接続される。さらに、電荷排出トランジスタOFGのソース／ドレインの他方は、電源回路（電源電位VDD）に電氣的に接続さ

れる。そして、電荷排出トランジスタOFGは、自身のゲートに印加された電圧に応じて導通状態になり、フォトダイオードPDに蓄積された電荷を上記電源回路（電源電位VDD）に排出することができる。

[0030] また、図3に示すように、受光素子10においては、振り分けトランジスタVG1、VG2のソース／ドレインの一方は、フォトダイオードPDに電氣的に接続され、振り分けトランジスタVG1、VG2のソース／ドレインの他方は、電荷蓄積部MEM1、MEM2にそれぞれ電氣的に接続される。そして、振り分けトランジスタVG1、VG2は、自身のゲート（第1の振り分けゲート、第2の振り分けゲート）に印加された電圧に応じて導通状態になり、フォトダイオードPDに蓄積された電荷を電荷蓄積部MEM1、MEM2にそれぞれ転送することができる。

[0031] すなわち、振り分けトランジスタVG1、VG2のゲートに印加される電圧を、互いに異なるタイミングで変化させることにより、フォトダイオードPDに蓄積された電荷を2つある電荷蓄積部MEM1、MEM2のいずれかに振り分けることができる。換言すると、2つの電荷蓄積部MEM1、MEM2は、1つのフォトダイオードPDを共有しているといえる。

[0032] 図3に示すように、受光素子10においては、転送トランジスタTG1、TG2のソース／ドレインの一方は、振り分けトランジスタVG1、VG2のソース／ドレインの他方及び電荷蓄積部MEM1、MEM2に電氣的に接続される。さらに、転送トランジスタTG1、TG2のソース／ドレインの他方は、浮遊拡散領域FD1、FD2に電氣的に接続される。そして、転送トランジスタTG1、TG2は、自身のゲート（転送ゲート）に印加された電圧に応じて導通状態になり、電荷蓄積部MEM1、MEM2に蓄積された電荷を浮遊拡散領域FD1、FD2に転送することができる。なお、2つの電荷蓄積部MEM1、MEM2があるため、転送トランジスタTG1、TG2は、1つの浮遊拡散領域FDを共有することも可能である。

[0033] 浮遊拡散領域FD1、FD2は、電荷を電圧に変換（増幅）して信号（画素信号）として出力する増幅トランジスタAMP1、AMP2のゲートに電

氣的に接続される。増幅トランジスタAMP 1、AMP 2のソース／ドレインの一方は、選択信号に従って、変換によって得た上記信号を信号線VSL 1、VSL 2に出力する選択トランジスタSEL 1、SEL 2のソース／ドレインの一方に電氣的に接続される。さらに、増幅トランジスタAMP 1、AMP 2のソース／ドレインの他方は、電源回路（電源電位VDD）に電氣的に接続される。

[0034] 選択トランジスタSEL 1、SEL 2のソース／ドレインの他方は、変換された電圧を信号として伝達する上記信号線VSL 1、VSL 2に電氣的に接続され、さらに上述したカラム信号処理回路部34に電氣的に接続される。さらに、選択トランジスタSEL 1、SEL 2のゲートは、信号を出力する行を選択する選択線（図示省略）に電氣的に接続され、さらに上述した垂直駆動回路部32に電氣的に接続される。すなわち、浮遊拡散領域FD 1、FD 2に蓄積された電荷は、選択トランジスタSEL 1、SEL 2の制御により、増幅トランジスタAMP 1、AMP 2によって電圧に変換され、信号線VSL 1、VSL 2に出力されることとなる。

[0035] 図3に示すように、浮遊拡散領域FD 1、FD 2は、蓄積した電荷をリセットするためのリセットトランジスタRST 1、RST 2のドレイン／ソースの一方に電氣的に接続される。リセットトランジスタRST 1、RST 2のゲートは、リセット信号線（図示省略）に電氣的に接続され、さらに上述した垂直駆動回路部32に電氣的に接続される。また、リセットトランジスタRST 1、RST 2のドレイン／ソースの他方は、電源回路（電源電位VDD）に電氣的に接続される。そして、リセットトランジスタRST 1、RST 2は、自身のゲートに印加された電圧に応じて導通状態になり、浮遊拡散領域FD 1、FD 2に蓄積された電荷をリセット（電源回路（電源電位VDD）へ排出）することができる。

[0036] ここで、受光素子10の動作例について簡単に説明する。

[0037] まず、受光を開始する前に、フォトダイオードPDの電荷を排出する排出動作が行われる。すなわち、電荷排出トランジスタOFG 1、OFG 2がオ

ンされ、フォトダイオードPDの電荷が電源回路（電源電位VDD）に排出される。

[0038] 次に、受光が開始され、振り分けトランジスタVG1、VG2は、互いに異なるタイミングで動作する（例えば、差動）ように制御される。詳細には、第1の期間において、振り分けトランジスタVG1がオンすることにより、フォトダイオードPDの電荷が電荷蓄積部MEM1に転送される。一方、第2の期間においては、振り分けトランジスタVG2がオンすることにより、フォトダイオードPDの電荷が電荷蓄積部MEM2に転送される。すなわち、振り分けトランジスタVG1、VG2により、フォトダイオードPDで生成された電荷が、電荷蓄積部MEM1、MEM2に振り分けられる。

[0039] 次に、浮遊拡散領域FD1、FD2の電荷を排出する排出動作が行われる。すなわち、リセットトランジスタRST1、RST2がオンされ、浮遊拡散領域FD1、FD2の電荷が電源回路（電源電位VDD）に排出される。この後、浮遊拡散領域FD1、FD2に発生した電荷（k t cノイズ）は、CDS駆動によって除去される。

[0040] そして、転送トランジスタTG1、TG2がオンされ、電荷蓄積部MEM1、MEM2に蓄積された電荷が浮遊拡散領域FD1、FD2に転送される。そして、受光期間が終了すると、画素アレイ部12の各受光素子10が、順次選択される。選択された受光素子10では、選択トランジスタSEL1、SEL2がオンされる。これにより、浮遊拡散領域FD1、FD2に蓄積された電荷が、信号として信号線VSL1、VSL2に出力される。

[0041] なお、本実施の形態に係る受光素子10の動作は、上述の例に限定されるものではなく、例えば、適宜順序が変更されてもよい。そして、本実施の形態においては、2つの浮遊拡散領域FD1とFD2に蓄積される電荷の配分比から、対象物800までの距離を求めることができる。以下に、その原理について簡単に説明する。

[0042] <測距モジュール1を用いた距離の算出方法の原理>

次に、測距モジュール1を用いた距離の算出方法（間接式）の原理につい

て、図4を参照して説明する。図4は、測距モジュール1を用いた距離の算出方法の原理を説明するための説明図であり、詳細には、測距モジュール1における、照射光と反射光とを強度の時間変動を模式的に示している。

[0043] 図4に示すように、測距モジュール1は、光の強度が周期的に変動するように変調された光を照射部20から対象物800に向かって照射する。照射された光は、対象物800で反射されて、反射光として測距モジュール1の受光部30で検出される。図4に示すように、検出された反射光（図4の上から2段目）は、照射光（図4の上から1段目）に対して位相差 ϕ をもち、当該位相差 ϕ は、測距モジュール1から対象物800までの距離が遠ければ大きくなり、測距モジュール1から対象物800までの距離が近ければ小さくなる。

[0044] 先に説明したように、受光素子10は、例えば互いに差動する振り分けトランジスタVG1、VG2を有している。従って、振り分けトランジスタVG1、VG2がそれぞれ動作する期間は重なっていないことから、図4中のグレーで示される領域802a、802bの期間において、フォトダイオードPDに蓄積した電荷は、電荷蓄積部MEM1、MEM2のそれぞれに振り分けられることとなる。詳細には、電荷蓄積部MEM1、MEM2のそれぞれに振り分けられた電荷は、浮遊拡散領域FD1、FD2に転送され、最終的には、領域802a、802bの期間における積分値である面積に相当する信号に変換される。従って、図4から明らかなように、領域802aの積分値と領域802bの積分値との差分は、反射光の位相差 ϕ に応じて変化する。従って、領域802aの積分値と領域802bの積分値との差分に基づいて位相差 ϕ を算出することにより、対象物800までの距離を算出することができる。なお、積分値の差分ではなく、積分値の比を用いて位相差 ϕ を算出し、距離を算出することも可能である。

[0045] <受光素子の平面構成例>

図5を参照して、受光素子10の平面構成例を説明する。図5は、図3に示した回路構成を有する受光素子10の平面構成例を示す図であり、半導体

基板200の表面の上方から受光素子10を見た場合の図となる。なお、図5における左右方向は、図2の行方向（左右方向）に対応し、図5における上下方向は、図2の列方向（上下方向）に対応するものとする。

[0046] 図5に示すように、受光素子10の中央部のP型半導体基板200内には、N型半導体領域100が形成され、N型半導体領域100は、フォトダイオード（光電変換部）PDの一部を構成する。さらに、フォトダイオードPDの中心点（中心）Oを通過し、受光素子10を上下方向（列方向）に沿って延伸する中心線（不図示）に対して、線対称（略線対称）となるように、振り分けトランジスタVG1、VG2のゲート電極（第1の振り分けゲート、第2の振り分けゲート）150a、150bが配置されている。振り分けトランジスタVG1、VG2は、フォトダイオードPDで発生した電荷を、後述する電荷蓄積部MEM1、MEM2に振り分けることができる。なお、振り分けトランジスタVG1、VG2のゲート電極150a、150bは、N型半導体領域100の少なくとも一部と重なるように設けられている。

[0047] 詳細には、振り分けトランジスタVG1は、ゲート電極150aと、ゲート電極150aと半導体基板200との間に位置するゲート絶縁膜（図示省略）と、ソース領域としてのN型半導体領域100と、ドレイン領域としてのN型半導体領域102a、102bとで構成される。ソース領域としてのN型半導体領域100は、フォトダイオードPDと兼用され、ドレイン領域としてのN型半導体領域は、電荷蓄積部MEM1と兼用されている。また、振り分けトランジスタVG2についても、振り分けトランジスタVG1と同様の構成を持つ。

[0048] 電荷蓄積部MEM1、MEM2は、フォトダイオードPDの中心点（中心）Oに対して、互いに点対称（略点対称）となるような位置に設けられている。詳細には、電荷蓄積部MEM1は、例えば、電極154aと、電極154aの下方に設けられた絶縁膜（図示省略）と、当該絶縁膜の下方に設けられたN型半導体領域（図示省略）とから構成される、MOS（Metal-Oxide-Semiconductor）型容量であることができる。また、電荷蓄積部MEM2につ

いても、電荷蓄積部MEM1と同様の構成を持つ。

[0049] 図5に示すように、フォトダイオードPDの中心点Oを通過し、受光素子10を左右方向（行方向）に沿って延伸する中心線（不図示）に対して、線対称（略線対称）となるように、電荷排出トランジスタOFG1、OFG2のゲート電極152a、152b（第1の電荷排出ゲート、第2の電荷排出ゲート）が配置されている。

[0050] 詳細には、電荷排出トランジスタOFG1は、ゲート電極152aと、ゲート電極152aと半導体基板200との間に位置するゲート絶縁膜（図示省略）と、ソース領域としてのN型半導体領域100と、ドレイン領域としてのN型半導体領域（図示省略）とで構成される。ソース領域としてのN型半導体領域100は、フォトダイオードPDと兼用される。また、電荷排出トランジスタOFG2についても、電荷排出トランジスタOFG1と同様の構成を持つ。

[0051] 転送トランジスタTG1、TG2のゲート電極156a、156bは、フォトダイオードPDの中心点（中心）Oに対して、互いに点対称（略点対称）となるような位置に設けられている。詳細には、転送トランジスタTG1のゲート電極156aは、ゲート電極156aと半導体基板200との間に位置するゲート絶縁膜（図示省略）と、電荷蓄積部MEM1の電極154aと図5中の上下方向（列方向）に沿って隣り合うように並び、転送トランジスタTG2のゲート電極156bは、電荷蓄積部MEM2の電極154bと図5中の上下方向（列方向）に沿って隣り合うように並ぶ。転送トランジスタTG1、TG2は、電荷蓄積部MEM1、MEM2に蓄積された電荷を後述する浮遊拡散領域FD1、FD2へ転送することができる。詳細には、転送トランジスタTG1は、ゲート電極156aと、ソース領域としてのN型半導体領域（図示省略）と、ドレイン領域としてのN型半導体領域（図示省略）とで構成される。また、転送トランジスタTG2についても、転送トランジスタTG1と同様の構成を持つ。

[0052] リセットトランジスタRST1、RST2、増幅トランジスタAMP1、

AMP 2、及び、選択トランジスタSEL 1、SEL 2は、フォトダイオードPDの中心点（中心）Oに対して、互いに点対称（略点対称）となるような位置に設けられている。なお、リセットトランジスタRST 1、増幅トランジスタAMP 1及び選択トランジスタSEL 1は、図5中の左右方向（行方向）に沿って隣り合うように並び、リセットトランジスタRST 2、増幅トランジスタAMP 2及び選択トランジスタSEL 2も、図5中の左右方向（行方向）に沿って隣り合うように並ぶ。

[0053] 詳細には、リセットトランジスタRST 1は、ゲート電極158aと、ゲート電極158aと半導体基板200との間に位置するゲート絶縁膜（図示省略）と、ソース領域としてのN型半導体領域（図示省略）と、ドレイン領域としてのN型半導体領域（図示省略）とで構成される。ソース領域としてのN型半導体領域は、浮遊拡散領域FD 1と兼用され、ドレイン領域としてのN型半導体領域は、増幅トランジスタAMP 1と兼用されている。リセットトランジスタRST 2についても、リセットトランジスタRST 1と同様の構成を持つ。また、増幅トランジスタAMP 1は、ゲート電極160aと、ゲート電極160aと半導体基板200との間に位置するゲート絶縁膜（図示省略）と、ドレイン領域としてのN型半導体領域（図示省略）と、ソース領域としてのN型半導体領域（図示省略）とで構成される。

[0054] ドレイン領域としてのN型半導体領域は、リセットトランジスタRST 1のドレイン領域と兼用されている。また、増幅トランジスタAMP 2についても、増幅トランジスタAMP 1と同様の構成を持つ。さらに、選択トランジスタSEL 1は、ゲート電極162aと、ゲート電極162aと半導体基板200との間に位置するゲート絶縁膜（図示省略）と、ドレイン領域としてのN型半導体領域（図示省略）と、ソース領域としてのN型半導体領域（図示省略）とで構成される。ドレイン領域としてのN型半導体領域は、増幅トランジスタAMP 1のソース領域と兼用されている。また、選択トランジスタSEL 2についても、選択トランジスタSEL 1と同様の構成を持つ。

[0055] なお、本実施の形態に係る受光素子10の平面構成は、図5に示される例

に限定されるものではなく、例えば、他の素子等を含んでもよく、特に限定されるものではない。

[0056] <受光素子の断面構成>

次に、図6を参照して、受光素子10の断面構成例を説明する。図6中の上側が半導体基板200の裏面側となり、図6中の下側が半導体基板200の表面側となる。

[0057] まずは、図6に示すように、受光素子10は、例えばシリコン基板等からなるP型の半導体基板200を有する。詳細には、P型の半導体基板200内には、N型半導体領域100a、100bを形成されることにより、半導体基板200内にフォトダイオードPDが形成される。

[0058] 次に、図6中の上側、すなわち、半導体基板200の裏面側から説明する。半導体基板200の裏面の上方には、対象物800からの反射光が入射される、スチレン系樹脂、アクリル系樹脂、スチレン-アクリル共重合系樹脂、又はシロキサン系樹脂等からなるオンチップレンズ208が設けられている。オンチップレンズ208の下方には、例えば、酸化シリコン(SiO₂)、窒化シリコン(SiN)、酸窒化シリコン(SiON)等からなる平坦化膜204が設けられている。さらに、平坦化膜204の下方には、絶縁膜からなる反射防止膜202が設けられている。例えば、反射防止膜202は、酸化ハフニウム(HfO₂)、酸化アルミニウム(Al₂O₃)、酸化チタン(TiO₂)、酸化シリコン等、もしくは、これらの積層から形成することができる。

[0059] 反射防止膜202の上方であって、隣接する受光素子10との境界領域には、対象物800からの反射光が隣接する受光素子10へ入射することを防止するための遮光膜206が設けられている。当該遮光膜206は、光を遮るような材料からなり、例えば、タングステン(W)、アルミニウム(Al)、銅(Cu)等の金属材料を用いて形成することができる。

[0060] さらに、遮光膜206の下方には、半導体基板200の厚み方向に沿って、半導体基板200の裏面から、半導体基板200の途中まで貫く、画素分

離部 210a (DTI : Deep Trench Isolation) が設けられている。当該画素分離部 210a は、例えば、半導体基板 200 に設けられたトレンチと、当該トレンチに埋め込まれた酸化シリコン等の絶縁膜又はアルミニウム等の金属膜とからなる。当該画素分離部 210a によれば、隣接する受光素子 10 へ入射光が入り込むことを防止することができ、その結果、隣接する受光素子 10 間での電荷クロストークの発生を防止することができる。

[0061] 次に、図 6 中の下側、すなわち、半導体基板 200 の表面側を説明する。N 型半導体領域 100b を挟むようにして、2 つの振り分けトランジスタ VG1、VG2 が形成されている。詳細には、振り分けトランジスタ VG1、VG2 は、半導体基板 200 の表面上に設けられた、例えばポリシリコン膜からなるゲート電極 150a、150b をそれぞれ有する。

[0062] さらに、振り分けトランジスタ VG1、VG2 を左右方向から挟み込むようにして、半導体基板 200 内に電荷蓄積部 MEM1、MEM2 が設けられている。例えば、電荷蓄積部 MEM1、MEM2 は、金属膜又はポリシリコン膜からなる電極 154a、154b と、酸化膜からなる絶縁膜（図示省略）と、N 型半導体領域（図 6 中では、MEM1、MEM2 として示されている）との積層からなる MOS 型容量であることができる。

[0063] 電荷蓄積部 MEM1、MEM2 に隣接して、転送トランジスタ TG1、TG2 のゲート電極 156a、156b が、半導体基板 200 の表面上に設けられている。転送トランジスタ TG1、TG2 のゲート電極 156a、156b に近接した半導体基板 200 内に、浮遊拡散領域 FD1、FD2 として図示されている N 型半導体領域が形成されている。

[0064] 半導体基板 200 の表面上には配線層 300 が設けられている。配線層 300 は、絶縁膜 302 と金属膜 304 とを含む。さらに、配線層 300 の、半導体基板 200 と反対側の面上には、電極 306 が設けられている。

[0065] 配線層 300 の、半導体基板 200 と反対側の面上には、基板 400 が設けられている。基板 400 も、絶縁膜 402 と金属膜 404 とを含み、配線層 300 側の面上には、電極 406 が設けられている。本実施形態において

は、例えば、配線層300の電極306と、基板400の電極406とは、銅(Cu)等で形成され、互いに接することで、配線層300と基板400とを接合することができる。

[0066] なお、受光素子10の断面構成は、図6に示される例に限定されるものではなく、例えば、他の素子等を含んでもよく、特に限定されるものではない。

[0067] <受光素子の他の構成例>

次に、図7及び図8を参照して受光素子10の他の構成例について説明する。図7は、受光素子10の他の等価回路図であり、図8は、図7に示した回路構成における受光素子10の平面構成例を示す図である。

[0068] 図7に示した受光素子10は、図3に示した受光素子10から、電荷蓄積部MEM1、MEM2及び転送トランジスタTG1、TG2を削除した構成とされている。すなわち、振り分けトランジスタVG1、VG2によって、フォトダイオードPDで発生した電荷は、浮遊拡散領域FD1、FD2へ直接振り分けられる構成とされている。

[0069] 図8に示すように、振り分けトランジスタVG1、VG2のゲート電極150a、150bが、中心線(不図示)に対して、線対称(略線対称)となるように配置されている。従って、このように電荷蓄積部MEM1、MEM2及び転送トランジスタTG1、TG2が設けられていない構成とすることで、受光素子10をより微細化することができる。

[0070] <受光素子のさらに他の構成例>

本技術は、図9、図10に示すように、4つの電荷蓄積部MEM1乃至4を備える構成にも適用できる。図9は、受光素子10の等価回路図であり、図10は、図9に示した回路構成を有する受光素子10の平面構成例を示す図である。

[0071] 図9に示すように受光素子10では、振り分けトランジスタVG、電荷蓄積部MEM、転送トランジスタTG、浮遊拡散領域FD、リセットトランジスタRST、増幅トランジスタAMP、及び、選択トランジスタSELから

なる組み合わせを4つ設けている。4つの振り分けトランジスタVG1、VG2、VG3、VG4を設け、4つの電荷蓄積部MEM1、MEM2、MEM3、MEM4を有することにより、測距範囲を広げることができる。

[0072] 図10に示すように受光素子10の振り分けトランジスタVG1、VG2、VG3、VG4は、フォトダイオードPDの中心点Oを通過し、受光素子10を上下方向（列方向）に沿って延伸する中心線に対して線対称（略線対称）となるように配置されている。振り分けトランジスタVG1、VG2、VG3、VG4の各間には、電荷排出トランジスタOFGが配置されている。電荷蓄積部MEM1乃至4は、フォトダイオードPDを中心として、振り分けトランジスタVG1、VG2、VG3、VG4の周りに配置されている。

[0073] <受光素子のさらに他の構成例>

本技術は、図11、12に示すように、8つの振り分けトランジスタVG1乃至VG8を有する構成にも適用できる。図11は、8つの振り分けトランジスタVG1乃至VG8を有する受光素子10の等価回路図であり、図12は、図11に示した回路構成における受光素子10の平面構成例を示す図である。8つの振り分けトランジスタVG1乃至VG8を設けることにより、測距範囲をより広げることができる。

[0074] 図11に示すように受光素子10は、振り分けトランジスタVG、電荷蓄積部MEM、転送トランジスタTG及び浮遊拡散領域FDからなる組み合わせを8つ設けている。受光素子10では、リセットトランジスタRST、増幅トランジスタAMP、及び、選択トランジスタSELを1つずつ設けている。

[0075] このような受光素子10は、図12に示すような平面構成を採用することができる。振り分けトランジスタVG1乃至VG8のゲート電極150は、フォトダイオードPDの中心点Oを通過し、受光素子10を上下方向（列方向）に沿って延伸する中心線に対して線対称（略線対称）となるように配置されている。電荷蓄積部MEM1乃至8も、フォトダイオードPDの中心点

〇を通過し、受光素子10を上下方向（列方向）に沿って延伸する中心線に対して線対称（略線対称）となるように配置されている。

[0076] <瞳補正について>

上述した受光素子10は、2、4、または8個の電荷蓄積部MEMを備える構成を有し、これらの電荷蓄積部MEMに、電荷が振り分けられる構造とされている。このような受光素子10が、画素アレイ部12にはアレイ状に配置されている。

[0077] オンチップレンズ208への光は、撮像面に対してさまざまな角度で入ってくるため、画角中心（画素アレイ部12の中心）の受光素子10と画角端（画素アレイ部12の周辺部）の受光素子10を同様の構造とすると、効率良く集光できず、画角中心の受光素子10と画角端の受光素子10とで感度差が生じてしまう可能性がある。

[0078] 画角中心の受光素子10と画角端の受光素子10とで感度差が生じず、一定の感度とするために、また画角端の受光素子10の感度劣化を抑えて感度を最大化させるために、例えば、撮像面の中央（画角中心）では、オンチップレンズ208の光軸とフォトダイオードPDの開口を合わせ、画角端に向かうにつれて、フォトダイオードPDの位置を主光線の向きに合わせてずらす瞳補正と称される技術がある。

[0079] 図13に、画角端において瞳補正が施された受光素子10の断面構成例を示す。図13では、図6に示した受光素子10の断面構成例のうち、オンチップレンズ208、平坦化膜204、および半導体基板200（フォトダイオードPD）を示し、半導体基板200の図中底面に形成されている電荷蓄積部MEM1、MEM2を示した。画角端の部分に配置された受光素子10においては、図13に矢印で示したように、フォトダイオードPDに対して斜め方向から入射光が入射する。

[0080] 画角端の部分に配置されている受光素子10においては、オンチップレンズ208の中心と、フォトダイオードPDの中心は、補正量分だけずれた位置にある。図13に示した例では、フォトダイオードPDの中心に対して、

オンチップレンズ208の中心は、図中左側に、補正量分だけずれた位置にある。

[0081] 平坦化膜204と半導体基板200との界面を界面M1とする。オンチップレンズ208の中心を通った入射光は、界面M1において、フォトダイオードPDの中心P1を通る。フォトダイオードPDの中心軸方向からフォトダイオードPDに光が入射することで、画角中心にある受光素子10と同じく、フォトダイオードPDの中心軸方向から光を受光できるようになる。

[0082] 上述した受光素子10のように、複数の電荷蓄積部MEMを備える構成であり、フォトダイオードPDで光電変換された電荷が振り分けられる構成とされている場合、その振り分けに差が生じると、電荷蓄積部MEM間のPLS (Parasitic Light Sensitivity) に違いが発生してしまう可能性がある。画素アレイ部12内での位置によらず受光素子10の感度を瞳補正により揃えることはできるが、画角端にある受光素子10を見たとき、フォトダイオードPDで光電変換された電荷が振り分けに差が生じる可能性がある。このことについて説明を加える。

[0083] 図13に示した画角端にあり、瞳補正が施されている受光素子10において、フォトダイオードPDの中心P1を通る中心軸P1を点線で示す。また図13において、フォトダイオードPD内での光の拡がりの説明すべく、ある光強度をもった分布を、点線で示す。

[0084] 中心軸P1の左側に入射光が所定の光強度以上で分布している領域を領域231-1とし、中心軸P1の右側に入射光がある所定の光強度以上で分布している領域を領域231-2とする。図13に示した例では、図中左側から入射光が入射されるため、領域231-1と電荷蓄積部MEM1の距離よりも、領域231-2と電荷蓄積部MEM2の距離の方が長くなる傾向にあることがわかる。

[0085] このような状態においては、電荷蓄積部MEMの拡散層で光電変換される成分や、周辺のウェルで光電変換されて拡散によって電荷蓄積部MEMの拡散層に侵入する成分、いわゆるPLSが、電荷蓄積部MEM1と比較して電

荷蓄積部MEM2の方が大きくなる。

- [0086] すなわち、電荷蓄積部MEM1のPLSと電荷蓄積部MEM2のPLSに差が生じてしまう可能性がある。図4を参照して説明したようにして測距モジュール1において測距処理がなされる場合、電荷蓄積部MEM1と電荷蓄積部MEM2に、PLSの違いがあると、測距精度が低下してしまう可能性がある。
- [0087] 図13に示した例では、フォトダイオードPDの光入射面側において、フォトダイオードPDの中心P1に、主光線が入射されるように、瞳補正がされていた例を示したが、図14に示すように、フォトダイオードPDの光入射面側の逆面において、フォトダイオードPDの位置P2に、主光線が入射されるように、瞳補正がされているようにする。
- [0088] 図14に示した受光素子10において、オンチップレンズ208は、図13に示した受光素子10のオンチップレンズ208よりもさらに図中左側にずれた位置に配置されている。すなわち、図14に示した受光素子10における瞳補正量は、図13に示した受光素子10における瞳補正量よりも大きい。瞳補正量が大きくなることで、オンチップレンズ208の中心を透過した光は、フォトダイオードPDの入射光面側の中心P1ではなく、図13に示した例では、中心P1よりも左側にずれた位置に入射される。
- [0089] さらに、フォトダイオードPDの入射面側の中心P1よりも左側にずれた位置に入射された光は、電荷蓄積部MEM1と電荷蓄積部MEM2との間の位置P2に向かって進む。位置P2は、図15を参照して説明するように、電荷蓄積部MEM1の重心の位置からの距離と電荷蓄積部MEM2の重心の位置からの距離が同じとなる線上にある位置である。
- [0090] 主光線が電荷蓄積部MEM1と電荷蓄積部MEM2との間に向かうように瞳補正がなされることで、図14に示したように、領域231-1と領域231-2は、ともに図中左側にずれた位置に存在するようになる。このように領域231がずれることで、領域231-1と電荷蓄積部MEM1の距離と、領域231-2と電荷蓄積部MEM2の距離が、同程度となり、PLS

に差が生じるようなことを抑制できるようになる。

[0091] 図15は、図14の受光素子10において、半導体基板200と配線層300（図6、図14では不図示）の界面M2における平面構成例を示す図である。図15に示した例では、受光素子10の左側に電荷蓄積部MEM1が配置され、右側に電荷蓄積部MEM2が配置されている。電荷蓄積部MEM1の重心を重心P21とし、電荷蓄積部MEM2の重心を重心P22とする。

[0092] 電荷蓄積部MEM1の重心P21からの距離L1と電荷蓄積部MEM2の重心P22からの距離L2が等しくなる線は、重心P21と重心P22を結んだ線の中心P11を通り、垂直となる垂直二等分線L3となる。この垂直二等分線L3上に点P2（図14）がある。

[0093] 電荷蓄積部MEM1と電荷蓄積部MEM2が、受光素子10の中心からの距離が等しい位置に配置されているような場合、垂直二等分線L3は、受光素子10の中心を通る線となる。図5、図8、図10、図12のそれぞれに示した受光素子10の平面構成例においては、電荷蓄積部MEMは、受光素子10の中心Oからの距離が等しい位置に配置されている。よってこのような平面構成を有する受光素子10の場合、垂直二等分線L3は、受光素子10の中心を通る線となる。

[0094] またこのような場合、受光素子10の中心は、受光素子10の重心とも言えるため、垂直二等分線L3は、受光素子10の重心を通る線であり、電荷蓄積部MEM1と電荷蓄積部MEM2の重心となる線であるとも言える。

[0095] 図14を参照した説明に戻り、入射光が、界面M2の位置P2に進むように、瞳補正が施された受光素子10においては、領域231-1と電荷蓄積部MEM1の距離と、領域231-2と電荷蓄積部MEM2との距離を、略同じ大きさにすることができる。

[0096] このような状態で電荷蓄積部MEM1と電荷蓄積部MEM2に電荷の振り分けが行われる場合、電荷蓄積部MEM1と電荷蓄積部MEM2とのPLSに違いをなくす（小さくする）ことができるので、電荷蓄積部MEM1に振

り分けられる電荷の量と、電荷蓄積部MEM2に振り分けられる電荷の量が略同程度になる。よって画角端において測距精度が落ちるようなことを抑制することができる。

[0097] <瞳補正の補正量の求め方>

図16を参照し、瞳補正の補正量の求め方について説明する。図16は、受光素子10の断面の概略図であり、半導体基板200、平坦化膜204、およびオンチップレンズ208が積層されている状態を示している。

[0098] 半導体基板200の厚さを厚さD、平坦化膜204の厚さとオンチップレンズ208の厚さを合わせた厚さ（半導体基板200の上層構造の厚さ）を厚さHとする。図中Xは、瞳補正量を表し、平面視でみたときに、オンチップレンズ208の中心と半導体基板200の中心との距離を表す。半導体基板200は、シリコン（Si）で構成されている場合を例に挙げて説明する。

[0099] 入射光のオンチップレンズ208に対する入射角を角度 θ_{air} とし、半導体基板200の上層構造における光の屈折角を角度 θ_{Si0} とし、半導体基板200における光の屈折角を角度 θ_{Si} とする。このようにした場合、次式（1）が成り立つ。

[数1]

$$\frac{\sin \theta_{air}}{\sin \theta_{Si}} = \frac{n_{Si}}{n_{air}} \quad \dots (1)$$

[0100] 式（1）において、 n_{air} は、空気の屈折率であり、 $n_{air}=1$ である。 n_{Si} は、シリコンの屈折率であり、例えば、赤外光（940nm）に対する屈折率は3.6程度である。半導体基板200の上層構造における屈折率を n_{Si0} とした場合、 n_{Si0} は、1.45程度である。

[0101] 角度 θ_{Si0} と角度 θ_{Si} は、次式（2）、次式（3）で表される。

[数2]

$$\theta_{Si0} = \sin^{-1} \left[\frac{n_{air}}{n_{Si0}} \sin \theta_{air} \right] \quad \dots (2)$$

[数3]

$$\theta_{si} = \sin^{-1} \left[\frac{n_{air}}{n_{si}} \sin \theta_{air} \right] \quad \dots (3)$$

[0102] 瞳補正量Xは、次式(4)で求められる。

[数4]

$$X = H \times \tan(\theta_{si0}) + D \times \tan(\theta_{si}) = P/2 \quad \dots (4)$$

[0103] 参考のため、図13に示したような場合の瞳補正量、換言すれば、界面M1における中心に入射光が入射されるように瞳補正を施した場合の瞳補正量を求める式(5)を示す。

[数5]

$$X = H \times \tan(\theta_{si0}) = P/2 \quad \dots (5)$$

[0104] 式(4)と式(5)を比較するに、式(4)は、式(5)に、 $D \times \tan(\theta_{si})$ を加算した式となっている点が異なる。すなわち、式(4)においては、半導体基板200の厚さも考慮して、瞳補正量が求められる。

[0105] 図15を参照して説明した場合のように、電荷蓄積部MEM1と電荷蓄積部MEM2が、受光素子10の中心に対して対象に配置されているような場合、式(4)で求められる値は、受光素子10の1辺の長さPの半分に該当する値となる。

[0106] 平面視において、オンチップレンズ208の中心と、半導体基板200の中心が、補正量X分だけ離れるように、オンチップレンズ208は配置される。

[0107] このような演算により求められる瞳補正量は、入射角 θ_{air} が画角位置により異なるため、画角中心から画角端に向かうほど、徐々に大きくなる値となる。なお、画素アレイ部12におけるX軸方向またはY軸方向においてのみ、瞳補正が行われるようにしても良いし、X軸方向とY軸方向の両方向を考慮した瞳補正が行われるようにしても良い。

[0108] ここでは、主に2個の電荷蓄積部MEMが1つの受光素子10に備えられている場合を例に挙げて説明しているが、上記したように、4または8個の

電荷蓄積部MEMを備える受光素子10に対しても適用できる。複数の電荷蓄積部MEMを有する受光素子10に対しては、上記した垂直二等分線L3または点P2の位置を、複数の電荷蓄積部MEMの配置に応じて設定し、その垂直二等分線L3または点P2に、主光線が進むように補正量が設定される。

[0109] 電荷蓄積部MEMを備えない受光素子10、例えば、図7、8を参照して説明したフォトダイオードPDからの電荷が、直接的に浮遊拡散領域FDに振り分けられる構造を有する受光素子10の場合、上述した電荷蓄積部MEMを、浮遊拡散領域FDと読み替え、補正量が設定されれば良い。

[0110] <遮光膜の位置について>

このように瞳補正量が求められ、その瞳補正量は、オンチップレンズ208に対して適用され、オンチップレンズ208の中心の位置が設定される。図6に示した受光素子10のように、遮光膜206が備えられた構成とされている場合、オンチップレンズ208の補正量に応じた補正量が、遮光膜206に対しても適用され、その位置が設定される。

[0111] 図6を再度参照する。図6に示した受光素子10は、画角中心に位置する受光素子10の断面構成例である。画角中心に位置する受光素子10においては、遮光膜206は、フォトダイオードPD間に配置され、入射してきた光が隣接するフォトダイオードPDに漏れ込むことがないように設けられている。遮光膜206は、画素間を分離する画素分離部210a上に配置されている。換言すれば、オンチップレンズ208間に配置されている。

[0112] 図17は、図6に示した受光素子10の断面構成を簡略化した図であり、画角端に位置する受光素子10の断面構成例を示している。図17を参照するに、遮光膜206は、オンチップレンズ208の間に位置している。オンチップレンズ208は、上記したようにして求められた瞳補正量が適用され、オンチップレンズ208の中心は、フォトダイオードPDの中心からずれた位置に配置されている。

[0113] オンチップレンズ208に瞳補正量が適用されるのと同様に、遮光膜20

6に対しても瞳補正量が適用され、その位置がずらされている。図17に示した例では、フォトダイオードPDの界面M1において、その中央付近に、遮光膜206は配置されている。この位置は、オンチップレンズ208と隣接するオンチップレンズ208との間に該当する。またフォトダイオードPDの電荷蓄積部MEM1と電荷蓄積部MEM2が配置されている位置との関係においては、平面視において、電荷蓄積部MEM1と電荷蓄積部MEM2の間に、遮光膜206が位置している。

[0114] 図17に示した例では、画角端であり、瞳補正量大きい位置であるため、遮光膜206は画素中央付近に位置しているが、画角中央から画角端までの間に位置している受光素子10においては、電荷蓄積部MEM1または電荷蓄積部MEM2上に遮光膜206が位置している場合もある。

[0115] このように、遮光膜206が備えられる受光素子10においては、遮光膜206に対しても瞳補正が施され、その位置は適切な位置に配置される。

[0116] <効果>

このように画角端の瞳補正量を求め、その瞳補正量を適用した場合、図18に示すような効果を得られる。図18のAに示したように、受光素子10の界面M2において、電荷蓄積部MEM1が図中左側にあり、電荷蓄積部MEM2が図中右側にあり、主光線が進む位置の目標となる垂直二等分線L3が中央の縦方向にあるように設計された受光素子10において、PLSを測定した場合、図18のBに示すような結果が得られる。

[0117] 図18のBに示したグラフは、縦軸がPLSを表し、横軸が受光素子10の画角内での位置を表し、図中左側が画角の左側に相当し、図中右側が画角内の右側に相当する。図18のBに示したように、電荷蓄積部MEM1と電荷蓄積部MEM2の画角左のPLSを比較した場合、その差は小さくなる。図示はしていないが、本技術を適用していない受光素子の場合、差は大きくなるため、本技術を適用することで、電荷蓄積部MEM1と電荷蓄積部MEM2のPLSに差が生じるようなことを抑制できることがわかる。

[0118] 同様に、電荷蓄積部MEM1と電荷蓄積部MEM2の画角右のPLSを比

較した場合、その差は小さくなり、本技術を適用することで、電荷蓄積部MEM1と電荷蓄積部MEM2のPLSに差が生じるようなことを抑制できることがわかる。

[0119] 図19のAは、電荷蓄積部MEM1と電荷蓄積部MEM2を、上下方向に配置した例を示している。図19のAに示したように、受光素子10の界面M2において、電荷蓄積部MEM1が図中上側にあり、電荷蓄積部MEM2が図中下側にあり、主光線が進む位置の目標となる垂直二等分線L3が中央の横方向にあるように設計された受光素子10において、PLSを測定した場合、図19のB、Cに示すような結果が得られる。

[0120] 図19のBに示したグラフは、縦軸がPLSを表し、横軸が受光素子10の画角内での位置を表し、図中左側が画角の左側に相当し、図中右側が画角内の右側に相当する。図19のBに示したように、電荷蓄積部MEM1と電荷蓄積部MEM2の画角左のPLSを比較した場合、その差は小さくなる。同様に、電荷蓄積部MEM1と電荷蓄積部MEM2の画角右のPLSを比較した場合、その差は小さくなり、本技術を適用することで、電荷蓄積部MEM1と電荷蓄積部MEM2のPLSに差が生じるようなことを抑制できることがわかる。

[0121] 図19のCに示したグラフにおいて横軸は図中左側が画角の下側に相当し、図中右側が画角内の上側に相当する。図19のCに示したように、電荷蓄積部MEM1と電荷蓄積部MEM2の画角上のPLSを比較した場合、その差は小さくなる。図示はしていないが、本技術を適用していない受光素子の場合、電荷蓄積部MEM1と電荷蓄積部MEM2を上下方向に配置した場合、画角上での差は大きくなるため、本技術を適用することで、電荷蓄積部MEM1と電荷蓄積部MEM2のPLSに差が生じるようなことを抑制できることがわかる。

[0122] 同様に、電荷蓄積部MEM1と電荷蓄積部MEM2の画角下のPLSを比較した場合、その差は小さくなり、本技術を適用することで、電荷蓄積部MEM1と電荷蓄積部MEM2のPLSに差が生じるようなことを抑制できる

ことがわかる。

[0123] 図20は、電荷蓄積部MEM1乃至MEM4の4個の電荷蓄積部MEMが、受光素子10の四隅に配置された例を示している。4つの電荷蓄積部MEM1乃至MEM4を備えた受光素子10で測距を行う場合、

電荷蓄積部MEM1 + 電荷蓄積部MEM4 ÷ 電荷蓄積部MEM2 + 電荷蓄積部MEM3

の関係が成り立つことが利用され、その加算の工夫により、PLSの差を相殺することができる。

[0124] さらに、本技術を適用することで、電荷蓄積部MEM1、電荷蓄積部MEM2、電荷蓄積部MEM3、電荷蓄積部MEM4のいかなる組み合わせにおいても、PLSに差が生じるようなことを抑制できるため、上記した電荷蓄積部MEM1 + 電荷蓄積部MEM4や、電荷蓄積部MEM2 + 電荷蓄積部MEM3といった信号加算の組み合わせ以外の組み合わせ、例えば、電荷蓄積部MEM1 + 電荷蓄積部MEM2、電荷蓄積部MEM3 + 電荷蓄積部MEM4といった組み合わせも用いた演算を行うことができる。

[0125] < I画素、Q画素への適用 >

I画素、Q画素について説明を加える。図21に示したように、受光素子10がタップAとタップB (Tap AとTap B) を含む構成とされている場合を例に挙げて説明を続ける。タップAは、電荷蓄積部MEM1を含み、タップBは、電荷蓄積部MEM2を含む構成とされている。

[0126] 受光素子10がタップAとタップBを含む構成とされている場合、タップAで位相0°の検出信号が取得され、タップBで位相180°の検出信号が取得される。このように、光の変調波に対して同相成分をI画素データと称し、I画素データを取得する画素をI画素と称する。

[0127] 受光素子10がタップAとタップBを含む構成とされている場合、タップAで位相90°の検出信号が取得され、タップBで位相270°の検出信号が取得される。このように、光の変調波に対して直交成分をQ画素データと称し、Q画素データを取得する画素をQ画素と称する。

- [0128] 図21に示した2タップを有する受光素子10での測距方法について説明する。図22を参照し、2タップ4フェーズと称される方式を例に挙げて説明する。2つのタップで4つの位相差の照射光を用いて、または4つの位相差で受光を行うことで、所定の物体までの距離を測距する場合を、2タップ4フェーズと称す。
- [0129] タップAとタップBを備える受光素子10において、まずタップAで位相 0° の位相信号を取得するための露光が行われ、その後、位相 0° の位相信号の読み出しが行われる。一方でタップBにおいては、位相 180° の位相信号を取得するための露光が行われ、その後、位相 180° の位相信号の読み出しが行われる。このように受光素子10が1画素として機能し、1回目の蓄積と読み出しが行われることで、1フレーム目が取得される。
- [0130] 次に、タップAで位相 90° の位相信号を取得するための露光が行われ、その後、位相 90° の位相信号の読み出しが行われる。一方でタップBにおいては、位相 270° の位相信号を取得するための露光が行われ、その後、位相 270° の位相信号の読み出しが行われる。このように受光素子10がQ画素として機能し、2回目の蓄積と読み出しが行われることで、2フレーム目が取得される。
- [0131] 次に、タップAで位相 180° の位相信号を取得するための露光が行われ、その後、位相 180° の位相信号の読み出しが行われる。一方でタップBにおいては、位相 0° の位相信号を取得するための露光が行われ、その後、位相 0° の位相信号の読み出しが行われる。このように受光素子10が-1画素として機能し、3回目の蓄積と読み出しが行われることで、3フレーム目が取得される。
- [0132] 次に、タップAで位相 270° の位相信号を取得するための露光が行われ、その後、位相 270° の位相信号の読み出しが行われる。一方でタップBにおいては、位相 90° の位相信号を取得するための露光が行われ、その後、位相 90° の位相信号の読み出しが行われる。このように受光素子10が-Q画素として機能し、4回目の蓄積と読み出しが行われることで、4フレ

ーム目が取得される。

[0133] 1枚の測距画像を生成するために、4回の蓄積と読み出しが行われる。この場合、受光素子10が、-I画素、-Q画素として機能することで取得される3フレーム目と4フレーム目は、タップ間のミスマッチ、すなわち、上述した電荷蓄積部MEM1と電荷蓄積部MEM2のPLSの差をキャンセルするために取得される。本技術を用いることで、電荷蓄積部MEM1と電荷蓄積部MEM2のPLSに差が発生するようなことを抑制することができるため、このようなタップ間のミスマッチをキャンセルするためのフレームを取得しなくても良くなる。

[0134] すなわち、図23に示すような処理で、1枚の測距画像を生成することができる。タップAとタップBを備える受光素子10において、まずタップAで位相 0° の位相信号を取得するための露光が行われ、その後、位相 0° の位相信号の読み出しが行われる。一方でタップBにおいては、位相 180° の位相信号を取得するための露光が行われ、その後、位相 180° の位相信号の読み出しが行われる。このように受光素子10がI画素として機能し、1回目の蓄積と読み出しが行われることで、1フレーム目が取得される。

[0135] 次に、タップAで位相 90° の位相信号を取得するための露光が行われ、その後、位相 90° の位相信号の読み出しが行われる。一方でタップBにおいては、位相 270° の位相信号を取得するための露光が行われ、その後、位相 270° の位相信号の読み出しが行われる。このように受光素子10がQ画素として機能し、2回目の蓄積と読み出しが行われることで、2フレーム目が取得される。

[0136] この2フレームが取得された時点で、1枚の測距画像を生成することができる。逆相のフレームを取得しなくても良くなるため、1枚の測距画像を生成するために必要な時間を短縮することが可能となる。

[0137] <電子機器の構成例>

受光素子10は、上述したように測距モジュールに適用できる他、例えば、測距機能を備える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

像装置、測距機能を備えたスマートフォンといった各種の電子機器に適用することができる。

[0138] 図24は、本技術を適用した電子機器としての、スマートフォンの構成例を示すブロック図である。

[0139] スマートフォン601は、図24に示されるように、測距モジュール602、撮像装置603、ディスプレイ604、スピーカ605、マイクロフォン606、通信モジュール607、センサユニット608、タッチパネル609、および制御ユニット610が、バス611を介して接続されて構成される。また、制御ユニット610では、CPUがプログラムを実行することによって、アプリケーション処理部621およびオペレーションシステム処理部622としての機能を備える。

[0140] 測距モジュール602には、図1の測距モジュール1が適用される。例えば、測距モジュール602は、スマートフォン601の前面に配置され、スマートフォン601のユーザを対象とした測距を行うことにより、そのユーザの顔や手、指などの表面形状のデプス値を測距結果として出力することができる。

[0141] 撮像装置603は、スマートフォン601の前面に配置され、スマートフォン601のユーザを被写体とした撮像を行うことにより、そのユーザが写された画像を取得する。なお、図示しないが、スマートフォン601の背面にも撮像装置603が配置された構成としてもよい。

[0142] ディスプレイ604は、アプリケーション処理部621およびオペレーションシステム処理部622による処理を行うための操作画面や、撮像装置603が撮像した画像などを表示する。スピーカ605およびマイクロフォン606は、例えば、スマートフォン601により通話を行う際に、相手側の音声の出力、および、ユーザの音声の收音を行う。

[0143] 通信モジュール607は、インターネット、公衆電話回線網、所謂4G回線や5G回線等の無線移動体用の広域通信網、WAN (Wide Area Network)、LAN (Local Area Network) 等の通信網を介したネットワーク通信、Bluetooth (登

録商標)、NFC (Near Field Communication) 等の近距離無線通信などを行う。センサユニット608は、速度や加速度、近接などをセンシングし、タッチパネル609は、ディスプレイ604に表示されている操作画面に対するユーザによるタッチ操作を取得する。

[0144] アプリケーション処理部621は、スマートフォン601によって様々なサービスを提供するための処理を行う。例えば、アプリケーション処理部621は、測距モジュール602から供給されるデプス値に基づいて、ユーザの表情をバーチャルに再現したコンピュータグラフィックスによる顔を作成し、ディスプレイ604に表示する処理を行うことができる。また、アプリケーション処理部621は、測距モジュール602から供給されるデプス値に基づいて、例えば、任意の立体的な物体の三次元形状データを作成する処理を行うことができる。

[0145] オペレーションシステム処理部622は、スマートフォン601の基本的な機能および動作を実現するための処理を行う。例えば、オペレーションシステム処理部622は、測距モジュール602から供給されるデプス値に基づいて、ユーザの顔を認証し、スマートフォン601のロックを解除する処理を行うことができる。また、オペレーションシステム処理部622は、測距モジュール602から供給されるデプス値に基づいて、例えば、ユーザのジェスチャを認識する処理を行い、そのジェスチャに従った各種の操作を入力する処理を行うことができる。

[0146] このように構成されているスマートフォン601では、測距モジュール602として、上述した測距モジュール1を適用することで、例えば、所定の物体までの距離を測定して表示したり、所定の物体の三次元形状データを作成して表示したりする処理などを行うことができる。

[0147] <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。

[0148] 図25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。

- [0149] 図25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。
- [0150] 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。
- [0151] 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。
- [0152] 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。
- [0153] CCU11201は、CPU（Central Processing Unit）やGPU（Grap

ics Processing Unit) 等によって構成され、内視鏡 1 1 1 0 0 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。

[0154] 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。

[0155] 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。

[0156] 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。

[0157] 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。

[0158] 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。

[0159] 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。

[0160] 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。

[0161] 図26は、図25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。

[0162] 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 CCU 11201 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。

[0163] 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。

[0164] 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。

[0165] 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。

[0166] 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。

[0167] 通信部 11404 は、CCU 11201 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 1140

2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。

[0168] 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。

[0169] 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。

[0170] 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。

[0171] 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。

[0172] 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。

[0173] 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。

[0174] 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。

[0175] 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。

[0176] カメラヘッド 11102 及び CCU 11201 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。

[0177] 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 CCU 11201 との間の通信は無線で行われてもよい。

[0178] <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。

[0179] 図 27 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。

[0180] 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 27 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。

[0181] 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。

[0182] 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、キーレスエントリーシステム、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。

[0183] 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。

[0184] 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。

[0185] 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。

[0186] 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。

[0187] 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。

[0188] 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12030

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。

[0189] 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 27 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。

[0190] 図 28 は、撮像部 12031 の設置位置の例を示す図である。

[0191] 図 28 では、撮像部 12031 として、撮像部 12101、12102、12103、12104、12105 を有する。

[0192] 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。

[0193] なお、図 28 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。

[0194] 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。

[0195] 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、この距離の時間的変化（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。

[0196] 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。

[0197] 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。

[0198] 本明細書において、システムとは、複数の装置により構成される装置全体を表すものである。

[0199] なお、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。

[0200] なお、本技術の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本技術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。

[0201] なお、本技術は以下のような構成も取ることができる。

(1)

光電変換を行う光電変換部と、

前記光電変換部により得られた電荷を蓄積する第1と第2の電荷蓄積部と

、

前記光電変換部に入射光を集光するオンチップレンズと

を備え、

前記オンチップレンズの中心に入射された光が、前記第 1 の電荷蓄積部の重心からの距離と前記第 2 の電荷蓄積部の重心からの距離が等しい位置に向かうように設定された補正量分だけ、前記オンチップレンズの中心と前記光電変換部の中心は離れている

受光素子。

(2)

前記光電変換部の入射面において、前記オンチップレンズの中心に入射された光は、前記光電変換部の中心からずれた位置に入射される

前記 (1) に記載の受光素子。

(3)

前記第 1 の電荷蓄積部と前記第 2 の電荷蓄積部は、前記光電変換部の中心に対照に配置されている

前記 (1) または (2) に記載の受光素子。

(4)

前記補正量は、前記オンチップレンズの厚さと屈折率、および前記光電変換部が形成されている半導体基板の厚さと屈折率から算出される値である

前記 (1) 乃至 (3) のいずれかに記載の受光素子。

(5)

前記オンチップレンズと前記光電変換部との間に遮光膜をさらに備え、前記遮光膜は、平面視において、前記第 1 の電荷蓄積部と前記第 2 の電荷蓄積部との間に位置する

前記 (1) 乃至 (4) のいずれかに記載の受光素子。

(6)

前記第 1 と第 2 の電荷蓄積部は、浮遊拡散領域である

前記 (1) 乃至 (5) のいずれかに記載の受光素子。

(7)

光の変調波に対して同相成分の信号を取得する 1 画素、および光の変調波

に対して直交成分の信号を取得するQ画素として機能し、

2フェーズにおいて、前記I画素として、位相 0° と位相 180° の位相信号を取得し、前記Q画素として、位相 90° と位相 270° の位相信号を取得する

前記(1)乃至(6)のいずれかに記載の受光素子。

(8)

照射光を発光する発光部と、

前記発光部からの光が物体に反射された反射光を受光する受光素子とを備え、

前記受光素子は、

光電変換を行う光電変換部と、

前記光電変換部により得られた電荷を蓄積する第1と第2の電荷蓄積部と

、

前記光電変換部に入射光を集光するオンチップレンズとを備え、

前記オンチップレンズの中心に入射された光が、前記第1の電荷蓄積部の重心からの距離と前記第2の電荷蓄積部の重心からの距離が等しい位置に向かうように設定された補正量分だけ、前記オンチップレンズの中心と前記光電変換部の中心は離れている

測距装置。

符号の説明

[0202] 1 測距モジュール, 2 相関, 4 2タップ, 10 受光素子, 12 画素アレイ部, 20 照射部, 30 受光部, 32 垂直駆動回路部, 34 カラム信号処理回路部, 36 水平駆動回路部, 38 出力回路部, 40 制御部, 42 画素駆動配線, 44 制御回路部, 46 水平信号線, 48 垂直信号線, 60 処理部, 100 N型半導体領域, 150 ゲート電極, 200 半導体基板, 202 反射防止膜, 204 平坦化膜, 206 遮光膜, 208 オ

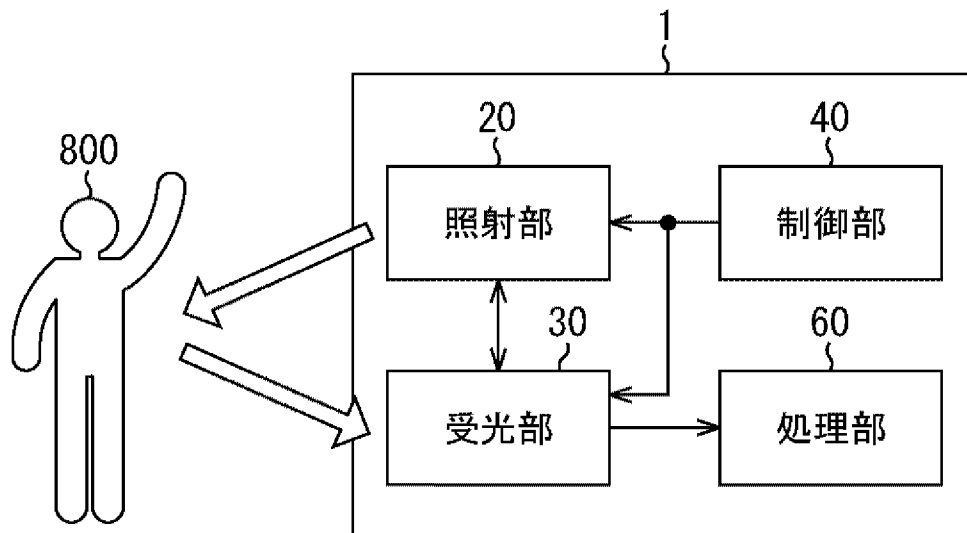
ンチップレンズ, 300 配線層, 302 絶縁膜, 304 金属膜
, 306 電極, 400 基板, 402 絶縁膜, 404 金属膜
, 406 電極, 601 スマートフォン, 602 測距モジュール
, 603 撮像装置, 604 ディスプレイ, 605 スピーカ,
606 マイクロフォン, 607 通信モジュール, 608 センサユ
ニット, 609 タッチパネル, 610 制御ユニット, 611 バ
ス, 621 アプリケーション処理部, 622 オペレーションシステ
ム処理部, 800 対象物

請求の範囲

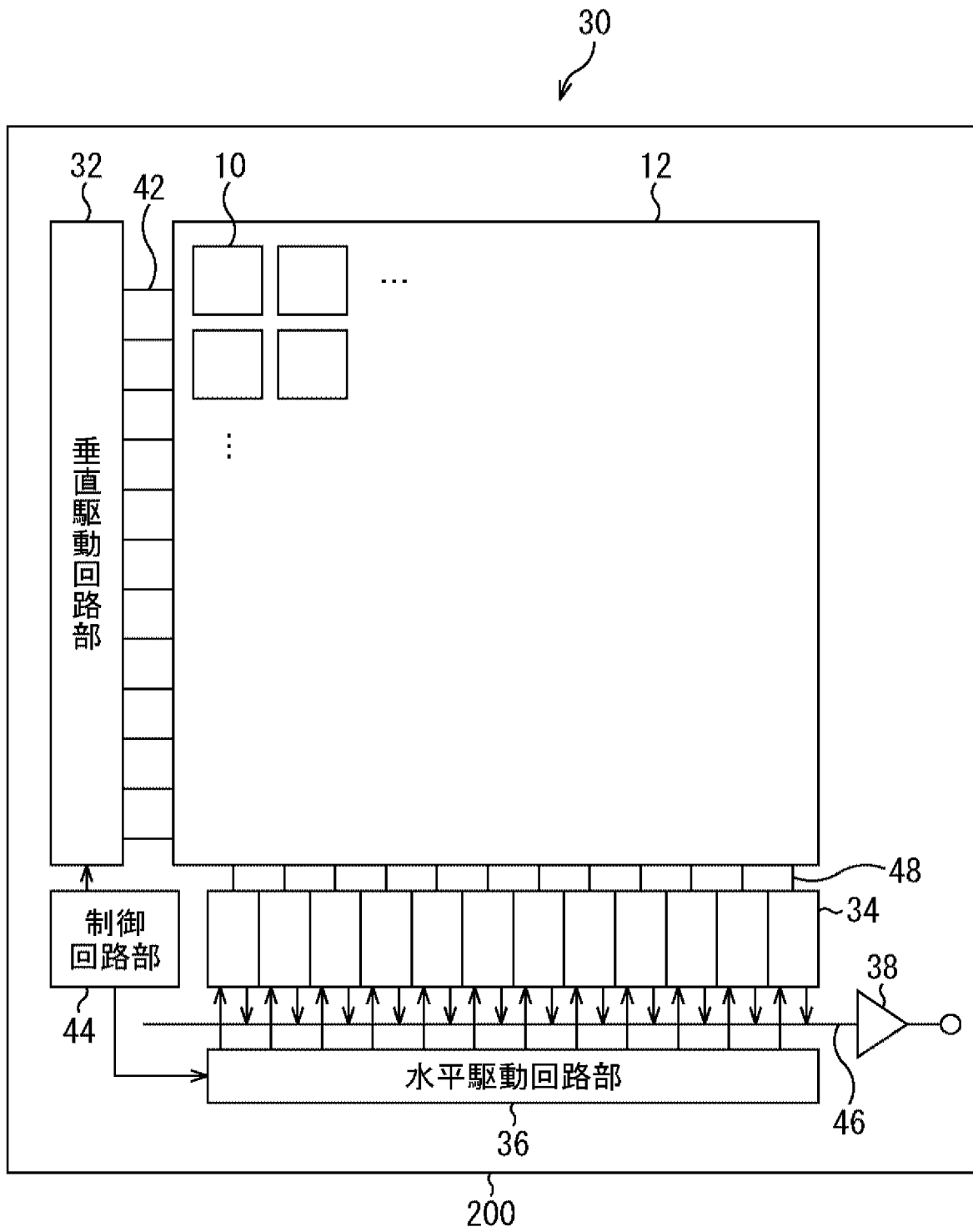
- [請求項1] 光電変換を行う光電変換部と、
前記光電変換部により得られた電荷を蓄積する第1と第2の電荷蓄積部と、
前記光電変換部に入射光を集光するオンチップレンズと
を備え、
前記オンチップレンズの中心に入射された光が、前記第1の電荷蓄積部の重心からの距離と前記第2の電荷蓄積部の重心からの距離が等しい位置に向かうように設定された補正量分だけ、前記オンチップレンズの中心と前記光電変換部の中心は離れている
受光素子。
- [請求項2] 前記光電変換部の入射面において、前記オンチップレンズの中心に入射された光は、前記光電変換部の中心からずれた位置に入射される
請求項1に記載の受光素子。
- [請求項3] 前記第1の電荷蓄積部と前記第2の電荷蓄積部は、前記光電変換部の中心に対照に配置されている
請求項1に記載の受光素子。
- [請求項4] 前記補正量は、前記オンチップレンズの厚さと屈折率、および前記光電変換部が形成されている半導体基板の厚さと屈折率から算出される値である
請求項1に記載の受光素子。
- [請求項5] 前記オンチップレンズと前記光電変換部との間に遮光膜をさらに備え、
前記遮光膜は、平面視において、前記第1の電荷蓄積部と前記第2の電荷蓄積部との間に位置する
請求項1に記載の受光素子。
- [請求項6] 前記第1と第2の電荷蓄積部は、浮遊拡散領域である
請求項1に記載の受光素子。

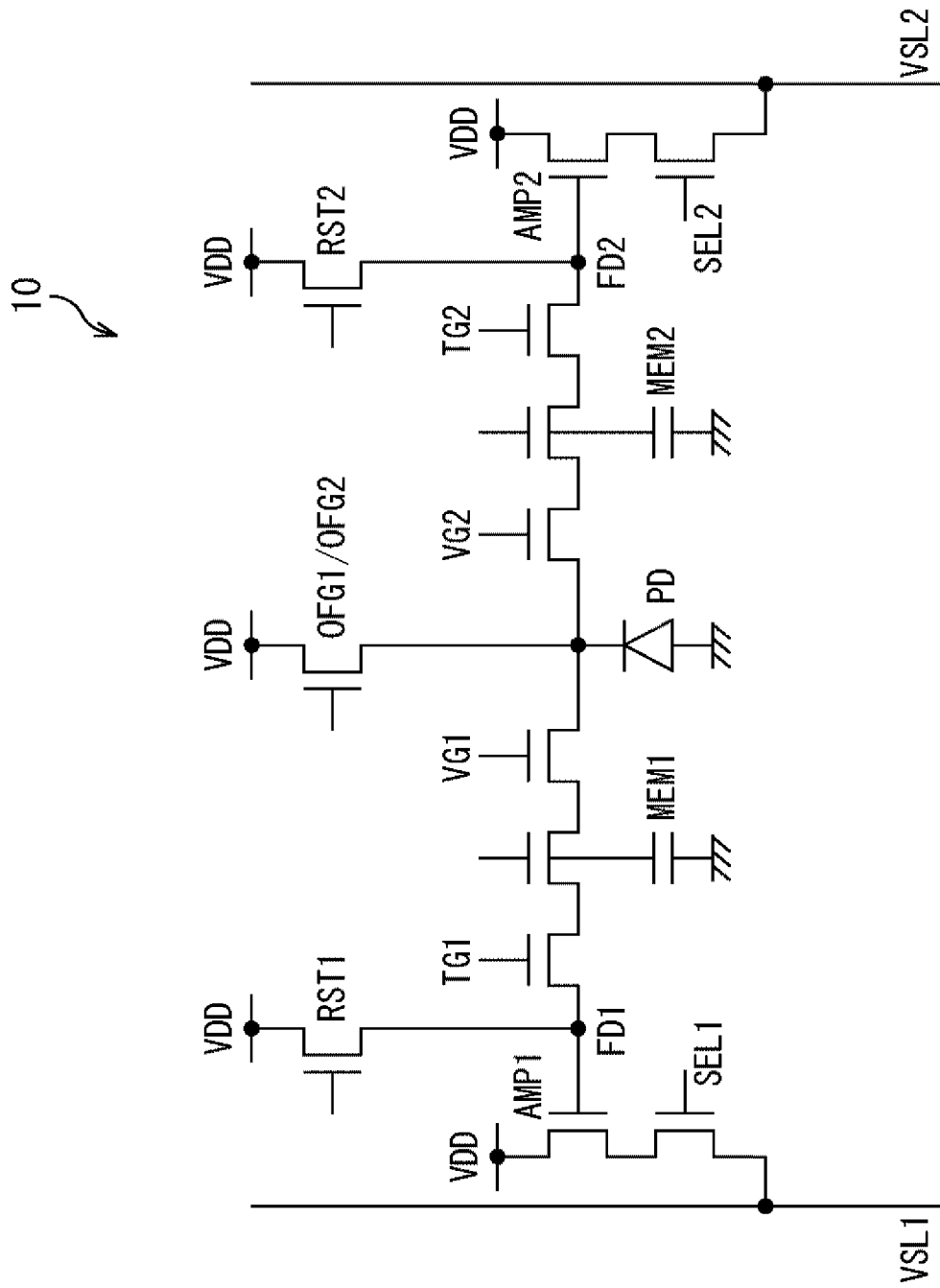
- [請求項7] 光の変調波に対して同相成分の信号を取得するI画素、および光の変調波に対して直交成分の信号を取得するQ画素として機能し、
2フェーズにおいて、前記I画素として、位相 0° と位相 180° の位相信号を取得し、前記Q画素として、位相 90° と位相 270° の位相信号を取得する
請求項1に記載の受光素子。
- [請求項8] 照射光を発光する発光部と、
前記発光部からの光が物体に反射された反射光を受光する受光素子と
を備え、
前記受光素子は、
光電変換を行う光電変換部と、
前記光電変換部により得られた電荷を蓄積する第1と第2の電荷蓄積部と、
前記光電変換部に入射光を集光するオンチップレンズと
を備え、
前記オンチップレンズの中心に入射された光が、前記第1の電荷蓄積部の重心からの距離と前記第2の電荷蓄積部の重心からの距離が等しい位置に向かうように設定された補正量分だけ、前記オンチップレンズの中心と前記光電変換部の中心は離れている
測距装置。

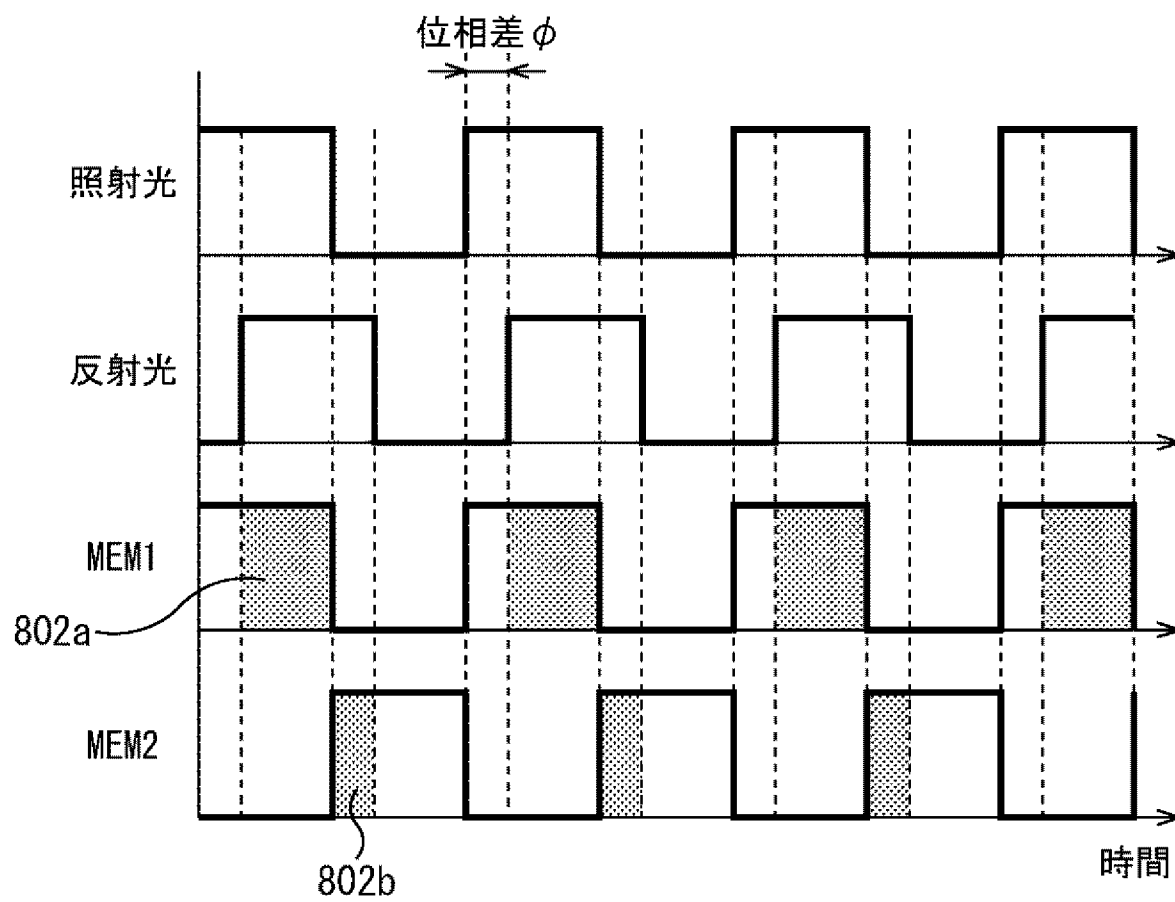
[図1]
FIG. 1



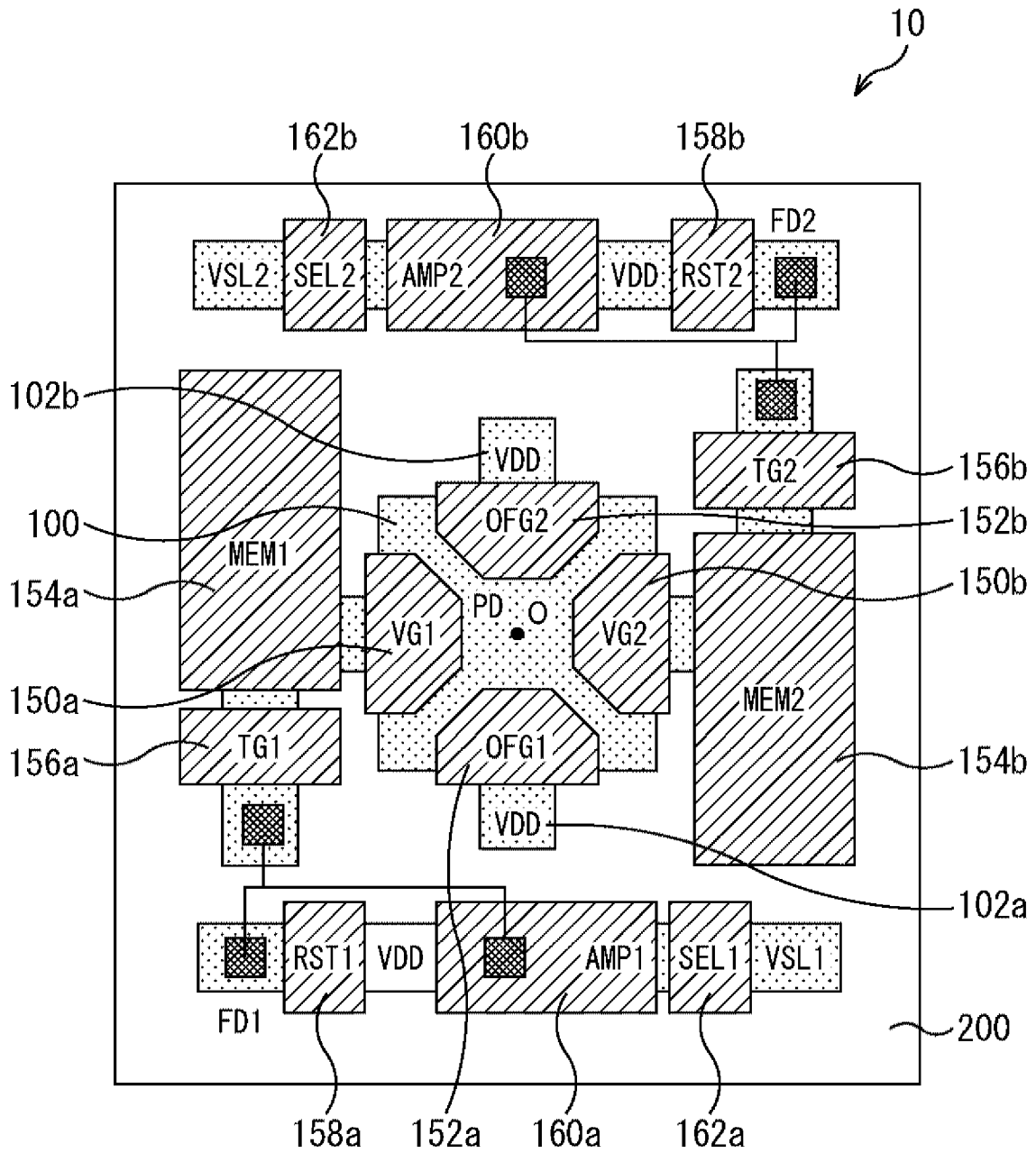
[図2]
FIG. 2



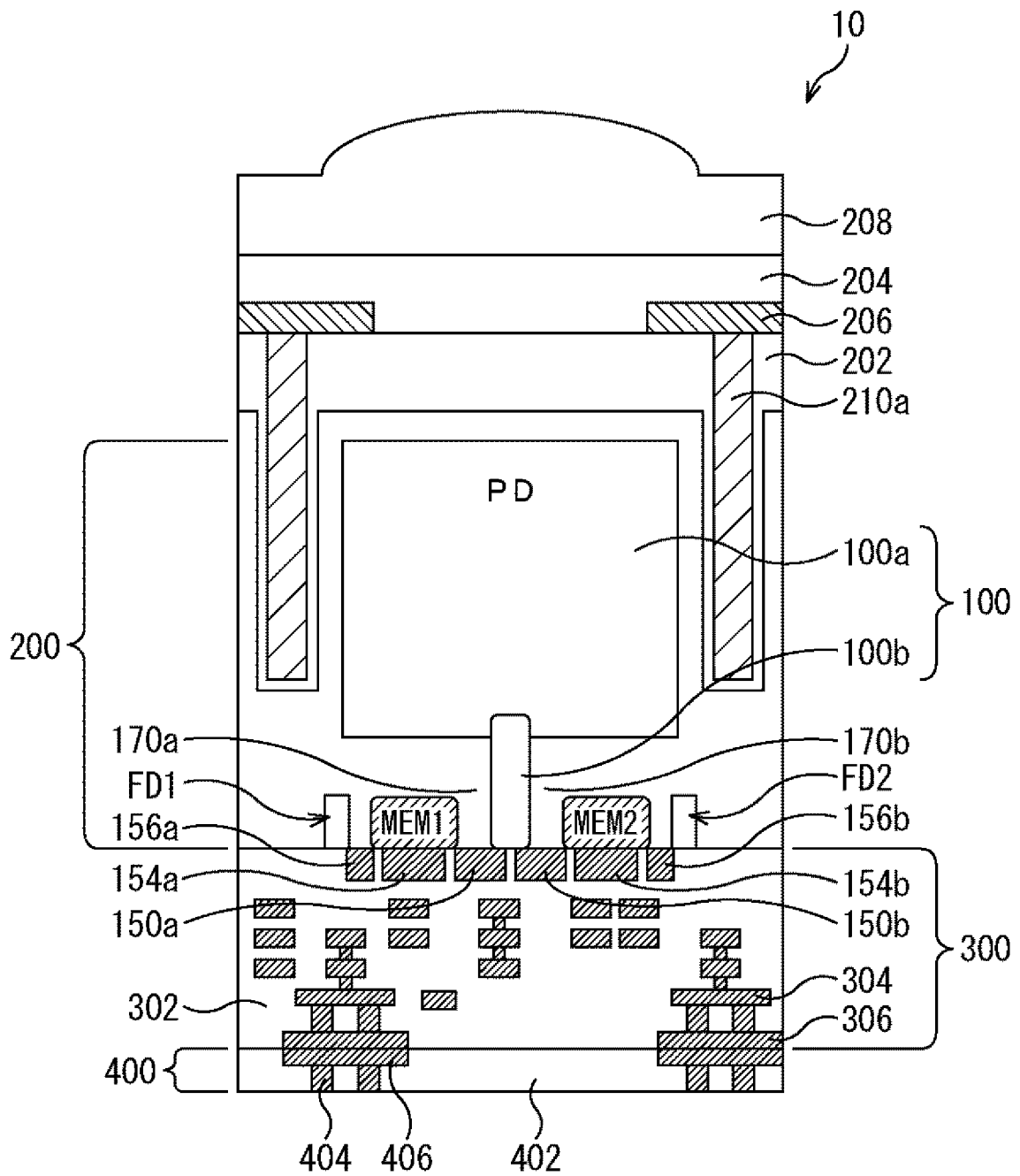
[図3]
FIG. 3

[図4]
FIG. 4

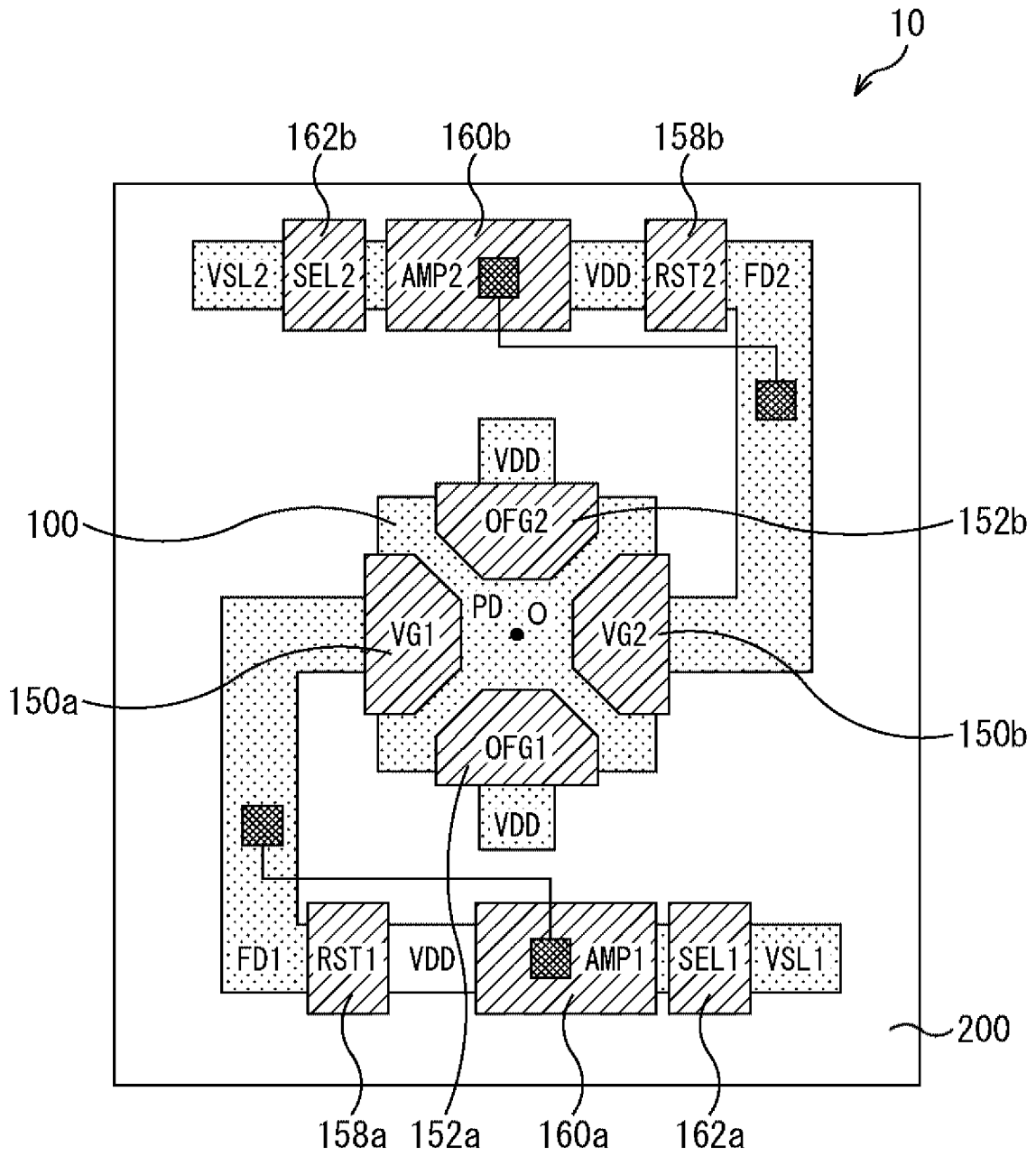
[図5]
FIG. 5



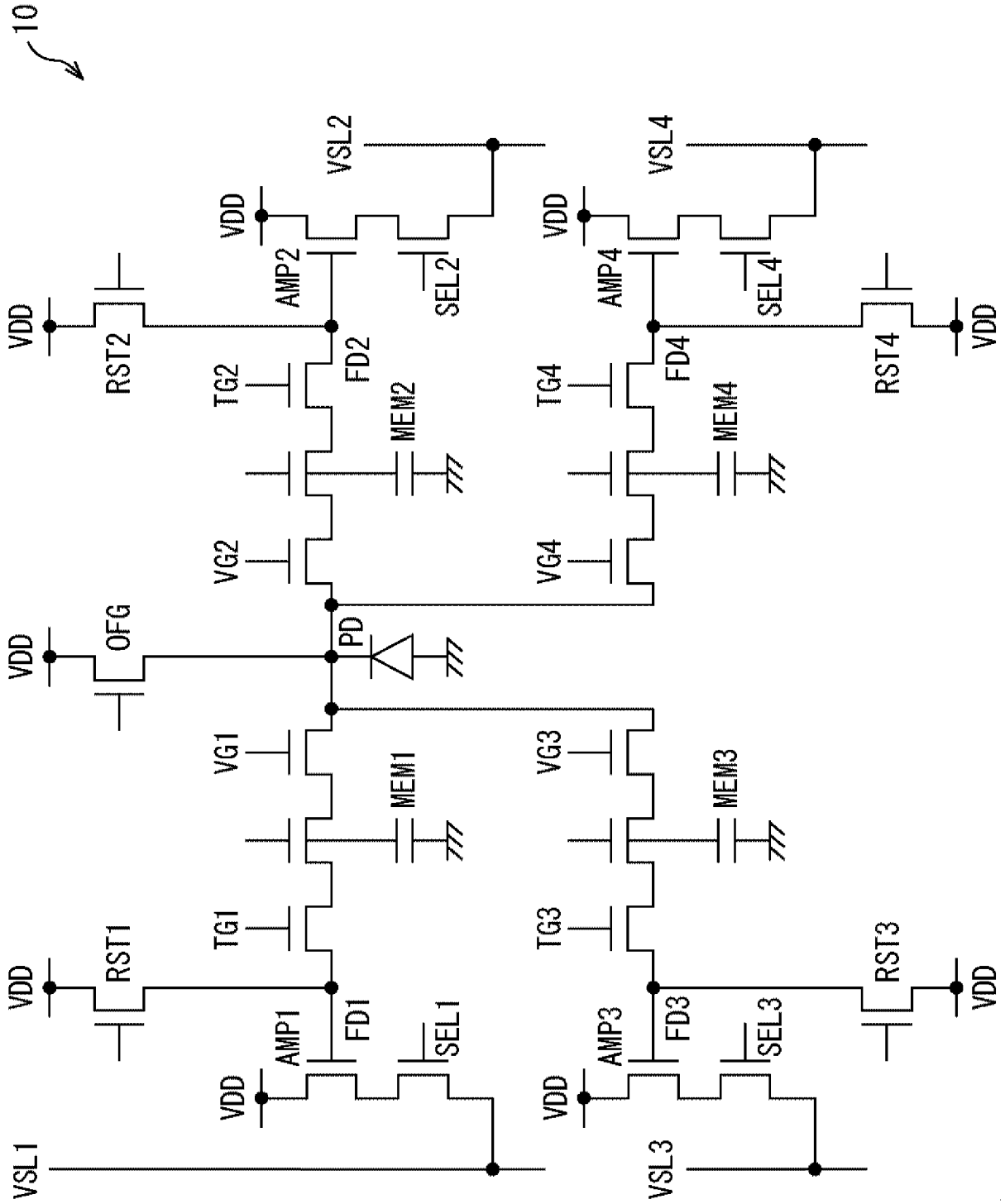
[図6]
FIG. 6



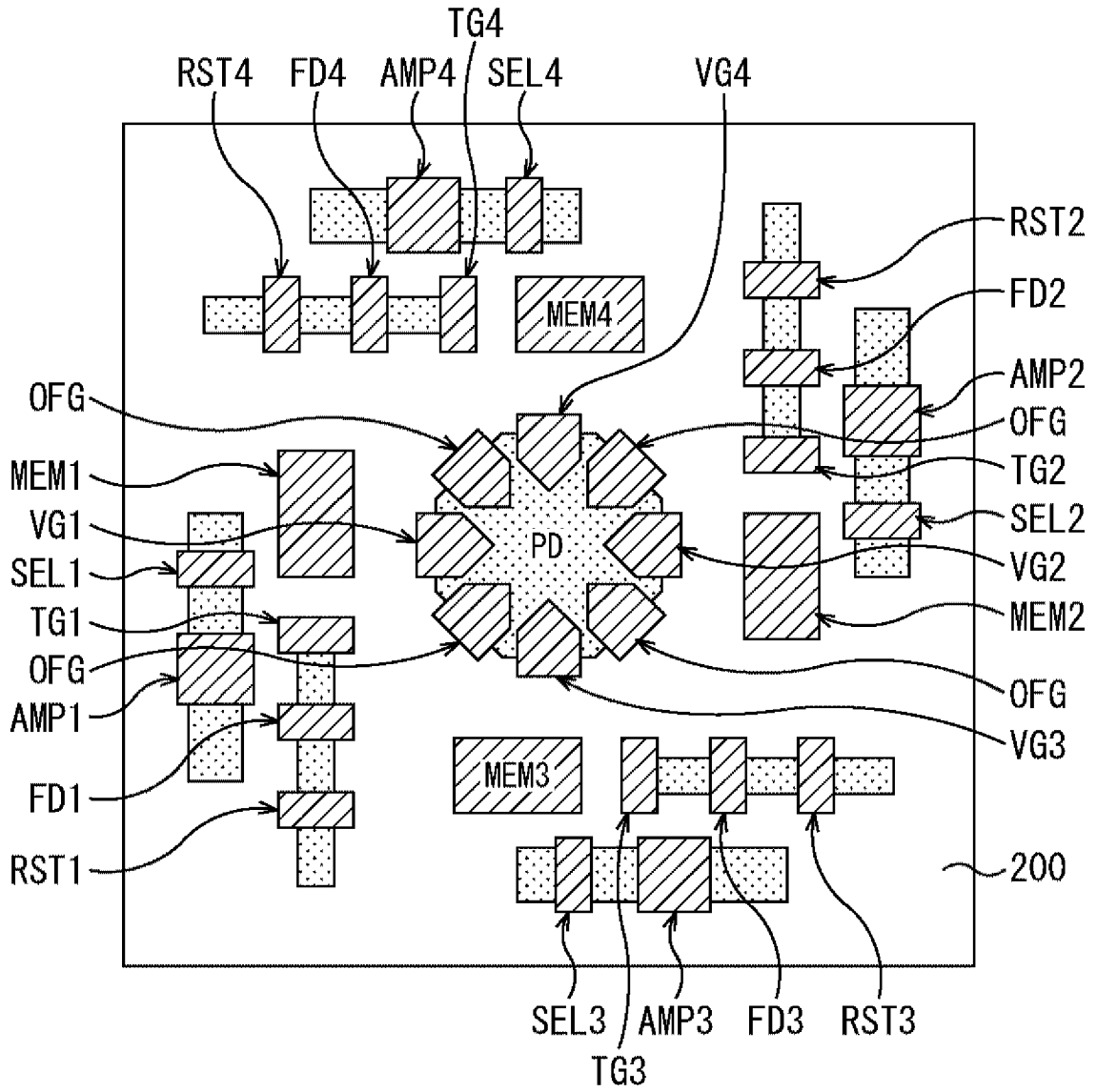
[図8]
FIG. 8

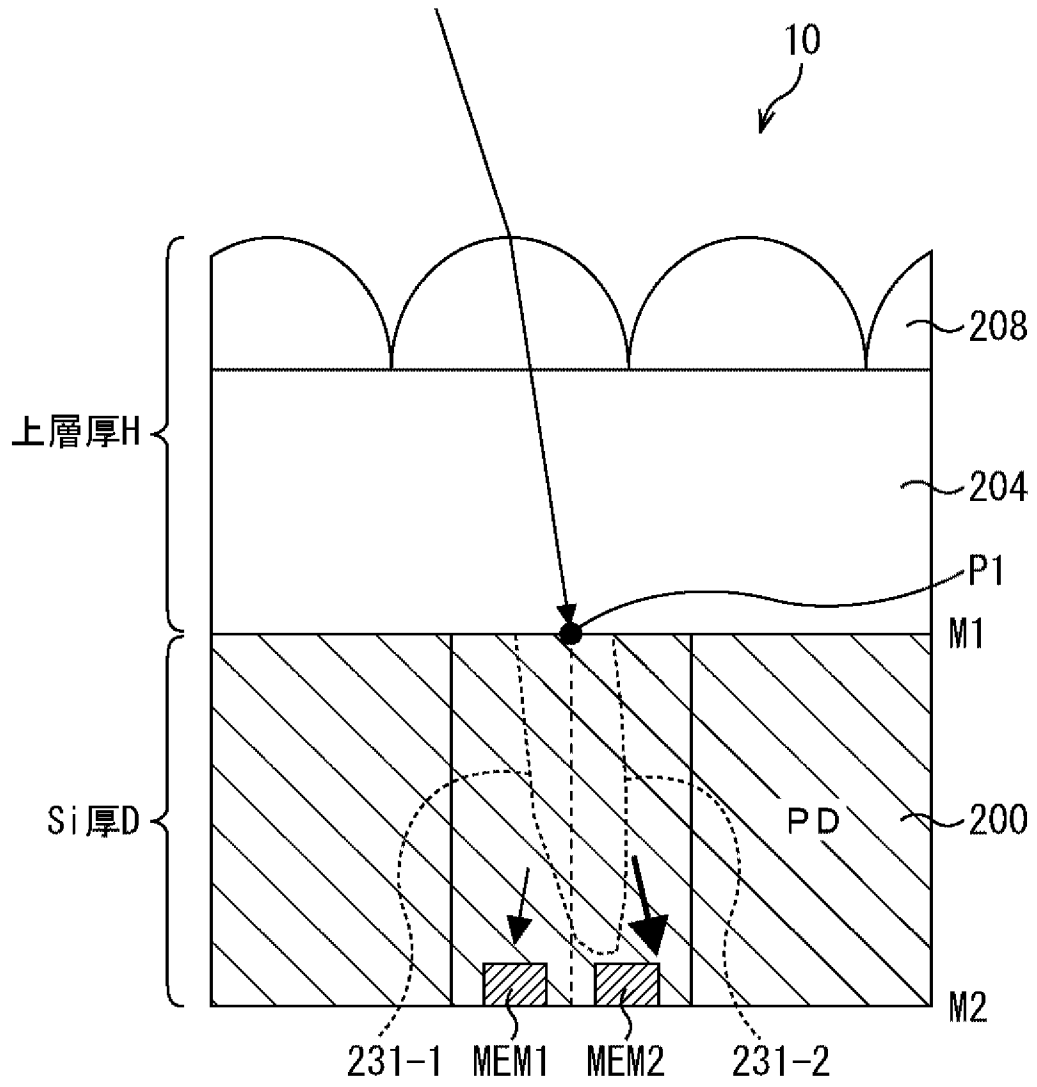


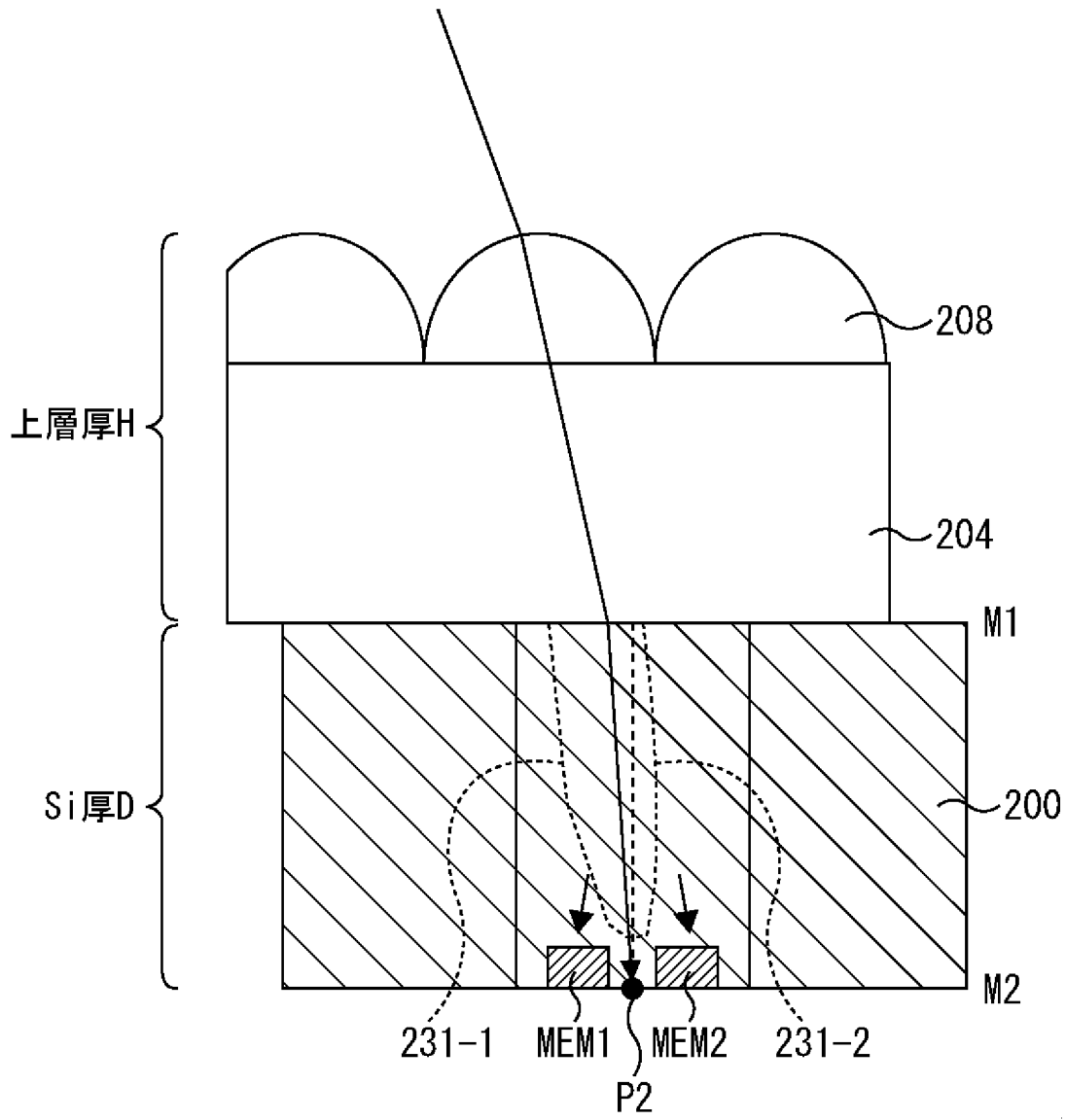
[図9]
FIG. 9

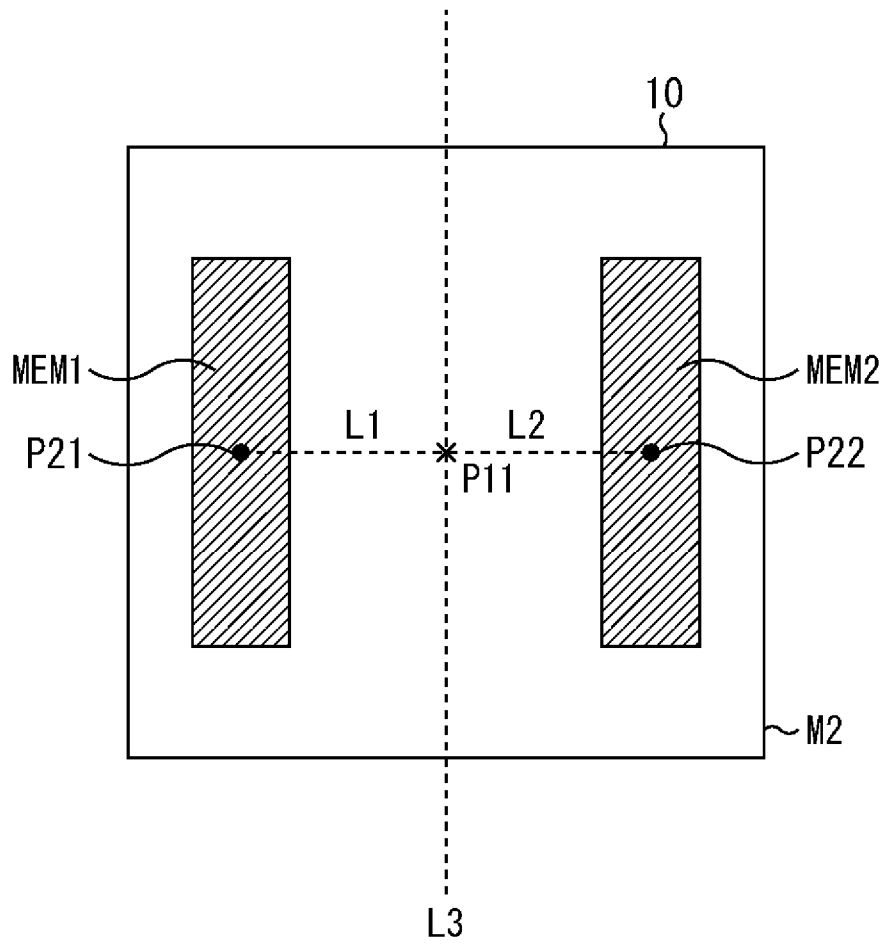


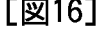
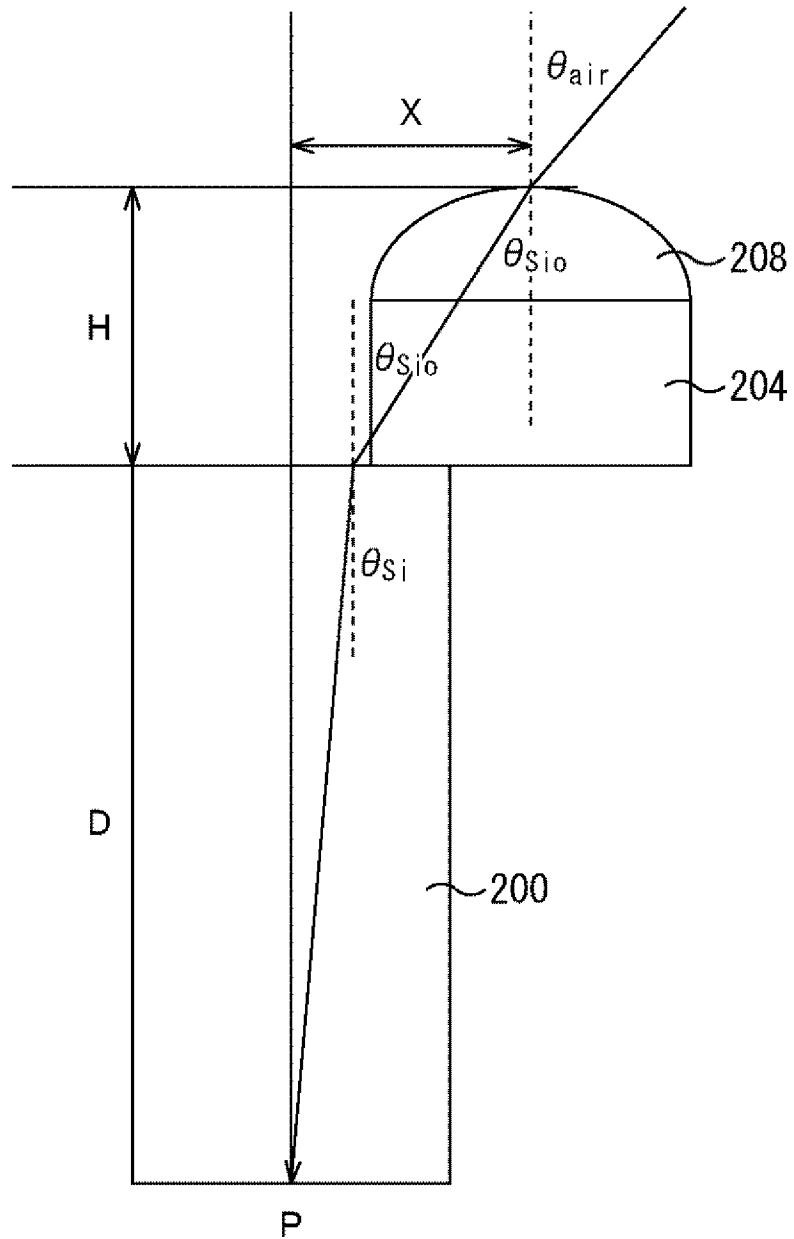
[図10]
FIG. 10



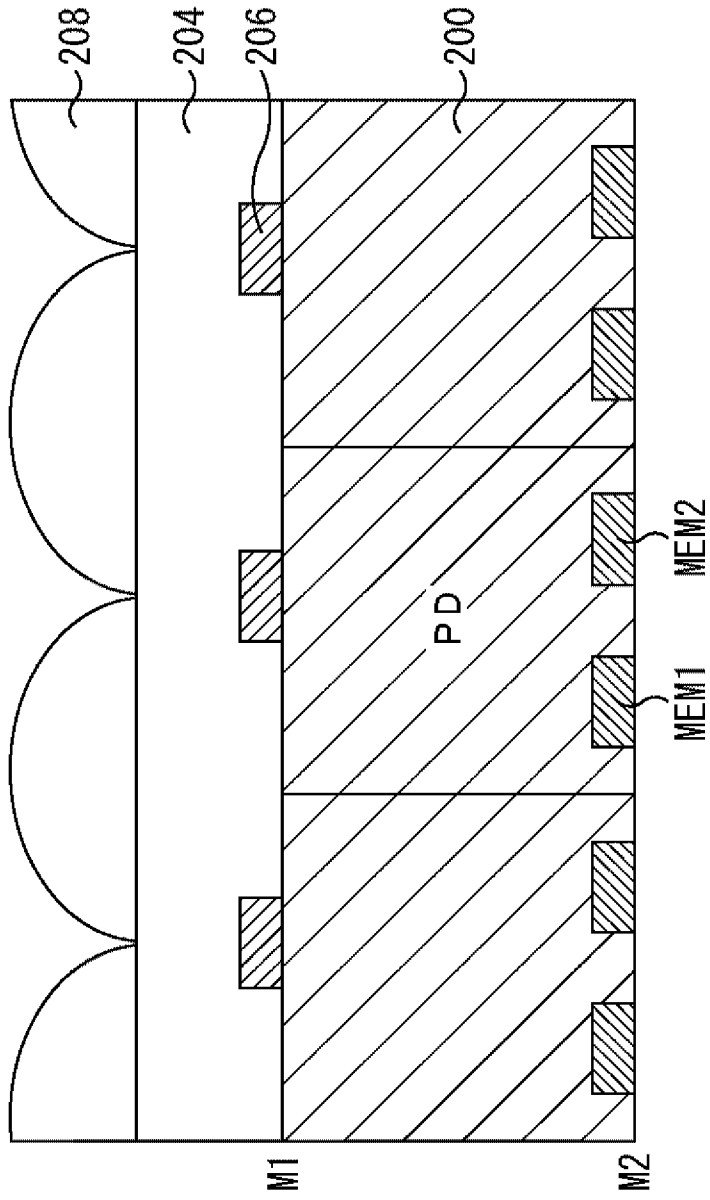
[圖13]
FIG. 13

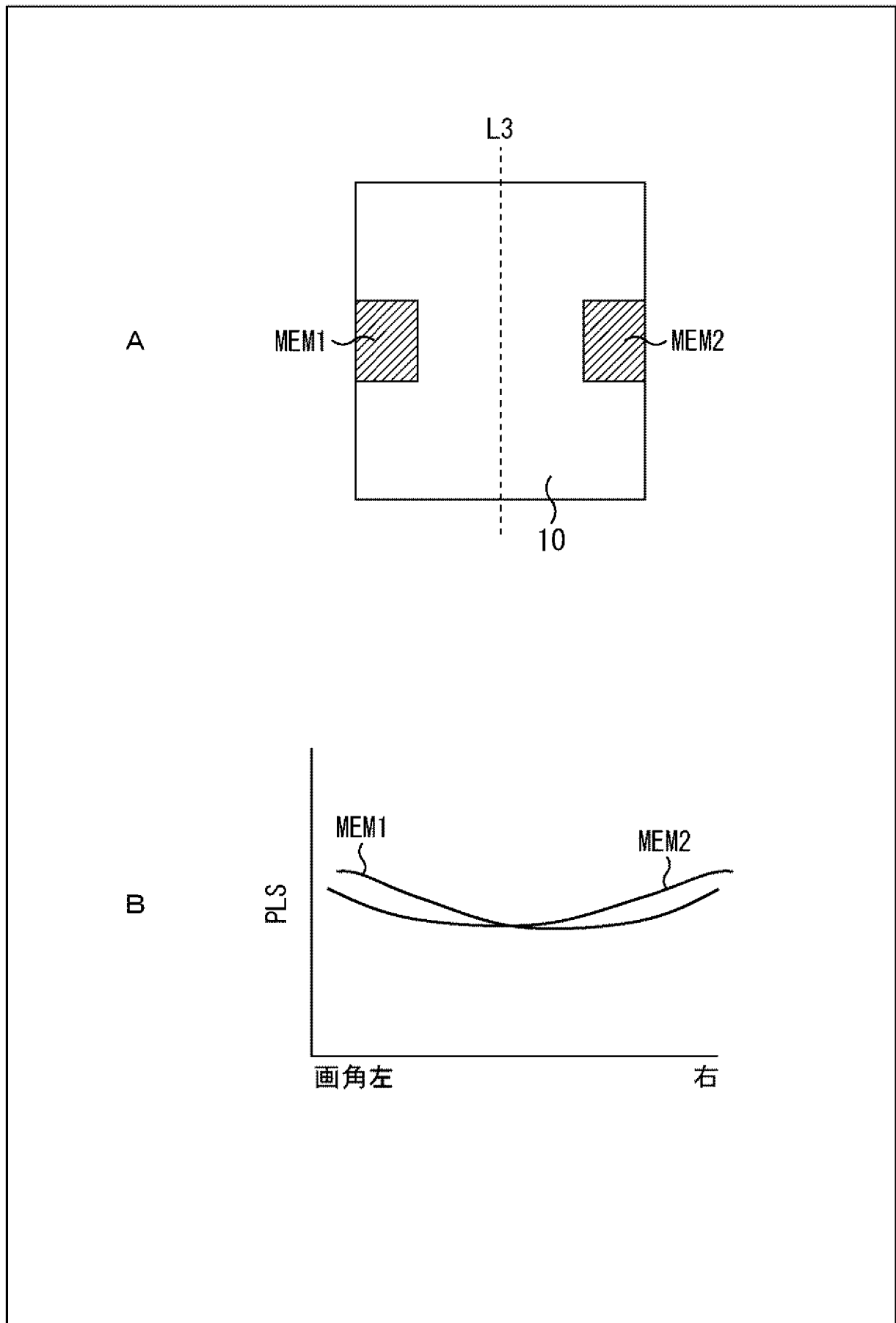
[圖14]
FIG. 14

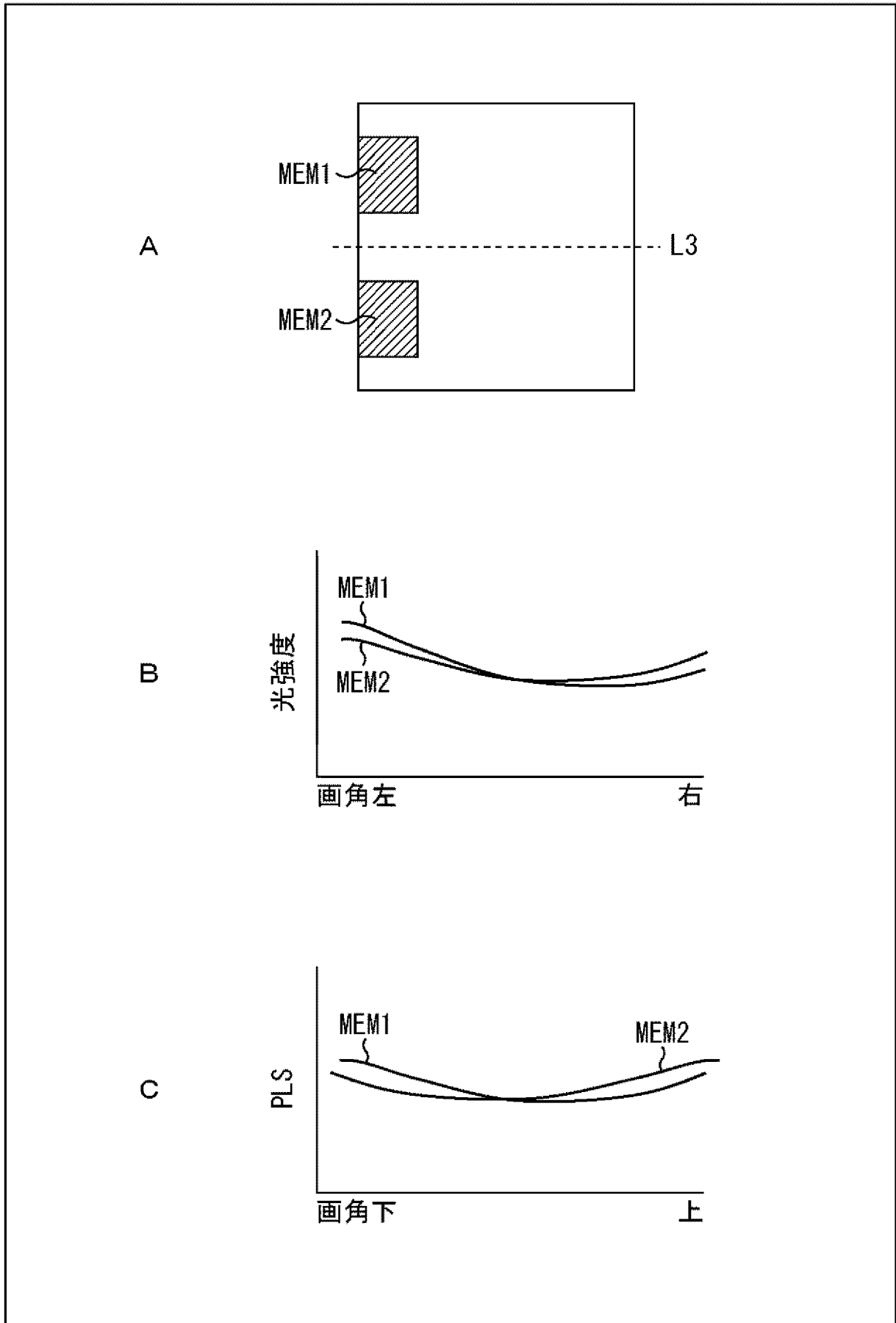
[図15]
FIG. 15

[] 16]
FIG. 16

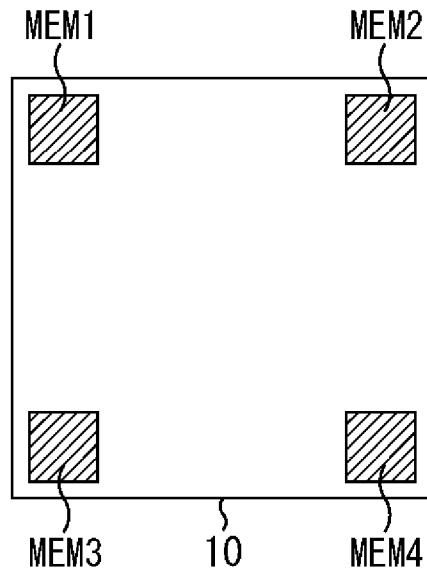
[図17]
FIG. 17



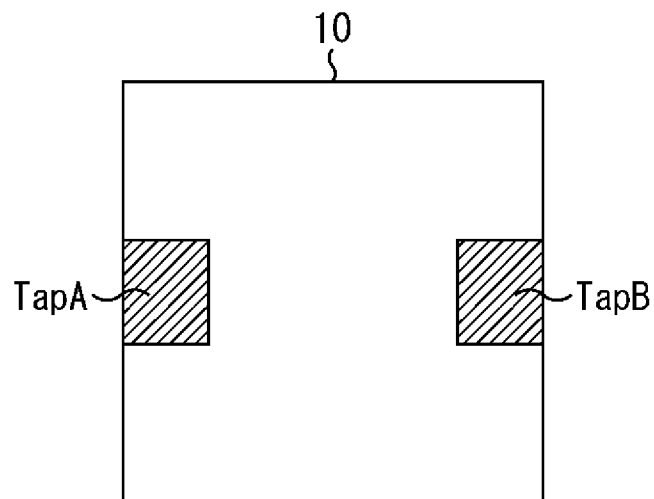
[図18]
FIG. 18

[図19]
FIG. 19

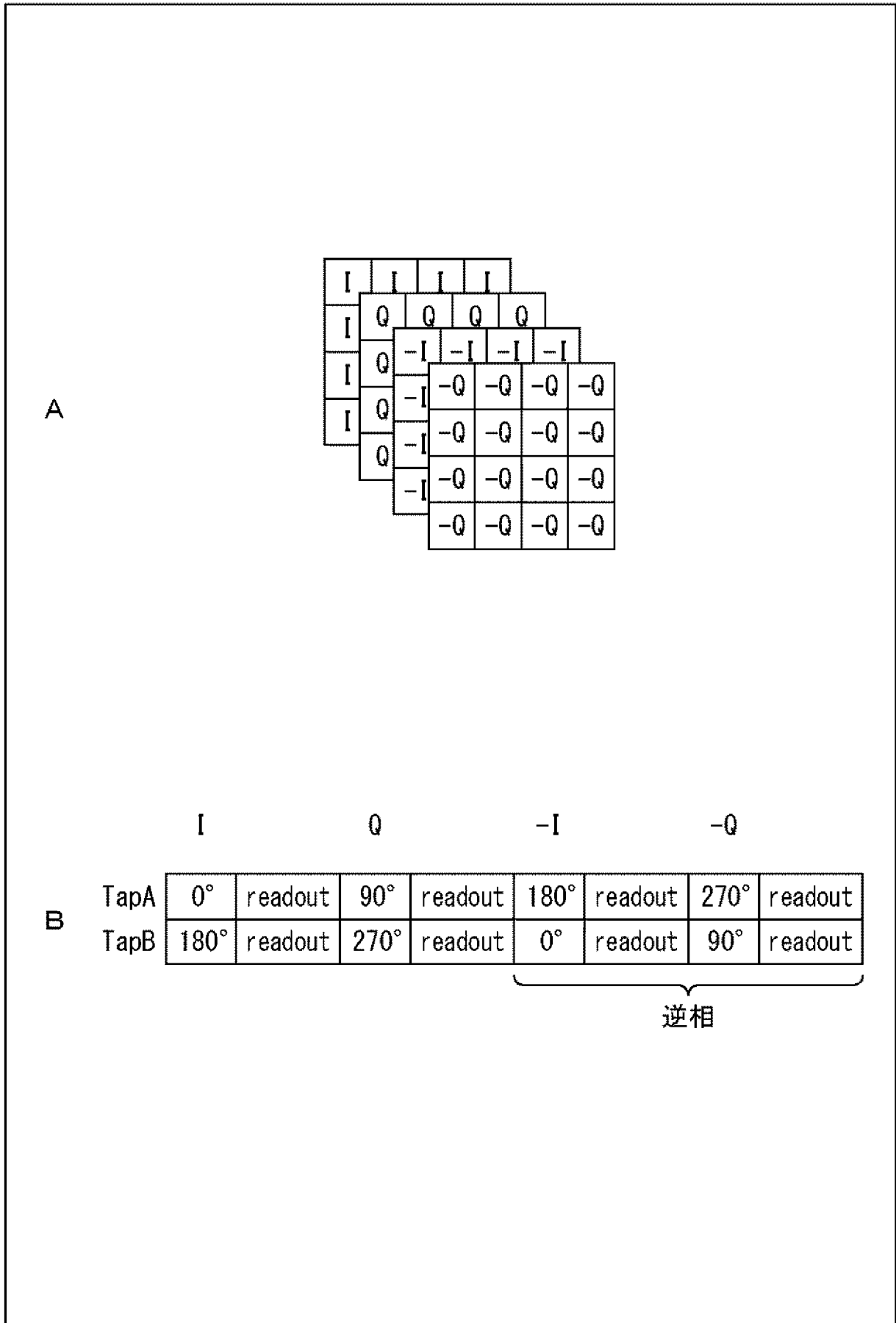
[図20]
FIG. 20



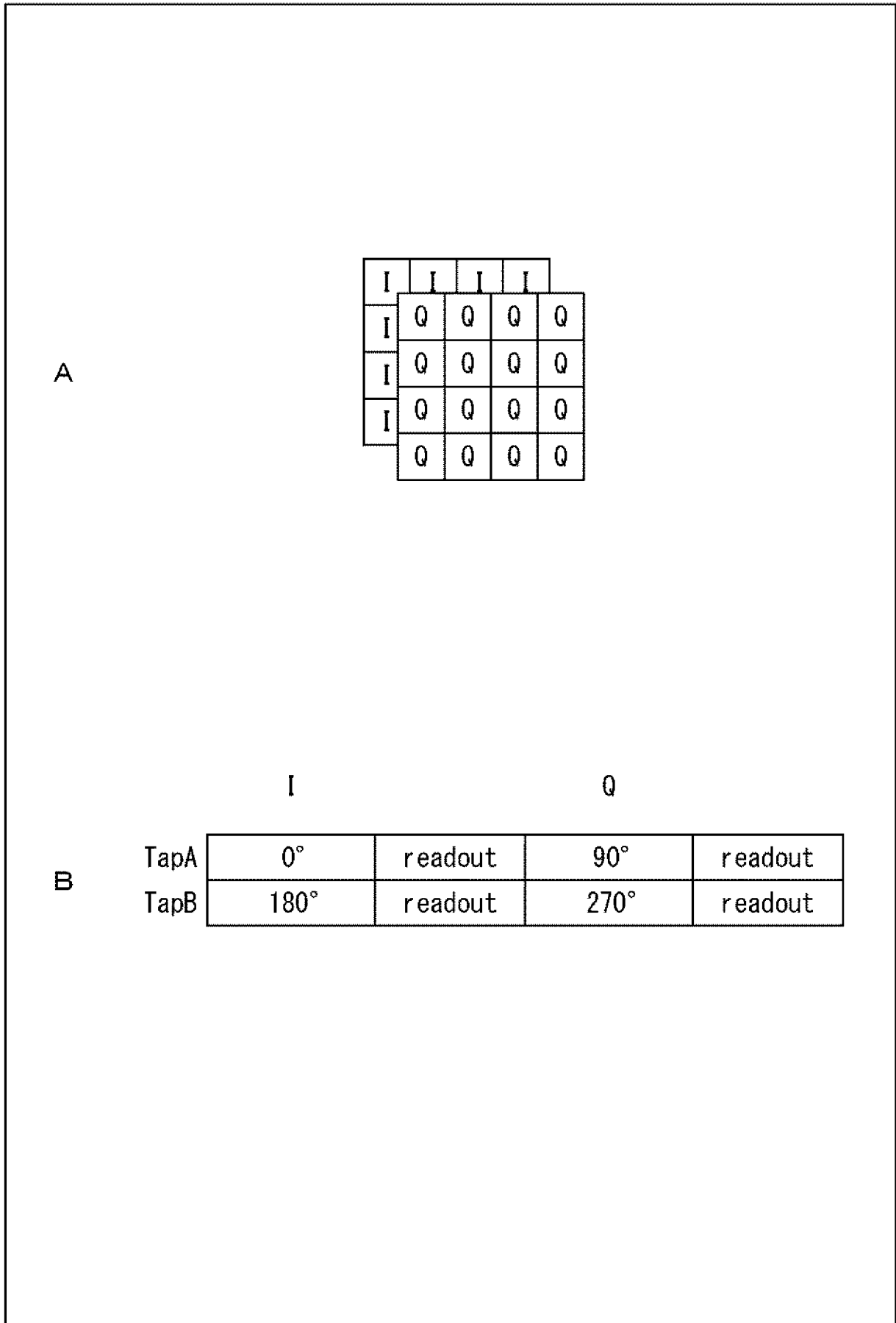
[図21]
FIG. 21



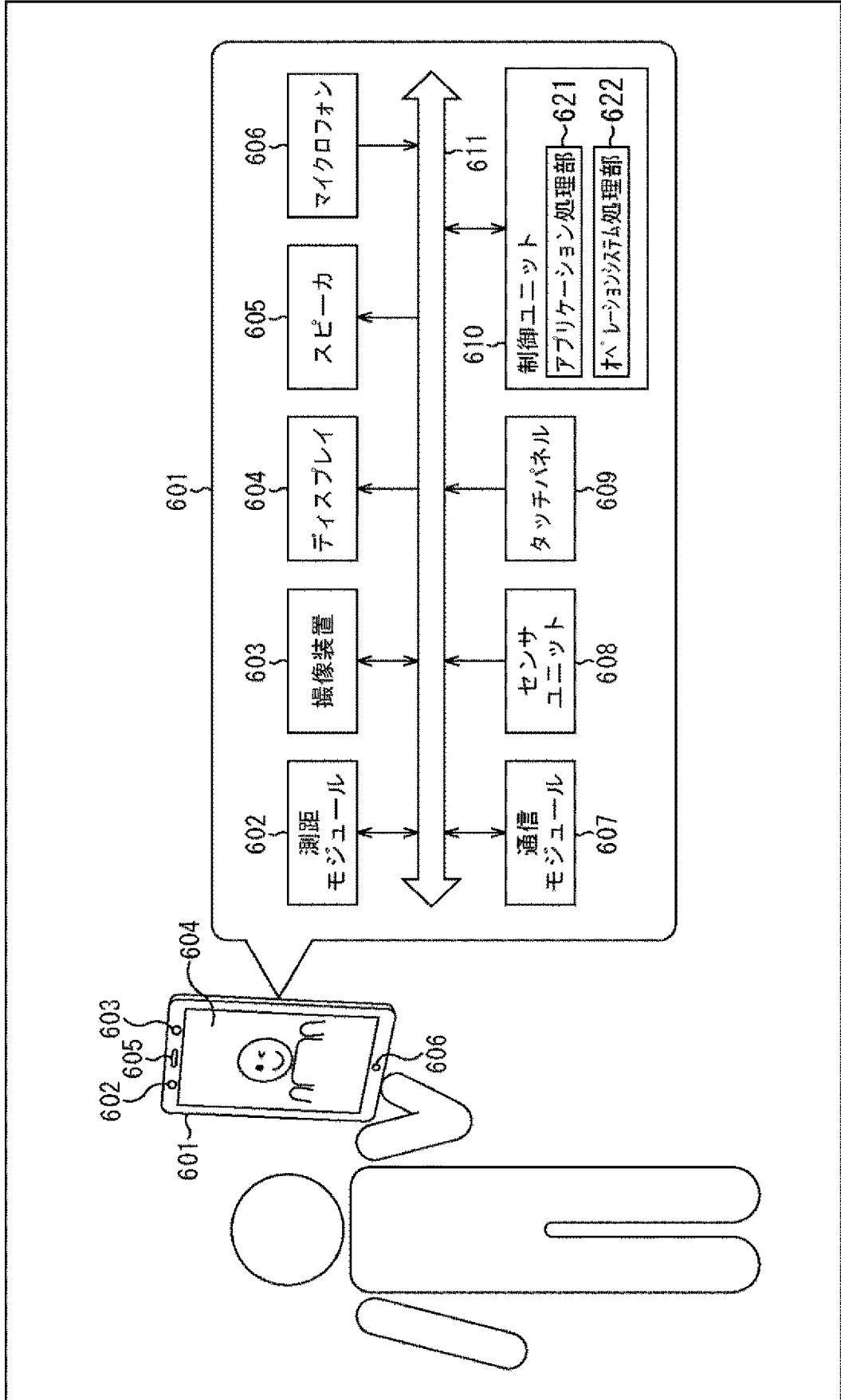
[図22]
FIG. 22



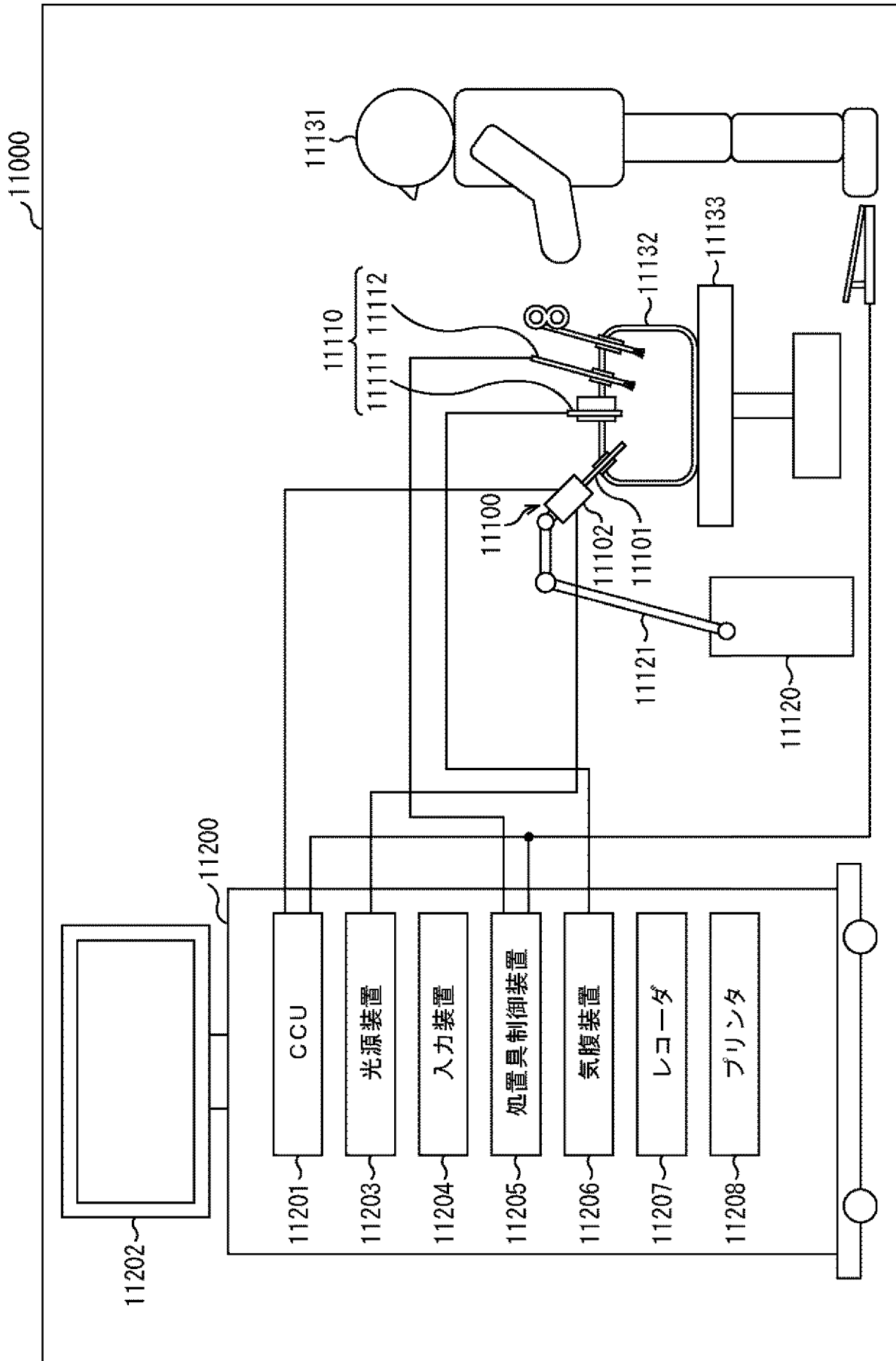
[図23]
FIG. 23



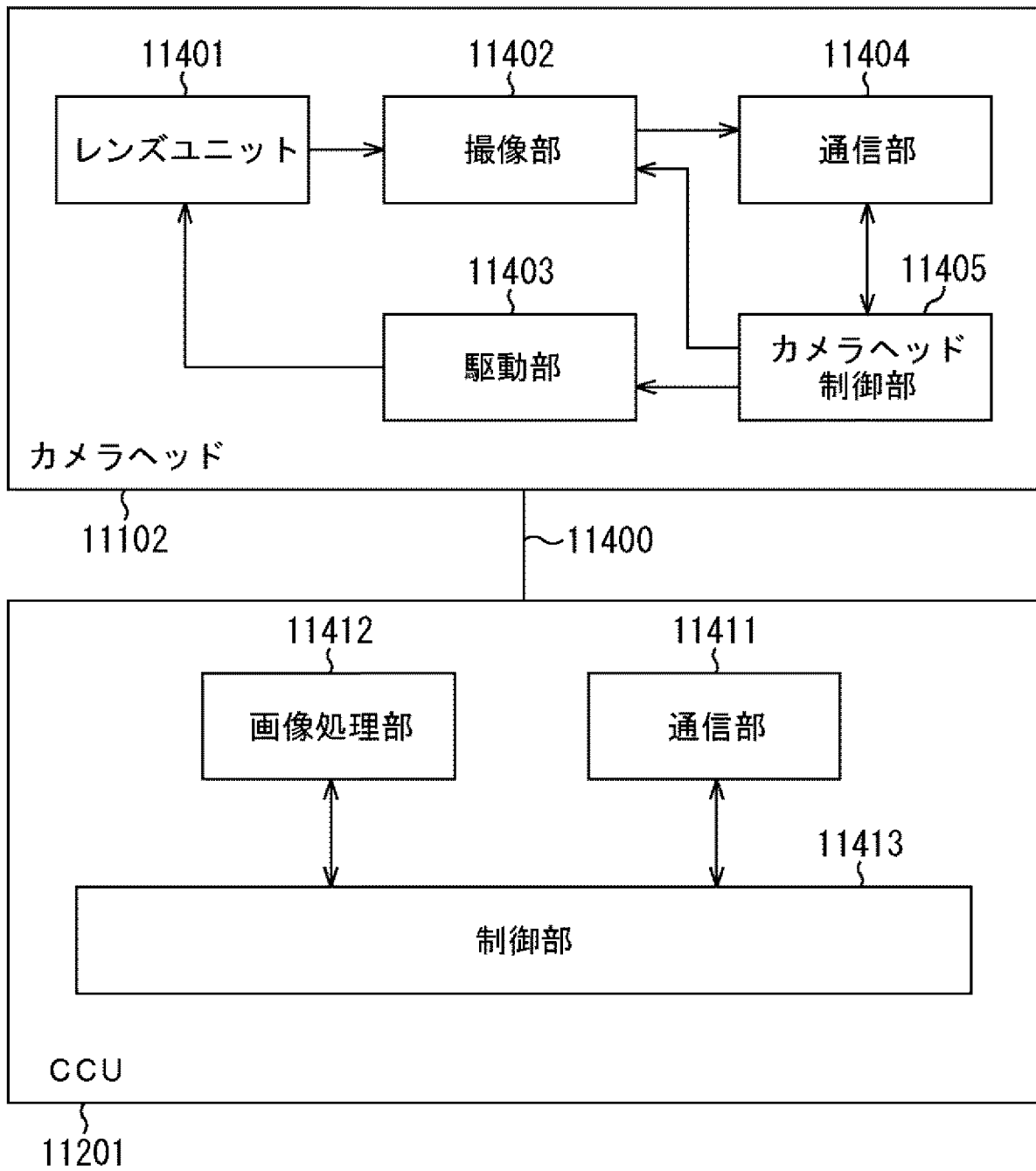
[図24]



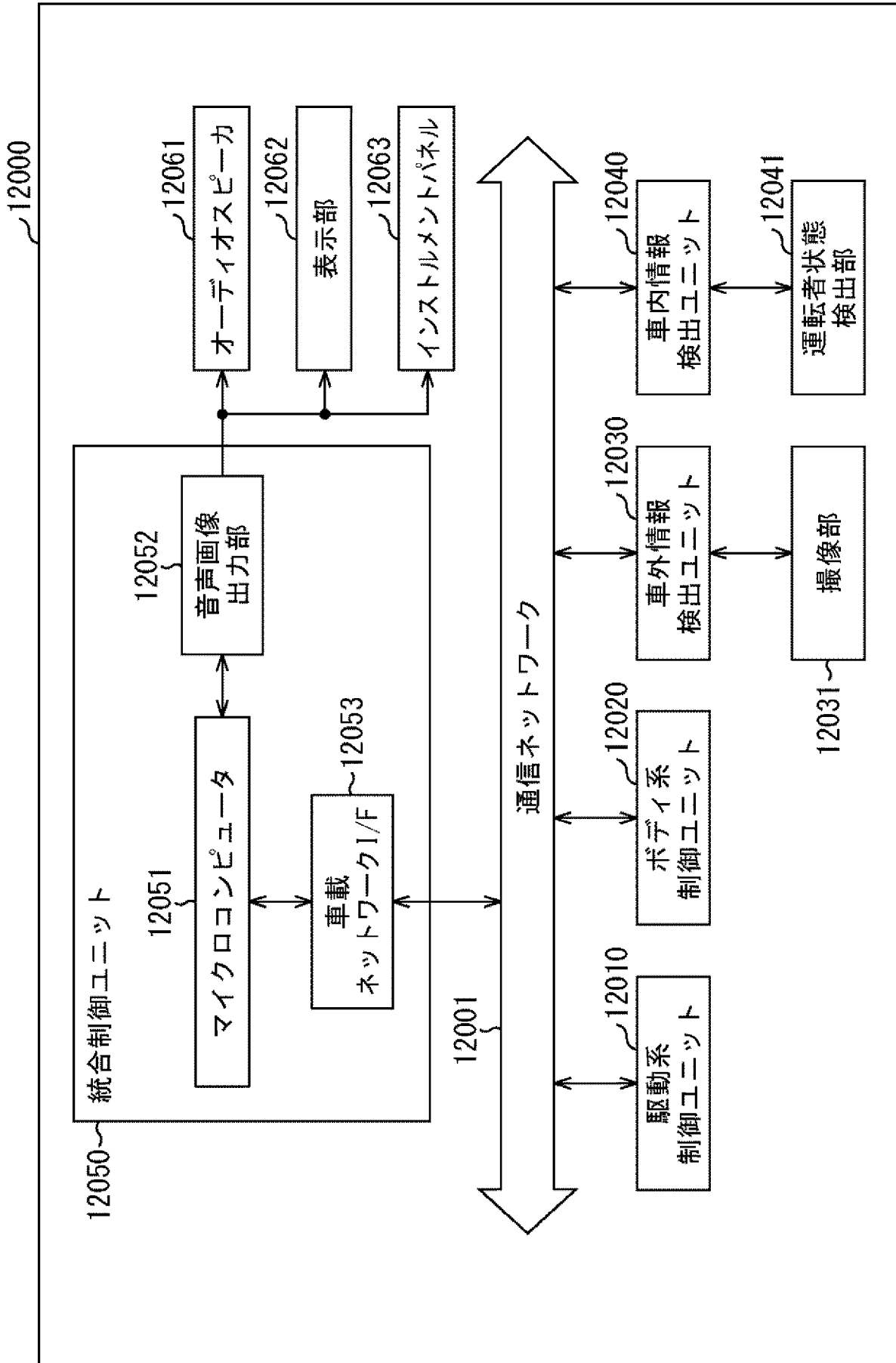
[図25]



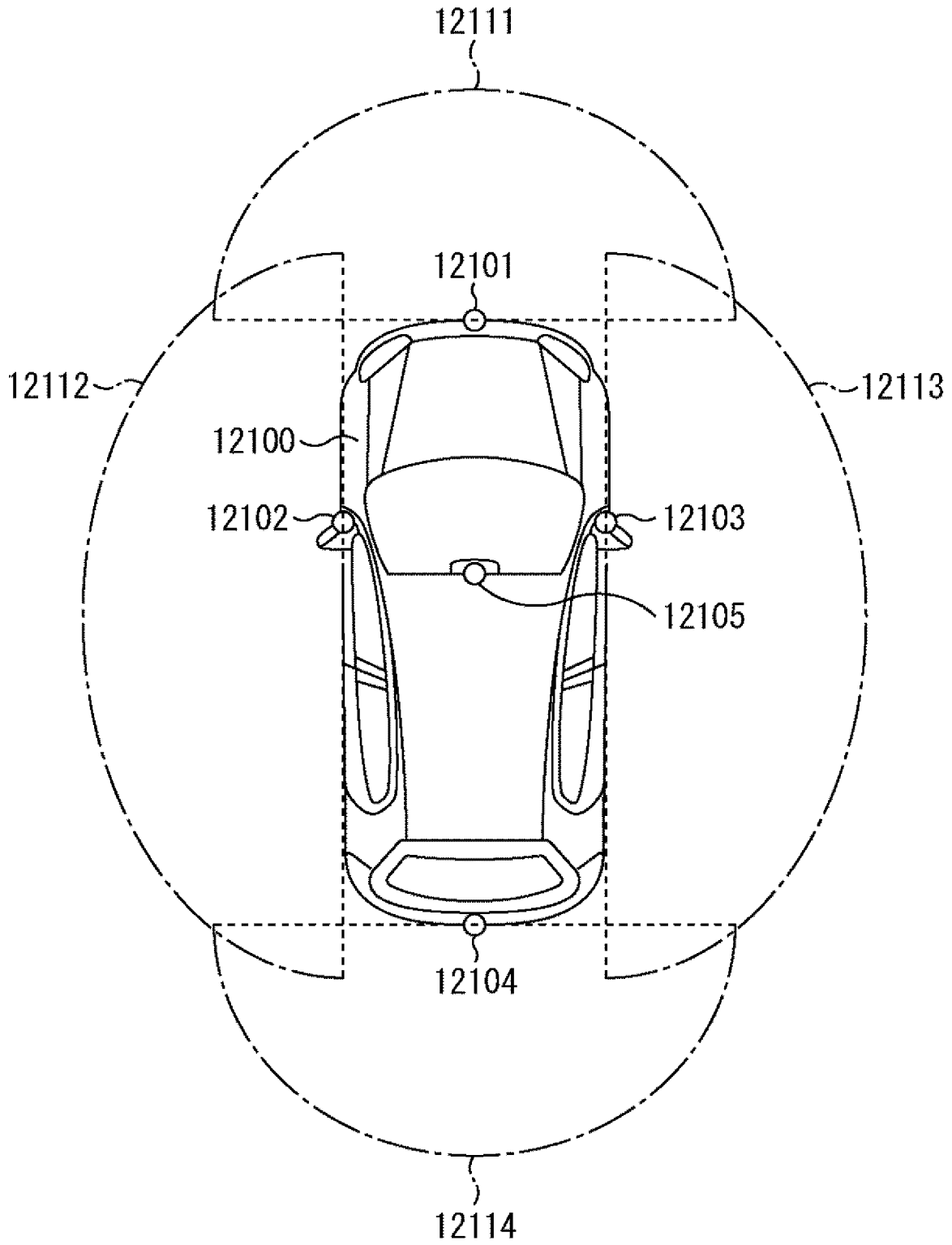
[図26]



[図27]



[図28]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/008545

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H01L 27/146</i> (2006.01)i; <i>G01C 3/06</i> (2006.01)i; <i>G01S 7/481</i> (2006.01)i; <i>G01S 7/486</i> (2020.01)i; <i>G01S 17/06</i> (2006.01)i; <i>G01S 17/89</i> (2020.01)i; <i>H04N 25/705</i> (2023.01)i FI: H01L27/146 A; G01S7/481 A; G01S7/486; G01S17/06; G01S17/89; G01C3/06 120Q; H04N25/705		
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; G01C3/06; G01S7/481; G01S7/486; G01S17/06; G01S17/89; H04N25/705		
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.
A	WO 2021/125116 A1 (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) 24 June 2021 (2021-06-24) fig. 1-9, 30, 52	1-8
A	WO 2020/241151 A1 (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) 03 December 2020 (2020-12-03) fig. 1-4, 45-47	1-8
A	WO 2021/100826 A1 (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) 27 May 2021 (2021-05-27) fig. 1-5, 46	1-8
A	JP 2020-113573 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 27 July 2020 (2020-07-27) fig. 1-5	1-8
A	WO 2006/040963 A1 (KONICA MINOLTA HOLDINGS, INC.) 20 April 2006 (2006-04-20) fig. 1-5	1-8
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 08 May 2024		Date of mailing of the international search report 21 May 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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2024/008545

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2021/125116	A1	24 June 2021	US 2022/0373653 fig. 1-9, 30, 52	A1
				EP 4080569	A1
				CN 114731381	A
				KR 10-2022-0113694	A
				TW 202137538	A
				JP 2021-97214	A

WO	2020/241151	A1	03 December 2020	US 2022/0244046 fig. 1-4, 45-47	A1
				EP 3979627	A1
				CN 113711585	A
				TW 202114401	A

WO	2021/100826	A1	27 May 2021	US 2022/0397651 fig. 1-5, 46	A1
				EP 4063784	A1
				CN 114667607	A
				KR 10-2022-0099974	A
				TW 202127637	A

JP	2020-113573	A	27 July 2020	US 2020/0219916 fig. 1-5C	A1

WO	2006/040963	A1	20 April 2006	US 2009/0027541 fig. 1-5(c)	A1

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>H01L 27/146(2006.01)i; G01C 3/06(2006.01)i; G01S 7/481(2006.01)i; G01S 7/486(2020.01)i; G01S 17/06(2006.01)i; G01S 17/89(2020.01)i; H04N 25/705(2023.01)i</p> <p>FI: H01L27/146 A; G01S7/481 A; G01S7/486; G01S17/06; G01S17/89; G01C3/06 120Q; H04N25/705</p>																																		
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））</p> <p>H01L27/146; G01C3/06; G01S7/481; G01S7/486; G01S17/06; G01S17/89; H04N25/705</p> <p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2024年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2024年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2024年</td> </tr> </table> <p>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）</p>			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																								
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																																	
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>WO 2021/125116 A1 (ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社) 24.06.2021 (2021 - 06 - 24) 図1-9, 30, 52</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2020/241151 A1 (ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社) 03.12.2020 (2020 - 12 - 03) 図1-4, 45-47</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2021/100826 A1 (ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社) 27.05.2021 (2021 - 05 - 27) 図1-5, 46</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2020-113573 A (キャノン株式会社) 27.07.2020 (2020 - 07 - 27) 図1-5</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2006/040963 A1 (コニカミノルタホールディングス株式会社) 20.04.2006 (2006 - 04 - 20) 図1-5</td> <td>1-8</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p> <table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			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	A	WO 2021/125116 A1 (ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社) 24.06.2021 (2021 - 06 - 24) 図1-9, 30, 52	1-8	A	WO 2020/241151 A1 (ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社) 03.12.2020 (2020 - 12 - 03) 図1-4, 45-47	1-8	A	WO 2021/100826 A1 (ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社) 27.05.2021 (2021 - 05 - 27) 図1-5, 46	1-8	A	JP 2020-113573 A (キャノン株式会社) 27.07.2020 (2020 - 07 - 27) 図1-5	1-8	A	WO 2006/040963 A1 (コニカミノルタホールディングス株式会社) 20.04.2006 (2006 - 04 - 20) 図1-5	1-8	* 引用文献のカテゴリー	“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	“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	“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	“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	“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	“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	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
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																																
A	WO 2021/125116 A1 (ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社) 24.06.2021 (2021 - 06 - 24) 図1-9, 30, 52	1-8																																
A	WO 2020/241151 A1 (ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社) 03.12.2020 (2020 - 12 - 03) 図1-4, 45-47	1-8																																
A	WO 2021/100826 A1 (ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社) 27.05.2021 (2021 - 05 - 27) 図1-5, 46	1-8																																
A	JP 2020-113573 A (キャノン株式会社) 27.07.2020 (2020 - 07 - 27) 図1-5	1-8																																
A	WO 2006/040963 A1 (コニカミノルタホールディングス株式会社) 20.04.2006 (2006 - 04 - 20) 図1-5	1-8																																
* 引用文献のカテゴリー	“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																																	
“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	“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																																	
“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	“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																																	
“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	“&” 同一パテントファミリー文献																																	
“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																																		
<p>国際調査を完了した日</p> <p>08.05.2024</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p>21.05.2024</p>																																	
<p>名称及びあて先</p> <p>日本国特許庁(ISA/JP)</p> <p>〒100-8915</p> <p>日本国</p> <p>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>	<p>権限のある職員（特許庁審査官）</p> <p>脇水 佳弘 5F 3464</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3514</p>																																	

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/JP2024/008545

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2021/125116	A1	24.06.2021	US	2022/0373653	A1	
					図1-9, 30, 52		
				EP	4080569	A1	
				CN	114731381	A	
				KR	10-2022-0113694	A	
				TW	202137538	A	
				JP	2021-97214	A	

WO	2020/241151	A1	03.12.2020	US	2022/0244046	A1	
					図1-4, 45-47		
				EP	3979627	A1	
				CN	113711585	A	
				TW	202114401	A	

WO	2021/100826	A1	27.05.2021	US	2022/0397651	A1	
					図1-5, 46		
				EP	4063784	A1	
				CN	114667607	A	
				KR	10-2022-0099974	A	
				TW	202127637	A	

JP	2020-113573	A	27.07.2020	US	2020/0219916	A1	
					図1-5C		

WO	2006/040963	A1	20.04.2006	US	2009/0027541	A1	
					図1-5(c)		
