(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1月6日(06.01.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/004172 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 31/107 (2006.01) *H01L 27/146* (2006.01)
H01L 31/10 (2006.01) *H04N 5/369* (2011.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/019021

(22) 国際出願日： 2021年5月19日(19.05.2021)

(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 2020-111664 2020年6月29日(29.06.2020) JP

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

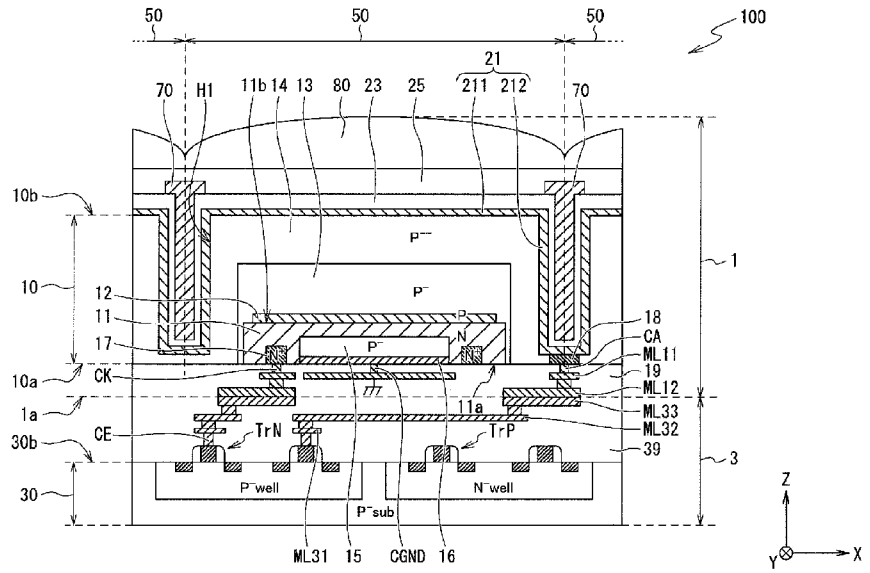
(72) 発明者: 山口 鉄也 (**YAMAGUCHI Tetsuya**); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目１４番１号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 田中 秀▲てつ▼, 外 (**TANAKA Hidetetsu** et al.); 〒1056032 東京都港区虎ノ門四丁目３番１号 城山トラストタワー３２階 特許業務法人日栄国際特許事務所 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,

(54) **Title:** IMAGING DEVICE AND ELECTRONIC APPARATUS

(54) 発明の名称： 撮像装置及び電子機器



(57) **Abstract:** Provided are an imaging device and an electronic apparatus capable of suppressing a degradation in characteristics. The imaging device comprises: an N-type first semiconductor region; a P-type second semiconductor region that is in contact with one surface of the first semiconductor region; a light absorption region that is provided on a side opposite to the first semiconductor region with the second semiconductor region therebetween; and an anode electrode that is provided at a position facing the second semiconductor region with the light absorption region therebetween. The

WO 2022/004172 A1

[続葉有]

EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, 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, 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:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

anode electrode is made of a P-type semiconductor having a refractive index of 1.8 or more and an optical bandgap of 1.9 eV or more.

(57) 要約:特性の低下を抑制できるようにした撮像装置及び電子機器を提供する。撮像装置は、Ｎ型の第１半導体領域と、第１半導体領域の一方の面に接するＰ型の第２半導体領域と、第２半導体領域を挟んで第１半導体領域の反対側に設けられた光吸収領域と、光吸収領域を挟んで第２半導体領域と向かい合う位置に設けられたアノード電極と、を備える。アノード電極は、屈折率が１．８以上であり、光学的バンドギャップが１．９ｅＶ以上のＰ型半導体で構成されている。

明　細　書

発明の名称 ： 撮像装置及び電子機器

技術分野

[0001]　本開示は、撮像装置及び電子機器に関する。

背景技術

[0002]　アバランシェフォトダイオードを用いた撮像装置が開示されている（特許文献１参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１９－１４０１３２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　アバランシェフォトダイオードを用いた撮像装置は、Ｎ型半導体領域と、このＮ型半導体領域よりも光の入射面に近い側に設けられたＰ型半導体領域と、Ｐ型半導体領域よりも光の入射面に近い側に設けられた光吸収領域（光電変換領域）と、光吸収領域と接するアノード電極とを有する。上記のＮ型半導体領域とＰ型半導体領域とのＰＮ接合面でアバランシェ増幅領域が形成される。光吸収領域で光電変換されて発生した電子は、アバランシェ増幅領域まで伝搬してアバランシェ増幅される。

[0005]　アノード電極は、光吸収領域に隣接する領域（例えば、画素間分離領域）の半導体に対して、Ｐ型不純物を高加速で多段イオン注入を行うことにより形成される。イオン注入では、注入の深さ方向において、不純物の注入量にばらつきが生じ易いため、アノード電極を均一な不純物濃度に形成することは難しい。アノード電極の不純物濃度が不均一であると、アノード電極の抵抗値がばらつき、撮像装置の特性が低下する可能性がある。

[0006]　本開示はこのような事情に鑑みてなされたもので、特性の低下を抑制できるようにした撮像装置及び電子機器を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示の一態様に係る撮像装置は、Ｎ型の第１半導体領域と、前記第１半導体領域の一方の面に接するＰ型の第２半導体領域と、前記第２半導体領域を挟んで前記第１半導体領域の反対側に設けられた光吸収領域と、前記光吸収領域を挟んで前記第２半導体領域と向かい合う位置に設けられたアノード電極と、を備える。前記アノード電極は、屈折率が１．８以上であり、光学的バンドギャップが１．９ｅＶ以上のＰ型半導体で構成されている。

[0008] これによれば、Ｐ型半導体として、例えばＰ型のアモルファスシリコンカーバイド（ａ－ＳｉＣ）、Ｐ型のポリシリコンカーバイド（ｐｏｌｙ－ＳｉＣ）、Ｐ型のアモルファスシリコンナイトライド（ａ－ＳｉＮ）又はＰ型のポリシリコンナイトライド（ｐｏｌｙ－ＳｉＮ）を用いることができる。これらの膜は、ボロン（Ｂ）等のＰ型不純物をｉｎ　ｓｉｔｕでドープしながらＣＶＤ（Ｃｈｅｍｉｃａｌ　Ｖａｐｏｒ　Ｄｅｐｏｓｉｔｉｏｎ）法で形成することができるので、膜内のＰ型不純物濃度を均一、又はほぼ均一にすることができる。これにより、撮像装置は、アノード電極の電気抵抗のばらつきを抑制することができるので、このばらつきに起因する特性の低下（例えば、複数の画素間で感度にばらつきが生じること）を抑制することができる。

[0009] 本開示の一態様に係る電子機器は、予め設定した波長帯の光を出射する光源と、前記光を光電変換して信号を出力する撮像装置と、を備える。前記撮像装置は、Ｎ型の第１半導体領域と、前記第１半導体領域の一方の面に接するＰ型の第２半導体領域と、前記第２半導体領域を挟んで前記第１半導体領域の反対側に設けられた光吸収領域と、前記光吸収領域を挟んで前記第２半導体領域と向かい合う位置に設けられたアノード電極と、を備える。前記アノード電極は、屈折率が１．８以上であり、光学的バンドギャップが１．９ｅＶ以上のＰ型半導体で構成されている。

[0010] これによれば、電子機器は上記の撮像装置を備えるため、アノード電極の電気抵抗のばらつきに起因する特性の低下を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図１は、本開示の実施形態１に係る撮像装置の構成例を模式的に示す断面図である。

[図2]図２は、本開示の実施形態１に係るセンサ基板において、アノード電極に用いられるＰ型のアモルファスシリコンカーバイド（ａ－ＳｉＣ）膜の膜厚Ｈと、センサ基板の入射面側での赤外線の反射率との関係をシミュレーションした結果を示すグラフである。

[図3]図３は、図２のシミュレーションを行う際に設定した、センサ基板の入射面側の構成を示す図である。

[図4]図４は、本開示の実施形態１に係るセンサ基板において、入射光の波長と、入射光のＳｉ基板への透過率との関係をシミュレーションした結果を示すグラフである。

[図5]図５は、図４のシミュレーションを行う際に設定した、センサ基板の入射面側の構成を示す図である。

[図6A]図６Ａは、本開示の実施形態１に係る撮像装置の製造方法を工程順に示す断面模式図である。

[図6B]図６Ｂ、は本開示の実施形態１に係る撮像装置の製造方法を工程順に示す断面模式図である。

[図6C]図６Ｃ、は本開示の実施形態１に係る撮像装置の製造方法を工程順に示す断面模式図である。

[図6D]図６Ｄ、は本開示の実施形態１に係る撮像装置の製造方法を工程順に示す断面模式図である。

[図6E]図６Ｅ、は本開示の実施形態１に係る撮像装置の製造方法を工程順に示す断面模式図である。

[図6F]図６Ｆ、は本開示の実施形態１に係る撮像装置の製造方法を工程順に示す断面模式図である。

[図6G]図６Ｇ、は本開示の実施形態１に係る撮像装置の製造方法を工程順に示す断面模式図である。

[図7]図７は、本開示の実施形態１の変形例に係るセンサ基板の構成を模式的に示す断面図である。

[図8]図８は、本開示の実施形態２に係るセンサ基板の構成例を模式的に示す断面図である。

[図9]図９は、本開示の実施形態２に係る撮像装置の構成例を模式的に示す平面図である。

[図10]図１０は、本開示の実施形態２に係る撮像装置の構成例を示す断面図である。

[図11]図１１は、本開示の実施形態３に係る測距装置の構成例を示すブロック図である。

[図12]図１２は、内視鏡手術システムの概略的な構成の一例を示す図である。

[図13]図１３は、カメラヘッド及びＣＣＵの機能構成の一例を示すブロック図である。

[図14]図１４は、車両制御システムの概略的な構成の一例を示すブロック図である。

[図15]図１５は、車外情報検出部及び撮像部の設置位置の一例を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下において、図面を参照して本開示の実施形態を説明する。以下の説明で参照する図面の記載において、同一又は類似の部分には同一又は類似の符号を付している。ただし、図面は模式的なものであり、厚みと平面寸法との関係、各層の厚みの比率等は現実のものとは異なることに留意すべきである。したがって、具体的な厚みや寸法は以下の説明を参酌して判断すべきものである。また、図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれていることは勿論である。

[0013] 以下の説明における上下等の方向の定義は、単に説明の便宜上の定義であって、本開示の技術的思想を限定するものではない。例えば、対象を９０°

回転して観察すれば上下は左右に変換して読まれ、１８０°回転して観察すれば上下は反転して読まれることは勿論である。

[0014] 以下の説明では、Ｘ軸方向、Ｙ軸方向及びＺ軸方向の文言を用いて、方向を説明する場合がある。例えば、Ｘ軸方向及びＹ軸方向は、半導体基板１０の裏面１０ｂに平行な方向である。Ｚ軸方向は、半導体基板１０の裏面１０ｂと垂直に交わる方向である。Ｚ軸方向は、半導体基板１０の厚さ方向であり、半導体基板１０を含むセンサ基板１の厚さ方向でもある。Ｘ軸方向、Ｙ軸方向及びＺ軸方向は、互いに直交する。

[0015] 以下の説明では、半導体の導電型を示すＰやＮについて、＋又はーを付記する場合がある。＋又はーが付記されている半導体領域は、＋又はーが付記されていない半導体領域に比して、それぞれ相対的に不純物濃度が高い又は低いことを意味する。ただし同じＰとＰ（又は、ＮとＮ）とが付された半導体領域であっても、それぞれの半導体領域の不純物濃度が厳密に同じであることを意味するものではない。

[0016] ＜実施形態１＞

（構成例）

図１は、本開示の実施形態１に係る撮像装置１００の構成例を模式的に示す断面図である。図１に示す撮像装置１００は、例えば裏面照射型の固体撮像装置である。図１に示すように、撮像装置１００は、センサ基板１と、センサ基板１の表面１ａ（図１では、下面）側に接合されたロジック基板３と、を備える。センサ基板１が検出の対象とする光は、例えば、赤外線であり、その波長帯は９００ｎｍ以上１１００ｎｍ以下である。

[0017] センサ基板１は、半導体基板１０と、半導体基板１０に設けられた複数の画素５０と、半導体基板１０に設けられた遮光電極７０（本開示の「遮光性の画素分離部」の一例）と、半導体基板１０の裏面１０ｂ（図１では、上面）側に設けられたマイクロレンズ８０（本開示の「レンズ体」の一例）と、を有する。複数の画素５０は、半導体基板１０の裏面１０ｂに平行な方向（例えば、Ｘ軸方向、Ｙ軸方向）に並んで配置されている。画素５０は、例え

ばアバランシェフォトダイオードであり、一例としてＳＰＡＤ（Ｓｉｎｇｌｅ　Ｐｈｏｔｏｎ　Ａｖａｌａｎｃｈｅ　Ｄｉｏｄｅ：単一光子アバランシェフォトダイオード）である。遮光電極７０は、複数の画素５０のうちの隣り合う画素間の領域に配置されている。遮光電極７０は、隣り合う一方の画素５０と他方の画素５０との間を遮光するとともに、分離している。

[0018] 半導体基板１０は、例えば単結晶のシリコン（Ｓｉ）基板である。または、半導体基板１０は、単結晶のＳｉ層であってもよい。単結晶のＳｉ層は、例えば、図示しない単結晶の支持基板上にエピタキシャル成長法でＳｉ層を形成し、形成したＳｉ層から支持基板を分離することによって得ることができる。半導体基板１０には、Ｎ型の第１半導体領域１１と、Ｐ型の第２半導体領域１２と、P^-型の第３半導体領域１３と、P^{--}型の第４半導体領域１４と、P^-型の第５半導体領域１５と、P^+型の第６半導体領域１６と、N^+型の第７半導体領域１７と、P^+型の第８半導体領域１８とが設けられている。

[0019] Ｎ型の第１半導体領域１１の一方の面１１ｂ（図１では、上面）上にＰ型の第２半導体領域１２が配置されている。Ｎ型の第１半導体領域１１の一方の面１１ｂにＰ型の第２半導体領域１２が接している。第１半導体領域１１と第２半導体領域１２とが接している部分がＳＰＡＤのＰＮ接合部である。

[0020] Ｐ型の第２半導体領域１２上にP^-型の第３半導体領域１３が配置され、P^-型の第３半導体領域１３上にP^{--}型の第４半導体領域１４が配置されている。P^-型の第３半導体領域１３及びP^{--}型の第４半導体領域１４は、本開示の「光吸収領域」の一例である。P^-型の第３半導体領域１３は、Ｎ型の第１半導体領域１１及びＰ型の第２半導体領域１２を光照射面（例えば、裏面）側から覆うように配置されており、第１半導体領域１１及び第２半導体領域１２とそれぞれ接している。また、P^{--}型の第４半導体領域１４は、P^-型の第３半導体領域１３を光照射面側から覆うように配置されており、第３半導体領域１３と接している。

[0021] P^-型の第５半導体領域１５及びP^+型の第６半導体領域１６は、第１半導体領域１１の他方の面１１ａ（図１では、下面）側に配置されている。P^-型

の第５半導体領域１５は、Ｎ型の第１半導体領域１１の他方の面１１ａに接している。Ｐ⁺型の第６半導体領域１６は、半導体基板１０の表面１０ａ（図１では、下面）に面している。第１半導体領域１１と第６半導体領域１６との間に、第５半導体領域１５が配置されている。Ｎ⁺型の第７半導体領域１７は、第１半導体領域１１の他方の面１１ａ側に設けられており、半導体基板１０の表面１０ａ（図１では、下面）に面している。

[0022] 第１半導体領域１１及び第７半導体領域１７におけるＮ型不純物濃度の大小関係と、第２半導体領域１２、第３半導体領域１３、第４半導体領域１４、第５半導体領域１５及び第６半導体領域１６におけるＰ型不純物濃度は、上記したように、＋又はーの付記で示される通りである。すなわち、Ｎ型の第１半導体領域１１よりもＮ⁺型の第７半導体領域１７の方がＮ型不純物濃度が高い。Ｐ型の第２半導体領域よりもＰ⁻型の第３半導体領域１３の方がＰ型不純物濃度が低く、Ｐ⁻型の第３半導体領域１３よりもＰ⁻⁻型の第４半導体領域１４の方がＰ型不純物濃度が低い。

[0023] なお、Ｐ⁻⁻型の第４半導体領域１４は、真性（ｉ型）であってもよい。また、第３半導体領域１３及び第４半導体領域１４は、導電型がＰ型又はＰ⁻型である１つの半導体領域で構成されていてもよい。すなわち、本開示の「光吸収領域」は、導電型がＰ型又はＰ⁻型である１つの半導体領域で構成されていてもよい。

[0024] また、センサ基板１は、アノード電極２１と、アノード電極２１を挟んで光吸収領域の反対側に設けられた第１絶縁膜２３（本開示の「絶縁膜」の一例）と、第２絶縁膜２５とを有する。半導体基板１０において、隣り合う画素間の領域には、裏面１０ｂから表面１０ａ側へトレンチＨ１が形成されている。アノード電極２１は、半導体基板１０の裏面１０ｂとトレンチＨ１の内側面及び底面とに連続して設けられている。

[0025] 例えば、アノード電極２１は、半導体基板１０の裏面１０ｂ上に配置された第１部位２１１と、トレンチＨ１内に配置された第２部位２１２と、を有する。第１部位２１１は、Ｚ軸方向においてＰ⁻⁻型の第４半導体領域１４と

接している。第２部位２１２は、Ｚ軸方向と交差する（例えば、直交する）Ｘ軸方向及びＹ軸方向において第２半導体領域１２と向かい合い、Ｐ−−型の第４半導体領域１４と接している。第２部位２１２は、トレンチＨ１の内側面でＰ−−型の第４半導体領域１４と接し、トレンチＨ１の底面でＰ+型の第８半導体領域１８と接している。

[0026] アノード電極２１は、屈折率が１．８以上　光学的バンドギャップが１．９ｅＶ以上のＰ型半導体で構成されている。このようなＰ型半導体として、Ｐ型のアモルファスシリコンカーバイド（ａ－ＳｉＣ）、Ｐ型のポリシリコンカーバイド（ｐｏｌｙ－ＳｉＣ）、Ｐ型のアモルファスシリコンナイトライド（ａ－ＳｉＮ）又はＰ型のポリシリコンナイトライド（ｐｏｌｙ－ＳｉＮ）が例示される。また、アノード電極２１に含まれるＰ型不純物として、ボロン（Ｂ）が例示される。アノード電極２１の抵抗率を低くするために、アノード電極２１におけるボロン濃度（または、ａ－ＳｉＮにおけるボロン濃度）は、$1\times10^{18}cm^{-3}$以上であることが好ましい。

[0027] アノード電極２１は、Ｐ型半導体で構成されるため、ホール蓄積層としても機能する。ホール蓄積層は、このホール蓄積層と他の層（例えば、第４半導体領域１４又は第１絶縁膜２３）との界面に存在する電子を再結合で消滅させることができ、この界面に存在する電子に起因して生じる暗電流を抑制することができる。

[0028] 第１絶縁膜２３は、アノード電極２１を覆うように、半導体基板１０の裏面１０ｂとトレンチＨ１の内側面及び底面とに連続して設けられている。第１絶縁膜２３は、アノード電極２１と接している。遮光電極７０は、アノード電極２１及び第１絶縁膜２３で覆われたトレンチＨ１内に配置されており、第１絶縁膜２３と接している。遮光電極７０は、例えばアノード電極２１と同じ電位の配線に接続される。第２絶縁膜２５は、半導体基板１０の裏面１０ｂ側に設けられており、第１絶縁膜２３と遮光電極７０とを覆っている。マイクロレンズ８０は、光吸収領域の厚さ方向（例えば、Ｚ軸方向）において、第１絶縁膜２３を挟んで光吸収領域の反対側に設けられている。例え

ば、第２絶縁膜２５上にマイクロレンズ８０が設けられている。撮像装置１００において、マイクロレンズ８０が設けられている側が、光入射面側である。

[0029] 第１絶縁膜２３は、アノード電極２１を構成しているＰ型半導体（例えば、Ｐ型のａ－ＳｉＣ膜、Ｐ型のｐｏｌｙ－ＳｉＣ膜、Ｐ型のａ－ＳｉＮ膜又はＰ型のｐｏｌｙ－ＳｉＮ膜）よりも屈折率が小さい材料で構成されていることが好ましい。例えば、第１絶縁膜２３は、酸化アルミニウム膜（Al_2O_3膜）、酸化シリコン膜（SiO_2膜）又は酸化ハフニウム膜（HfO_2膜）で構成されている。Ｐ型のａ－ＳｉＣ膜の屈折率ｎは２．６程度であるのに対して、Al_2O_3膜の屈折率ｎは１．７６程度であり、SiO_2膜の屈折率ｎは１．４６程度であり、HfO_2膜の屈折率は１．９程度である。このように、第１絶縁膜２３とアノード電極２１との間で屈折率の大小関係が規定されることで、センサ基板１への入射光が、第１絶縁膜２３とアノード電極２１との界面で反射することを抑制することができる。

[0030] なお、第１絶縁膜２３がAl_2O_3膜又はHfO_2膜で構成されている場合、第１絶縁膜２３は負の固定電荷膜としても機能する。負の固定電荷膜は、この負の固定電荷膜と他の層（例えば、アノード電極２１又は第２絶縁膜）との界面に存在する電子をトラップすることができ、この界面に存在する電子に起因して生じる暗電流を抑制することができる。SiO_2膜よりもAl_2O_3膜、HfO_2膜の方が負の固定電荷膜としての機能が強いため、第１絶縁膜２３にはAl_2O_3膜又はHfO_2膜を用いることがより好ましい。これにより、アノード電極２１のホール蓄積層機能をさらに補強することができる。

[0031] 第２絶縁膜２５は、第１絶縁膜２３と同じ屈折率の材料、又は、第１絶縁膜２３よりも屈折率が小さい材料で構成されていることが好ましい。例えば、第２絶縁膜２５はSiO_2膜で構成されている。これにより、センサ基板１への入射光が、第２絶縁膜２５と第１絶縁膜２３との界面で反射することを抑制することができる。

[0032] 複数の画素５０の各々に、Ｎ型の第１半導体領域１１と、Ｐ型の第２半導

体領域１２と、Ｐ⁻型の第３半導体領域１３と、Ｐ⁻⁻型の第４半導体領域１４と、Ｐ⁻型の第５半導体領域１５と、Ｐ⁺型の第６半導体領域１６と、Ｎ⁺型の第７半導体領域１７と、Ｐ⁺型の第８半導体領域１８と、アノード電極２１と、第１絶縁膜２３と、第２絶縁膜２５と、マイクロレンズ８０とが配置されている。

[0033] Ｐ⁻型の第３半導体領域１３及びＰ⁻⁻型（または、ｉ型）の第４半導体領域１４は、ＳＰＡＤの光吸収領域（光電変換領域）として機能する。Ｐ⁺型の第６半導体領域１６は、Ｐ型の第５半導体領域１５を後述するコンタクト電極ＣＧＮＤにオーミック接続するための領域として機能する。Ｐ⁺型の第８半導体領域１８は、アノード電極２１を後述するコンタクト電極ＣＡにオーミック接続するための領域として機能する。Ｎ型の第１半導体領域１１は、カソードとして機能する。Ｎ⁺型の第７半導体領域１７は、Ｎ型の第１半導体領域１１を後述するコンタクト電極ＣＫにオーミック接続するための領域として機能する。

[0034] 第１半導体領域１１（すなわち、カソード）とアノード電極２１との間に電子増幅のための電圧が印加されると、光電変換により光吸収領域で発生した電子はＰ型の第２半導体領域１２に向けて加速され、ＰＮ接合部でアバランシェ増幅する。電子増幅のための電圧とは、例えば、Ｎ型の第１半導体領域１１とＰ型の第２半導体領域１２とのＰＮ接合部のブレークダウン電圧よりも高い電圧である。これにより、ＳＰＡＤの光吸収領域で発生した電子はＰＮ接合部で何倍にも増える。このため、センサ基板１は、例えば１個のフォトンを画素５０毎に検出することが可能となる。

[0035] また、センサ基板１は、半導体基板１０の表面１０ａ側に設けられたコンタクト電極ＣＡ、ＣＫ、ＣＧＮＤと、複数の配線層ＭＬ１１、ＭＬ１２と、半導体基板１０の表面１０ａを覆う層間絶縁膜１９と、を備える。コンタクト電極ＣＡの一端はアノード電極２１に接し、その他端は第１電位（例えば、負電位）を有する配線層ＭＬ１１に接している。コンタクト電極ＣＫの一端は第７半導体領域１７に接し、その他端は第１電位よりも電位が高い第２

電位（例えば、正電位）を有する配線層ＭＬ１１に接している。コンタクト電極ＣＧＮＤの一端は第６半導体領域１６に接し、その他端は基準電位（例えば、接地電位（０Ｖ））を有する配線層ＭＬ１１に接している。コンタクト電極ＣＡ、ＣＫ、ＣＧＮＤは、例えば、アルミニウム（Ａｌ）又はタングステン（Ｗ）等の金属で構成されている。配線層ＭＬ１１、ＭＬ１２は、例えば、銅（Ｃｕ）等の金属で構成されている。

[0036] ロジック基板３は、半導体基板３０と、半導体基板３０の表面３０ａ（図１では、上面）側に設けられたＮチャネル型のＭＯＳトランジスタＴｒＮと、半導体基板３０の表面３０ａ側に設けられたＰチャネル型のＭＯＳトランジスタＴｒＰと、半導体基板３０の表面３０ａ側に設けられた複数の配線層ＭＬ３１、ＭＬ３２、ＭＬ３３と、ＭＯＳトランジスタＴｒＮ、ＴｒＰと配線層ＭＬ３１とを接続するコンタクト電極ＣＥと、半導体基板３０の表面３０ａを覆う層間絶縁膜３９と、を備える。また、図示しないが、ロジック基板３は、半導体基板３０に設けられた絶縁分離層を有する。絶縁分離層は、ＭＯＳトランジスタＴｒＮ等の素子と、他の素子との間を電気的に分離する。

[0037] ロジック基板３に設けられたＭＯＳトランジスタＴｒＮ、ＴｒＰや、配線層ＭＬ３１、ＭＬ３２、ＭＬ３３等によって、ＳＰＡＤの第１半導体領域１１（カソード）とアノード電極２１との間に電圧を印加するバイアス回路や、ＳＰＡＤから出力される信号に基づいて演算処理する演算回路等が構成されている。

センサ基板１では、最表面側に位置する配線層ＭＬ１２が層間絶縁膜１９から露出している。ロジック基板３では、最表面側に位置する配線層ＭＬ３３が層間絶縁膜３９から露出している。配線層ＭＬ１２、ＭＬ３３をそれぞれパッド電極と呼んでもよい。配線層ＭＬ１２、ＭＬ３３はＺ軸方向で互いに向かい合う位置に設けられており、互いに接合（例えば、Ｃｕ－Ｃｕ接合）されている。これにより、センサ基板１とロジック基板３とが互いに接合されて一体化するとともに、センサ基板１とロジック基板３との間で信号の

送受やバイアスの印加が可能となっている。

[0038] 図２は、本開示の実施形態１に係るセンサ基板１において、アノード電極２１に用いられるＰ型のアモルファスシリコンカーバイド（ａ－ＳｉＣ）膜の膜厚Ｈと、センサ基板１の入射面側での赤外線の反射率との関係をシミュレーションした結果を示すグラフである。図２の横軸はＰ型のａ－ＳｉＣ膜の膜厚Ｈを示し、縦軸は反射率（％）を示す。図３は、図２のシミュレーションを行う際に設定した、センサ基板１の入射面側の構成を示す図である。図３に示すように、このシミュレーションでは、Ｓｉ基板上にＰ型のａ－ＳｉＣ膜（膜厚はＨｎｍ）とAl_2O_3膜（膜厚は１５ｎｍ）とSiO_2膜（膜厚は５０ｎｍ）とがこの順で積層された積層体を、センサ基板１の入射面側の構成とした。SiO_2膜からＳｉ基板へ光が入射する。また、このシミュレーションにおける赤外線の波長は９０５ｎｍに設定した。

[0039] 図２から分かるように、センサ基板１が検出の対象とする光が赤外線の場合、アノード電極２１に用いられるＰ型のａ－ＳｉＣ膜の膜厚は、５０ｎｍ以上１３０ｎｍ以下であることが好ましく、７０ｎｍ以上１１０ｎｍ以下であることがより好ましく、９０ｎｍ程度であることがさらに好ましい。アノード電極２１に用いられるＰ型のａ－ＳｉＣ膜の膜厚が上記の範囲内であれば、センサ基板１の入射面側での赤外線の反射率を低く抑えることができる。

[0040] 図４は、本開示の実施形態１に係るセンサ基板１において、入射光の波長と、入射光のＳｉ基板への透過率との関係をシミュレーションした結果を示すグラフである。図４の横軸は入射光の波長を示し、縦軸はＳｉ基板への透過率（％）を示す。図５は、図４のシミュレーションを行う際に設定した、センサ基板１の入射面側の構成を示す図である。図５に示すように、このシミュレーションでは、Ｓｉ基板上にＰ型のａ－ＳｉＣ膜（膜厚は９０ｎｍ）と絶縁膜（膜厚は１５ｎｍ）とSiO_2膜（膜厚は５０ｎｍ）とがこの順で積層された積層体を、センサ基板１の入射面側の構成とした。SiO_2膜からＳｉ基板へ光が入射する。また、このシミュレーションでは、図５に示す絶縁

膜として、図４に示すようにAl_2O_3膜とSiO_2膜の２種類の膜を設定した。図５に示す絶縁膜がSiO_2膜の場合、図５に示す積層体は、ＳｉＣ膜上に厚さが６５ｎｍ（＝１５ｎｍ＋５０ｎｍ）のSiO_2膜が積層された構成となる。

[0041] 図４から分かるように、入射光の波長が９００ｎｍ以上１１００ｎｍ以下であるとき、Ｓｉ基板への入射光の透過率は９６％以上である。Ｓｉ基板を覆うａ－ＳｉＣ膜、絶縁膜及びSiO_2膜は、上記波長の入射光に対する透過率が高いといえる。また、ａ－ＳｉＣ膜とSiO_2膜との間の絶縁膜については、その膜種がSiO_2膜である場合よりもAl_2O_3膜である場合の方が、透過率が僅かに高い。この透過率の差は、入射光の波長が９００ｎｍの場合はほぼゼロであり、入射光の波長が９００ｎｍよりも大きくなると僅かに高くなる。透過率の差は軽微である。

[0042] （製造方法）

次に、本開示の実施形態１に係る撮像装置１００の製造方法の一例を説明する。撮像装置１００は、成膜装置（ＣＶＤ装置、熱酸化炉、スパッタ装置、レジスト塗布装置を含む）、露光装置、イオン注入装置、アニール装置、エッチング装置、ＣＭＰ（Ｃｈｅｍｉｃａｌ Ｍｅｃｈａｎｉｃａｌ Ｐｏｌｉｓｈｉｎｇ）装置、貼り合わせ装置など、各種の装置を用いて製造される。以下、これらの装置を、製造装置と総称する。

[0043] 図６Ａから図６Ｇは、本開示の実施形態１に係る撮像装置１００の製造方法を工程順に示す断面模式図である。図６Ａおいて、製造装置は、ＣＭＯＳプロセスを用いて、センサ基板１´とロジック基板３とを別々に製造する。例えば、製造装置は、半導体基板１０の表面１０ａ側から半導体基板１０内にＰ型不純物とＮ型不純物とを順次イオン注入し、熱拡散を行って、半導体基板１０にＮ型の第１半導体領域１１と、Ｐ型の第２半導体領域１２と、P^-型の第３半導体領域１３と、P^{--}型の第４半導体領域１４と、P^-型の第５半導体領域１５と、P^+型の第６半導体領域１６と、N^+型の第７半導体領域１７と、P^+型の第８半導体領域１８を形成する。次に、製造装置は、コンタク

ト電極ＣＡ、ＣＫ、ＣＧＮＤと、複数の配線層ＭＬ１１、ＭＬ１２と、層間絶縁膜１９とを形成する。層間絶縁膜１９は、配線層ＭＬ１１、ＭＬ１２の間に介在するように、複数回に分けて形成される。これにより、センサ基板１´が製造される。

[0044] また、製造装置は、半導体基板３０に図示しない絶縁分離層と、Ｎチャネル型のＭＯＳトランジスタＴｒＮと、Ｐチャネル型のＭＯＳトランジスタＴｒＰとを形成し、その後、コンタクト電極ＣＥと、複数の配線層ＭＬ３１、ＭＬ３２、ＭＬ３３と、層間絶縁膜３９とを形成する。層間絶縁膜３９は、配線層ＭＬ３１、ＭＬ３２、ＭＬ３３の間に介在するように、複数の層に分けて形成される。これにより、ロジック基板３が製造される。

[0045] 次に、製造装置は、センサ基板１´の表面とロジック基板３の表面とを互いに対向させて接合する。この工程では、センサ基板１´の配線層Ｍ１２とロジック基板３の配線層ＭＬ３３とがＣｕ－Ｃｕ接合されるとともに、センサ基板１´の層間絶縁膜１９とロジック基板３の層間絶縁膜３９と密着して接合される。これにより、センサ基板１´とロジック基板３とが一体化する。次に、製造装置は、半導体基板１０の裏面１０ｂ側を研削して、半導体基板１０の厚みを予め設定した値にする。

[0046] 次に、図６Ｂに示すように、製造装置は、半導体基板１０の裏面１０ｂ（図６Ｂでは、上面）上にレジストパターンＲＰ１を形成する。レジストパターンＲＰ１は、画素５０間の領域上を開口し、それ以外の領域を覆う形状を有する。次に、製造装置は、レジストパターンＲＰ１をマスクに用いて、半導体基板１０をエッチングする。このエッチングは、例えばＲＩＥ（Ｒｅａｃｔｉｖｅ　Ｉｏｎ　Ｅｔｃｈｉｎｇ）で行う。これにより、半導体基板１０における画素５０間の領域にトレンチＨ１が形成される。その後、製造装置は、レジストパターンＲＰ１を除去する。

[0047] 次に、図６Ｃに示すように、製造装置は、ＣＶＤ法などを用いて、半導体基板１０の裏面１０ｂ上にアノード電極２１を形成する。アノード電極２１は、半導体基板１０の裏面１０ｂとトレンチＨ１の内側面及び底面とに連続

して形成される。例えば、アノード電極２１は、例えば、Ｐ型のａ－ＳｉＣ膜、Ｐ型のｐｏｌｙ－ＳｉＣ膜、Ｐ型のａ－ＳｉＮ膜又はＰ型のｐｏｌｙ－ＳｉＮ膜であり、その膜厚は９０ｎｍである。

[0048] Ｐ型のａ－ＳｉＣ膜又はＰ型のｐｏｌｙ－ＳｉＣ膜は、シラン（SiH_4）、メタン（CH_4）、ジボラン（B_2H_6）、水素（H_2）を原料ガスとするプラズマＣＶＤ法によって形成することができる。Ｐ型のａ－ＳｉＮ膜又はＰ型のｐｏｌｙ－ＳｉＮ膜は、シラン（SiH_4）、アンモニア（NH_3）、ジボラン（B_2H_6）、水素（H_2）を原料ガスとするプラズマＣＶＤ法によって形成することができる。ジボラン（B_2H_6）は、ａ－ＳｉＣ膜又はａ－ＳｉＮ膜を成膜する際の、Ｐ型不純物のドーピングガスとして用いられる。B_2H_6のガス流量を多くすると、膜中のＰ型不純物濃度が高くなり、膜の抵抗率が低くなる。また、H_2ガス流量を多くすると、ポリ膜（多結晶膜）が形成され易くなる。

[0049] 例えば、ガス流量はSiH_4＝１０ｓｃｃｍ、CH_4＝２０ｓｃｃｍ，H_2＝３０ｓｃｃｍ、B_2H_6／H_2＝８０ｓｃｃｍ（２６００ｐｐｍ）、チャンバ内の圧力は１Ｔｏｒｒ、基板温度は２４０度、ＲＦＰｏｗｅｒは５０Ｗの条件で、プラズマＣＶＤ法でＰ型のａ－ＳｉＣ膜を堆積する。なお、上記のガス流量、圧力、温度、ＲＦＰｏｗｅｒの各条件は、あくまで一例であり、これらの値はＣＶＤ装置によって適宜変更され得る。

[0050] Ｐ型のａ－ＳｉＣは２４０℃程度の低温プロセスで形成することができる。このため、アノード電極２１を形成する際に、既に形成されているＮ型半導体領域やＰ型半導体領域、配線層に負荷される熱履歴を小さく抑えることができ、不純物の熱拡散や、配線層の溶融を抑制することができる。これにより、Ｐ型半導体領域やＮ型半導体領域、配線層について、熱履歴による特性の変動を抑制することができる。

[0051] 次に、図６Ｄに示すように、製造装置は、ＣＶＤ法又はＰＶＤ法などを用いて、半導体基板１０の裏面１０ｂ側に第１絶縁膜２３を形成する。アノード電極２１は第１絶縁膜２３で覆われる。次に、図６Ｅに示すように、製造

装置は、ＣＶＤ法又はスパッタリング法などを用いて、半導体基板１０の裏面１０ｂ側に遮光性を有する金属膜７０´を形成して、トレンチＨ１を埋め込む。金属膜７０´は、例えばタングステン（Ｗ）である。次に、図６Ｆに示すように、製造装置は、金属膜７０´上にレジストパターンＲＰ２を形成する。レジストパターンＲＰ２は、例えば、隣り合う画素５０間の領域を覆い、それ以外の領域を露出する形状を有する。次に、製造装置は、レジストパターンＲＰ２をマスクに用いて、金属膜７０´をエッチングする。これにより、図６Ｇに示すように、金属膜７０´から遮光電極７０が形成される。その後、製造装置は、レジストパターンＲＰ２を除去する。

[0052] 次に、製造装置は、ＣＶＤ法又はＰＶＤ法などを用いて、半導体基板１０の裏面１０ｂ側に第２絶縁膜２５を形成する。第２絶縁膜２５の厚さは、例えば５０ｎｍである。次に、製造装置は、第２絶縁膜２５上にマイクロレンズ８０（図１参照）を取り付ける。以上の工程を経て、図１に示した撮像装置１００が完成する。

[0053]（実施形態１の効果）

以上説明したように、本開示の実施形態１に係る撮像装置１００は、Ｎ型の第１半導体領域１１と、第１半導体領域１１の一方の面１１ｂに接するＰ型の第２半導体領域１２と、第２半導体領域１２を挟んで第１半導体領域１１の反対側に設けられた光吸収領域（第３半導体領域１３及び第４半導体領域１４）と、光吸収領域を挟んで第２半導体領域１２と向かい合う位置に設けられたアノード電極２１と、を備える。アノード電極２１は、屈折率が１．８以上であり、光学的バンドギャップが１．９ｅＶ以上のＰ型半導体で構成されている。

[0054] これによれば、Ｐ型半導体として、例えばＰ型のアモルファスシリコンカーバイド（ａ－ＳｉＣ）、Ｐ型のポリシリコンカーバイド（ｐｏｌｙ－ＳｉＣ）、Ｐ型のアモルファスシリコンナイトライド（ａ－ＳｉＮ）又はＰ型のポリシリコンナイトライド（ｐｏｌｙ－ＳｉＮ）を用いることができる。これらの膜は、ボロン（Ｂ）等のＰ型不純物をｉｎ　ｓｉｔｕでドープしなが

らＣＶＤ（Ｃｈｅｍｉｃａｌ　Ｖａｐｏｒ　Ｄｅｐｏｓｉｔｉｏｎ）法で形成することができるので、膜内のＰ型不純物濃度を均一、又はほぼ均一にすることができ、膜の組成や結晶構造の均質化も容易である。これにより、撮像装置１００は、アノード電極２１の電気抵抗（例えば、抵抗率）のばらつきを抑制することができるので、このばらつきに起因する特性の低下（例えば、複数の画素間で感度にばらつきが生じること）を抑制することができる。

[0055] また、Ｐ型のａ－ＳｉＣは、ワイドギャップ材料（例えば、Ｅｇ＝１．９以上２．１ｅＶ以下）であり、赤外線をほとんど吸収しない。Ｐ型のｐｏｌｙ－ＳｉＣ、Ｐ型のａ－ＳｉＮ又はＰ型のｐｏｌｙ－ＳｉＮもワイドギャップ材料であり、赤外線をほとんど吸収しない。このため、光吸収領域の厚膜化が可能である。光吸収領域が厚いほど画素５０の光電変換効率を高めることができるため、画素５０の感度向上が可能である。

[0056] また、アノード電極２１をＣＶＤ法で形成することにより、高加速で多段イオン注入を行う場合と比べて、アノード電極２１の第２部位２１２の電極幅を狭く、しかもＺ軸方向へ深く形成することが容易である。アノード電極２１をＺ軸方向に深く形成することが容易であるため、半導体基板１０の光吸収領域を厚くすることができる。上述したように、光吸収領域が厚いほど画素５０の光電変換効率を高めることができるため、画素５０の感度をさらに向上させることが可能である。

[0057] また、アノード電極２１に含まれるボロン（Ｂ）等のＰ型不純物は、成膜時にｉｎ　ｓｉｔｕでドープされる。これにより、Ｐ型不純物をイオン注入する場合と比べて、Ｐ型不純物を活性化するためのアニール工程は不要であるため、製造工程数の削減、簡略化が可能である。

[0058] また、アノード電極２１は、上記のように、配線層ＭＬ１１、ＭＬ１２、ＭＬ３１からＭＬ３３を形成し、半導体基板１０、３０を互いに貼り合わせた後の、裏面加工工程で形成される。Ｎ型半導体領域やＰ型半導体領域を形成する際の熱履歴や、配線層ＭＬ１１、ＭＬ１２、ＭＬ３１からＭＬ３３を

形成する際の熱履歴、半導体基板１０、３０同士を接合する際の熱履歴は、アノード電極２１に負荷されない。これにより、アノード電極２１について、熱履歴による特性の変動を抑制することができる。

[0059]（変形例）

図７は、本開示の実施形態１の変形例に係るセンサ基板１Ａの構成を模式的に示す断面図である。図７に示すように、センサ基板１Ａは、第２絶縁膜２５とマイクロレンズ８０との間にカラーフィルタＣＦを有する。カラーフィルタＣＦは、例えば、赤色フィルタＣＦ－Ｒ、緑色フィルタＣＦ－Ｇ及び青色フィルタＣＦ－Ｂを有する。複数の画素５０の各々に、赤色フィルタＣＦ－Ｒ、緑色フィルタＣＦ－Ｇ及び青色フィルタＣＦ－Ｂのいずれか１つが配置されている。

[0060] このような構成であっても、アノード電極２１として、例えばＰ型のａ－ＳｉＣ、Ｐ型のｐｏｌｙ－ＳｉＣ、Ｐ型のａ－ＳｉＮ又はＰ型のｐｏｌｙ－ＳｉＮ）を用いることができる。これらはＣＶＤ法で形成することができ、膜内のＰ型不純物濃度を均一、又はほぼ均一にすることができる。これにより、センサ基板１Ａを備える撮像装置は、上記の実施形態１と同様の効果を奏する。また、センサ基板１Ａがカラーフィルタ ＣＦを有するため、センサ基板１Ａを備える撮像装置は、カラーの画像信号を出力することができる。

[0061]＜実施形態２＞

図８は、本開示の実施形態２に係るセンサ基板１Ｂの構成例を模式的に示す断面図である。図８に示すセンサ基板１Ｂは、複数の画素２５０を有する。複数の画素２５０の各々は、例えばアバランシェフォトダイオードである。図８に示すように、画素２５０は、Ｎ型の第１半導体領域２０１と、Ｎ型の第１半導体領域２０１の下部に設けられたＰ型の第２半導体領域２０２と、ウェル層２０３とを有する。Ｎ型の第１半導体領域２０１とＰ型の第２半導体領域２０２は、ウェル２０３層内に設けられている。

[0062] ウェル層２０３は、Ｐ型の半導体領域であっても良い。また、ウェル層２０３は、例えば、Ｐ型不純物濃度が１×１０^{15}ｃｍ$^{-3}$未満である低濃度の半

導体領域であってもよい。これにより、ウェル層２０３を空乏化させやすくなり、ＰＤＥ（Ｐｈｏｔｏｎ　Ｄｅｔｅｃｔｉｏｎ　Ｅｆｆｉｃｉｅｎｃｙ）と称される検出効率の向上を図ることができる。

[0063] Ｎ型の第１半導体領域２０１は、例えばＮ型のＳｉ（シリコン）からなる。Ｐ型の第２半導体領域２０２は、例えばＰ型のＳｉ（シリコン）からなる。Ｎ型の第１半導体領域２０１とＰ型の第２半導体領域２０２とが接している部分がアバランシェフォトダイオードのＰＮ接合部である。センサ基板１Ｂに光が入射することによって生じたキャリアは、上記のＰＮ接合部でアバランシェ増幅する。Ｐ型の第２半導体領域２０２は、空乏化していることが好ましく、これによりＰＤＥの向上を図ることができる。

[0064] Ｎ型の第１半導体領域２０１は、例えばカソードとして機能し、コンタクト電極２０４を介して回路に接続されている。アノード電極２０５は、Ｎ型の第１半導体領域２０１と分離領域２０８との間と、ウェル層２０３と分離領域２０８との間と、ウェル層２０３の下部（画素２５０の裏面側）とに連続して設けられている。アノード電極２０５は、コンタクト電極２０６を介してバイアス回路に接続されている。

[0065] アノード電極２０５は、実施形態１で説明したアノード電極２１と同様に、例えば、Ｐ型のアモルファスシリコンカーバイド（ａ－ＳｉＣ）、Ｐ型のポリシリコンカーバイド（ｐｏｌｙ－ＳｉＣ）、Ｐ型のアモルファスシリコンナイトライド（ａ－ＳｉＮ）又はＰ型のポリシリコンナイトライド（ｐｏｌｙ－ＳｉＮ）で構成されている。

[0066] センサ基板１Ｂは裏面照射型の撮像装置に適用してもよいし、表面照射型の撮像装置に適用してもよい。センサ基板１Ｂを裏面照射型の撮像装置に適用する場合は、ウェル層２０３の下部（Ｎ型の第１半導体領域２０１が形成されている側とは逆側）に、マイクロレンズ等のレンズ体が積層される。

[0067] また、センサ基板１Ｂを裏面照射型の撮像装置に適用する場合は、ウェル層２０３の上面（Ｎ型の第１半導体領域２０１が形成されている面）側に、ロジック基板３Ｂ（後述の図１０参照）等を介してマイクロレンズ等のレン

ズ体が積層される。

[0068] 分離領域２０８は、隣り合う画素２５０同士を分離するための領域であり、例えばシリコン酸化膜で構成されている。分離領域２０８は、図８に示すようにウェル層２０３の上面側から下面側まで貫通するように形成されていてもよいし、ウェル層２０３の上面側から下面側までの一部分のみ貫通するように形成されていてもよい。

[0069] 図９は、本開示の実施形態２に係る撮像装置１００Ｂの構成例を模式的に示す平面図である。図１０は、本開示の実施形態２に係る撮像装置１００Ｂの構成例を示す断面図である。図１０は、図９に示す平面図をＸ９－Ｘ´９線で切断した断面を示している。図９及び図１０に示すように、複数の画素２５０は、センサ基板１Ｂに設けられている画素領域Ａ１にアレイ状に配置されている。

[0070] 複数の画素２５０が配置されているセンサ基板１Ｂの下面（光入射面とは逆側の面）には、ロジック基板３Ｂが接続されている。ロジック基板３Ｂには、画素２５０からの信号を処理したり、画素２５０に電力を供給したりする回路が形成されている。

[0071] 画素領域Ａ１の外側には、周辺領域Ａ２が配置されている。さらに周辺領域Ａ２の外側には、パッド領域Ａ３が配置されている。パッド領域Ａ３は、図１０に示すように、センサ基板１Ｂの上端から配線層３１１の内部まで達する垂直方向の孔であって、電極パッド３１２への配線用の孔であるパッド開口部３１３が、一直線に並ぶように形成されている。

[0072] パッド開口部３１３の底には、配線用の電極パッド３１２が設けられている。この電極パッド３１２は、例えば、配線層３１１内の配線と接続されたり、他の外部装置（チップなど）と接続されたりする際に用いられる。また、センサ基板１Ｂとロジック基板３Ｂとの貼り合わせ面に近い配線層が、電極パッド３１２を兼ねる構成とすることもできる。

[0073] センサ基板１Ｂに形成された配線層３１１と、ロジック基板３Ｂに形成された配線層は、それぞれ絶縁膜と複数の配線を含んで形成され、複数の配線

や電極パッド３１２は、例えば銅（Ｃｕ）やアルミニウム（ＡｌＩ）などの金属で形成される。画素領域Ａ１や周辺領域Ａ２に形成された配線も、同様の材料で形成される。

[0074] 画素領域Ａ１とパッド領域Ａ３との間には、周辺領域Ａ２が設けられている。周辺領域Ａ２は、画素領域Ａ１を平面視で囲むリング状のＮ型半導体領域３２１と、Ｎ型半導体領域３２１の外側で画素領域Ａ１を平面視で囲むリング状のＰ型半導体領域３２２とを有する。Ｎ型半導体領域３２１の外周側の側面が、Ｐ型半導体領域３２２の内周側の側面に接している。また、Ｐ型半導体領域３２２は、配線層３２４とコンタクト電極３２５を介して接続され、配線層３２４は、グランド（ＧＮＤ）に接続されている。

[0075] 図１０に示す例では、画素領域Ａ１において、センサ基板１Ｂとロジック基板３Ｂの貼り合わせ面側に形成された配線層のうち、最も貼り合わせ面側に位置する配線層の一部同士が直接接合される形で、センサ基板１Ｂとロジック基板３Ｂとが電気的に接続されている。

[0076] Ｎ型半導体領域３２１には、例えば２本のトレンチ３２３が形成されている。これらのトレンチ３２３は、画素領域Ａ１と周辺領域Ａ２とを物理的に分離するために設けられている。図１０は、２本のトレンチ３２３が形成されている場合を示しているが、トレンチ３２３の形成数は１本でもよく、３本以上でもよい。

[0077] 画素領域Ａ１では、複数の画素２５０において第１半導体領域２０１（カソード）とアノード電極２０５との間に高い電圧が印加される。また、周辺領域Ａ２は、ＧＮＤに接地される。画素領域Ａ１と周辺領域Ａ２との間の分離領域では、アノード電極２０５に高い電圧がかかることによる高電界領域が発生し、ブレークダウンが発生する可能性がある。ブレークダウンを回避するためには、画素領域Ａ１と周辺領域Ａ２との間の分離領域を広げることが考えられるが、分離領域を広げることで、センサ基板１Ｂが大きくなってしまう。

[0078] 本開示の実施形態２では、画素領域Ａ１と周辺領域Ａ２との間の分離領域

でブレークダウンが発生を抑制するために、トレンチ３２３が形成されている。トレンチ３２３により、分離領域を広げなくても、ブレークダウンを抑制することが可能となっている。

[0079] 以上説明したように、本開示の実施形態２に係るセンサ基板１Ｂは、Ｎ型の第１半導体領域２０１と、第１半導体領域２０１の一方の面に接するＰ型の第２半導体領域２０２と、第２半導体領域２０２を挟んで第１半導体領域２０１の反対側に設けられたウェル層２０３（本開示の「光吸収領域」の一例）と、ウェル層２０３を挟んで第２半導体領域１２と向かい合う位置に設けられたアノード電極２０５と、を備える。アノード電極２０５は、屈折率が１．８以上であり、光学的バンドギャップが１．９ｅＶ以上のＰ型半導体（例えば、Ｐ型のａ－ＳｉＣ、Ｐ型のｐｏｌｙ－ＳｉＣ、Ｐ型のａ－ＳｉＮ又はＰ型のｐｏｌｙ－ＳｉＮ）で構成されている。

[0080] これによれば、アノード電極２０５をＣＶＤ法で形成することができ、膜内のＰ型不純物濃度を均一、又はほぼ均一にすることができる。これにより、センサ基板１Ｂを備える撮像装置は、上記の実施形態１と同様の効果を奏する。

[0081] なお、図１０及び図１１に示した周辺領域Ａ２及びパッド領域Ａ３の構成は、実施形態１にも適用可能である。例えば、図１０及び図１１において、画素２５０を図１又は図７に示した画素５０と置き換えてもよい。

[0082] ＜実施形態３＞

図１１は、本開示の実施形態３に係る測距装置２００の構成例を示すブロック図である。図１１に示すように、測距装置２００（本開示の「電子機器」の一例）は、距離画像センサ４０１と、光源装置４１１（本開示の「光源」の一例）とを備える。光源装置４１１は、予め設定した波長帯の光（例えば、赤外線）を出射する。

[0083] 距離画像センサ４０１は、光学系４０２、センサチップ４０３、画像処理回路４０４、モニタ４０５、およびメモリ４０６を備えて構成される。そして、距離画像センサ４０１は、光源装置４１１から被写体４２０に向かって

投光され、被写体４２０の表面で反射された光（変調光やパルス光）を受光することにより、被写体４２０までの距離に応じた距離画像を取得することができる。

[0084] 光学系４０２は、１枚または複数枚のレンズを有して構成され、被写体４２０からの像光（入射光）をセンサチップ４０３に導き、センサチップ４０３の受光面（センサ部）に結像させる。

[0085] センサチップ４０３は、赤外線を光電変換して信号を出力する。例えば、センサチップ４０３から受光信号（ＡＰＤ　ＯＵＴ）が出力される。出力された受光信号から求められる距離を示す距離信号が画像処理回路４０４に供給される。なお、センサチップ４０３としては、上述した実施形態１の撮像装置１００、又は、実施形態２の撮像装置１００Ｂが適用される。

[0086] 画像処理回路４０４は、センサチップ４０３から供給された距離信号に基づいて距離画像を構築する画像処理を行い、その画像処理により得られた距離画像（画像データ）は、モニタ４０５に供給されて表示されたり、メモリ４０６に供給されて記憶（記録）されたりする。

[0087] このように構成されている距離画像センサ４０１では、上述した撮像装置１００、１００Ｂを適用することで撮像の特性を向上させることができ、例えば、より正確な距離画像を取得することができる。

[0088] ＜その他の実施形態＞

上記のように、本開示は実施形態及び変形例によって記載したが、この開示の一部をなす論述及び図面は本開示を限定するものであると理解すべきではない。この開示から当業者には様々な代替実施の形態、実施例及び運用技術が明らかとなろう。例えば、本開示の実施形態において、検出対象とする光は赤外線に限定されない。検出の対象とする光は、例えば、波長帯が４００ｎｍ以上６５０ｎｍ以下の可視光であってもよい。このように、本技術はここでは記載していない様々な実施形態等を含むことは勿論である。上述した実施形態及び変形例の要旨を逸脱しない範囲で、構成要素の種々の省略、置換及び変更のうち少なくとも１つを行うことができる。また、本明細書に

記載された効果はあくまでも例示であって限定されるものでは無く、また他の効果があってもよい。

[0089] ＜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。

[0090] 図１２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。

[0091] 図１２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。

[0092] 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。

[0093] 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。

[0094] 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。

[0095] 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。

[0096] 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。

[0097] 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。

[0098] 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。

[0099] 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。

[0100] 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。

[0101] 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。

[0102] 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。

[0103] 図１３は、図１２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。

[0104] カメラヘッド１１１０２は、レンズユニット１１４０１と、撮像部１１４０２と、駆動部１１４０３と、通信部１１４０４と、カメラヘッド制御部１１４０５と、を有する。ＣＣＵ１１２０１は、通信部１１４１１と、画像処理部１１４１２と、制御部１１４１３と、を有する。カメラヘッド１１１０２とＣＣＵ１１２０１とは、伝送ケーブル１１４００によって互いに通信可能に接続されている。

[0105] 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。

[0106] 撮像部１１４０２は、撮像素子で構成される。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。

[0107] 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。

[0108] 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。

[0109] 通信部１１４０４は、ＣＣＵ１１２０１との間で各種の情報を送受信するための通信装置によって構成される。通信部１１４０４は、撮像部１１４０２から得た画像信号をＲＡＷデータとして伝送ケーブル１１４００を介してＣＣＵ１１２０１に送信する。

[0110] 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。

[0111] 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。

[0112] 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。

[0113] 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。

[0114] 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。

[0115] 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。

[0116] 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。

[0117] 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。

[0118] 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。

[0119] 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。

[0120] 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、例えば、内視鏡１１１００や、カメラヘッド１１１０２（の撮像部１１４０２）、ＣＣＵ１１２０１（の画像処理部１１４１２）等に適用され得る。具体的には、図１に示した撮像装置１００、図９に示した撮像装置１００Ｂ、又は、図１に示したセンサ基板１、図７に示したセンサ基板１Ａ、図８に示したセンサ基板１Ｂは、撮像部１０４０２に適用することができる。内視鏡１１１００や、カメラヘッド１１１０２の撮像部１１４０２、ＣＣＵ１１２０１の画像処理部１１４１２等に本開示に係る技術を適用することにより、例えば複数の画素間で感度のばらつきが小さくなり、より鮮明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。

[0121] 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。

[0122] ＜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。

[0123] 図１４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。

[0124] 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１４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（ｉｎｔｅｒｆａ

ｃｅ）１２０５３が図示されている。

[0125] 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。

[0126] 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、ウィンカー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。

[0127] 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。

[0128] 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。

[0129] 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。

[0130] 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。

[0131] 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。

[0132] 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。

[0133] 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１４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いてもよい。

[0134] 図１５は、撮像部１２０３１の設置位置の例を示す図である。

[0135] 図１５では、車両１２１００は、撮像部１２０３１として、撮像部１２１０１，１２１０２，１２１０３，１２１０４，１２１０５を有する。

[0136] 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。撮像部１２１０１及び１２１０５で取得される前方の画像は、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。

[0137] なお、図１５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。

[0138] 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。

[0139] 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。

[0140] 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。

[0141] 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否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。

[0142] 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等に適用され得る。具体的には、図１に示した撮像装置１００、図９に示した撮像装置１００Ｂ、又は、図１に示したセンサ基板１、図７に示したセンサ基板１Ａ、図８に示したセンサ基板１Ｂは、撮像部１２０３１に適用することができる。本開示に係る技術を適用することにより、例えば複数の画素間で感度のばらつきが小さくなり、より見やすい撮影画像を得ることができるため、ドライバの疲労を軽減することが可能になる。

[0143] なお、本開示は以下のような構成も取ることができる。

[0144] （１）

Ｎ型の第１半導体領域と、

前記第１半導体領域の一方の面に接するＰ型の第２半導体領域と、

前記第２半導体領域を挟んで前記第１半導体領域の反対側に設けられた光吸収領域と、

前記光吸収領域を挟んで前記第２半導体領域と向かい合う位置に設けられたアノード電極と、を備え、

前記アノード電極は、屈折率が１．８以上であり、光学的バンドギャップ

が１．９ｅＶ以上のＰ型半導体で構成されている、撮像装置。

（２）

前記アノード電極は、

前記光吸収領域の厚さ方向において前記第２半導体領域と向かい合う第１部位と、

前記光吸収領域の厚さ方向と交差する方向において前記第２半導体領域と向かい合う第２部位と、を有する前記（１）に記載の撮像装置。

（３）

前記アノード電極は、Ｐ型のアモルファスシリコンカーバイド、Ｐ型のポリシリコンカーバイド、Ｐ型のアモルファスシリコンナイトライド又はＰ型のポリシリコンナイトライドで構成されている前記（１）又は（２）に記載の撮像装置。

（４）

前記アノード電極におけるボロン濃度が$1\times10^{18}cm^{-3}$以上である、前記（１）から（３）のいずれか１項に記載の撮像装置。

（５）

前記アノード電極を挟んで前記光吸収領域の反対側に設けられ、前記アノード電極よりも屈折率が低い絶縁膜、をさらに備える前記（１）から（４）のいずれか１項に記載の撮像装置。

（６）

前記絶縁膜は、酸化アルミニウム膜、酸化シリコン膜又は酸化ハフニウム膜である、前記（５）に記載の撮像装置。

（７）

前記光吸収領域の厚さ方向において、前記絶縁膜を挟んで前記光吸収領域の反対側に設けられたレンズ体、をさらに備える前記（５）又は（６）に記載の撮像装置。

（８）

前記アノード電極と前記第１半導体領域との間に電子増幅のための電圧が

印加される、前記（１）から（７）のいずれか１項に記載の撮像装置。

（９）

半導体基板と、

前記半導体基板に設けられた複数の画素と、

前記半導体基板に設けられ、複数の画素のうちの隣り合う画素間を分離する遮光性の画素分離部と、を備え、

前記複数の画素の各々に、前記第１半導体領域と、前記第２半導体領域と、前記光吸収領域と、前記アノード電極とが配置されている、前記（１）から（８）のいずれか１項に記載の撮像装置。

（１０）

予め設定した波長帯の光を出射する光源と、

前記光を光電変換して信号を出力する撮像装置と、を備え、

前記撮像装置は、

Ｎ型の第１半導体領域と、

前記第１半導体領域の一方の面に接するＰ型の第２半導体領域と、

前記第２半導体領域を挟んで前記第１半導体領域の反対側に設けられた光吸収領域と、

前記光吸収領域を挟んで前記第２半導体領域と向かい合う位置に設けられたアノード電極と、を備え、

前記アノード電極は、屈折率が１．８以上であり、光学的バンドギャップが１．９ｅＶ以上のＰ型半導体で構成されている、電子機器。

符号の説明

[0145] １、１Ａ、１Ｂ　センサ基板

１ａ、１０ａ、３０ａ　表面

３、３Ｂ　ロジック基板

１０、３０　半導体基板

１０ｂ　裏面

１１、２０１　第１半導体領域

１１ａ　他方の面

１１ｂ　一方の面

１２、２０２　第２半導体領域

１３　第３半導体領域

１４　第４半導体領域

１５　第５半導体領域

１６　第６半導体領域

１７　第７半導体領域

１８　第８半導体領域

１９、３９　層間絶縁膜

２１、２０５　アノード電極

２３　第１絶縁膜

２５　第２絶縁膜

５０、２５０　画素

７０　金属膜

７０　遮光電極

８０　マイクロレンズ

１００、１００Ｂ　撮像装置

２００　測距装置

２０３　ウェル層

２０４、２０６、３２５、ＣＡ、ＣＥ、ＣＧＮＤ、ＣＫ　コンタクト電極

２０８　分離領域

２１１　第１部位

２１２　第２部位

３１１、３２４、ＭＬ１１、ＭＬ１２、ＭＬ３１、ＭＬ３２、ＭＬ３３　配線層

３１２　電極パッド

３１３　パッド開口部

３２１　Ｎ型半導体領域

３２２　Ｐ型半導体領域

３２３、Ｈ１　トレンチ

４０１　距離画像センサ

４０２　光学系

４０３　センサチップ

４０４　画像処理回路

４０５　モニタ

４０６　メモリ

４１１　光源装置

４２０　被写体

１０４０２　撮像部

１１０００　内視鏡手術システム

１１１００　内視鏡

１１１０１　鏡筒

１１１０２　カメラヘッド

１１１１０　術具

１１１１１　気腹チューブ

１１１１２　エネルギー処置具

１１１２０　支持アーム装置

１１１３１　術者

１１１３２　患者

１１１３３　患者ベッド

１１２００　カート

１１２０２　表示装置

１１２０３　光源装置

１１２０４　入力装置

１１２０５　処置具制御装置

１１２０６　気腹装置

１１２０７　レコーダ

１１２０８　プリンタ

１１４００　伝送ケーブル

１１４０１　レンズユニット

１１４０２　撮像部

１１４０３　駆動部

１１４０４　通信部

１１４０５　カメラヘッド制御部

１１４１１　通信部

１１４１２　画像処理部

１１４１３　制御部

１２０００　車両制御システム

１２００１　通信ネットワーク

１２０１０　駆動系制御ユニット

１２０２０　ボディ系制御ユニット

１２０３０　車外情報検出ユニット

１２０３１　撮像部

１２０４０　車内情報検出ユニット

１２０４１　運転者状態検出部

１２０５０　統合制御ユニット

１２０５１　マイクロコンピュータ

１２０５２　音声画像出力部

１２０６１　オーディオスピーカ

１２０６２　表示部

１２０６３　インストルメントパネル

１２１００　車両

１２１０１、１２１０２、１２１０３、１２１０４、１２１０５　撮像部

１２１１１、１２１１２、１２１１３、１２１１４　撮像範囲

Ａ１　画素領域

Ａ２　周辺領域

Ａ３　パッド領域

ＣＦ　カラーフィルタ

ＣＦ－Ｂ　青色フィルタ

ＣＦ－Ｇ　緑色フィルタ

ＣＦ－Ｒ　赤色フィルタ

ＲＰ１、ＲＰ２　レジストパターン

ＴｒＮ　ＭＯＳトランジスタ

ＴｒＰ　ＭＯＳトランジスタ

請求の範囲

[請求項1] Ｎ型の第１半導体領域と、

前記第１半導体領域の一方の面に接するＰ型の第２半導体領域と、

前記第２半導体領域を挟んで前記第１半導体領域の反対側に設けられた光吸収領域と、

前記光吸収領域を挟んで前記第２半導体領域と向かい合う位置に設けられたアノード電極と、を備え、

前記アノード電極は、屈折率が１．８以上であり、光学的バンドギャップが１．９ｅＶ以上のＰ型半導体で構成されている、撮像装置。

[請求項2] 前記アノード電極は、

前記光吸収領域の厚さ方向において前記第２半導体領域と向かい合う第１部位と、

前記光吸収領域の厚さ方向と交差する方向において前記第２半導体領域と向かい合う第２部位と、を有する請求項１に記載の撮像装置。

[請求項3] 前記アノード電極は、Ｐ型のアモルファスシリコンカーバイド、Ｐ型のポリシリコンカーバイド、Ｐ型のアモルファスシリコンナイトライド又はＰ型のポリシリコンナイトライドで構成されている請求項１に記載の撮像装置。

[請求項4] 前記アノード電極におけるボロン濃度が$1\times10^{18}cm^{-3}$以上である、請求項１に記載の撮像装置。

[請求項5] 前記アノード電極を挟んで前記光吸収領域の反対側に設けられ、前記アノード電極よりも屈折率が低い絶縁膜、をさらに備える請求項１に記載の撮像装置。

[請求項6] 前記絶縁膜は、酸化アルミニウム膜、酸化シリコン膜又は酸化ハフニウム膜である、請求項５に記載の撮像装置。

[請求項7] 前記光吸収領域の厚さ方向において、前記絶縁膜を挟んで前記光吸収領域の反対側に設けられたレンズ体、をさらに備える請求項５に記載の撮像装置。

[請求項8] 前記アノード電極と前記第１半導体領域との間に電子増幅のための電圧が印加される、請求項１に記載の撮像装置。

[請求項9] 半導体基板と、

前記半導体基板に設けられた複数の画素と、

前記半導体基板に設けられ、複数の画素のうちの隣り合う画素間を分離する遮光性の画素分離部と、を備え、

前記複数の画素の各々に、前記第１半導体領域と、前記第２半導体領域と、前記光吸収領域と、前記アノード電極とが配置されている、請求項１に記載の撮像装置。

[請求項10] 予め設定した波長帯の光を出射する光源と、

前記光を光電変換して信号を出力する撮像装置と、を備え、

前記撮像装置は、

Ｎ型の第１半導体領域と、

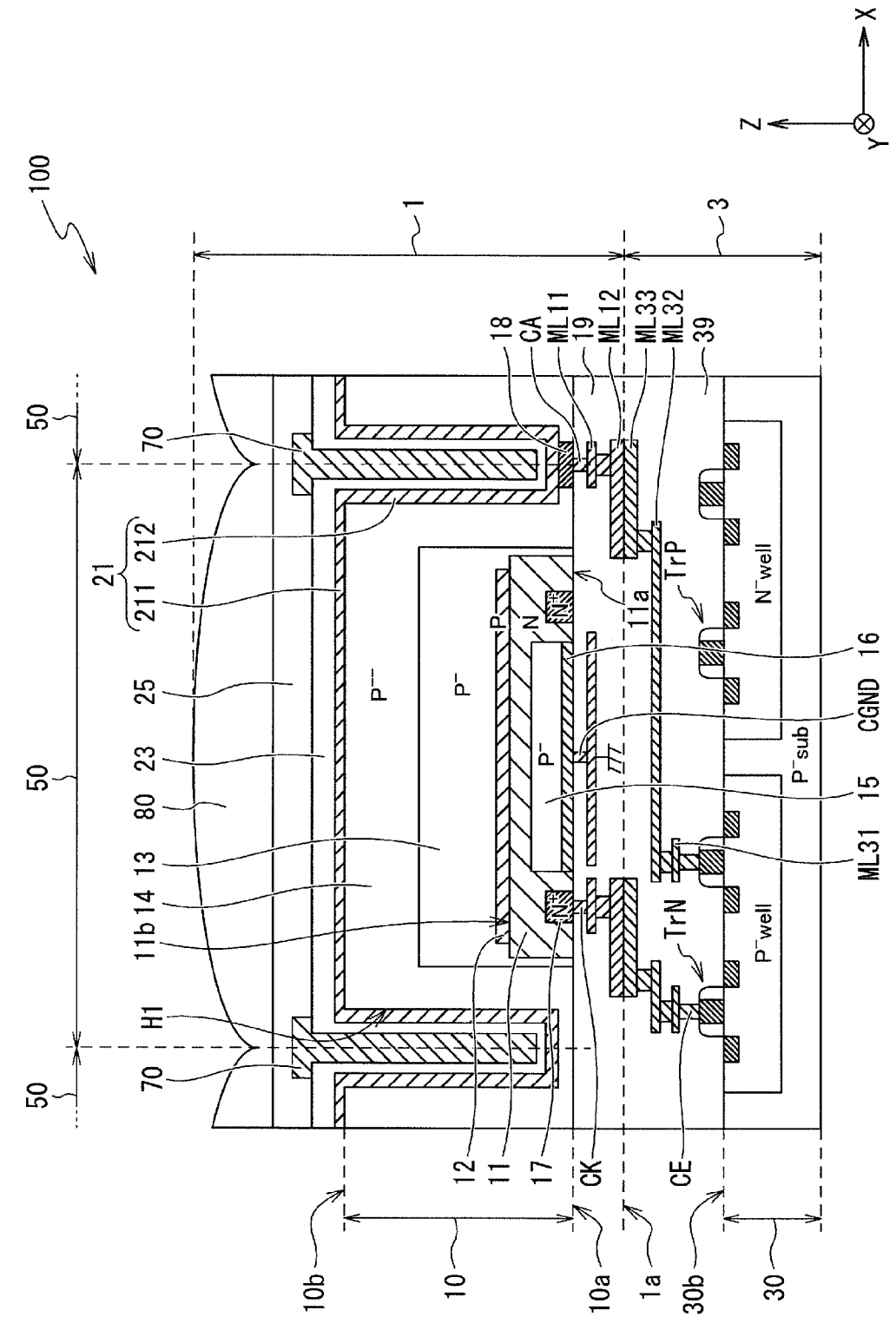
前記第１半導体領域の一方の面に接するＰ型の第２半導体領域と、

前記第２半導体領域を挟んで前記第１半導体領域の反対側に設けられた光吸収領域と、

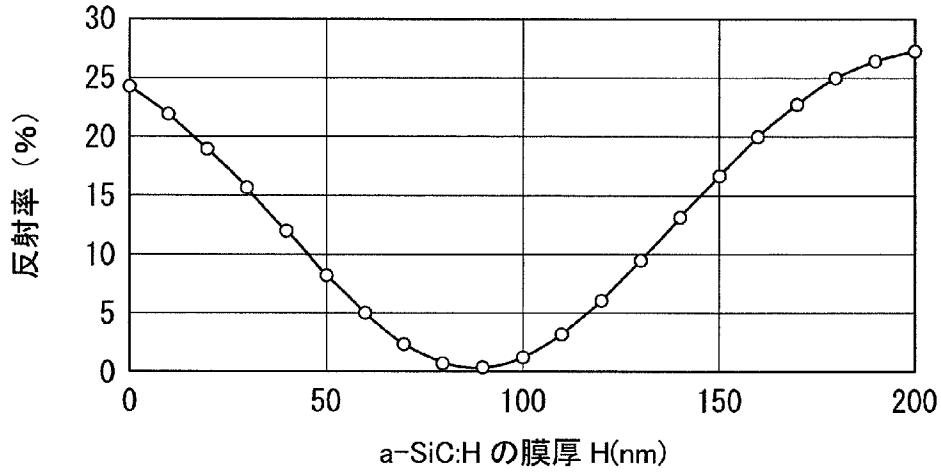
前記光吸収領域を挟んで前記第２半導体領域と向かい合う位置に設けられたアノード電極と、を備え、

前記アノード電極は、屈折率が１．８以上であり、光学的バンドギャップが１．９ｅＶ以上のＰ型半導体で構成されている、電子機器。

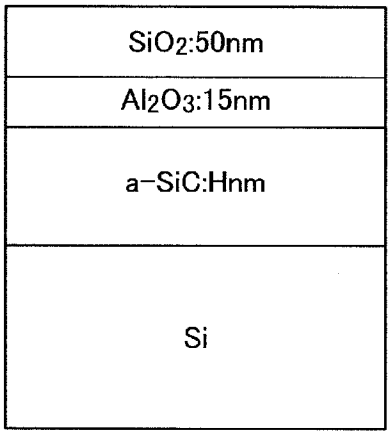
[図1]


X
Z
Y
100
1
3
18
CA
ML11
19
ML12
ML33
ML32
39
50
70
21
212
211
25
23
80
13
14
11b
H1
70
50
50
TrP
11a
N
P
N⁺
P⁻
N⁻well
16
CGND
15
ML31
P⁻sub
TrN
P⁻well
12
11
17
CK
CE
10b
10
10a
1a
30b
30

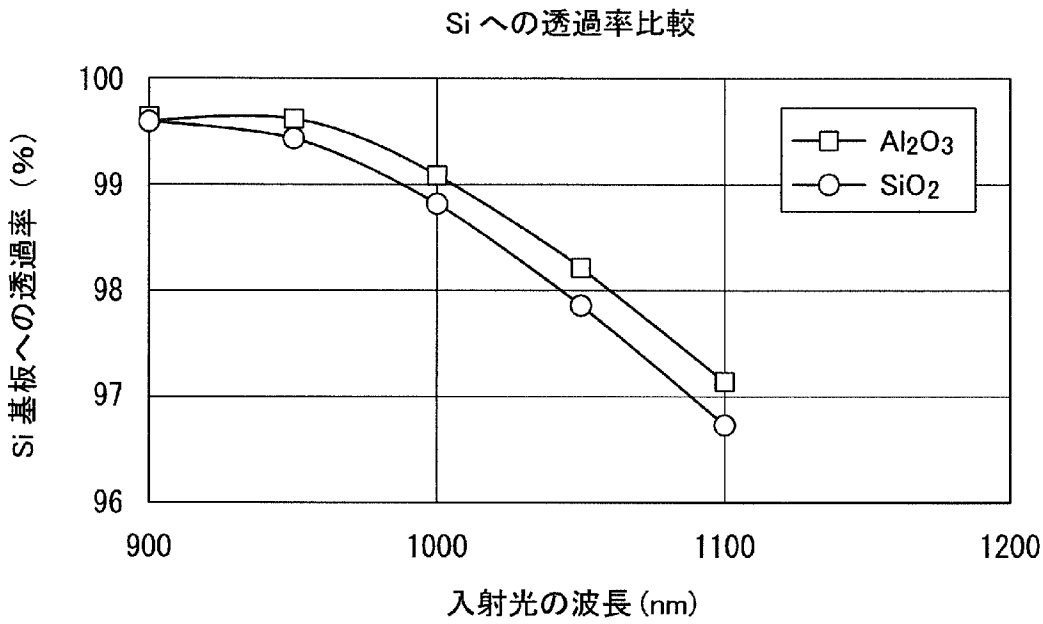
[図2]


30
25
20
15
10
5
0
反射率（%）
0
50
100
150
200
a-SiC:H の膜厚 H(nm)

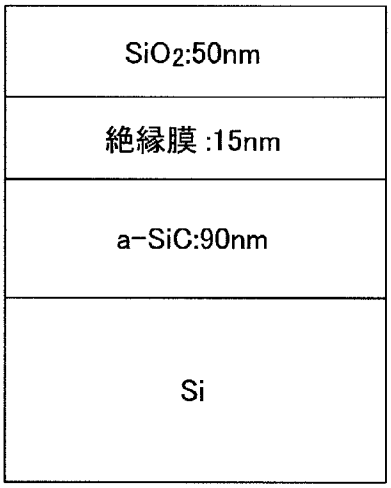
[図3]


SiO2:50nm
Al2O3:15nm
a-SiC:Hnm
Si

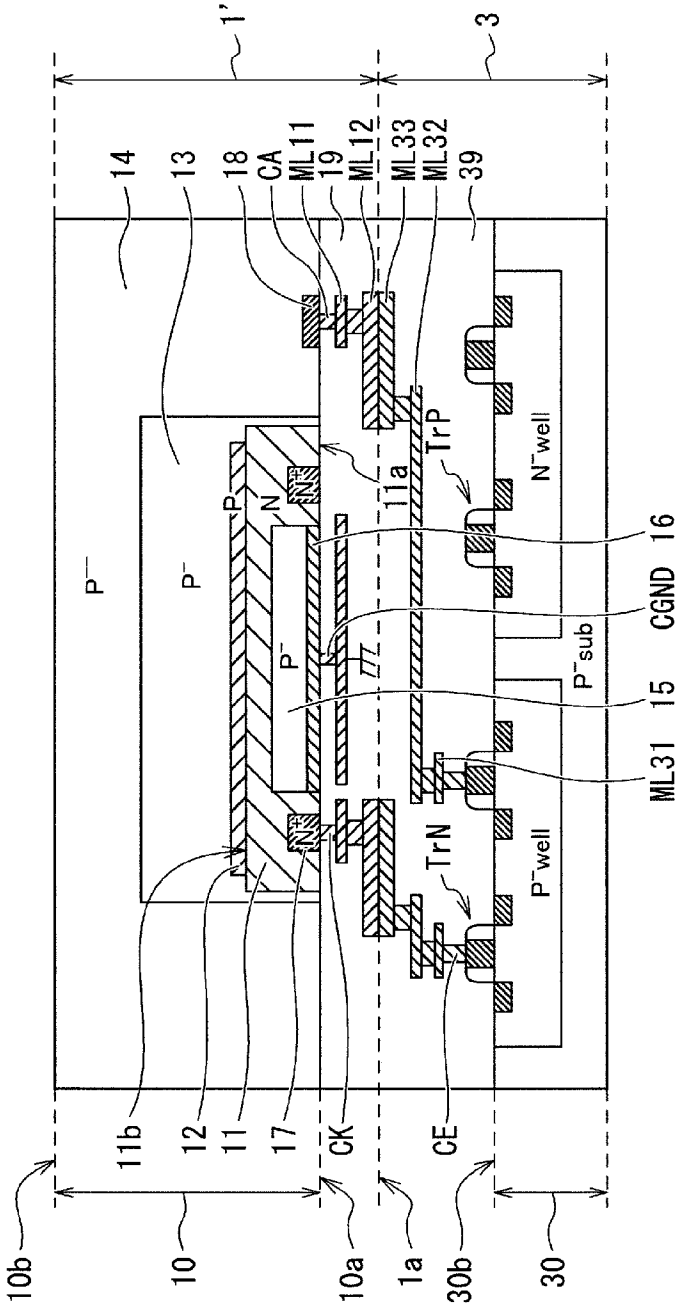
[図4]


Si への透過率比較
100
99
98
97
96
900
1000
1100
1200
Si 基板への透過率（%）
入射光の波長（nm）
Al2O3
SiO2

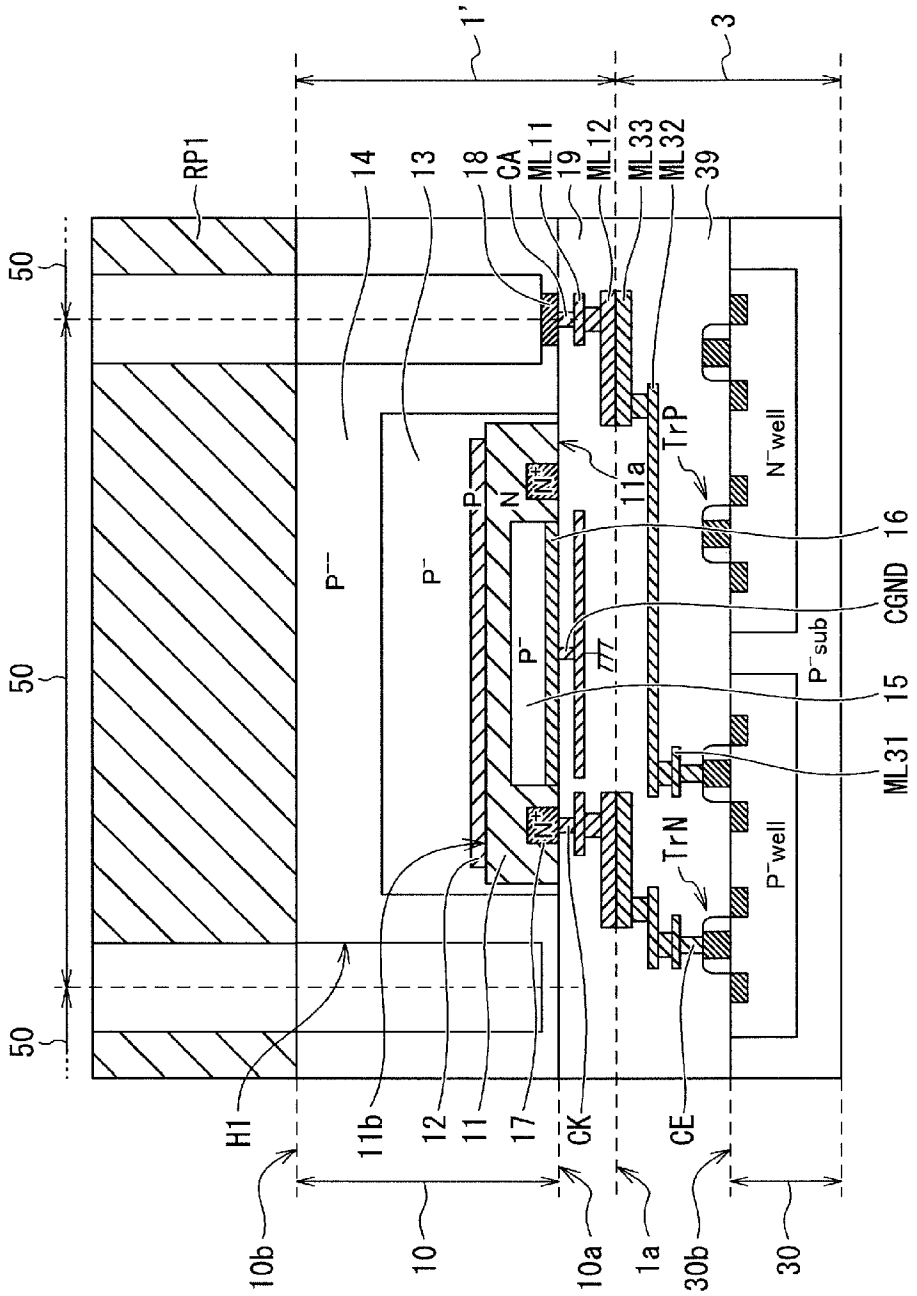
[図5]


SiO2:50nm
絶縁膜 :15nm
a-SiC:90nm
Si

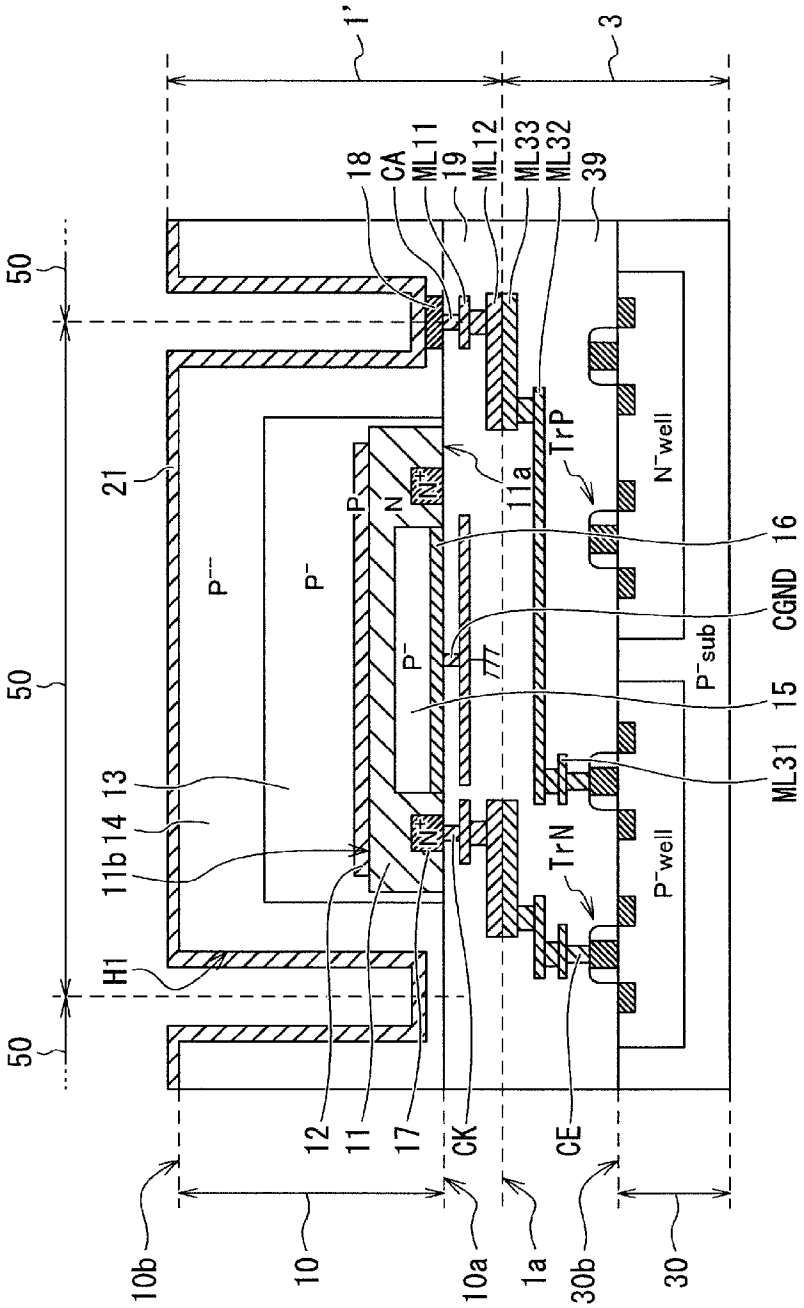
[図6A]


1'
3
14
13
18
CA
ML11
19
ML12
ML33
ML32
39
TrP
11a
N
P
P⁻
P⁻
P⁻
N⁻well
P⁻sub
P⁻well
16
CGND
15
ML31
TrN
11b
12
11
17
CK
CE
10b
10
10a
1a
30b
30

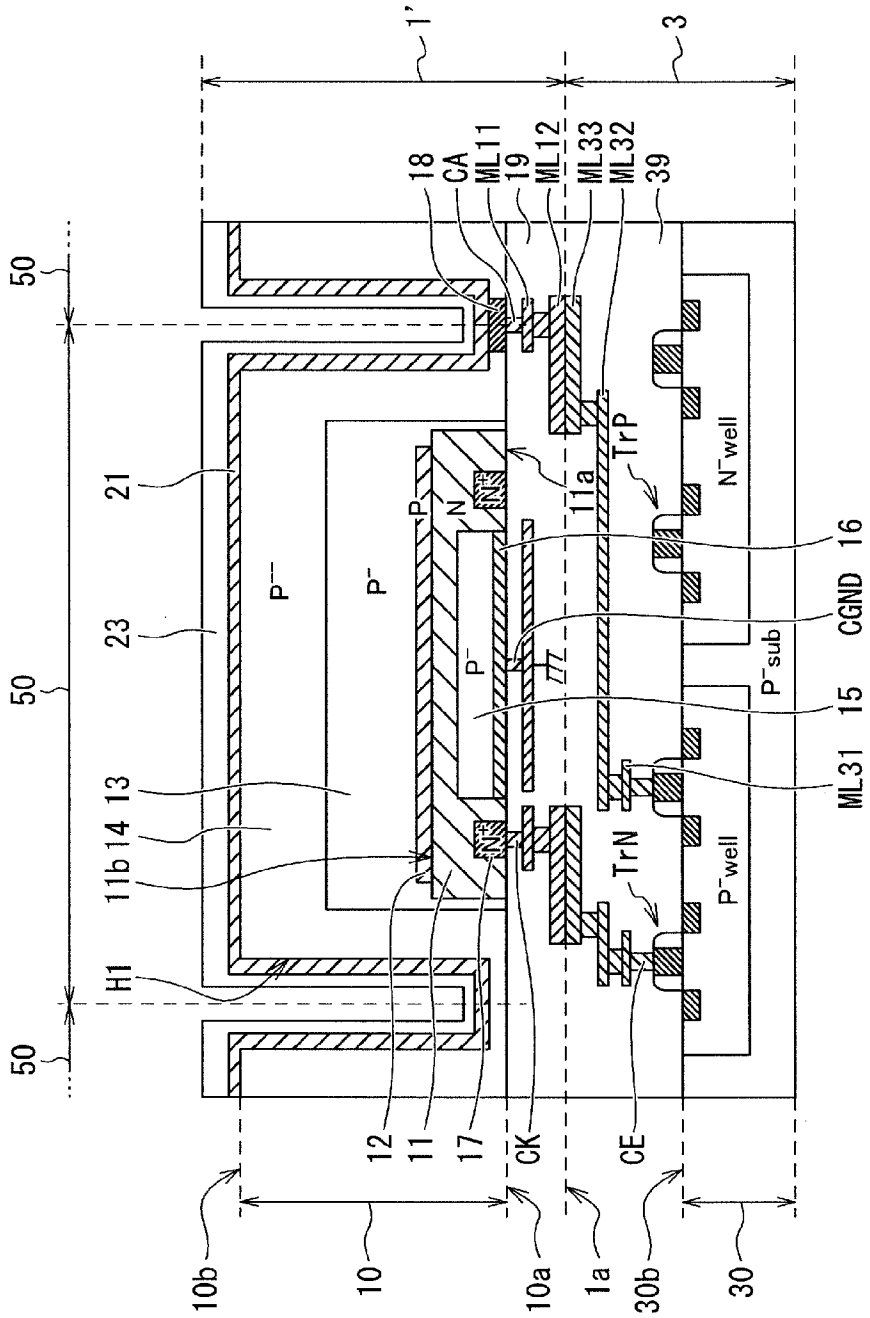
[図6B]


1'
3
RP1
14
13
18
CA
ML11
19
ML12
ML33
ML32
39
50
50
50
P--
P-
P
N
11a
TrP
N-well
16
CGND
P-sub
15
ML31
TrN
P-well
H1
11b
12
11
17
CK
CE
10b
10
10a
1a
30b
30

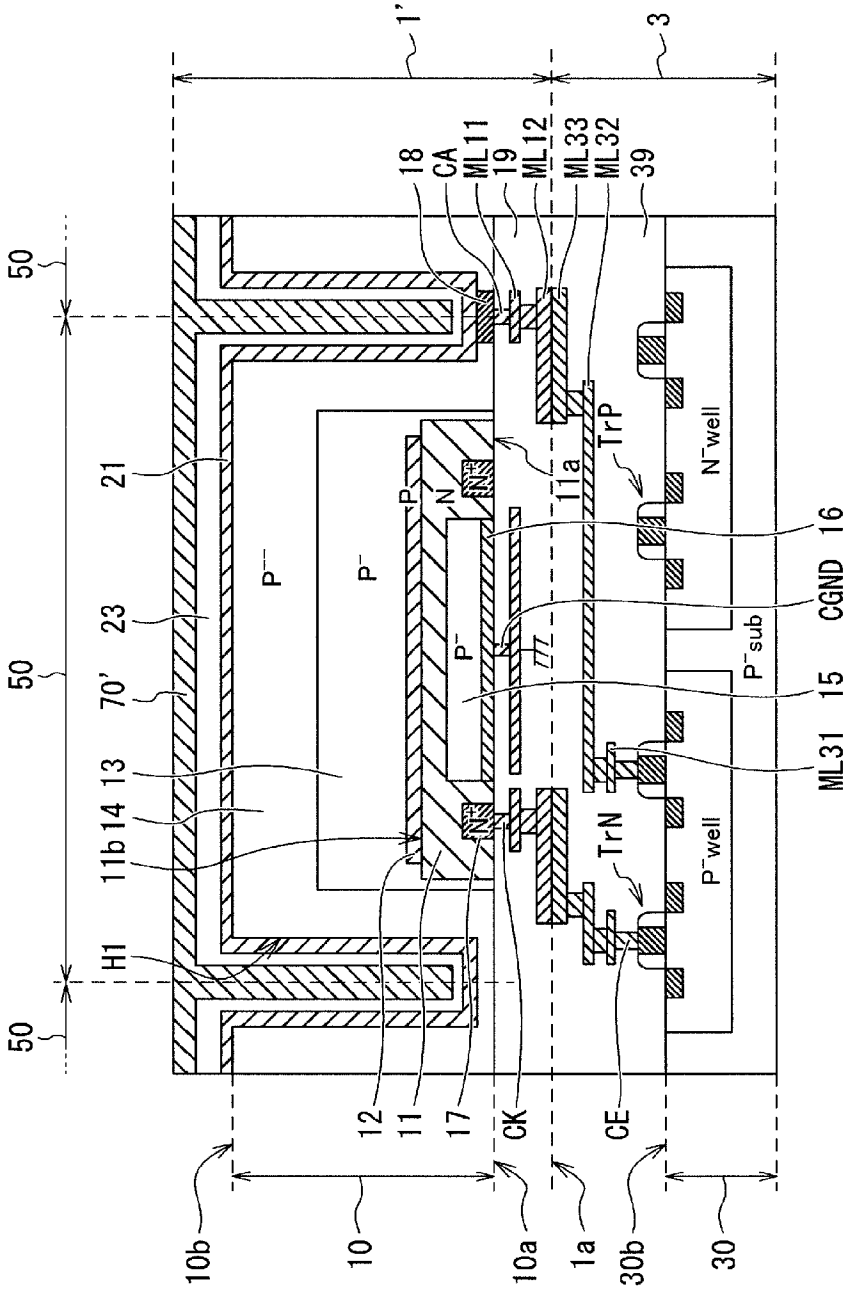
[図6C]


1'
3
18
CA
ML11
19
ML12
ML33
ML32
39
50
50
50
21
11a
TrP
N-well
16
CGND
15
ML31
P--
P-
P-
P-sub
13
14
11b
H1
TrN
P-well
12
11
17
CK
CE
10b
10
10a
1a
30b
30

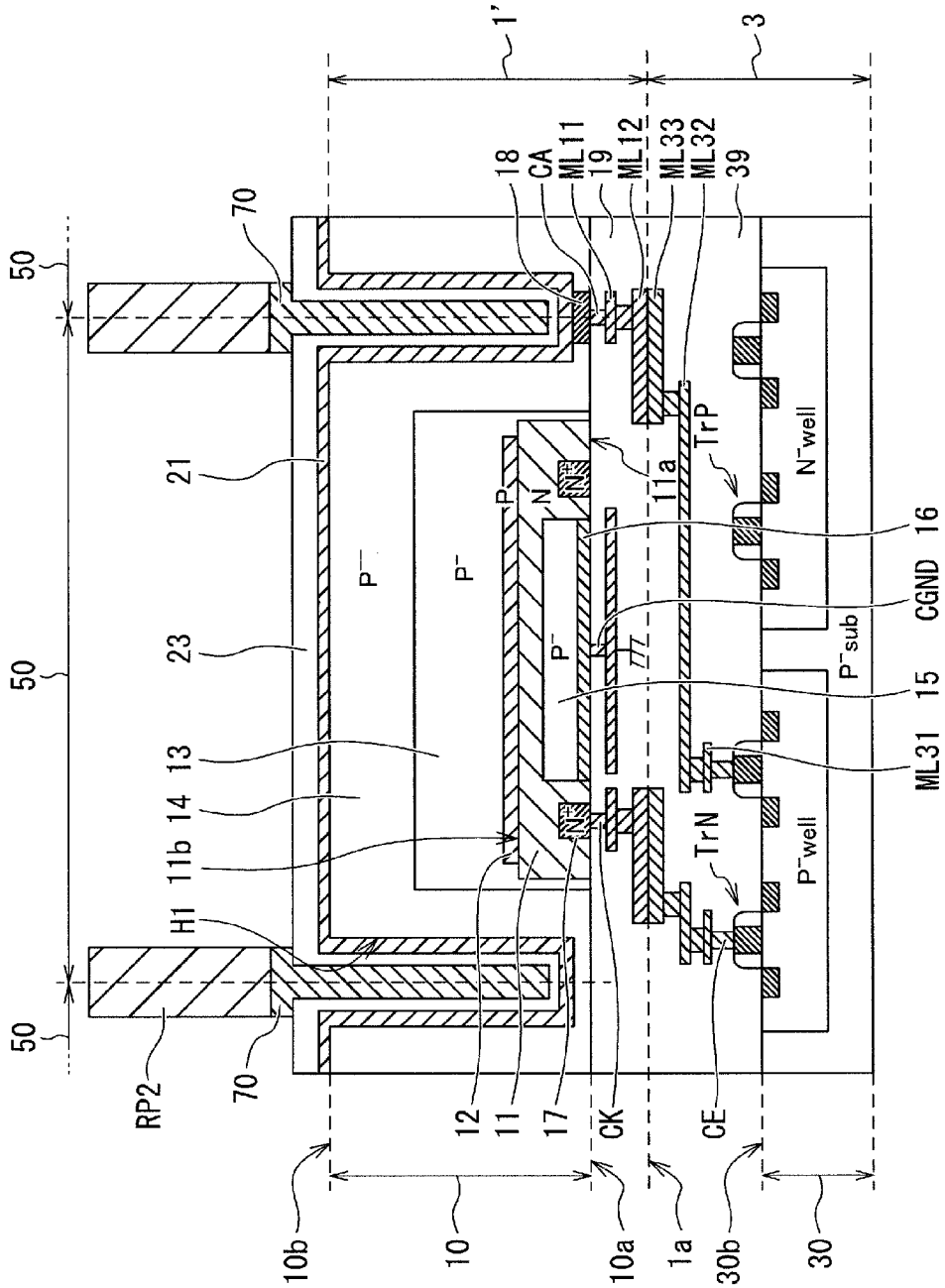
[図6D]


1'
3
18
CA
ML11
19
ML12
ML33
ML32
39
50
50
50
21
23
13
14
11b
H1
P--
P-
P
N
11a
TrP
N-well
16
CGND
P-sub
15
ML31
TrN
P-well
12
11
17
CK
CE
10b
10
10a
1a
30b
30

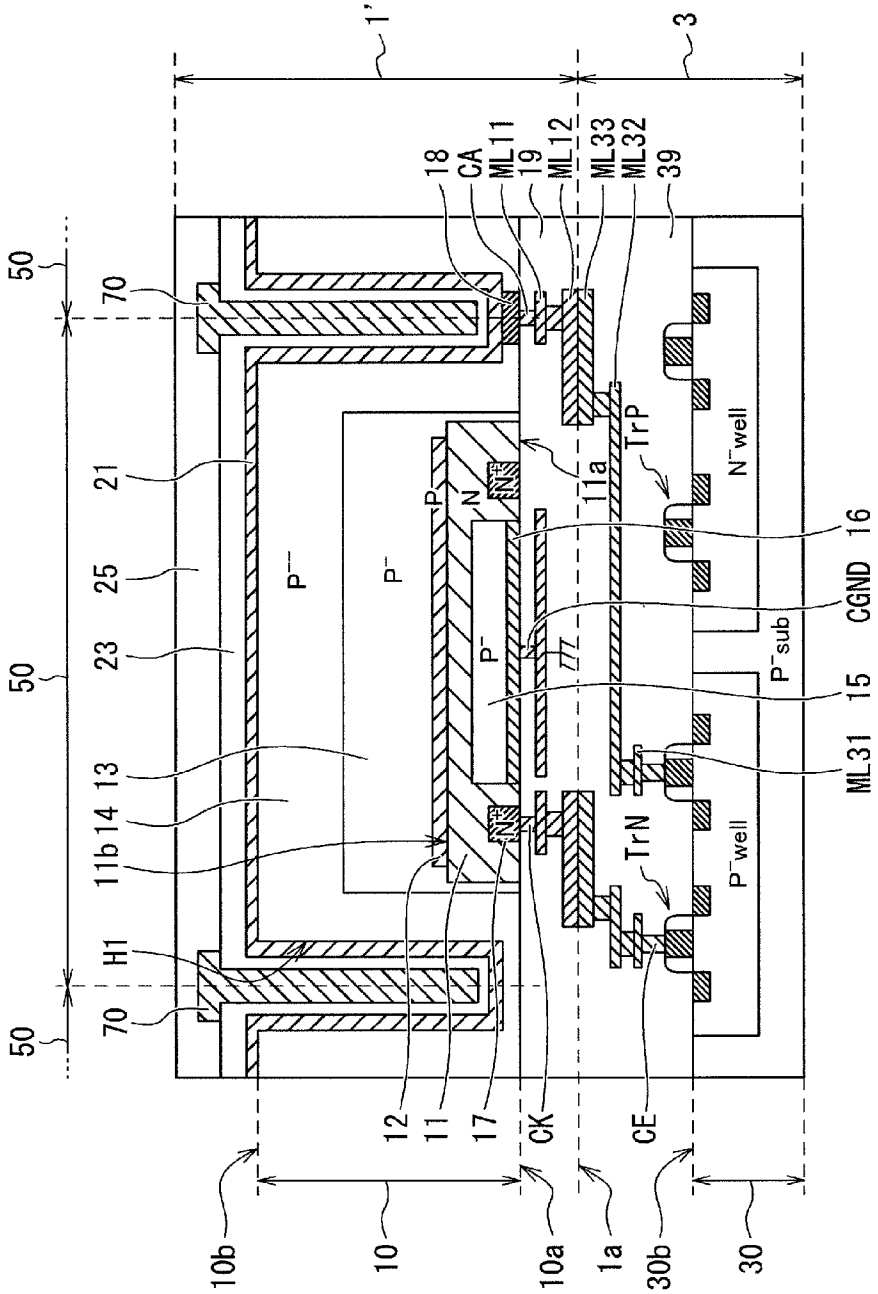
[図6E]


1'
3
18
CA
ML11
19
ML12
ML33
ML32
39
50
21
23
70'
13
14
11b
H1
50
50
P--
P-
P
N
N+
11a
TrP
N-well
16
CGND
15
ML31
P-sub
TrN
P-well
12
11
17
CK
CE
10b
10
10a
1a
30b
30

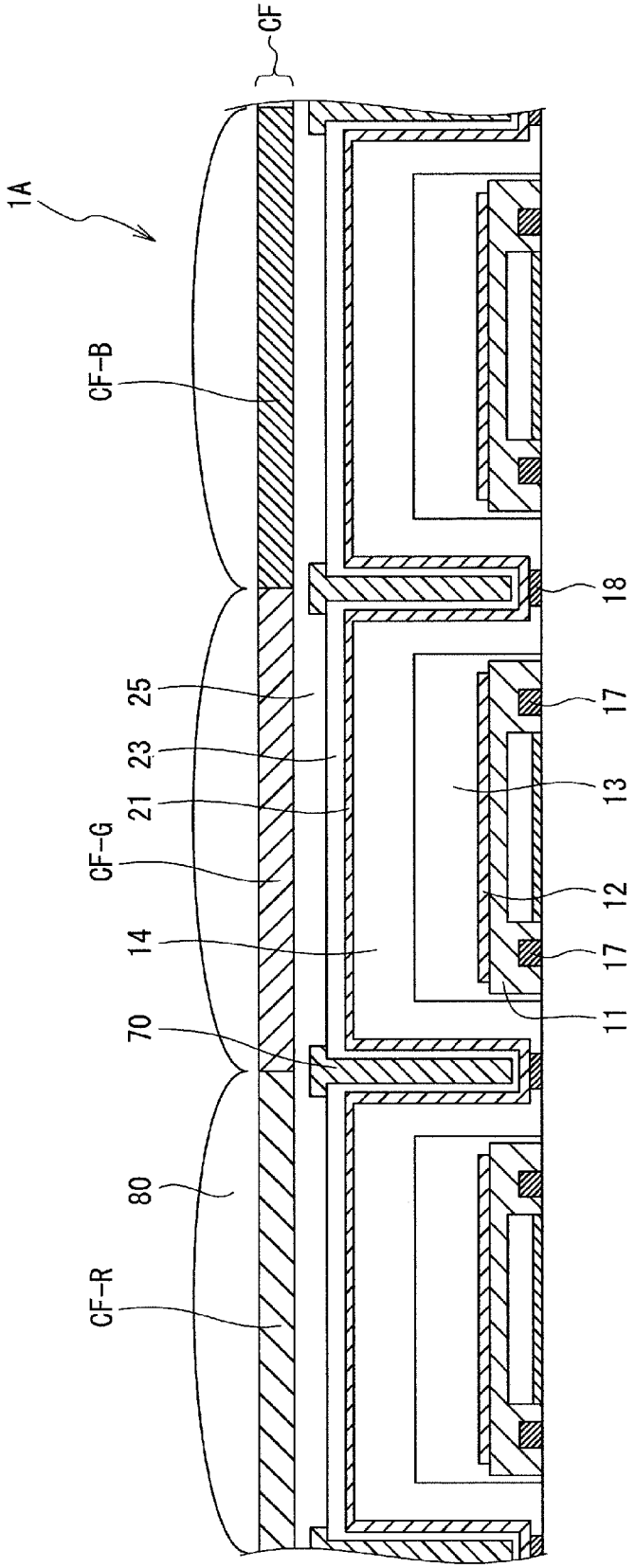
[図6F]


1'
3
18
CA
ML11
19
ML12
ML33
ML32
39
70
50
21
23
13
14
11b
H1
RP2
P⁻
N
P
11a
TrP
N⁻well
16
CGND
15
ML31
TrN
P⁻well
P⁻sub
12
11
17
CK
CE
10b
10
10a
1a
30b
30

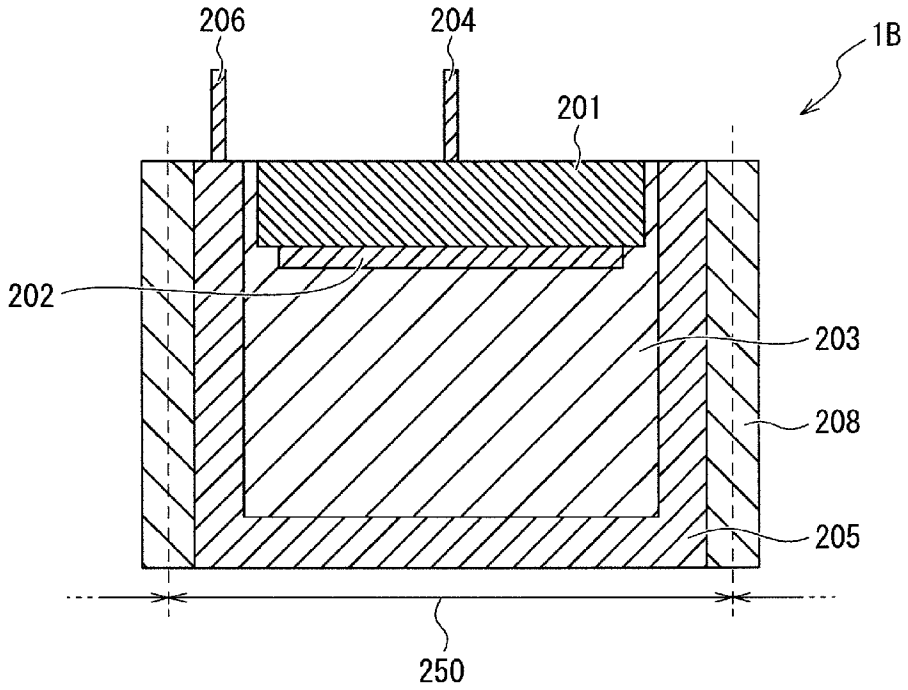
[図6G]


1'
3
18
CA
ML11
19
ML12
ML33
ML32
39
50
70
21
25
23
13
14
11b
H1
11a
TrP
TrN
N-well
P-well
P-sub
CGND
16
15
ML31
12
11
17
CK
CE
10b
10
10a
1a
30b
30

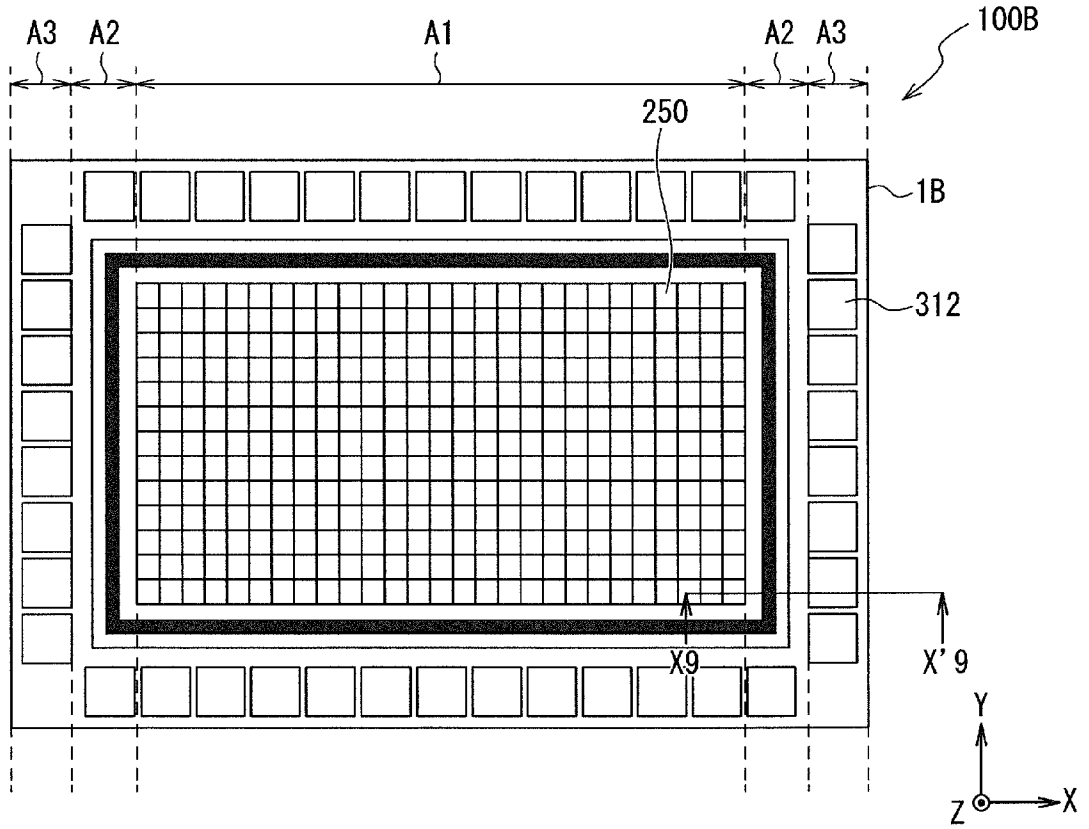
[図7]



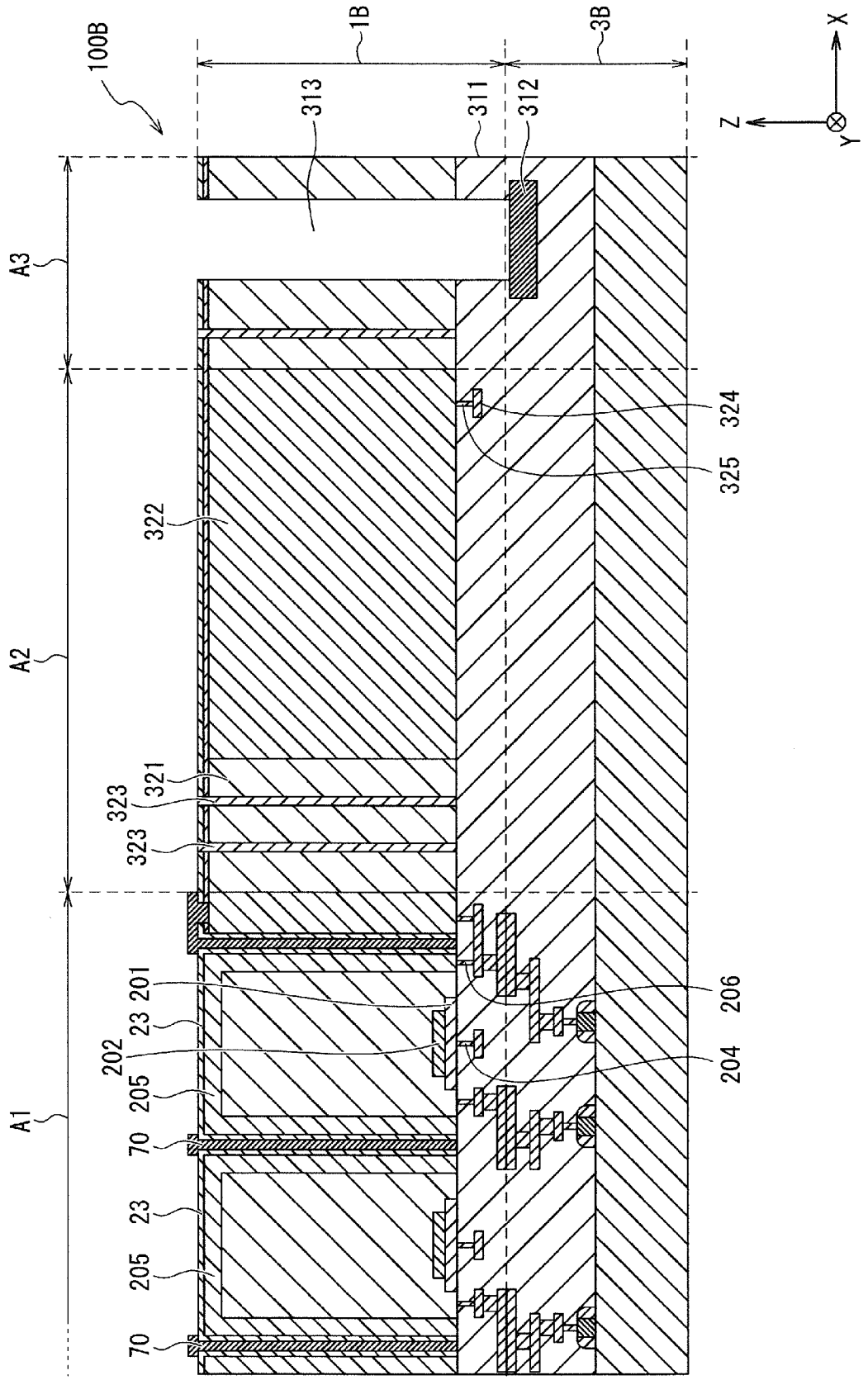
[図8]


206
204
1B
201
202
203
208
205
250

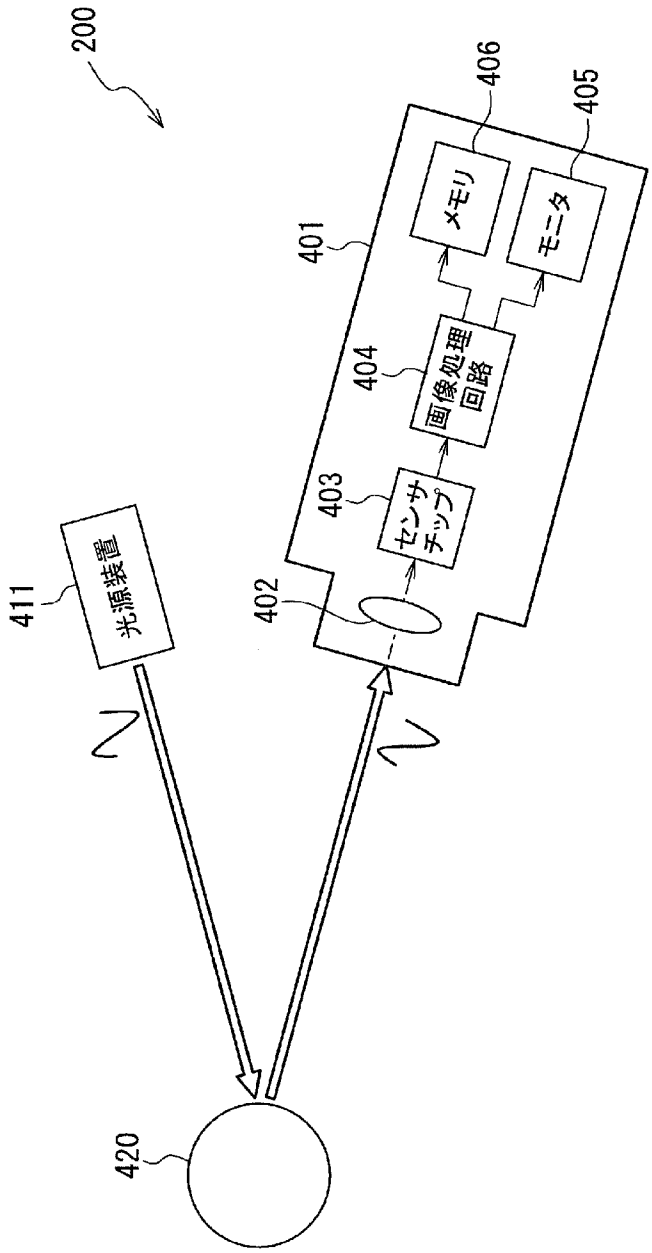
[図9]


A3
A2
A1
A2
A3
100B
250
1B
312
X9
X'9
Y
Z
X

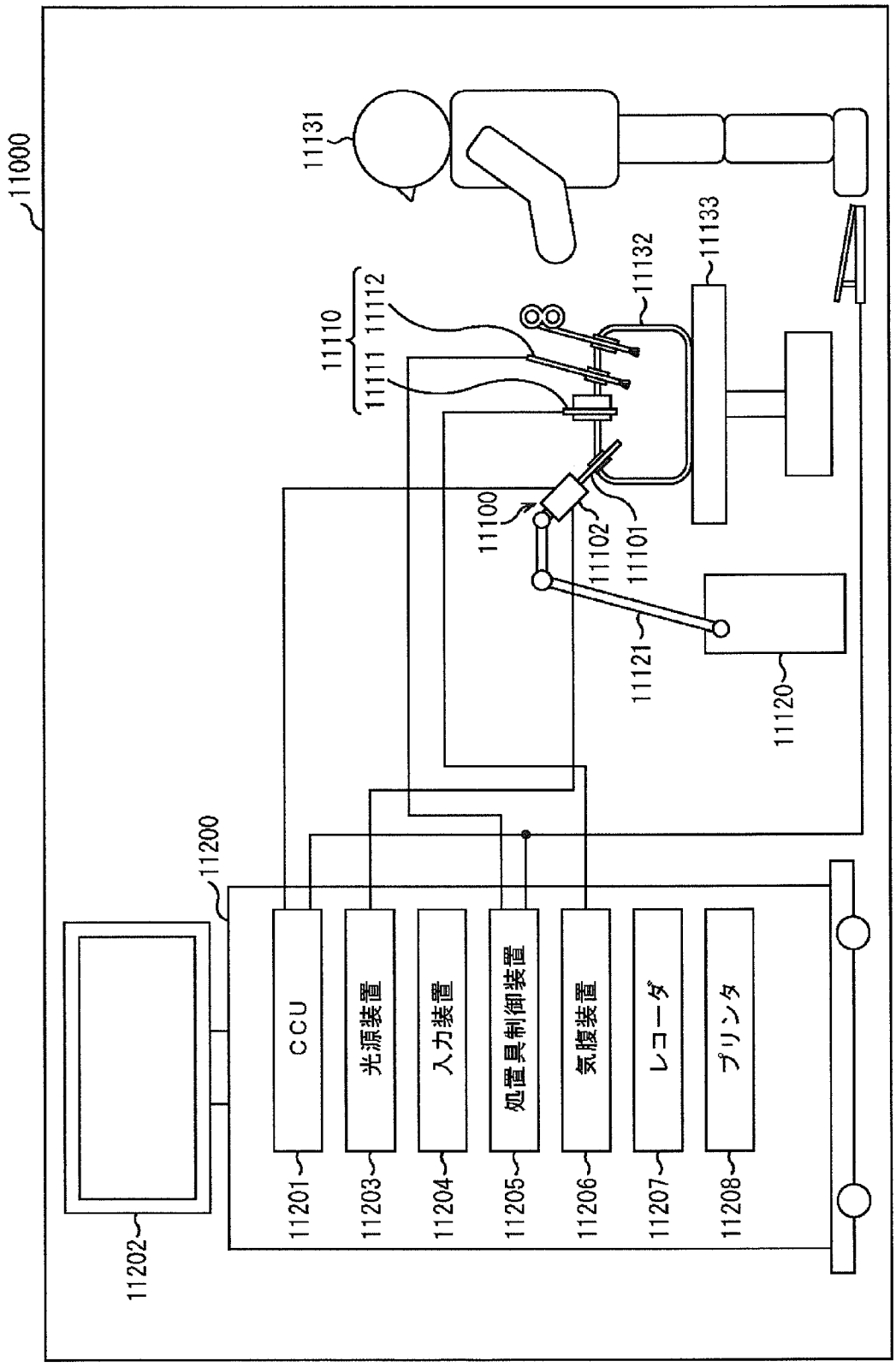
[図10]


100B
1B
3B
313
311
312
X
Z
Y
A3
A2
A1
324
325
322
321
323
323
201
23
202
205
70
23
205
70
206
204

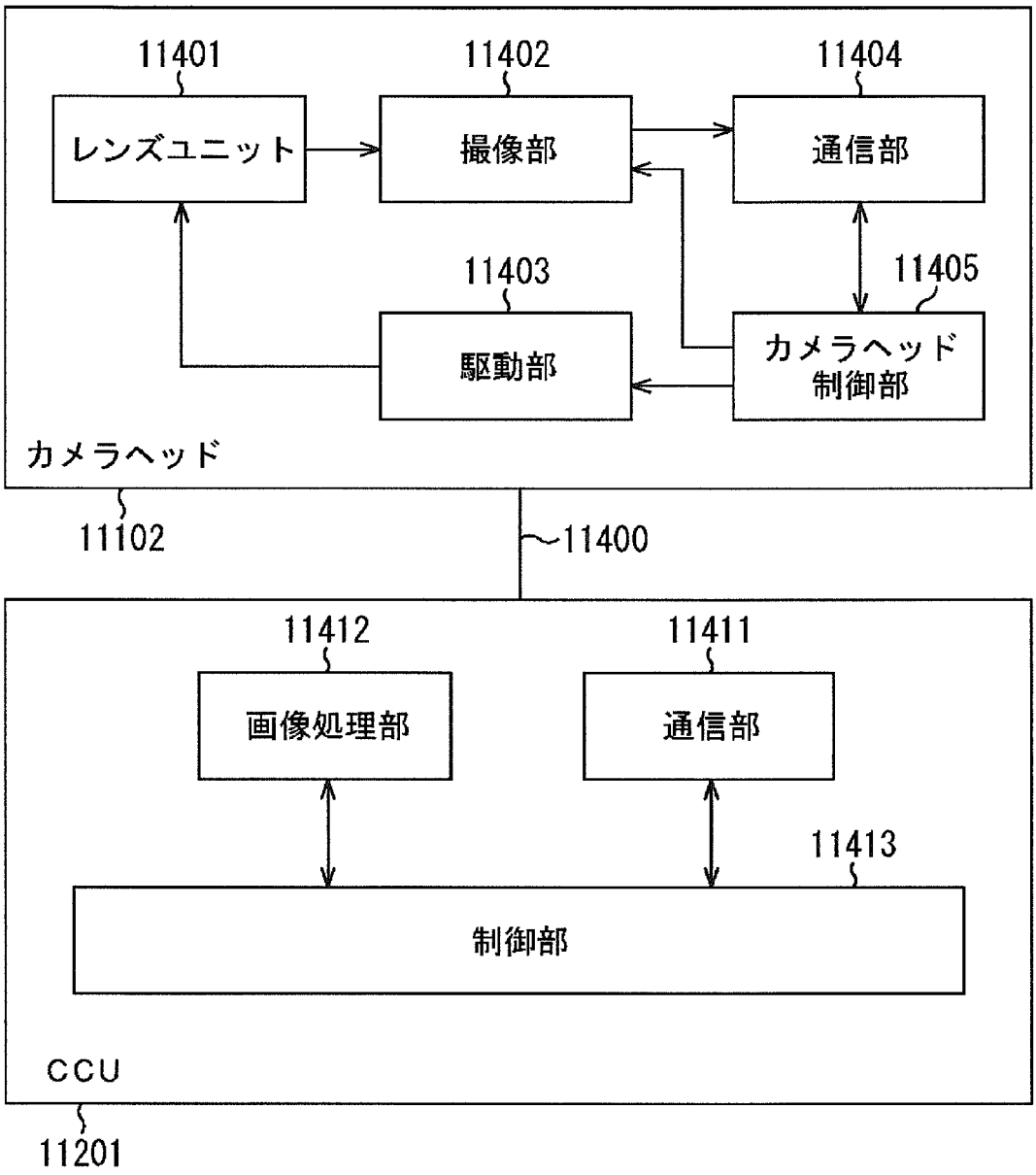
[図11]



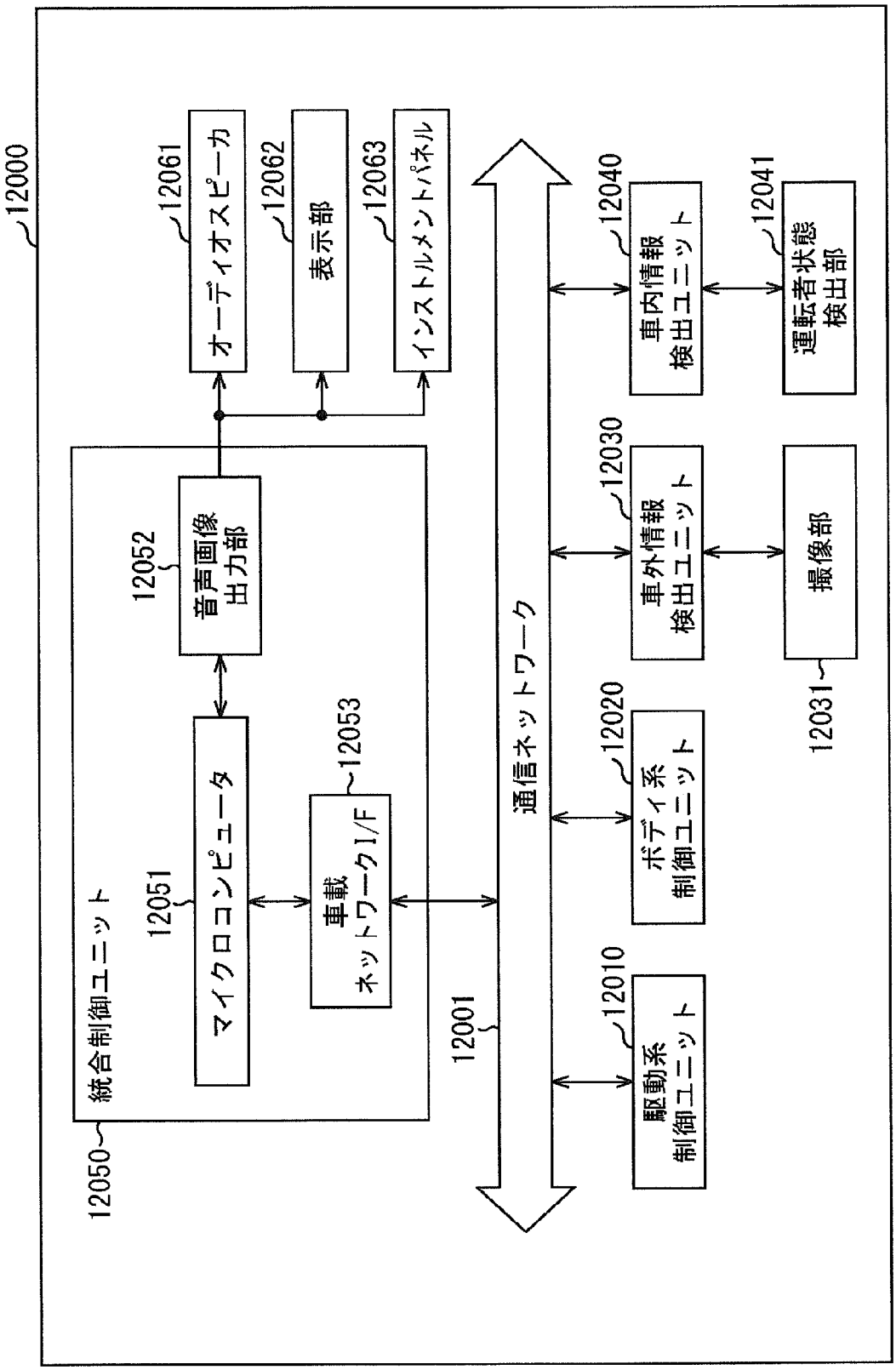
[図12]


11000
11131
11133
11132
11110
11112
11111
11100
11102
11101
11121
11120
11200
CCU
光源装置
入力装置
処置具制御装置
気腹装置
レコーダ
プリンタ
11201
11203
11204
11205
11206
11207
11208
11202

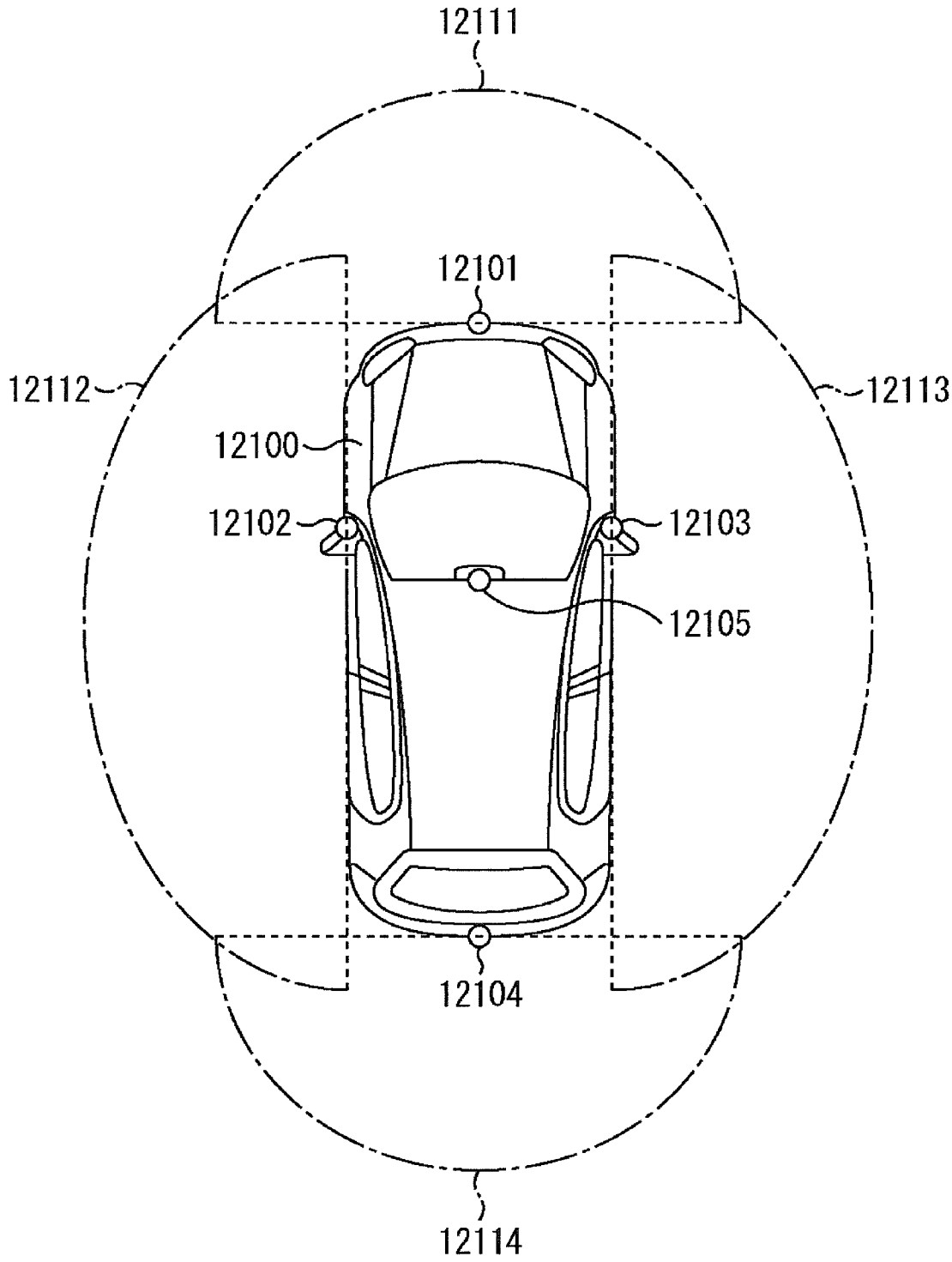
[図13]


11401
11402
11404
レンズユニット
撮像部
通信部
11403
11405
駆動部
カメラヘッド
制御部
カメラヘッド
11102
11400
11412
11411
画像処理部
通信部
11413
制御部
CCU
11201

[図14]


12000
12061
オーディオスピーカ
12062
表示部
12063
インストルメントパネル
12052
音声画像
出力部
12051
マイクロコンピュータ
12053
車載
ネットワークI/F
12050
統合制御ユニット
12001
通信ネットワーク
12040
車内情報
検出ユニット
12041
運転者状態
検出部
12030
車外情報
検出ユニット
撮像部
12031
12020
ボディ系
制御ユニット
12010
駆動系
制御ユニット

[図15]


12111
12101
12112
12113
12100
12102
12103
12105
12104
12114

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/019021

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. H01L31/107(2006.01)i, H01L31/10(2006.01)i, H01L27/146(2006.01)i, H04N5/369(2011.01)i
FI: H01L27/146A, H01L27/146D, H01L31/10B, H01L31/10H, 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)
Int.Cl. H01L31/107, H01L31/10, 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	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2019-114728 A (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORP.) 11 July 2019 (2019-07-11), paragraphs [0028], [0099]-[0108], [0133]-[0142], fig. 15-17, 21	1-10
Y	JP 2018-201005 A (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORP.) 20 December 2018 (2018-12-20), paragraphs [0021]-[0023], [0077]-[0097], [0374]-[0383], fig. 2, 12, 13, 64	1-10
Y	JP 2011-9749 A (RAYTHEON CO.) 13 January 2011 (2011-01-13), paragraphs [0012], [0013], fig. 2	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"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 July 2021	Date of mailing of the international search report 20 July 2021
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/019021

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2011/0024768 A1 (NORTHROP GRUMMAN SYSTEMS CORPORATION) 03 February 2011 (2011-02-03), paragraphs [0053], [0054], fig. 11, 12	1-10
Y	JP 2012-129250 A (PANASONIC CORPORATION) 05 July 2012 (2012-07-05), paragraphs [0023]-[0030], fig. 1	1-10
Y	JP 2001-135851 A (MINOLTA CO., LTD.) 18 May 2001 (2001-05-18), paragraph [0015], fig. 1	1-10
A	JP 2019-140132 A (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORP.) 22 August 2019 (2019-08-22), entire text, all drawings	1-10
A	JP 1-117370 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 10 May 1989 (1989-05-10), entire text, all drawings	1-10

JP 2019-114728 A	11 July 2019	WO 2019/131122 A1 CN 110291635 A
JP 2018-201005 A	20 December 2018	US 2019/0006399 A1 paragraphs [0087]-[0090], [0148]-[0169], [0455]-[0465], fig. 2, 12, 13, 64 WO 2018/074530 A1 EP 3387676 A1 CN 108475689 A KR 10-2019-0067127 A
JP 2011-9749 A	13 January 2011	US 2010/0327387 A1 paragraphs [0015], [0016], fig. 2 EP 2267795 A2 TW 201110390 A
US 2011/0024768 A1	03 February 2011	(Family: none)
JP 2012-129250 A	05 July 2012	(Family: none)
JP 2001-135851 A	18 May 2001	US 6936806 B1 column 4, lines 44-59, fig. 1
JP 2019-140132 A	22 August 2019	WO 2019/155875 A1 entire text, all drawings EP 3555919 A1 CN 110352492 A
JP 1-117370 A	10 May 1989	(Family: none)

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/019021

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01L 31/107(2006.01)i; H01L 31/10(2006.01)i; H01L 27/146(2006.01)i; H04N 5/369(2011.01)i
FI: H01L27/146 A; H01L27/146 D; H01L31/10 B; H01L31/10 H; 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））

H01L31/107; H01L31/10; 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

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2019-114728 A (ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社) 11.07.2019 (2019-07-11) ［００２８］，［００９９］－［０１０８］，［０１３３］－［０１４２］，図１５－１７，２１	1-10
Y	JP 2018-201005 A (ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社) 20.12.2018 (2018-12-20) ［００２１］－［００２３］，［００７７］－［００９７］，［０３７４］－［０３８３］，図２，１２，１３，６４	1-10
Y	JP 2011-9749 A (レイセオン カンパニー) 13.01.2011 (2011-01-13) ［００１２］，［００１３］，図２	1-10
Y	US 2011/0024768 A1 (NORTHROP GRUMMAN SYSTEMS CORPORATION) 03.02.2011 (2011-02-03) ［００５３］，［００５４］，図１１，１２	1-10
Y	JP 2012-129250 A (パナソニック株式会社) 05.07.2012 (2012-07-05) ［００２３］－［００３０］，図１	1-10

☑ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊ 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“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	国際調査報告の発送日
08.07.2021	20.07.2021

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
柴山　将隆 5F 3035

電話番号 03-3581-1101 内線 3559

C.　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2001-135851 A（ミノルタ株式会社）18.05.2001（2001－05－18） ［００１５］，図１	1-10
A	JP 2019-140132 A（ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社）22.08.2019（2019－08－22） 全文，全図	1-10
A	JP 1-117370 A（三洋電機株式会社）10.05.1989（1989－05－10） 全文，全図	1-10

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/JP2021/019021

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2019-114728 A	11.07.2019	WO 2019/131122 A1 CN 110291635 A	
JP 2018-201005 A	20.12.2018	US 2019/0006399 A1 [0087]-[0090], [0148]-[0169], [0455]-[0465], Figs.2, 12, 13, 64 WO 2018/074530 A1 EP 3387676 A1 CN 108475689 A KR 10-2019-0067127 A	
JP 2011-9749 A	13.01.2011	US 2010/0327387 A1 [0015], [0016], Fig.2 EP 2267795 A2 TW 201110390 A	
US 2011/0024768 A1	03.02.2011	（ファミリーなし）	
JP 2012-129250 A	05.07.2012	（ファミリーなし）	
JP 2001-135851 A	18.05.2001	US 6936806 B1 column 4 lines 44-59 , Fig.1	
JP 2019-140132 A	22.08.2019	WO 2019/155875 A1 全文，全図 EP 3555919 A1 CN 110352492 A	
JP 1-117370 A	10.05.1989	（ファミリーなし）	