

(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
2022年7月28日(28.07.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/158170 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 27/146 (2006.01) *H04N 5/369* (2011.01)

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).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/045945

(22) 国際出願日: 2021年12月14日(14.12.2021)

(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 2021-008012 2021年1月21日(21.01.2021) 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 1 4 番 1 号 Kanagawa (JP).

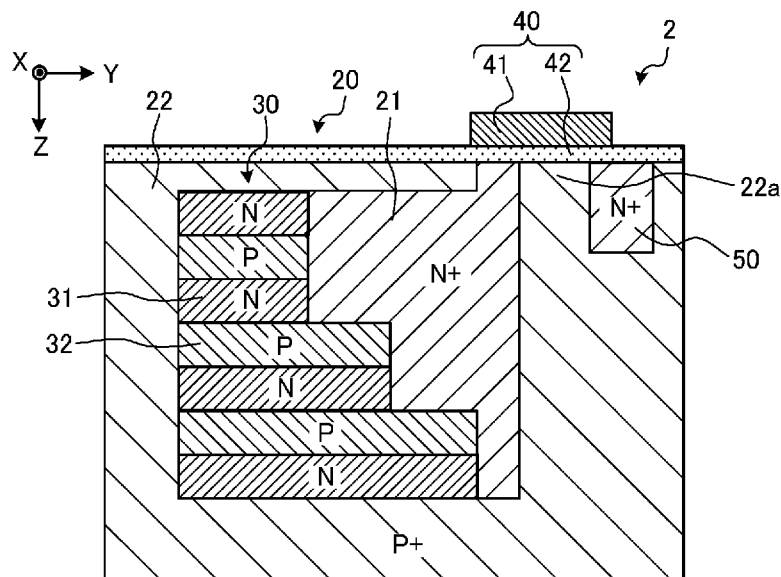
(72) 発明者: 村上 博亮 (MURAKAMI, Hiroaki); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目 1 4

(74) 代理人: 特許業務法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が関 3 丁目 8 番 1 号 虎の門三井ビルディング Tokyo (JP).

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

(54) Title: PHOTODETECTOR AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 発明の名称: 光検出素子および電子機器



(57) Abstract: A photodetector according to the present disclosure is provided with a light receiving pixel (2) that has a photodiode (20). The photodiode (20) comprises a first impurity region (21) of a first conductivity type, a capacity expansion region (30) that is arranged lateral to the first impurity region (21), and a second impurity region (22) of a second conductivity type, said second impurity region being arranged so as to surround the first impurity region (21) and the capacity expansion region (30). The capacity expansion region (30) is formed by alternately stacking a third impurity region (31) of the first conductivity type and a fourth impurity region (32) of the second conductivity type in the thickness direction of a substrate (11).

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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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))

(57) 要約: 本開示に係る光検出素子は、フォトダイオード(20)を有する受光画素(2)を備える。また、フォトダイオード(20)は、第1導電型の第1不純物領域(21)と、第1不純物領域(21)の側方に配置される容量拡大領域(30)と、第1不純物領域(21)および容量拡大領域(30)を囲むように配置される第2導電型の第2不純物領域(22)と、を有する。そして、容量拡大領域(30)は、第1導電型の第3不純物領域(31)と第2導電型の第4不純物領域(32)とが基板(11)の厚み方向に沿って交互に積層して構成される。

明 細 書

発明の名称：光検出素子および電子機器

技術分野

[0001] 本開示は、光検出素子および電子機器に関する。

背景技術

[0002] 従来、CCD (Charge-Coupled Device) イメージセンサやCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサなどのフォトダイオードを有するイメージセンサが広く用いられている。

[0003] かかるイメージセンサでは、フォトダイオードの飽和信号電荷量 (Q_s) を増加させることにより、ダイナミックレンジやSN比を向上させることができる。たとえば、フォトダイオード内部のPN接合面を凹部形状にすることにより、フォトダイオードの飽和信号電荷量を増加させることができる技術が知られている（たとえば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2005-332925号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上記の従来技術では、フォトダイオードの飽和信号電荷量を増加させるという点でさらなる改善の余地があった。

[0006] そこで、本開示では、フォトダイオードの飽和信号電荷量を増加させることができる光検出素子および電子機器を提案する。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示によれば、光検出素子が提供される。光検出素子は、フォトダイオードを有する受光画素を備える。また、前記フォトダイオードは、第1導電型の第1不純物領域と、前記第1不純物領域の側方に配置される容量拡大領域と、前記第1不純物領域および前記容量拡大領域を囲むように配置される

第2導電型の第2不純物領域と、を有する。そして、前記容量拡大領域は、第1導電型の第3不純物領域と第2導電型の第4不純物領域とが基板の厚み方向に沿って交互に積層して構成される。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本開示の実施形態に係る光検出素子の概略構成例を示すシステム構成図である。

[図2]本開示の実施形態に係る受光画素の構成を模式的に示す平面図である。

[図3]図2に示すA1－A1線の矢視断面図である。

[図4]図2に示すA2－A2線の矢視断面図である。

[図5]本開示の実施形態の変形例1に係る受光画素の構成を模式的に示す平面図である。

[図6]図5に示すB1－B1線の矢視断面図である。

[図7]図5に示すB2－B2線の矢視断面図である。

[図8]本開示の実施形態の変形例2に係る受光画素の構成を模式的に示す平面図である。

[図9]図8に示すC1－C1線の矢視断面図である。

[図10]図8に示すC2－C2線の矢視断面図である。

[図11]本開示の実施形態の変形例3に係る受光画素の構成を模式的に示す平面図である。

[図12]図11に示すD1－D1線の矢視断面図である。

[図13]図11に示すD2－D2線の矢視断面図である。

[図14]本開示の実施形態の変形例4に係る受光画素の構成を模式的に示す平面図である。

[図15]図14に示すE1－E1線の矢視断面図である。

[図16]図14に示すE2－E2線の矢視断面図である。

[図17]本開示に係る技術を適用した電子機器としての撮像装置の構成例を示すブロック図である。

[図18]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19]車外情報検出部及び撮像部の設置位置の一例を示す説明図である。

[図20]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21]カメラヘッド及びCCUの機能構成の一例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下に、本開示の各実施形態について図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下の各実施形態において、同一の部位には同一の符号を付することにより重複する説明を省略する。

[0010] 従来、CCD (Charge-Coupled Device) イメージセンサやCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサなどのフォトダイオードを有するイメージセンサが広く用いられている。

[0011] かかるイメージセンサでは、フォトダイオードの飽和信号電荷量 (Q_s) を増加させることにより、ダイナミックレンジやSN比を向上させることができる。たとえば、フォトダイオード内部のPN接合面を凹部形状にすることにより、フォトダイオードの飽和信号電荷量を増加させることができる技術が知られている。

[0012] しかしながら、上記の従来技術では、フォトダイオードの飽和信号電荷量を増加させるという点でさらなる改善の余地があった。

[0013] そこで、上述の問題点を克服し、フォトダイオードの飽和信号電荷量を増加させることができる技術の実現が期待されている。

[0014] [固体撮像素子の構成]

まず、実施形態に係る固体撮像素子1の構成について、図1を参照しながら説明する。図1は、本開示の実施形態に係る固体撮像素子1の概略構成例を示すシステム構成図である。固体撮像素子1は、光検出素子の一例である。

[0015] 図1に示すように、実施形態に係る固体撮像素子1は、画素領域3と、周辺回路部とを有して構成される。かかる画素領域3には、半導体（たとえば、シリコンなど）で構成される基板11に複数のフォトダイオード20（図2参照）を含む受光画素2が規則的に2次元的に配列される。

- [0016] 受光画素2は、光電変換素子であるフォトダイオード20と、複数の画素トランジスタ（いわゆるMOSトランジスタ）とを有する。複数の画素トランジスタは、たとえば転送トランジスタ40（図2参照）、リセットトランジスタおよび増幅トランジスタの3つのトランジスタで構成することができる。
- [0017] また、複数の画素トランジスタは、その他、選択トランジスタを追加して4つのトランジスタで構成することもできる。単位画素の等価回路は通常と同様であるので、詳細説明は省略する。
- [0018] 実施形態に係る受光画素2は、共有画素構造とすることもできる。この画素共有構造は、複数のフォトダイオード20と、複数の転送トランジスタ40と、共有する1つのフローティングディフュージョン50（図2参照）と、共有する1つずつの他の画素トランジスタ（図示せず）とから構成される。
- [0019] 周辺回路部は、垂直駆動回路4と、カラム信号処理回路5と、水平駆動回路6と、出力回路7と、制御回路8などを有して構成される。
- [0020] 制御回路8は、入力クロックと、動作モードなどを指令するデータとを受け取り、また固体撮像装置の内部情報などのデータを出力する。すなわち、制御回路8では、垂直同期信号、水平同期信号およびマスタクロックに基づいて、垂直駆動回路4、カラム信号処理回路5および水平駆動回路6などの動作の基準となるクロック信号や制御信号を生成する。
- [0021] そして、制御回路8は、これらの信号を垂直駆動回路4、カラム信号処理回路5および水平駆動回路6などに入力する。
- [0022] 垂直駆動回路4は、たとえばシフトレジスタによって構成され、画素駆動配線を選択し、選択された画素駆動配線に画素を駆動するためのパルスを供給し、行単位で画素を駆動する。すなわち、垂直駆動回路4は、画素領域3の各受光画素2を行単位で順次垂直方向に選択走査する。
- [0023] そして、垂直駆動回路4は、垂直信号線9を通して各受光画素2の光電変換素子となるたとえばフォトダイオード20において受光量に応じて生成し

た信号電荷に基づく画素信号をカラム信号処理回路5に供給する。

[0024] カラム信号処理回路5は、受光画素2のたとえば列ごとに配置されており、1行分の受光画素2から出力される信号を画素列ごとにノイズ除去などの信号処理を行う。すなわちカラム信号処理回路5は、受光画素2固有の固定パターンノイズを除去するためのCDS (Correlated Double Sampling : 相関二重サンプリング) や、信号増幅、AD変換などの信号処理を行う。

[0025] カラム信号処理回路5の出力段には、水平選択スイッチ（図示せず）が水平信号線10との間に接続されて設けられる。

[0026] 水平駆動回路6は、たとえばシフトレジスタによって構成され、水平走査パルスを順次出力することによって、カラム信号処理回路5の各々を順番に選択し、カラム信号処理回路5の各々から画素信号を水平信号線10に出力させる。

[0027] 出力回路7は、カラム信号処理回路5の各々から水平信号線10を通して順次に供給される信号に対し、信号処理を行って出力する。たとえば、バッファリングだけする場合もあるし、黒レベル調整、列ばらつき補正、各種デジタル信号処理などが行われる場合もある。入出力端子12は、外部と信号のやりとりをする。

[0028] [受光画素の構成]

つづいて、実施形態に係る受光画素2の詳細な構成について、図2～図4を参照しながら説明する。図2は、本開示の実施形態に係る受光画素2の構成を模式的に示す平面図である。また、図3は、図2に示すA1-A1線の矢視断面図であり、図4は、図2に示すA2-A2線の矢視断面図である。

[0029] なお、本開示の図面では、理解を容易にするため、XYZ座標系が示される。Z軸方向は、基板11（図1参照）の厚み方向に対応する。X軸方向およびY軸方向は、基板11の面方向に対応する。また、本開示では、被写体からの光が、Z軸負方向側またはZ軸正方向側から入射する。

[0030] 図2～図4に示すように、実施形態に係る受光画素2は、フォトダイオード20と、転送トランジスタ40と、フローティングディフュージョン50

とを備える。

[0031] また、フォトダイオード20は、第1導電型の第1不純物領域21と、第2導電型の第2不純物領域22と、容量拡大領域30とを有する。第1不純物領域21は、たとえば、高濃度のN型不純物領域である。

[0032] 容量拡大領域30は、フォトダイオード20の飽和信号電荷量を増加させるために設けられ、第1不純物領域21の側方に（すなわち、第1不純物領域21に対して基板11の面方向に隣接して）、かかる第1不純物領域21と接するように配置される。

[0033] また、本開示では、図2～図4に示すように、第1不純物領域21と容量拡大領域30とが一体となって略直方体状に形成される。そして、かかる略直方体状の第1不純物領域21および容量拡大領域30を囲むように、第2不純物領域22が配置される。第2不純物領域22は、たとえば、高濃度のP型不純物領域である。

[0034] ここで、実施形態に係る容量拡大領域30は、図3および図4に示すように、第1導電型（実施形態ではN型）の第3不純物領域31と、第2導電型（実施形態ではP型）の第4不純物領域32とが基板11の厚み方向に沿って交互に積層して構成される。これにより、フォトダイオード20内部のPN接合面の面積を拡大させることができる。

[0035] そして、フォトダイオード20の飽和信号電荷量は、フォトダイオード20内部のPN接合面の面積が拡大するにしたがい増加する。すなわち、実施形態では、フォトダイオード20に容量拡大領域30を設けることにより、フォトダイオード20の飽和信号電荷量を増加させることができる。

[0036] 転送トランジスタ40は、フォトダイオード20において発生し蓄積された信号電荷（ここでは、電子）を、フローティングディフュージョン50に転送する機能を有する。かかる転送トランジスタ40は、フォトダイオード20の第1不純物領域21に隣接して配置される。

[0037] また、図4に示すように、転送トランジスタ40は、ゲート電極41と、絶縁層42とを有する。ゲート電極41は、絶縁層42を介して、第1不純

物領域 2 1 とフローティングディフュージョン 5 0 との間に位置する第 2 不純物領域 2 2 a に隣接して配置される。

[0038] 絶縁層 4 2 は、ゲート電極 4 1 と第 2 不純物領域 2 2 a との間に配置される。また、絶縁層 4 2 は、図 3 などに示すように、ゲート電極 4 1 と第 2 不純物領域 2 2 a との間を含め、基板 1 1 の表面全体を覆うように配置されてもよい。

[0039] フローティングディフュージョン 5 0 は、フォトダイオード 2 0 から転送トランジスタ 4 0 を介して転送された信号電荷を一時的に保持する機能を有する。フローティングディフュージョン 5 0 は、たとえば、高濃度の N 型不純物領域で構成される。

[0040] 実施形態では、図 4 などに示すように、容量拡大領域 3 0 の側方に配置される第 1 不純物領域 2 1 が、容量拡大領域 3 0 と転送トランジスタ 4 0 との間に配置されるとよい。

[0041] これにより、容量拡大領域 3 0 内部のすべての第 3 不純物領域 3 1 で生成された信号電荷を、このすべての第 3 不純物領域 3 1 と繋がる第 1 不純物領域 2 1 を通じて転送トランジスタ 4 0 に円滑に導くことができる。

[0042] 換言すると、実施形態では、容量拡大領域 3 0 で生成された信号電荷の転送トランジスタ 4 0 への移動が、容量拡大領域 3 0 と転送トランジスタ 4 0 との間に位置する P 型の第 4 不純物領域 3 2 で妨げられることを抑制することができる。

[0043] したがって、実施形態によれば、フォトダイオード 2 0 で蓄積された信号電荷の転送効率を向上させることができる。

[0044] また、実施形態では、図 2 に示すように、容量拡大領域 3 0 が、平面視で櫛歯状に配置されるとよい。たとえば、図 2 に示すように、平面視で矩形状である第 1 不純物領域 2 1 の 1 辺（図 2 では上辺）に転送トランジスタ 4 0 が配置され、その他の 3 辺から第 1 不純物領域 2 1 の内側に向かって突出するように、複数の容量拡大領域 3 0 が櫛歯状に配置されるとよい。

[0045] これにより、容量拡大領域 3 0 で生成された信号電荷を、隣接する容量拡

大領域 30 同士の間位置する第 1 不純物領域 21 も通じて転送トランジスタ 40 に導くことができる。

[0046] したがって、実施形態によれば、フォトダイオード 20 で蓄積された信号電荷の転送効率をさらに向上させることができる。

[0047] また、実施形態では、容量拡大領域 30 を櫛歯状に配置することにより、第 3 不純物領域 31 と第 4 不純物領域 32 との界面に加えて、第 4 不純物領域 32 の側面（すなわち、第 1 不純物領域 21 との界面）にも P N 接合面を形成することができる。

[0048] したがって、実施形態によれば、フォトダイオード 20 における P N 接合面の面積をさらに拡大させることができることから、フォトダイオード 20 の飽和信号電荷量をさらに増加させることができる。

[0049] また、実施形態では、図 2 に示すように、櫛歯状の容量拡大領域 30 を第 1 不純物領域 21 の内側に向けて配置するとよい。これにより、隣接する容量拡大領域 30 同士の間位置する第 1 不純物領域 21 を通じて転送される信号電荷を、さらに円滑に転送トランジスタ 40 に導くことができる。

[0050] したがって、実施形態によれば、フォトダイオード 20 で蓄積された信号電荷の転送効率をさらに向上させることができる。

[0051] また、実施形態では、図 3 および図 4 に示すように、容量拡大領域 30 の幅が、転送トランジスタ 40 から離れるにしたがい徐々に広くなるとよい。これにより、転送トランジスタ 40 から離れた深い位置にある容量拡大領域 30 で生成された信号電荷の転送トランジスタ 40 への移動が、浅い位置にある P 型の第 4 不純物領域 32 で妨げられることを抑制することができる。

[0052] したがって、実施形態によれば、フォトダイオード 20 で蓄積された信号電荷の転送効率をさらに向上させることができる。

[0053] また、実施形態では、図 2 に示すように、受光画素 2 において、平面視で複数の容量拡大領域 30 が左右対称に配置されるとともに、転送トランジスタ 40 が対称軸の上に配置されるとよい。

[0054] これにより、フォトダイオード 20 の内部に配置されるすべての容量拡大

領域 30 から、信号電荷を略均等に転送トランジスタ 40 に導くことができる。したがって、実施形態によれば、フォトダイオード 20 で蓄積された信号電荷の転送効率をさらに向上させることができる。

[0055] なお、実施形態に係る容量拡大領域 30 は、たとえば、基板 11 の表面から加速エネルギーを多段に変化させたドナーイオンおよびアクセプタイオンを層状にイオン注入することにより形成することができる。

[0056] そして、実施形態では、容量拡大領域 30 に含まれる第 3 不純物領域 31 の不純物濃度が、同じ導電型の第 1 不純物領域 21 の不純物濃度よりも低いとよい。同様に、容量拡大領域 30 に含まれる第 4 不純物領域 32 の不純物濃度が、同じ導電型の第 2 不純物領域 22 の不純物濃度よりも低いとよい。

[0057] たとえば、第 3 不純物領域 31 の不純物濃度が第 1 不純物領域 21 の不純物濃度以上であり、また第 4 不純物領域 32 の不純物濃度が第 2 不純物領域 22 の不純物濃度以上であるとする。

[0058] この場合、イオン注入などによって生じる不純物離散の影響に起因して、第 3 不純物領域 31 と第 4 不純物領域 32 との間の PN 接合面のポテンシャル分布が大きく乱れることから、信号電荷の転送効率が悪化してしまう場合がある。

[0059] しかしながら、実施形態では、第 3 不純物領域 31 の不純物濃度が第 1 不純物領域 21 の不純物濃度よりも低く、また第 4 不純物領域 32 の不純物濃度が第 2 不純物領域 22 の不純物濃度よりも低い。そのため、第 3 不純物領域 31 と第 4 不純物領域 32 との間の PN 接合面のポテンシャル分布が大きく乱れることを抑制することができる。

[0060] したがって、実施形態によれば、フォトダイオード 20 で蓄積された信号電荷の転送効率をさらに向上させることができる。

[0061] [各種変形例]

<変形例 1>

つづいて、実施形態の各種変形例について、図 5～図 16 を参照しながら説明する。図 5 は、本開示の実施形態の変形例 1 に係る受光画素 2 の構成を

模式的に示す平面図である。また、図6は、図5に示すB1-B1線の矢視断面図であり、図7は、図5に示すB2-B2線の矢視断面図である。

[0062] 図5に示すように、変形例1に係る受光画素2では、容量拡大領域30が、平面視で転送トランジスタ40に近づくにしたがい徐々に幅が狭くなるテーパ形状を有する。

[0063] これにより、隣接する容量拡大領域30同士の間位置する第1不純物領域21の開口部を広げることができることから、かかる第1不純物領域21を通じて信号電荷を転送トランジスタ40に円滑に導くことができる。

[0064] したがって、変形例1によれば、フォトダイオード20で蓄積された信号電荷の転送効率をさらに向上させることができる。

[0065] なお、図5の例では、平面視で容量拡大領域30の基端部（すなわち、第2不純物領域22側の端部）から先端部にかけて、容量拡大領域30の幅が線形状に狭くなる例について示したが、本開示はかかる例に限られない。

[0066] たとえば、容量拡大領域30の基端部から先端部にかけて、階段状に幅が狭くなっていてもよい。また、容量拡大領域30の基端部から先端部にかけて、一部の部位が線形状に幅が狭くなり、残りの部位が階段状に幅が狭くなっていてもよい。

[0067] <変形例2>

図8は、本開示の実施形態の変形例2に係る受光画素2の構成を模式的に示す平面図である。また、図9は、図8に示すC1-C1線の矢視断面図であり、図10は、図8に示すC2-C2線の矢視断面図である。

[0068] 図10に示すように、変形例2に係る受光画素2では、転送トランジスタ40が縦型トランジスタである。具体的には、変形例2の転送トランジスタ40は、基板11（図1参照）の厚み方向に沿って延びるゲート電極41と、絶縁層42と、ゲート電極41の表面に沿って配置される絶縁膜43とを有する。

[0069] また、変形例2では、図8などに示すように、複数の容量拡大領域30のうち、一部の容量拡大領域30が転送トランジスタ40に近接して配置され

る。

[0070] 具体的には、平面視において、転送トランジスタ40が配置される第1不純物領域21の1辺とは対向する1辺から延びる容量拡大領域30が、転送トランジスタ40が配置される第1不純物領域21の1辺に向かって延びている。そして、この第1不純物領域21の1辺に向かって延びる複数の容量拡大領域30が、転送トランジスタ40に近接して配置される。

[0071] このように、転送トランジスタ40に近接するように容量拡大領域30を延ばすことにより、容量拡大領域30内部のPN接合面の面積が拡大する。したがって、変形例2によれば、フォトダイオード20の飽和信号電荷量をさらに増加させることができる。

[0072] また、変形例2では、転送トランジスタ40を縦型トランジスタにすることにより、転送トランジスタ40から離れた深い位置の容量拡大領域30で生成された信号電荷の移動が、浅い位置の第4不純物領域32で妨げられることを抑制することができる。

[0073] したがって、変形例2によれば、転送トランジスタ40に近接するように容量拡大領域30を延ばした場合でも、フォトダイオード20で蓄積された信号電荷の転送効率を良好に維持することができる。

[0074] なお、変形例2では、上述の実施形態と同様に、平面視において、転送トランジスタ40が配置される第1不純物領域21の1辺とは略垂直な2辺にも、櫛歯状の容量拡大領域30が配置される。

[0075] <変形例3>

図11は、本開示の実施形態の変形例3に係る受光画素2の構成を模式的に示す平面図である。また、図12は、図11に示すD1-D1線の矢視断面図であり、図13は、図11に示すD2-D2線の矢視断面図である。

[0076] 図13に示すように、変形例3に係る受光画素2では、上述の変形例2と同様に、転送トランジスタ40が縦型トランジスタである。また、変形例3では、図11に示すように、複数の容量拡大領域30のうち、一部の容量拡大領域30が転送トランジスタ40に近接して配置される。

[0077] 具体的には、平面視において、すべての容量拡大領域 30 が、転送トランジスタ 40 が配置される第 1 不純物領域 21 の 1 辺とは対向する 1 辺から、転送トランジスタ 40 が配置される第 1 不純物領域 21 の 1 辺に向かって延びている。

[0078] そして、この第 1 不純物領域 21 の 1 辺に向かって延びるすべての容量拡大領域 30 のうち、中央部に配置される容量拡大領域 30 が、転送トランジスタ 40 に近接して配置される。

[0079] このように、転送トランジスタ 40 に近接するように容量拡大領域 30 を延ばすことにより、容量拡大領域 30 内部の P N 接合面の面積が拡大する。したがって、変形例 3 によれば、フォトダイオード 20 の飽和信号電荷量をさらに増加させることができる。

[0080] また、変形例 3 では、転送トランジスタ 40 を縦型トランジスタにすることにより、転送トランジスタ 40 から離れた深い位置の容量拡大領域 30 で生成された信号電荷の移動が、浅い位置の第 4 不純物領域 32 で妨げられることを抑制することができる。

[0081] したがって、変形例 3 によれば、転送トランジスタ 40 に近接するように容量拡大領域 30 を延ばした場合でも、フォトダイオード 20 で蓄積された信号電荷の転送効率を良好に維持することができる。

[0082] <変形例 4>

図 14 は、本開示の実施形態の変形例 4 に係る受光画素 2 の構成を模式的に示す平面図である。また、図 15 は、図 14 に示す E1-E1 線の矢視断面図であり、図 16 は、図 14 に示す E2-E2 線の矢視断面図である。

[0083] 図 14 などに示すように、変形例 4 に係る受光画素 2 では、平面視において、容量拡大領域 30 が第 1 不純物領域 21 よりも広い。たとえば、変形例 4 では、平面視において、第 2 不純物領域 22 の内側の領域のうち、転送トランジスタ 40 の近傍の領域には第 1 不純物領域 21 が配置され、その他の領域には容量拡大領域 30 が配置される。

[0084] このように、第 2 不純物領域 22 の内側における半分以上の領域に容量拡

大領域 30 を配置することにより、容量拡大領域 30 内部の P N 接合面の面積がさらに拡大する。したがって、変形例 4 によれば、フォトダイオード 20 の飽和信号電荷量をさらに増加させることができる。

[0085] なお、図 16 の例では、転送トランジスタ 40 が平面的なトランジスタで構成される例について示しているが、本開示はかかる例に限られず、たとえば、転送トランジスタ 40 が縦型トランジスタであってもよい。

[0086] これにより、転送トランジスタ 40 から離れた深い位置の容量拡大領域 30 で生成された信号電荷の移動が、浅い位置の第 4 不純物領域 32 で妨げられることを抑制することができる。

[0087] したがって、変形例 4 によれば、第 2 不純物領域 22 の内側における大半の領域に容量拡大領域 30 を配置した場合でも、フォトダイオード 20 で蓄積された信号電荷の転送効率を良好に維持することができる。

[0088] なお、ここまで説明した実施形態および各種変形例では、フォトダイオード 20 を固体撮像素子に適用した場合について示したが、本開示のフォトダイオード 20 が適用される素子は固体撮像素子に限られない。

[0089] たとえば、フォトレジスタや光電子増倍管などの各種の光検出素子に対しても、本開示のフォトダイオード 20 を適用することができる。

[0090] また、ここまで説明した実施形態および各種変形例では、第 1 導電型が N 型であり第 2 導電型が P 型である場合について示したが、第 1 導電型が P 型であり第 2 導電型が N 型であってもよい。

[0091] [効果]

実施形態に係る光検出素子（固体撮像素子 1）は、フォトダイオード 20 を有する受光画素 2 を備える。また、フォトダイオード 20 は、第 1 導電型の第 1 不純物領域 21 と、第 1 不純物領域 21 の側方に配置される容量拡大領域 30 と、第 1 不純物領域 21 および容量拡大領域 30 を囲むように配置される第 2 導電型の第 2 不純物領域 22 と、を有する。そして、容量拡大領域 30 は、第 1 導電型の第 3 不純物領域 31 と第 2 導電型の第 4 不純物領域 32 とが基板 11 の厚み方向に沿って交互に積層して構成される。

- [0092] これにより、フォトダイオード20の飽和信号電荷量を増加させることができる。
- [0093] また、実施形態に係る光検出素子（固体撮像素子1）において、受光画素2は、フォトダイオード20に隣接して配置される転送トランジスタ40を有する。そして、第1不純物領域21は、容量拡大領域30と転送トランジスタ40との間に配置される。
- [0094] これにより、フォトダイオード20で蓄積された信号電荷の転送効率を向上させることができる。
- [0095] また、実施形態に係る光検出素子（固体撮像素子1）において、容量拡大領域30は、平面視で櫛歯状に配置される。
- [0096] これにより、フォトダイオード20で蓄積された信号電荷の転送効率をさらに向上させることができる。
- [0097] また、実施形態に係る光検出素子（固体撮像素子1）において、容量拡大領域30は、平面視で転送トランジスタ40に近づくにしたがい徐々に幅が狭くなるテーパ形状を有する。
- [0098] これにより、フォトダイオード20で蓄積された信号電荷の転送効率をさらに向上させることができる。
- [0099] また、実施形態に係る光検出素子（固体撮像素子1）において、転送トランジスタ40は、基板11の厚み方向に沿って延びるゲート電極41を有する縦型トランジスタである。
- [0100] これにより、フォトダイオード20で蓄積された信号電荷の転送効率を良好に維持することができる。
- [0101] また、実施形態に係る光検出素子（固体撮像素子1）において、容量拡大領域30は、縦型トランジスタである転送トランジスタ40に近接して配置される。
- [0102] これにより、フォトダイオード20の飽和信号電荷量をさらに増加させることができる。
- [0103] また、実施形態に係る光検出素子（固体撮像素子1）において、容量拡大

領域 30 の幅は、転送トランジスタ 40 から離れるにしたがい徐々に広くなる。

[0104] これにより、フォトダイオード 20 で蓄積された信号電荷の転送効率をさらに向上させることができる。

[0105] また、実施形態に係る光検出素子（固体撮像素子 1）において、容量拡大領域 30 は、平面視で第 1 不純物領域 21 よりも広い。

[0106] これにより、フォトダイオード 20 の飽和信号電荷量をさらに増加させることができる。

[0107] [電子機器]

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

[0108] 図 17 は、電子機器に搭載される撮像装置の構成例を示すブロック図である。

[0109] 図 17 に示すように、撮像装置 101 は、光学系 102、固体撮像素子 103、DSP (Digital Signal Processor) 104 を備えている。さらに、撮像装置 101 は、バス 107 を介して、DSP 104、表示装置 105、操作系 106、メモリ 108、記録装置 109、および電源系 110 が接続されて構成され、静止画像および動画を撮像可能である。

[0110] 光学系 102 は、1 枚または複数枚のレンズを有して構成され、被写体からの像光（入射光）を固体撮像素子 103 に導き、固体撮像素子 103 の受光面（センサ部）に結像させる。

[0111] 固体撮像素子 103 としては、上述したいずれかの構成例の固体撮像素子 1 が適用される。固体撮像素子 103 には、光学系 102 を介して受光面に結像される像に応じて、一定期間、電子が蓄積される。そして、固体撮像素子 103 に蓄積された電子に応じた信号が DSP 104 に供給される。

[0112] DSP 104 は、固体撮像素子 103 からの信号に対して各種の信号処理

を施して画像を取得し、その画像のデータを、メモリ１０８に一時的に記憶させる。メモリ１０８に記憶された画像のデータは、記録装置１０９に記録されたり、表示装置１０５に供給されて画像が表示されたりする。また、操作系１０６は、ユーザによる各種の操作を受け付けて撮像装置１０１の各ブロックに操作信号を供給し、電源系１１０は、撮像装置１０１の各ブロックの駆動に必要な電力を供給する。

[0113] このように構成されている撮像装置１０１では、固体撮像素子１０３として、上述したような固体撮像素子１を適用することにより、フォトダイオード２０の飽和信号電荷量を増加させることができ、ダイナミックレンジやＳＮ比を向上させることができる。

[0114] [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。

[0115] 図１８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。

[0116] 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１８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。

[0117] 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１２０

10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。

[0118] 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。

[0119] 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。

[0120] 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。

[0121] 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。

[0122] 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。

[0123] 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。

[0124] 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。

[0125] 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１８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。

[0126] 図19は、撮像部12031の設置位置の例を示す図である。

[0127] 図19では、撮像部12031として、撮像部12101、12102、12103、12104、12105を有する。

[0128] 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。

[0129] なお、図19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。

[0130] 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。

[0131] 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。

[0132] 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。

[0133] 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。

[0134] 以上、本開示に係る技術が適用され得る車両制御システムの一例について説明した。本開示に係る技術は、以上説明した構成のうち、撮像部１２０３１に適用され得る。具体的には、図１の固体撮像素子１は、撮像部１２０３１に適用することができる。撮像部１２０３１に本開示に係る技術を適用することにより、かかる撮像部１２０３１からダイナミックレンジやＳＮ比が向上した高品質な画像を取得することができる。

[0135] [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。

[0136] 図２０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。

[0137] 図２０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。

[0138] 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１１

１０１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。

[0139] 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。

[0140] 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。

[0141] CCU１１２０１は、CPU（Central Processing Unit）やGPU（Graphics Processing Unit）等によって構成され、内視鏡１１１００及び表示装置１１２０２の動作を統括的に制御する。さらに、CCU１１２０１は、カメラヘッド１１１０２から画像信号を受け取り、その画像信号に対して、例えば現像処理（デモザイク処理）等の、当該画像信号に基づく画像を表示するための各種の画像処理を施す。

[0142] 表示装置１１２０２は、CCU１１２０１からの制御により、当該CCU１１２０１によって画像処理が施された画像信号に基づく画像を表示する。

[0143] 光源装置１１２０３は、例えばLED（light emitting diode）等の光源から構成され、術部等を撮影する際の照射光を内視鏡１１１００に供給する。

[0144] 入力装置１１２０４は、内視鏡手術システム１１０００に対する入力イン

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

[0145] 処置具制御装置 11205 は、組織の焼灼、切開又は血管の封止等のためのエネルギー処置具 11112 の駆動を制御する。気腹装置 11206 は、内視鏡 11100 による視野の確保及び術者の作業空間の確保の目的で、患者 11132 の体腔を膨らめるために、気腹チューブ 11111 を介して当該体腔内にガスを送り込む。レコーダ 11207 は、手術に関する各種の情報を記録可能な装置である。プリンタ 11208 は、手術に関する各種の情報を、テキスト、画像又はグラフ等各種の形式で印刷可能な装置である。

[0146] なお、内視鏡 11100 に術部を撮影する際の照射光を供給する光源装置 11203 は、例えば LED、レーザ光源又はこれらの組み合わせによって構成される白色光源から構成することができる。RGB レーザ光源の組み合わせにより白色光源が構成される場合には、各色（各波長）の出力強度及び出力タイミングを高精度に制御することができるため、光源装置 11203 において撮像画像のホワイトバランスの調整を行うことができる。また、この場合には、RGB レーザ光源それぞれからのレーザ光を時分割で観察対象に照射し、その照射タイミングに同期してカメラヘッド 11102 の撮像素子の駆動を制御することにより、RGB それぞれに対応した画像を時分割で撮像することも可能である。当該方法によれば、当該撮像素子にカラーフィルタを設けなくても、カラー画像を得ることができる。

[0147] 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。

[0148] 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。

[0149] 図 21 は、図 20 に示すカメラヘッド 11102 及び CCU 11201 の機能構成の一例を示すブロック図である。

[0150] 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。CCU 11201 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。

[0151] 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。

[0152] 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 1 1 4 0 2 は、3 D (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。3 D 表示が行われることにより、術者 1 1 1 3 1 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 1 1 4 0 2 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 1 1 4 0 1 も複数系統設けられ得る。

[0153] また、撮像部 1 1 4 0 2 は、必ずしもカメラヘッド 1 1 1 0 2 に設けられなくてもよい。例えば、撮像部 1 1 4 0 2 は、鏡筒 1 1 1 0 1 の内部に、対物レンズの直後に設けられてもよい。

[0154] 駆動部 1 1 4 0 3 は、アクチュエータによって構成され、カメラヘッド制御部 1 1 4 0 5 からの制御により、レンズユニット 1 1 4 0 1 のズームレンズ及びフォーカスレンズを光軸に沿って所定の距離だけ移動させる。これにより、撮像部 1 1 4 0 2 による撮像画像の倍率及び焦点が適宜調整され得る。

[0155] 通信部 1 1 4 0 4 は、CCU 1 1 2 0 1 との間で各種の情報を送受信するための通信装置によって構成される。通信部 1 1 4 0 4 は、撮像部 1 1 4 0 2 から得た画像信号を RAW データとして伝送ケーブル 1 1 4 0 0 を介して CCU 1 1 2 0 1 に送信する。

[0156] また、通信部 1 1 4 0 4 は、CCU 1 1 2 0 1 から、カメラヘッド 1 1 1 0 2 の駆動を制御するための制御信号を受信し、カメラヘッド制御部 1 1 4 0 5 に供給する。当該制御信号には、例えば、撮像画像のフレームレートを指定する旨の情報、撮像時の露出値を指定する旨の情報、並びに／又は撮像画像の倍率及び焦点を指定する旨の情報等、撮像条件に関する情報が含まれる。

[0157] なお、上記のフレームレートや露出値、倍率、焦点等の撮像条件は、ユーザによって適宜指定されてもよいし、取得された画像信号に基づいて CCU 1 1 2 0 1 の制御部 1 1 4 1 3 によって自動的に設定されてもよい。後者の

場合には、いわゆる A E (Auto Exposure) 機能、A F (Auto Focus) 機能及び A W B (Auto White Balance) 機能が内視鏡 1 1 1 0 0 に搭載されていることになる。

[0158] カメラヘッド制御部 1 1 4 0 5 は、通信部 1 1 4 0 4 を介して受信した C C U 1 1 2 0 1 からの制御信号に基づいて、カメラヘッド 1 1 1 0 2 の駆動を制御する。

[0159] 通信部 1 1 4 1 1 は、カメラヘッド 1 1 1 0 2 との間で各種の情報を送受信するための通信装置によって構成される。通信部 1 1 4 1 1 は、カメラヘッド 1 1 1 0 2 から、伝送ケーブル 1 1 4 0 0 を介して送信される画像信号を受信する。

[0160] また、通信部 1 1 4 1 1 は、カメラヘッド 1 1 1 0 2 に対して、カメラヘッド 1 1 1 0 2 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。

[0161] 画像処理部 1 1 4 1 2 は、カメラヘッド 1 1 1 0 2 から送信された R A W データである画像信号に対して各種の画像処理を施す。

[0162] 制御部 1 1 4 1 3 は、内視鏡 1 1 1 0 0 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 1 1 4 1 3 は、カメラヘッド 1 1 1 0 2 の駆動を制御するための制御信号を生成する。

[0163] 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。

[0164] カメラヘッド１１１０２及びＣＣＵ１１２０１を接続する伝送ケーブル１１４００は、電気信号の通信に対応した電気信号ケーブル、光通信に対応した光ファイバ、又はこれらの複合ケーブルである。

[0165] ここで、図示する例では、伝送ケーブル１１４００を用いて有線で通信が行われていたが、カメラヘッド１１１０２とＣＣＵ１１２０１との間の通信は無線で行われてもよい。

[0166] 以上、本開示に係る技術が適用され得る内視鏡手術システムの一例について説明した。本開示に係る技術は、以上説明した構成のうち、カメラヘッド１１１０２の撮像部１１４０２に適用され得る。具体的には、図１の固体撮像素子１は、撮像部１１４０２に適用することができる。撮像部１１４０２に本開示に係る技術を適用することにより、かかる撮像部１１４０２からダイナミックレンジやＳＮ比が向上した高品質な術部画像を得ることができるため、術者が術部を確実に確認することが可能になる。

[0167] 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。

[0168] 以上、本開示の実施形態について説明したが、本開示の技術的範囲は、上述の実施形態そのままに限定されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。また、異なる実施形態及び変形例にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

[0169] また、本明細書に記載された効果はあくまで例示であって限定されるものではなく、また他の効果があってもよい。

[0170] なお、本技術は以下のような構成も取ることができる。

(１)

フォトダイオードを有する受光画素を備え、

前記フォトダイオードは、

第1導電型の第1不純物領域と、
前記第1不純物領域の側方に配置される容量拡大領域と、
前記第1不純物領域および前記容量拡大領域を囲むように配置される第2導電型の第2不純物領域と、
を有し、
前記容量拡大領域は、第1導電型の第3不純物領域と第2導電型の第4不純物領域とが基板の厚み方向に沿って交互に積層して構成される
光検出素子。

(2)

前記受光画素は、前記フォトダイオードに隣接して配置される転送トランジスタを有し、
前記第1不純物領域は、前記容量拡大領域と前記転送トランジスタとの間に配置される

前記(1)に記載の光検出素子。

(3)

前記容量拡大領域は、平面視で櫛歯状に配置される

前記(2)に記載の光検出素子。

(4)

前記容量拡大領域は、平面視で前記転送トランジスタに近づくにしたがい徐々に幅が狭くなるテーパ形状を有する

前記(3)に記載の光検出素子。

(5)

前記転送トランジスタは、基板の厚み方向に沿って延びるゲート電極を有する縦型トランジスタである

前記(2)～(4)のいずれか1つに記載の光検出素子。

(6)

前記容量拡大領域は、縦型トランジスタである前記転送トランジスタに近接して配置される

前記（５）に記載の光検出素子。

（７）

前記容量拡大領域の幅は、前記転送トランジスタから離れるにしたがい徐々に広がる

前記（２）～（６）のいずれか１つに記載の光検出素子。

（８）

前記容量拡大領域は、平面視で前記第１不純物領域よりも広い

前記（１）～（７）のいずれか１つに記載の光検出素子。

（９）

光学系と、

光検出素子と、

を備え、

前記光検出素子は、

フォトダイオードを有する受光画素を有し、

前記フォトダイオードは、

第１導電型の第１不純物領域と、

前記第１不純物領域の側方に配置される容量拡大領域と、

前記第１不純物領域および前記容量拡大領域を囲むように配置される第２導電型の第２不純物領域と、

を有し、

前記容量拡大領域は、第１導電型の第３不純物領域と第２導電型の第４不純物領域とが基板の厚み方向に沿って交互に積層して構成される

電子機器。

（１０）

前記受光画素は、前記フォトダイオードに隣接して配置される転送トランジスタを有し、

前記第１不純物領域は、前記容量拡大領域と前記転送トランジスタとの間に配置される

前記（９）に記載の電子機器。

（１１）

前記容量拡大領域は、平面視で櫛歯状に配置される

前記（１０）に記載の電子機器。

（１２）

前記容量拡大領域は、平面視で前記転送トランジスタに近づくにしたがい徐々に幅が狭くなるテーパ形状を有する

前記（１１）に記載の電子機器。

（１３）

前記転送トランジスタは、基板の厚み方向に沿って延びるゲート電極を有する縦型トランジスタである

前記（１０）～（１２）のいずれか１つに記載の電子機器。

（１４）

前記容量拡大領域は、縦型トランジスタである前記転送トランジスタに近接して配置される

前記（１３）に記載の電子機器。

（１５）

前記容量拡大領域の幅は、前記転送トランジスタから離れるにしたがい徐々に広がる

前記（１０）～（１４）のいずれか１つに記載の電子機器。

（１６）

前記容量拡大領域は、平面視で前記第１不純物領域よりも広い

前記（９）～（１５）のいずれか１つに記載の電子機器。

符号の説明

- [0171] 1 固体撮像素子（光検出素子の一例）
2 受光画素
11 基板
20 フォトダイオード

- 2 1 第 1 不純物領域
- 2 2 第 2 不純物領域
- 3 0 容量拡大領域
- 3 1 第 3 不純物領域
- 3 2 第 4 不純物領域
- 4 0 転送トランジスタ
- 5 0 フローティングディフュージョン
- 1 0 1 撮像装置
- 1 0 2 光学系

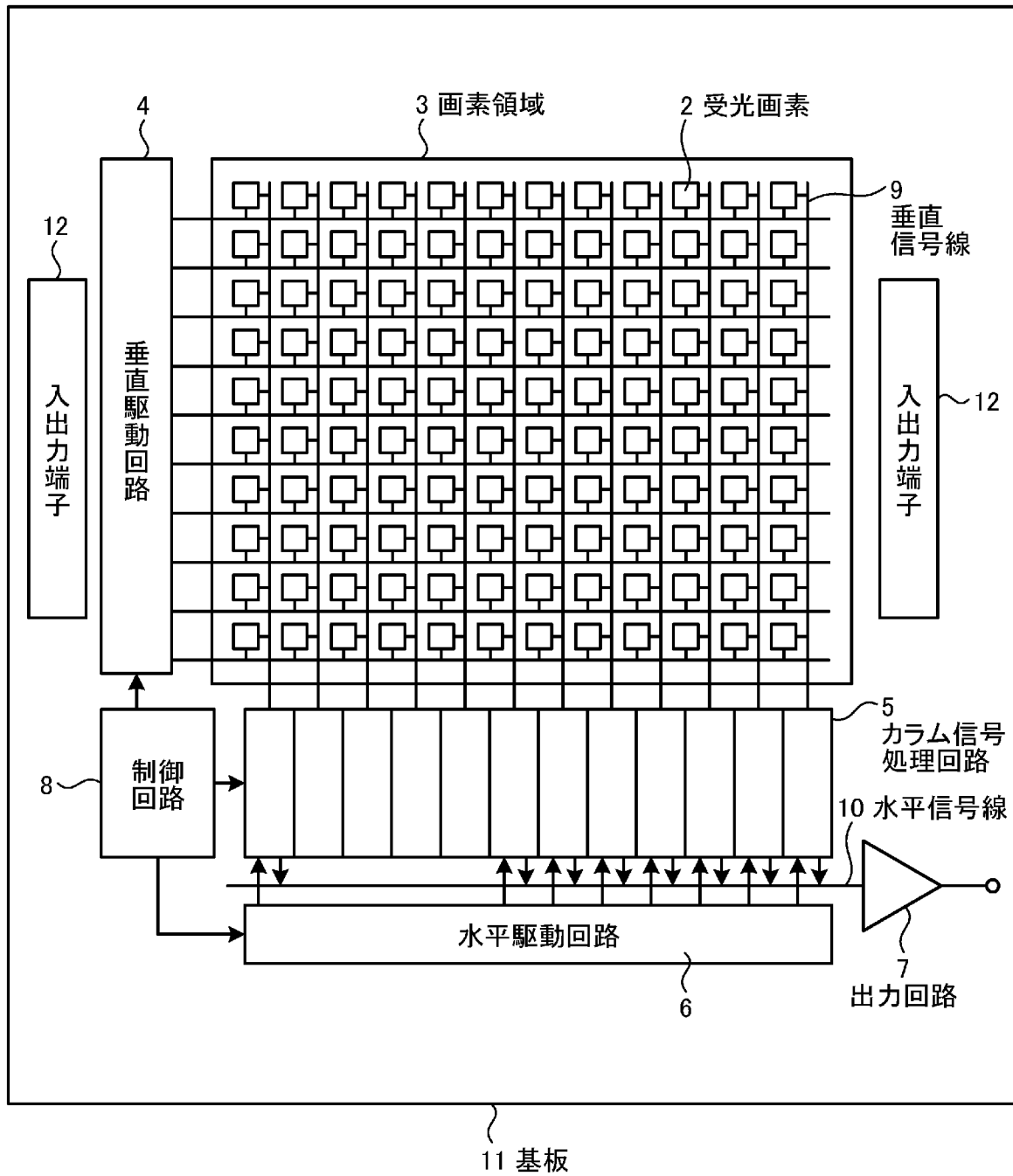
請求の範囲

- [請求項1] フォトダイオードを有する受光画素を備え、
 前記フォトダイオードは、
 第1導電型の第1不純物領域と、
 前記第1不純物領域の側方に配置される容量拡大領域と、
 前記第1不純物領域および前記容量拡大領域を囲むように配置され
 る第2導電型の第2不純物領域と、
 を有し、
 前記容量拡大領域は、第1導電型の第3不純物領域と第2導電型の
 第4不純物領域とが基板の厚み方向に沿って交互に積層して構成され
 る
 光検出素子。
- [請求項2] 前記受光画素は、前記フォトダイオードに隣接して配置される転送
 トランジスタを有し、
 前記第1不純物領域は、前記容量拡大領域と前記転送トランジスタ
 との間に配置される
 請求項1に記載の光検出素子。
- [請求項3] 前記容量拡大領域は、平面視で櫛歯状に配置される
 請求項2に記載の光検出素子。
- [請求項4] 前記容量拡大領域は、平面視で前記転送トランジスタに近づくにし
 たがい徐々に幅が狭くなるテーパ形状を有する
 請求項3に記載の光検出素子。
- [請求項5] 前記転送トランジスタは、基板の厚み方向に沿って延びるゲート電
 極を有する縦型トランジスタである
 請求項2に記載の光検出素子。
- [請求項6] 前記容量拡大領域は、縦型トランジスタである前記転送トランジスタ
 に近接して配置される
 請求項5に記載の光検出素子。

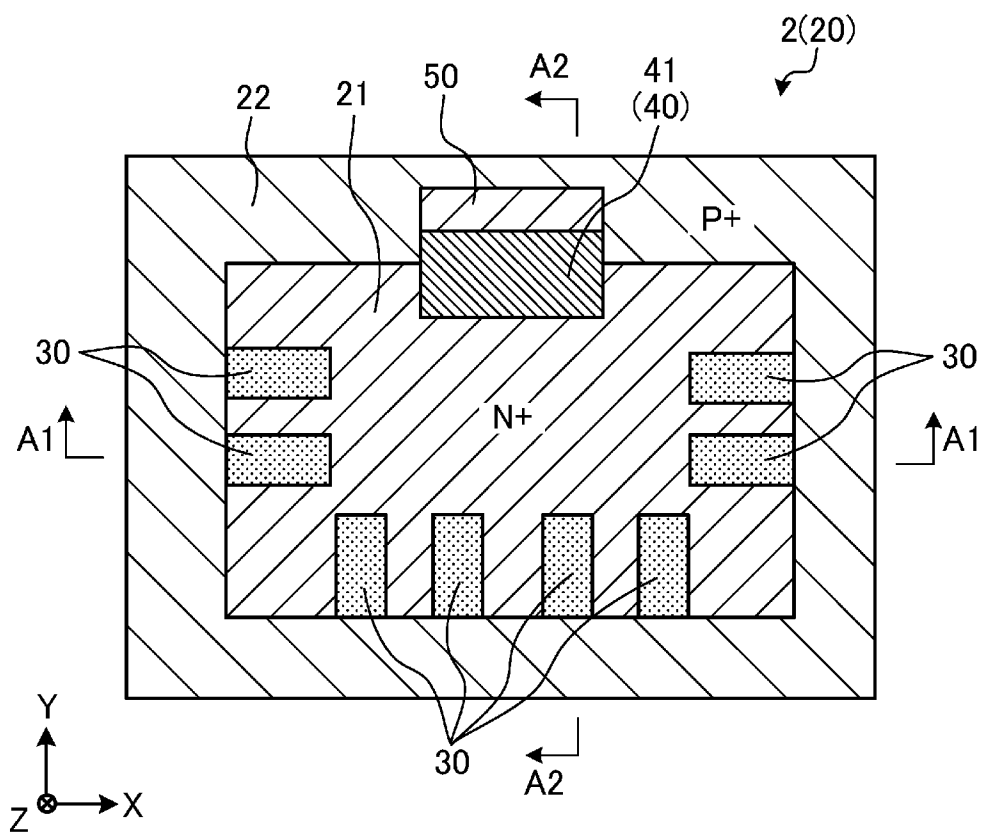
- [請求項7] 前記容量拡大領域の幅は、前記転送トランジスタから離れるにしたがい徐々に広くなる
- 請求項2に記載の光検出素子。
- [請求項8] 前記容量拡大領域は、平面視で前記第1不純物領域よりも広い
- 請求項1に記載の光検出素子。
- [請求項9] 光学系と、
- 光検出素子と、
- を備え、
- 前記光検出素子は、
- フォトダイオードを有する受光画素を有し、
- 前記フォトダイオードは、
- 第1導電型の第1不純物領域と、
- 前記第1不純物領域の側方に配置される容量拡大領域と、
- 前記第1不純物領域および前記容量拡大領域を囲むように配置される第2導電型の第2不純物領域と、
- を有し、
- 前記容量拡大領域は、第1導電型の第3不純物領域と第2導電型の第4不純物領域とが基板の厚み方向に沿って交互に積層して構成される
- 電子機器。

[図1]

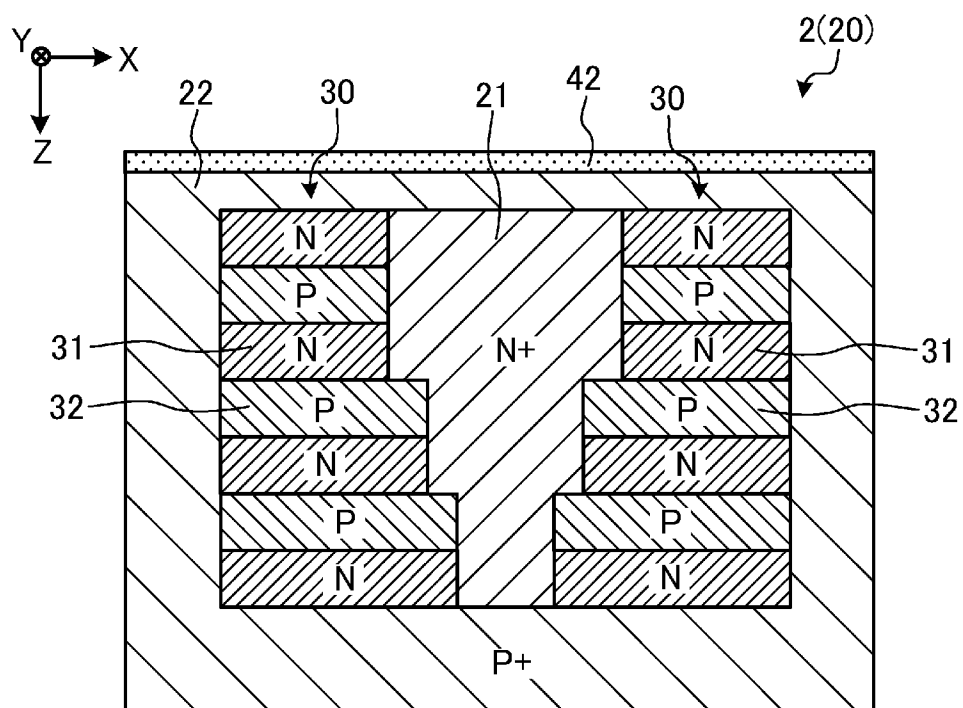
1 固体撮像素子



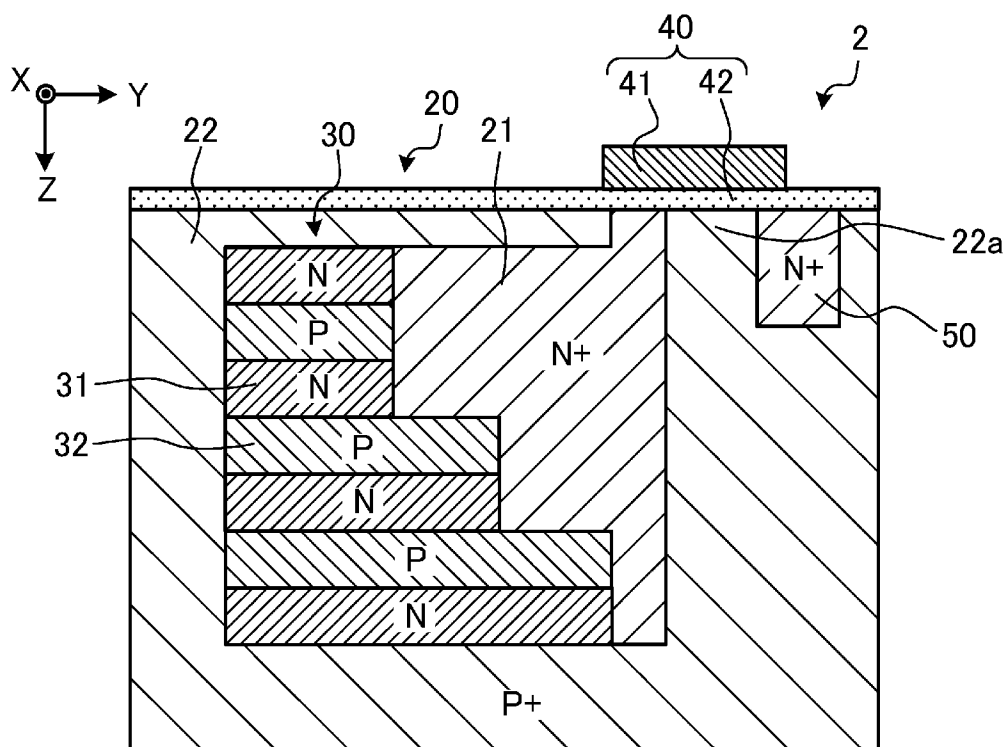
[図2]



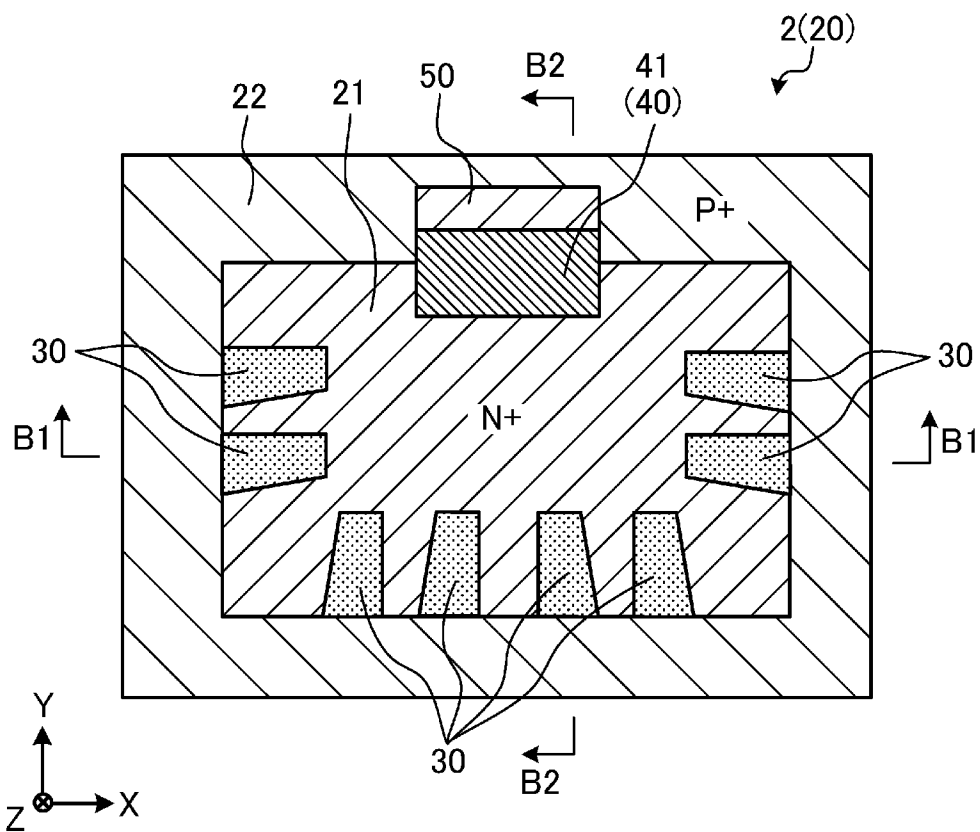
[図3]



[図4]

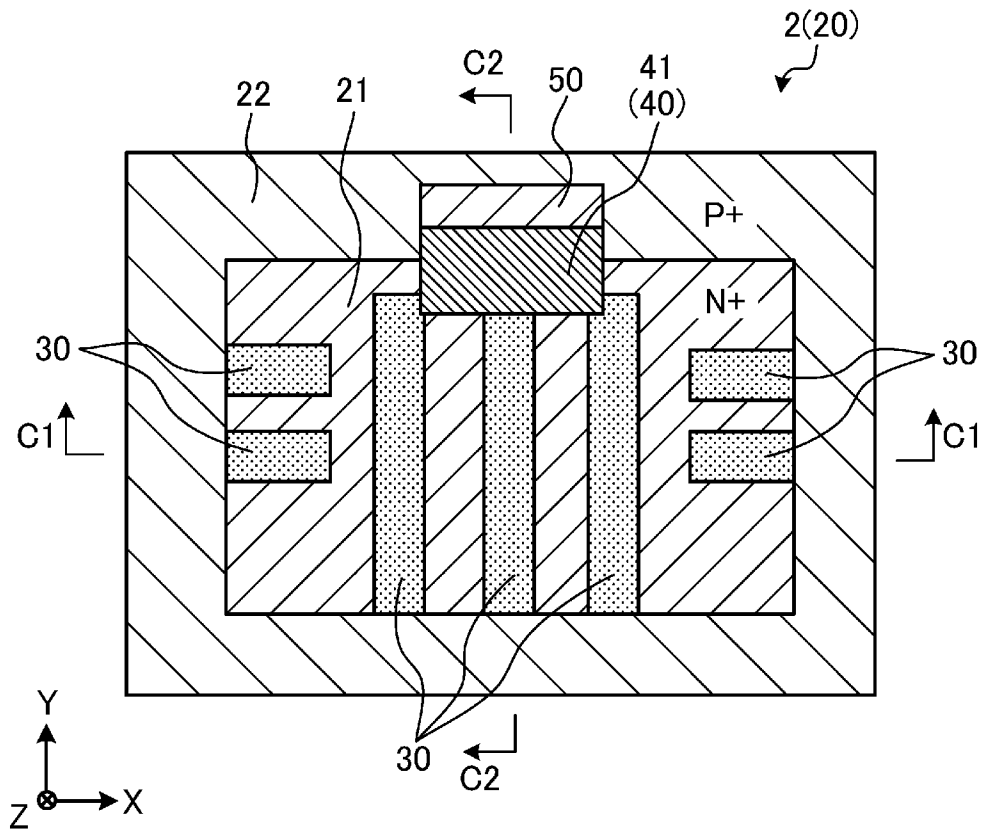


[図5]

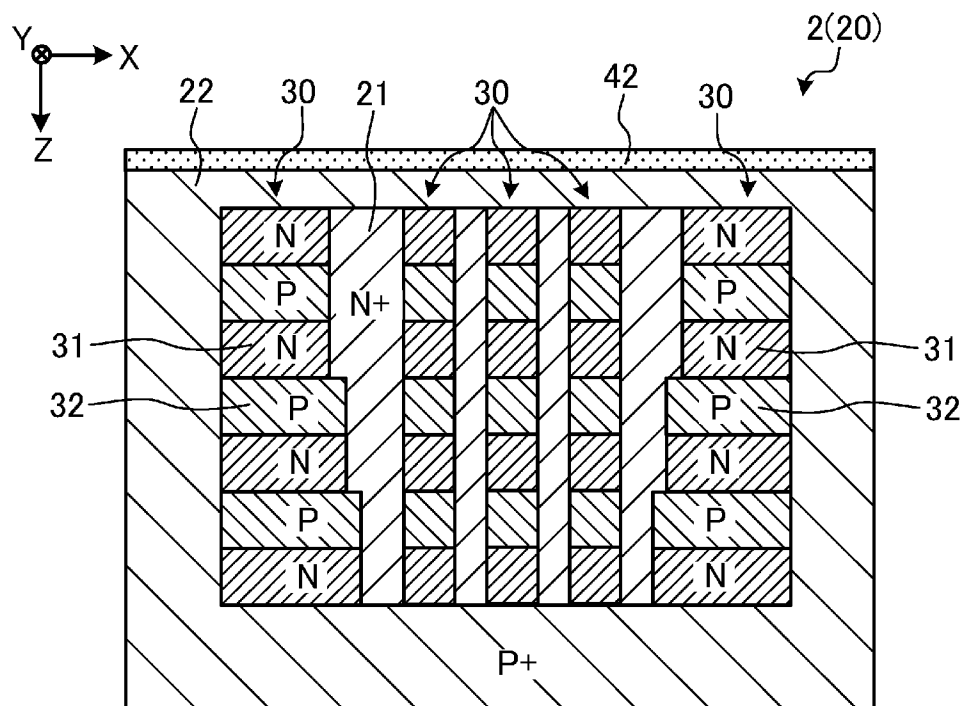


A cross-sectional view of a semiconductor device 2(20). The device is built on a substrate with a central N+ region and side P+ regions. Two vertical stacks of alternating N and P layers are formed on the N+ region. The left stack has layers labeled 31 (N), 32 (P), 31 (N), 32 (P), 31 (N), 32 (P), and 31 (N). The right stack has layers labeled 31 (N), 32 (P), 31 (N), 32 (P), 31 (N), 32 (P), and 31 (N). A thin layer 22 is on top of the substrate, and a layer 42 is on top of the stacks. A coordinate system (X, Y, Z) is shown in the top left.

[図8]

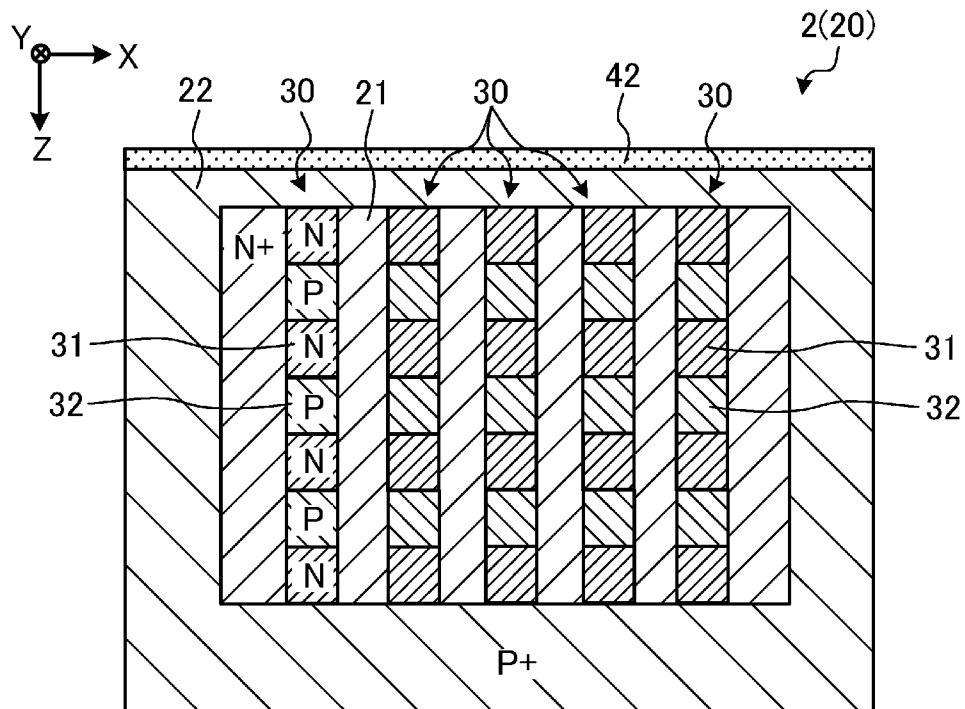


[図9]

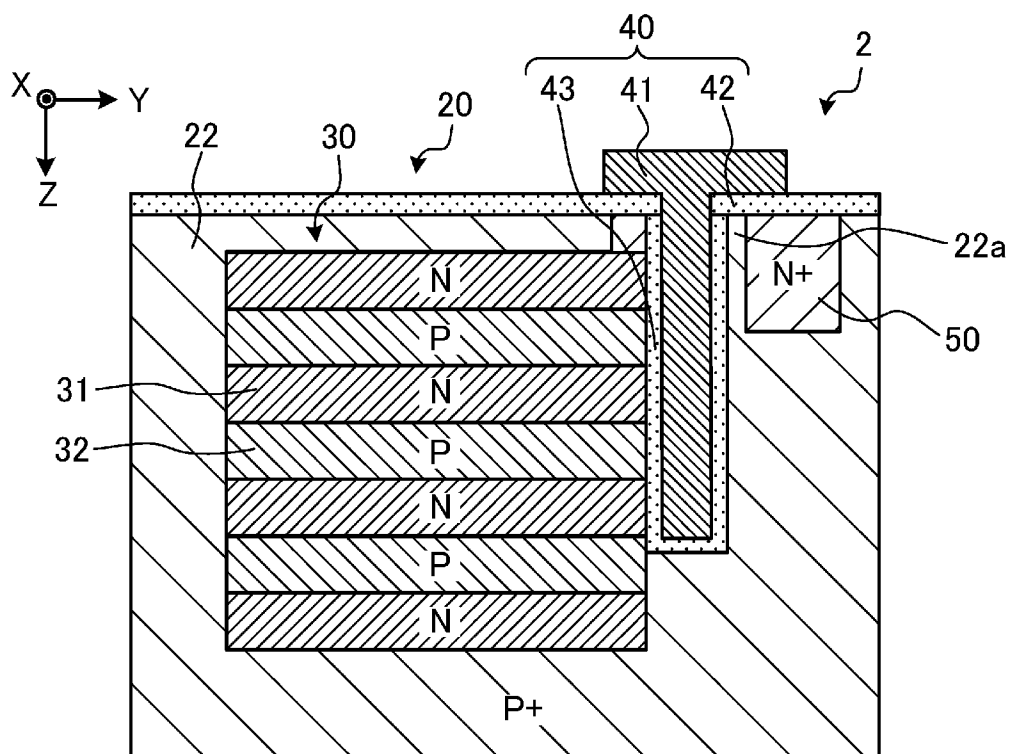


[illegible]

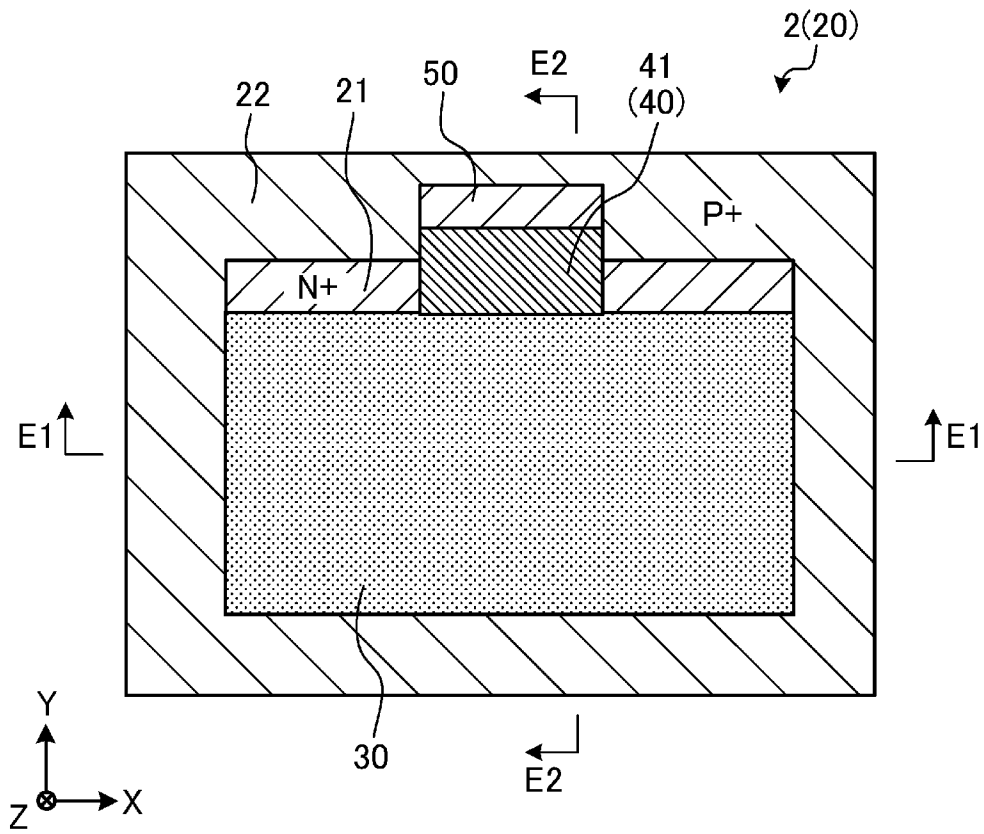
[図12]



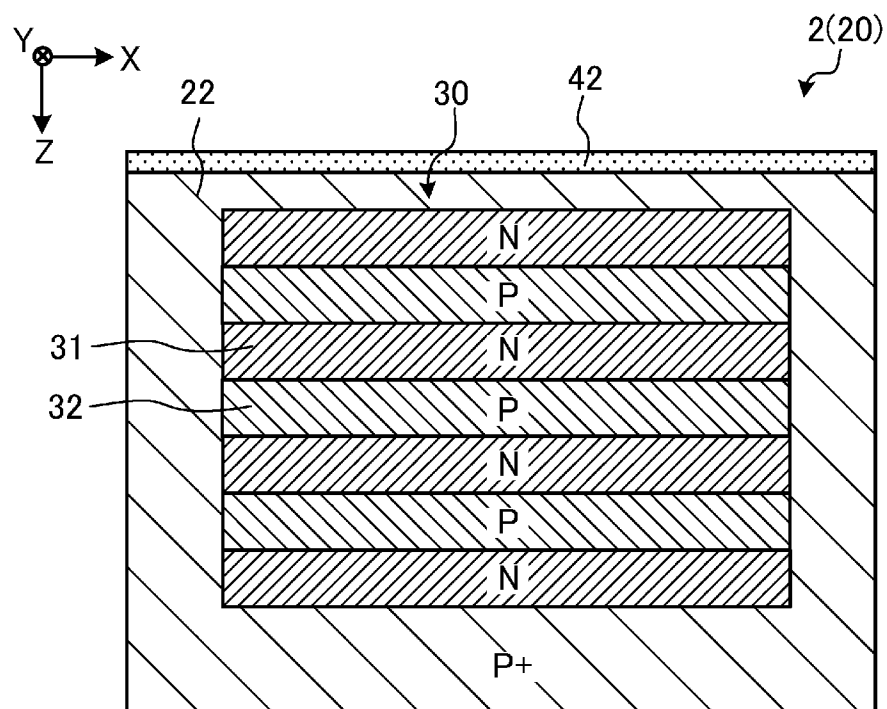
[図13]



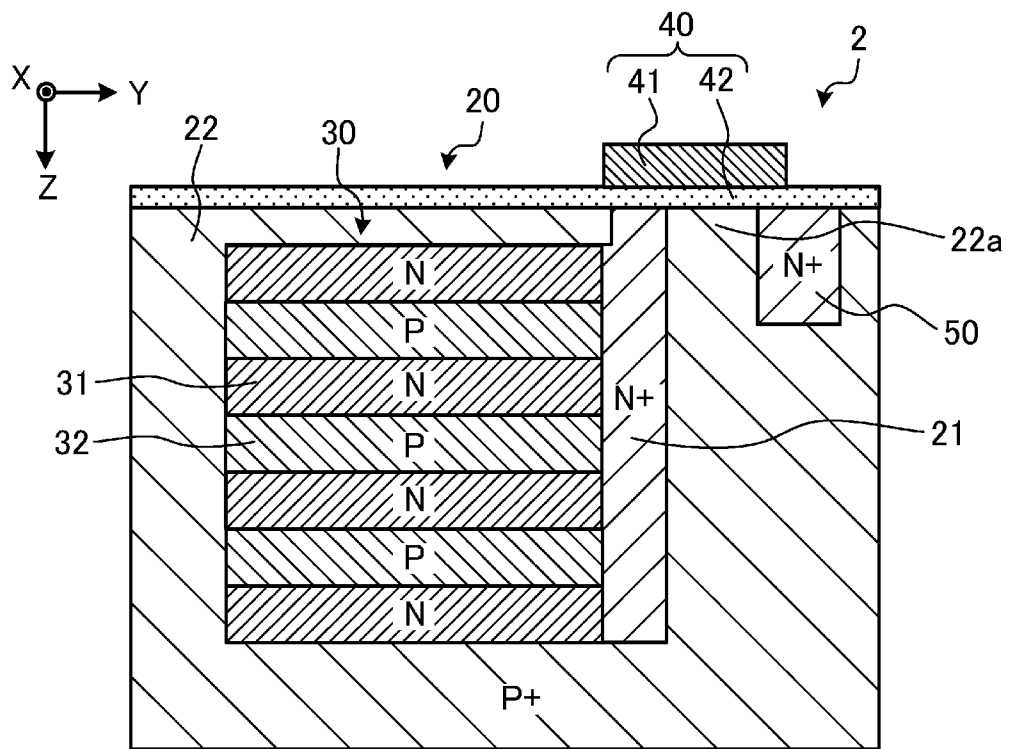
[図14]



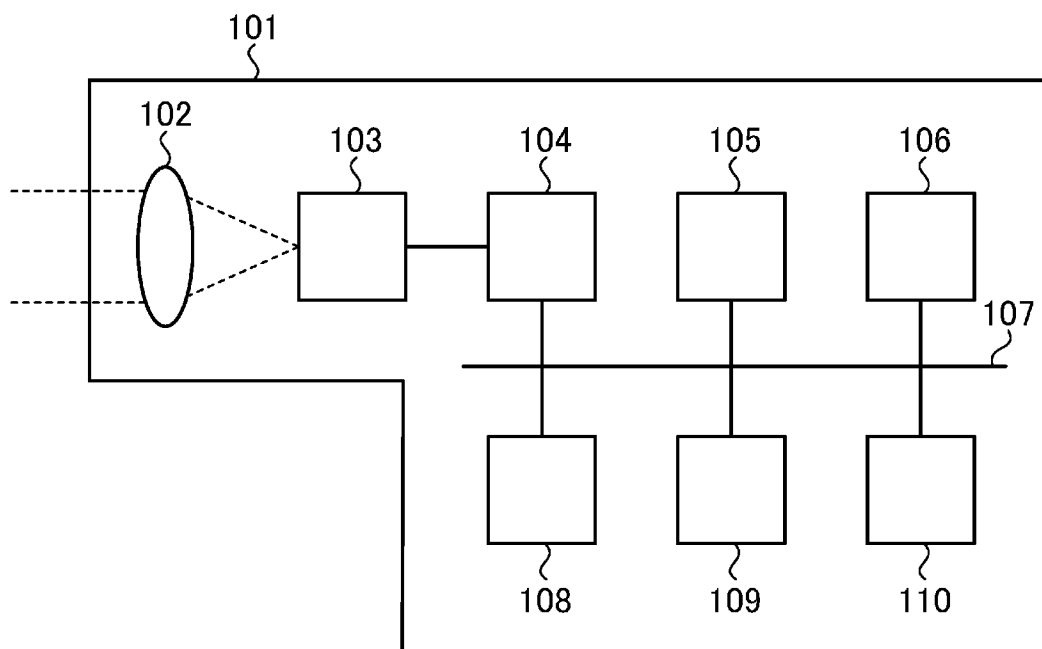
[図15]



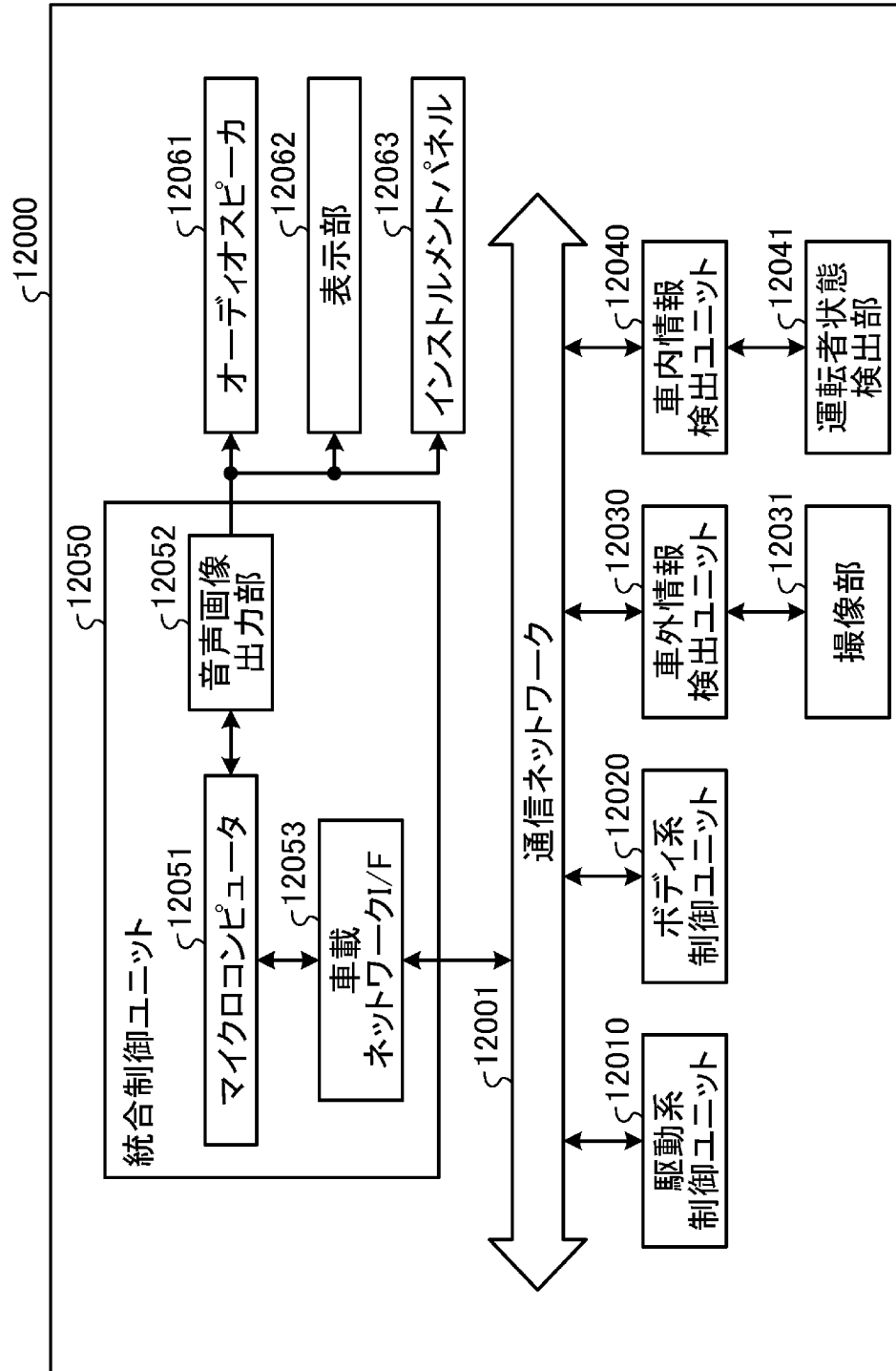
[図16]



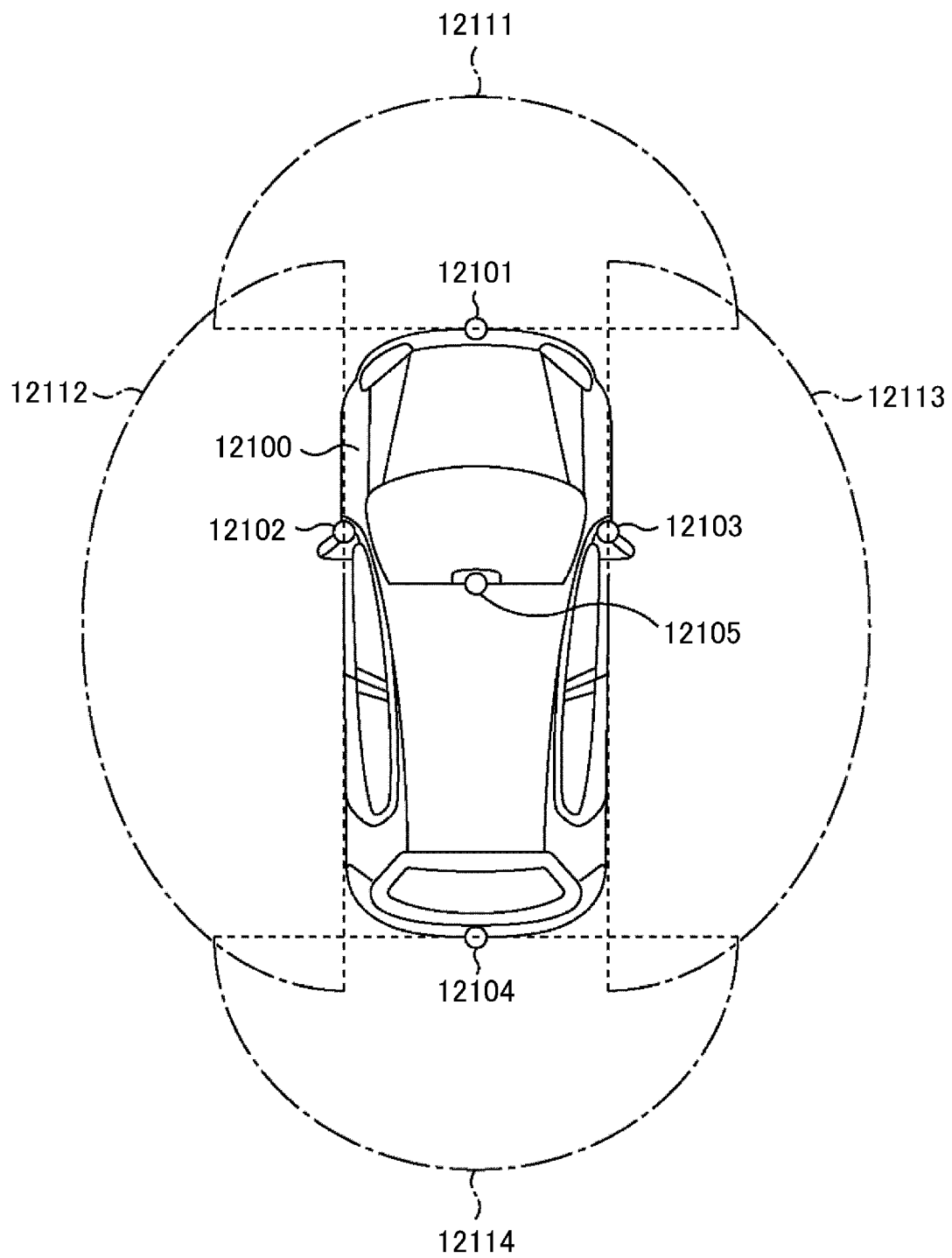
[図17]



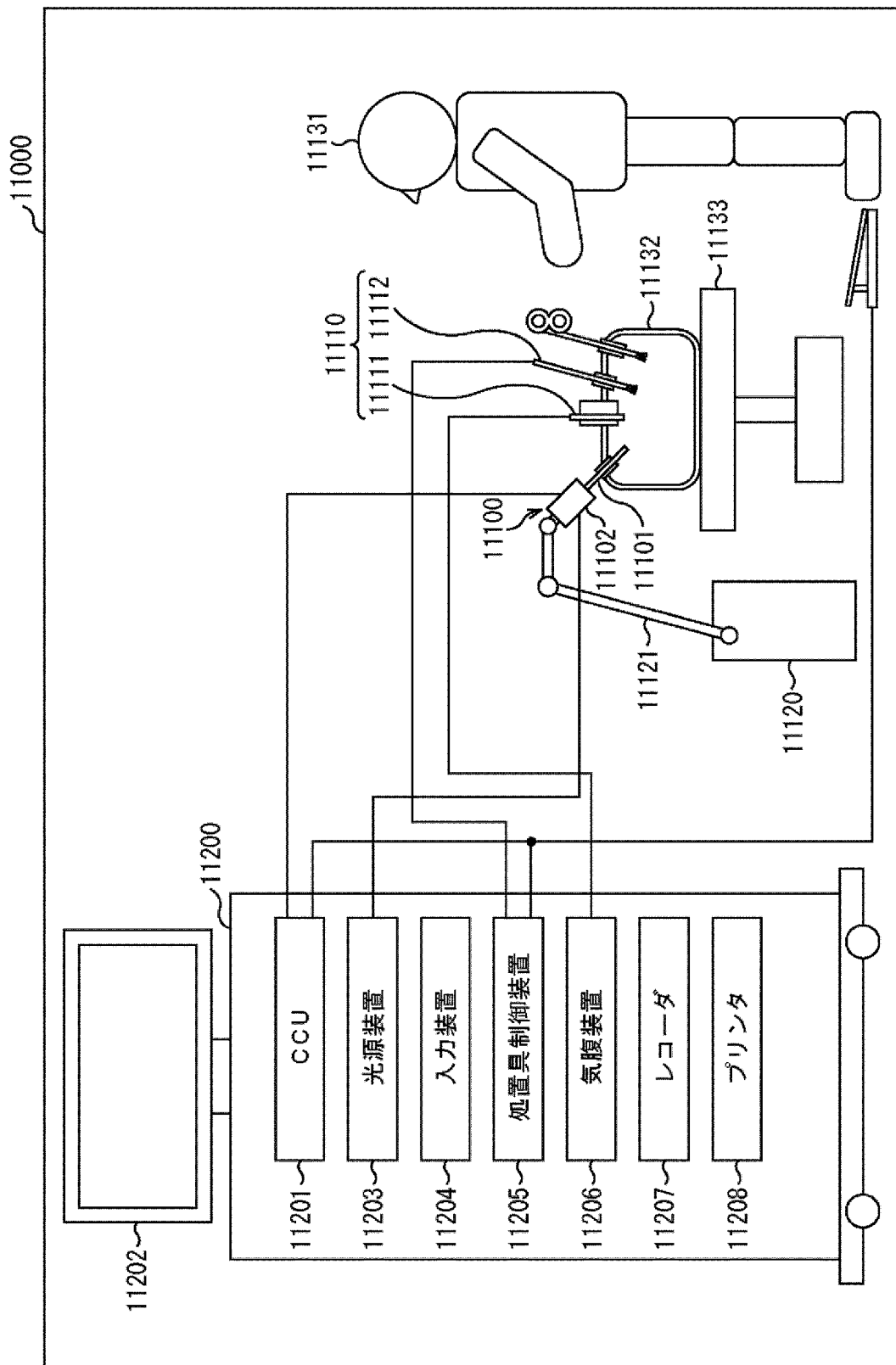
[図18]



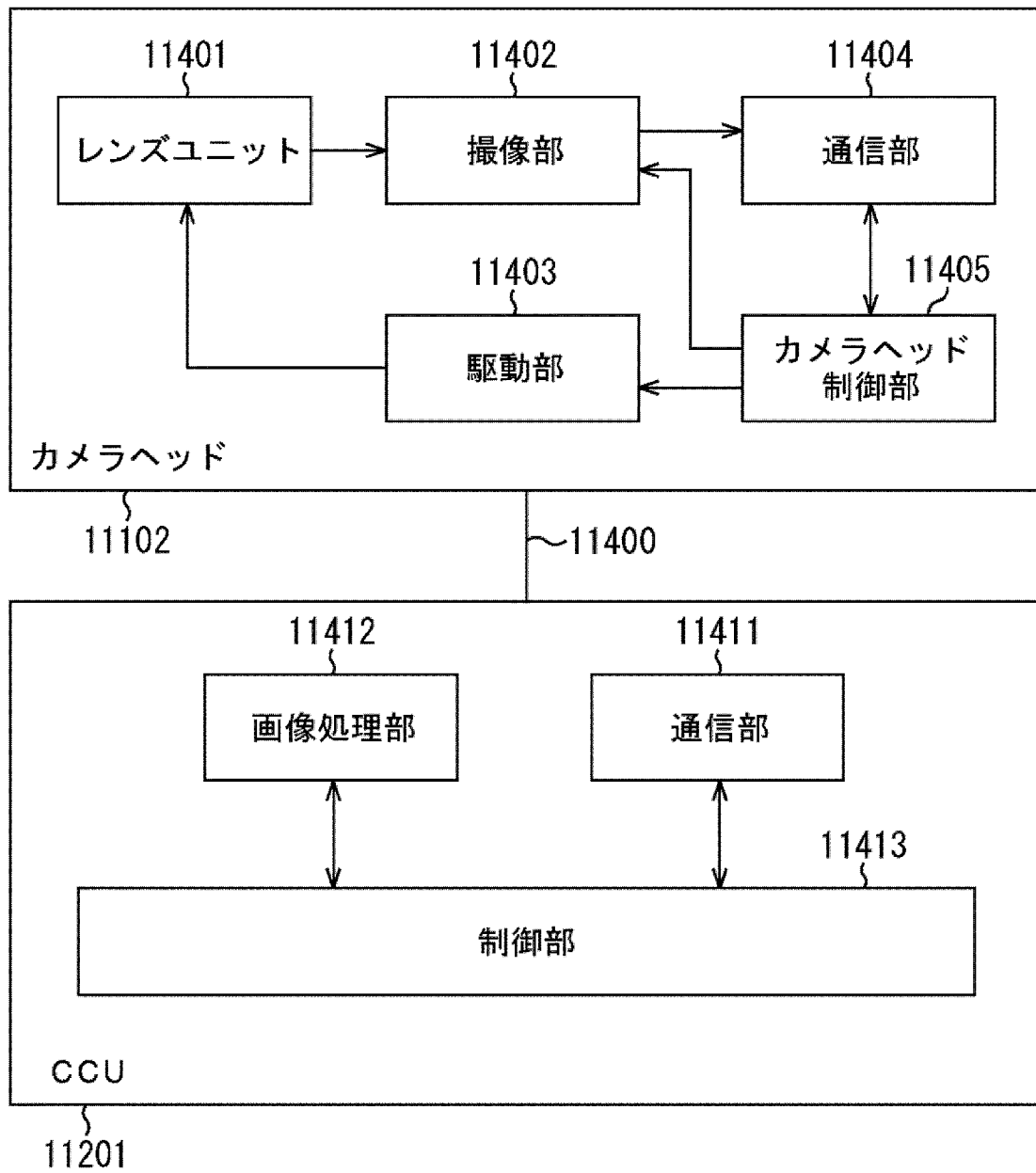
[図19]



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/045945

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01L 27/146**(2006.01)i; **H04N 5/369**(2011.01)i

FI: H01L27/146 A; H04N5/369

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; H04N5/369

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 1971-2022
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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 2007-184520 A (MAGNACHIP SEMICONDUCTOR LTD) 19 July 2007 (2007-07-19) paragraphs [0020]-[0029], fig. 3	1, 2, 8
Y		3-7, 9
Y	WO 2020/066640 A1 (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORP) 02 April 2020 (2020-04-02) paragraphs [0017]-[0144], fig. 1, 13, 17, 18	3-7, 9
A	JP 2008-016542 A (NIKON CORP) 24 January 2008 (2008-01-24) paragraphs [0022]-[0025], fig. 4	1-9
A	JP 2008-300826 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD) 11 December 2008 (2008-12-11) paragraphs [0027]-[0042], fig. 2, 3	1-9

☐ 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

“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

01 March 2022

Date of mailing of the international search report

08 March 2022

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/JP2021/045945

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2007-184520	A	19 July 2007	US 2007/0158771 A1 paragraphs [0023]-[0030], fig. 3 KR 10-2007-0072311 A	
WO	2020/066640	A1	02 April 2020	US 2022/037383 A1 paragraphs [0042]-[0172], fig. 1, 13, 17, 18 JP 2020-53450 A	
JP	2008-016542	A	24 January 2008	(Family: none)	
JP	2008-300826	A	11 December 2008	US 2008/0296641 A1 paragraphs [0035]-[0043], fig. 2, 3 KR 10-2008-0104859 A	

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 5/369(2011.01)i FI: H01L27/146 A; H04N5/369										
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; H04N5/369 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 <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>1971-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2022年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2022年	日本国実用新案登録公報	1996-2022年	日本国登録実用新案公報	1994-2022年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2022年									
日本国実用新案登録公報	1996-2022年									
日本国登録実用新案公報	1994-2022年									
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 2007-184520 A（マグナチップセミコンダクター有限公司）19.07.2007（2007 - 07 - 19） [0020]-[0029], 図3	1, 2, 8								
Y		3-7, 9								
Y	WO 2020/066640 A1（ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社）02.04.2020（2020 - 04 - 02） [0017]-[0144], 図1, 13, 17, 18	3-7, 9								
A	JP 2008-016542 A（株式会社ニコン）24.01.2008（2008 - 01 - 24） [0022]-[0025], 図4	1-9								
A	JP 2008-300826 A（三星電子株式会社）11.12.2008（2008 - 12 - 11） [0027]-[0042], 図2, 3	1-9								
☐ 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、一般的な技術水準を示すもの “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 “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 01.03.2022		国際調査報告の発送日 08.03.2022								
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） 加藤 俊哉 5F 9554 電話番号 03-3581-1101 内線 3516								

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/JP2021/045945

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2007-184520	A	19.07.2007	US 2007/0158771 A1 [0023]-[0030], FIG. 3 KR 10-2007-0072311 A	
WO	2020/066640	A1	02.04.2020	US 2022/037383 A1 [0042]-[0172], FIGS. 1, 13, 17, 18 JP 2020-53450 A	
JP	2008-016542	A	24.01.2008	(ファミリーなし)	
JP	2008-300826	A	11.12.2008	US 2008/0296641 A1 [0035]-[0043], FIGS. 2, 3 KR 10-2008-0104859 A	