

(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
2021年9月23日(23.09.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/187055 A1

(51) 国際特許分類:

H01L 31/10 (2006.01) *H04N 5/33* (2006.01)
H01L 27/144 (2006.01) *H04N 5/369* (2011.01)
H01L 27/146 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/007338

(22) 国際出願日: 2021年2月26日(26.02.2021)

(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 2020-046225 2020年3月17日(17.03.2020) 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).

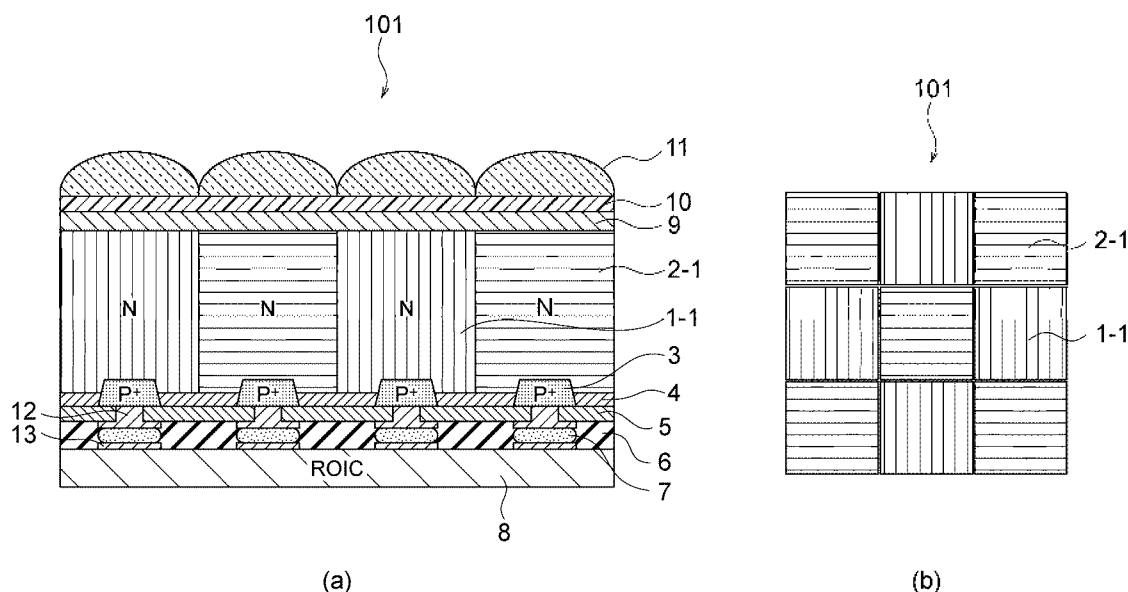
(72) 発明者: 金 政武 (JIN Zhengwu); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町4丁目14-1 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 渡 邊 薫 (WATANABE Kaoru); 〒1080014 東京都港区芝四丁目10番5号 ヒューリック田町ビル6階 薫風国際特許事務所 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,

(54) Title: SOLID-STATE IMAGING APPARATUS AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 発明の名称: 固体撮像装置及び電子機器



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a solid-state imaging apparatus in which solid-state imaging apparatus performance is further improved by expanding the sensitivity wavelength range (for example, expanding the sensitivity wavelength range in the infrared region), and to provide an electronic device mounted with the solid-state imaging apparatus. A solid-state imaging apparatus is provided that comprises at least a photoelectric conversion unit containing a first photosensitive film and a second photosensitive film, wherein the first photosensitive film comprises

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, 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))

a first material, the second photosensitive film comprises a second material, and the first material and second material are mutually different materials; an electronic device that is mounted with said solid-state imaging apparatus is also provided.

(57) 要約: 感度波長域拡大 (例えば、赤外領域における感度波長域拡大) による、固体撮像装置の性能の更なる向上を実現することができる固体撮像装置、及びその固体撮像装置が搭載された電子機器を提供すること。第1感光膜と第2感光膜とを含む光電変換部を、少なくとも備え、該第1感光膜が第1材料を有し、該第2感光膜が第2材料を有し、該第1材料と該第2材料とが互いに異なる材料である、固体撮像装置を提供し、その固体撮像装置が搭載された電子機器を提供する。

明 細 書

発明の名称： 固体撮像装置及び電子機器

技術分野

[0001] 本技術は、固体撮像装置及び電子機器に関する。

背景技術

[0002] 近年、可視光線の波長域以外の波長域の光に感度を有するイメージセンサに関する研究開発が盛んに行われている。例えば、特許文献1及び2では、赤外領域に感度を有するイメージセンサ（赤外線センサ）に関する技術が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2017／150167号

特許文献2：国際公開第2018／194030号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献1及び2で提案された技術では、感度波長域拡大（例えば、赤外領域における感度波長域拡大）による固体撮像装置の性能の更なる向上を図ることができないおそれがある。

[0005] そこで、本技術は、このような状況に鑑みてなされたものであり、感度波長域拡大（例えば、赤外領域における感度波長域拡大）による、固体撮像装置の性能の更なる向上を実現することができる固体撮像装置、及びその固体撮像装置が搭載された電子機器を提供することを主目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明者は、上述の目的を解決するために鋭意研究を行った結果、固体撮像装置の性能の更なる向上に成功し、本技術を完成するに至った。

[0007] すなわち、本技術では、第1感光膜と第2感光膜とを含む光電変換部を、少なくとも備え、

該第 1 感光膜が第 1 材料を有し、
該第 2 感光膜が第 2 材料を有し、
該第 1 材料と該第 2 材料とが互いに異なる材料である、固体撮像装置を提供する。

[0008] 本技術に係る固体撮像装置において、
前記第 1 材料のバンドギャップと前記第 2 材料のバンドギャップとが互いに異なっていてよい。

[0009] 本技術に係る固体撮像装置において、
前記光電変換部が、可視光線の波長域、近赤外線の波長域、短波近赤外線の波長域及び中赤外線の波長域に感度を有してよい。

[0010] 本技術に係る固体撮像装置において、
前記第 1 感光膜が、少なくとも、可視光線の波長域、近赤外線の波長域及び短波近赤外線の波長域に感度を有してよく、
前記第 2 感光膜が、少なくとも、中赤外線の波長域に感度を有してよい。

[0011] 本技術に係る固体撮像装置において、
前記第 1 材料が化合物半導体を含んでよく、
前記第 2 材料がⅢⅤ族元素の混晶を含んでよい。

[0012] 本技術に係る固体撮像装置において、
前記第 1 材料が、 $\text{InGa}_{1-x}\text{As}_x$ ($0 < x < 1$) を含んでよく、
前記第 2 材料が、 $\text{Ge}_{1-y}\text{Sn}_y$ ($0 < y < 1$) を含んでよい。

[0013] 本技術に係る固体撮像装置において、
前記第 1 材料の格子定数は、前記第 2 材料の格子定数より小さくてよい。

[0014] 本技術に係る固体撮像装置において、
前記第 1 感光膜及び／又は前記第 2 感光膜に応力がかけられることによって、前記第 1 感光膜及び／又は前記第 2 感光膜のカットオフ波長がシフトしてよい。

[0015] 本技術に係る固体撮像装置において、
光入射側からの平面視で、前記第 1 感光膜と前記第 2 感光膜とが交互に配

されていてよい。

- [0016] 本技術に係る固体撮像装置において、
光入射側からの平面視で、前記第1感光膜と前記第2感光膜とが市松状に配されていてよい。
- [0017] 本技術に係る固体撮像装置において、
前記第1感光膜と前記第2感光膜とが積層されていてよい。
- [0018] 本技術に係る固体撮像装置において、
前記第1感光膜が、前記第2感光膜に覆われるように埋め込められて形成されていてよい。
- [0019] 本技術に係る固体撮像装置において、
前記光電変換部が、紫外線の波長域、可視光線の波長域、近赤外線の波長域、短波近赤外線の波長域及び中赤外線の波長域に感度を有してよい。
- [0020] 本技術に係る固体撮像装置において、
前記第1感光膜が、少なくとも、紫外線の波長域、可視光線の波長域、近赤外線の波長域及び短波近赤外線の波長域に感度を有してよく、
前記第2感光膜が、少なくとも、中赤外線の波長域に感度を有してよい。
- [0021] 本技術に係る固体撮像装置が、基板と、キャップ層とを更に備えてよく、
この場合、
該基板と、前記光電変換部と、該キャップ層とがこの順で配されてよく、
該基板が第3材料を有してよく、
該キャップ層が第4材料を有してよい。
- [0022] 本技術に係る固体撮像装置において、
前記第3材料のバンドギャップが、前記第1材料のバンドギャップ及び前記第2材料のバンドギャップより大きくてよく、
前記第4材料のバンドギャップが、前記第1材料のバンドギャップ及び前記第2材料のバンドギャップより大きくてよい。
- [0023] 本技術に係る固体撮像装置において、
前記第4材料が、 $\text{InGa}_{1-x}\text{As}_x$ ($0 < x < 1$) 又は InP を含んでよ

い。

- [0024] 本技術に係る固体撮像装置において、
前記第3材料と前記第4材料とが、同一の材料でもよい。
- [0025] 本技術に係る固体撮像装置において、
前記第3材料と前記第4材料とが互いに異なる材料でもよい。
- [0026] 本技術に係る固体撮像装置において、
前記第3材料が、前記第1材料及び前記第2材料に対して異なる材料でもよい。
- [0027] 本技術に係る固体撮像装置において、
前記第3材料と、前記第1材料及び／又は前記第2材料とが、同一の材料でもよい。
- [0028] また、本技術では、本技術に係る固体撮像装置が搭載された、電子機器を提供する。
- [0029] 本技術によれば、感度波長域拡大（例えば、赤外領域における感度波長域拡大、紫外領域における感度波長域拡大等）による、固体撮像装置の性能の更なる向上を実現することができる。なお、ここに記載された効果は、必ずしも限定されるものではなく、本開示中に記載されたいずれかの効果であってもよい。

図面の簡単な説明

- [0030] [図1]本技術を適用した第1の実施形態の固体撮像装置の構成例を示す図である。
- [図2]本技術を適用した第2の実施形態の固体撮像装置の構成例を示す図である。
- [図3]本技術を適用した第3の実施形態の固体撮像装置の構成例を示す図である。
- [図4]本技術を適用した第4の実施形態の固体撮像装置の構成例を示す図である。
- [図5]本技術を適用した第5の実施形態の固体撮像装置の構成例を示す図であ

る。

[図6]本技術を適用した固体撮像装置の構造変形を説明するための図である。

[図7]本技術を適用した固体撮像装置の製造方法を説明するための図である。

[図8]本技術を適用した第6の実施形態の固体撮像装置が有する画素分離構造の例を示す図である。

[図9]本技術を適用した第7の実施形態の固体撮像装置が有する画素分離構造の例を示す図である。

[図10]本技術を適用した第8の実施形態の固体撮像装置の構成例を示す図である。

[図11]本技術を適用した固体撮像装置が有する画素分離構造による第2感光膜への圧縮応力を説明するための図である。

[図12]本技術を適用した固体撮像装置が有する画素分離構造による第2感光膜への引張り応力を説明するための図である。

[図13]本技術を適用した第9の実施形態の固体撮像装置の構成例を示す図である。

[図14]本技術を適用した第10の実施形態の固体撮像装置の構成例を示す図である。

[図15]本技術を適用した第11の実施形態の固体撮像装置の構成例を示す図である。

[図16]本技術を適用した第12の実施形態の固体撮像装置の概略構成を示す平面図である。

[図17]本技術を適用した第12の実施形態の固体撮像装置の概略構成を示す断面図である。

[図18]本技術を適用した第13の実施形態の固体撮像装置の画素構造を示す断面図である。

[図19]本技術を適用した実施形態の固体撮像装置が有する第1感光膜が含む第1材料及び第2感光膜が含む第2材料の具体例を説明するための図である。

[図20]本技術を適用した実施形態の固体撮像装置が有する第1感光膜が含む第1材料及び第2感光膜が含む第2材料の具体例を説明するための図である。

[図21]本技術を適用した固体撮像装置が有する第1感光膜が含む第1材料及び第2感光膜が含む第2材料の具体例を説明するための図である。

[図22]本技術を適用した固体撮像装置が有する第1感光膜が含む第1材料及び第2感光膜が含む第2材料の具体例を説明するための図である。

[図23]本技術を適用した固体撮像装置が有する第1感光膜が含む第1材料及び第2感光膜が含む第2材料の具体例を説明するための図である。

[図24]本技術を適用した固体撮像装置が有する第1感光膜が含む第1材料及び第2感光膜が含む第2材料の具体例を説明するための図である。

[図25]本技術を適用した第1～第13の実施形態の固体撮像装置の使用例を示す図である。

[図26]本技術を適用した第14の実施形態に係る電子機器の一例の機能ブロック図である。

[図27]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28]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29]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30]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

[0031] 以下、本技術を実施するための好適な形態について説明する。以下に説明する実施形態は、本技術の代表的な実施形態の一例を示したものであり、これにより本技術の範囲が狭く解釈されることはない。なお、特に断りがない限り、図面において、「上」とは図中の上方向又は上側を意味し、「下」とは、図中の下方向又は下側を意味し、「左」とは図中の左方向又は左側を意味し、「右」とは図中の右方向又は右側を意味する。また、図面については、同一又は同等の要素又は部材には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

[0032] 説明は以下の順序で行う。

1. 本技術の概要
2. 第1の実施形態（固体撮像装置の例1）
3. 第2の実施形態（固体撮像装置の例2）
4. 第3の実施形態（固体撮像装置の例3）
5. 第4の実施形態（固体撮像装置の例4）
6. 第5の実施形態（固体撮像装置の例5）
7. 第6の実施形態（固体撮像装置の例6）
8. 第7の実施形態（固体撮像装置の例7）
9. 第8の実施形態（固体撮像装置の例8）
10. 第9の実施形態（固体撮像装置の例9）
11. 第10の実施形態（固体撮像装置の例10）
12. 第11の実施形態（固体撮像装置の例11）
13. 第12の実施形態（固体撮像装置の例12）
14. 第13の実施形態（固体撮像装置の例13）
15. 第14の実施形態（電子機器の例）
16. 本技術を適用した固体撮像装置の使用例
17. 内視鏡手術システムへの応用例
18. 移動体への応用例

[0033] <1. 本技術の概要>

まず、本技術の概要について説明をする。

[0034] 本技術に係る固体撮像装置は、バンドギャップの異なる複数の感光膜を用いて、異なる波長域帯を感知し、マルチバンドセンサを製造することができる。本技術に係る固体撮像装置は、例えば、可視光線の波長域、近赤外線の波長域、短波近赤外線の波長域及び中赤外線の波長域（例えば、 $0.40\mu\text{m} \sim \leq 5.00\mu\text{m}$ （Visible+NIR+SWIR+MWIR）の波長域）に感度を有してよい。また、本技術に係る固体撮像装置は、例えば、可視光線の波長域、近赤外線の波長域、短波近赤外線の波長域及び中赤外線の

波長域（例えば、 $0.40\mu\text{m} \sim \leq 5.00\mu\text{m}$ （Visible+NIR+SWIR+MWIR）の波長域）に感度を有して、さらに、紫外線の波長域（例えば、 $\leq 0.4\mu\text{m}$ （UV））に感度を有してもよい。すなわち、本技術に係る固体撮像装置は、（UV+Visible+NIR+SWIR+MWIR）の波長域に感度を有するマルチバンドセンサでもよい。

[0035] ここで、可視光線の波長域（Visible）は、 $0.4\mu\text{m} \sim 0.76\mu\text{m}$ （バンドギャップ： $3.1\text{eV} \sim 1.63\text{eV}$ ）で定義づけてよく、近赤外線（NIR）は、 $0.76\mu\text{m} \sim 0.90\mu\text{m}$ （バンドギャップ： $1.63\text{eV} \sim 1.38\text{eV}$ ）で定義づけてよく、短波近赤外線の波長域（SWIR）は、 $0.90\mu\text{m} \sim 2.50\mu\text{m}$ （バンドギャップ： $1.38\text{eV} \sim 0.5\text{eV}$ ）で定義づけてよく、中赤外線の波長域（MWIR）は、 $2.50\mu\text{m} \sim 5.00\mu\text{m}$ （バンドギャップ： $0.5\text{eV} \sim 0.25\text{eV}$ ）で定義づけてよい。

[0036] また、本技術に係る固体撮像装置は、ストレス（応力）により吸収端を移動させて、感度波長を長波長側及び／又は短波長側（例えば長波長域における短波長側）にシフトさせることができる。

[0037] 以下、本技術を実施するための好適な形態について図面を参照しながら詳細に説明する。以下に説明する実施形態は、本技術の代表的な実施形態の一例を示したものであり、これにより本技術の範囲が狭く解釈されることはない。

[0038] <2. 第1の実施形態（固体撮像装置の例1）>

本技術に係る第1の実施形態（固体撮像装置の例1）の固体撮像装置について、図1、図6～図7及び図19～図24を用いて説明をする。

[0039] まず、図1を用いて説明をする。図1（a）は、本技術に係る第1の実施形態の固体撮像装置101の断面図であり、図1（b）は、本技術に係る第1の実施形態の固体撮像装置101の光入射側から見た平面図である。

[0040] 固体撮像装置101は、光入射側である上側（図1中の上側）から順に、オンチップレンズ11と、反射防止膜10と、基板9と、第1感光膜1-1

及び第2感光膜2-1とから構成される光電変換部と、P型ドープ領域3及びキャップ層4と、パッシベーション層5と、絶縁膜6と、読出回路基板8（すなわち、ROIC（Read out integrated circuit）である。以下同じ。）と、を少なくとも備える。

[0041] P型ドープ領域3は、画素電極を構成する高濃度のP型層を有し、画素毎に形成されている。P型ドープ領域3は、第1感光膜1-1及び第2感光膜2-1で発生した信号電荷を画素毎に読み出す。P型ドープ領域3の間には、P型ドープ領域3と略同一層（略同一レイヤ）でキャップ層4が形成されている。そして、パッシベーション層5及び絶縁層6を貫通するように、接続電極12及び13とバンプ電極7（Cu-Cu接合）が形成されている。接続電極12及び13とバンプ電極7（Cu-Cu接合）とは、P型ドープ領域3（画素電極）と、読出回路基板8とを電氣的に接続する。

[0042] 基板9はN型層から構成され、第1感光膜1-1及び第2感光膜2-1で生成された電荷の逆流を防止するバリア層として機能する。

[0043] 図1（a）に示されるように、第1感光膜1-1及び第2感光膜2-1のそれぞれは、画素毎（P型ドープ領域3毎）に、左右方向（図1（a）中の左右方向）に交互に形成され、光入射側からの平面視（図1（b））では、第1感光膜1-1及び第2感光膜2-1は市松状（上下左右方向に交互に）形成されている。第1感光膜1-1が有する第1材料のバンドギャップと第2材料のバンドギャップとは異なり、例えば、第1材料のバンドギャップが、第2材料のバンドギャップより大きい。

[0044] 次に、図6を用いて説明をする。図6中の図6（a）は、本技術に係る第1の実施形態の固体撮像装置101の構造変形を説明するための図である。図6中の図6（b）及び図6（c）は、本技術に係る第1の実施形態以外の実施形態の固体撮像装置の構造変形を説明するための図であるが、便宜上、ここで説明をする。

[0045] 図6（a）に示されるように、第1感光膜1-6aから、第2感光膜2-6aは矢印P6a-1～P6a-8に示されるように、圧縮応力を受ける。

第2感光膜2-6aは、圧縮応力を受けて、カットオフ波長を、より長波長側（例えば、中赤外線の波長域（MWIR））にシフトさせることができる。

[0046] 図6（b）に示されるように、第2感光膜2-6bは矢印P6b-1～P6b-4に示されるように、圧縮応力を受ける。第2感光膜2-6bは、圧縮応力を受けて、カットオフ波長を、より長波長側（例えば、中赤外線の波長域（MWIR））にシフトさせることができる。

[0047] 図6（c）に示されるように、第1感光膜1-6cから、第2感光膜2-6cは、矢印P6c-1～P6c-8に示されるように、第2感光膜2-6cの側壁が、第1感光膜1-6cから圧縮応力を受け、矢印P6c-9～P6c-12に示されるように、第2感光膜2-6cの上面及び下面（図6（c）の紙面の手前側と奥側の面）が、第1感光膜1-6cから圧縮応力を受ける。第2感光膜2-6cは、圧縮応力を受けて、カットオフ波長を、より長波長側（例えば、中赤外線の波長域（MWIR））にシフトさせることができる。

[0048] 図7は、本技術に係る第1の実施形態の固体撮像装置101の製造方法を説明するための図である。

[0049] 図7（a）に示されるように、基板9上に、第1感光膜1-7aをエピタキシャル成長させる。図7（a）では、第1感光膜の成膜温度が第2感光膜の成膜温度が高いと仮定して、先に、第1感光膜をエピタキシャル成長させるが、第2感光膜の成膜温度が第1感光膜の成膜温度が高い場合は、先に、第2感光膜をエピタキシャル成長させることができる。

[0050] 図7（b）に示されるように、第1感光膜1-7bをエッチングして、第2感光膜を埋め込むための選択エピタキシャル成長をさせる領域を作製する。

[0051] 図7（c）に示されるように、第2感光膜2-7cを、埋め込み選択エピタキシャルで成長させて、第1感光膜1-7cと第2感光膜2-7cとを左右（図7（c）中の左右方向）に交互に、例えば画素毎に形成させ、その後

、CMPなどで平坦面を出して、次の工程につなげる。

[0052] 図7(d)に示されるように、光入射側から見た平面レイアウトで、第1感光膜1-7dと第2感光膜2-7dとが市松状に配置される構造となる。

[0053] なお、以上の固体撮像装置101の製造方法は、特に技術的な矛盾がない限り、後述する本技術に係る第2～第13の実施形態の固体撮像装置の製造方法に適用することができる。

[0054] 図19は、本技術を適用した実施形態の固体撮像装置が有する第1感光膜が含む第1材料及び第2感光膜が含む第2材料の具体例を説明するための図であり、具体的には、本技術に係る第1の実施形態の固体撮像装置101が有する第1感光膜1-1が含む第1材料及び第2感光膜1-2が含む第2材料の具体例を説明するための図である。なお、図19における説明は、後述する、本技術に係る第2～第13の実施形態の固体撮像装置に、特に技術的な矛盾がない限り適用され得る。

[0055] 図19(a)は、ⅢⅤ族半導体のバンド構造の評価と制御を示すグラフであり、図19(a)の縦軸は、直接遷移ギャップ(E_g (eV))であり、図19(a)の横軸はスズ(Sn)の組成(%)を示す。図19(b)の表は、 InP 、 $\text{InGa}_{0.47}\text{As}_{0.53}$ 、 $\text{Ge}_{0.75}\text{Sn}_{0.25}$ 及び $\text{Ge}_{0.85}\text{Sn}_{0.15}$ の格子定数(A)及び InP 基板に対する格子ミスマッチを示す。

[0056] 図19に示されるデータを根拠とすると、固体撮像装置101の目標感度波長領域は、 $0.40\mu\text{m} \sim \leq 5.00\mu\text{m}$ (Visible+NIR+SWIR+MWIR)であり、バンドギャップは、 $3.1\text{eV} \sim 0.25\text{eV}$ であり、主な材料選択肢は以下のとおりとなる。

[0057] 第1感光膜1-1を構成する第1材料は、 $\text{InGa}_{1-x}\text{As}_x$ (例えば、 $x=0.53$)であり、波長 $0.4 \sim 1.7\mu\text{m}$ (バンドギャップ $3.1\text{eV} \sim 0.73\text{eV}$)に対応する。第2感光膜2-1を構成する第2材料は、 $\text{Ge}_{1-y}\text{Sn}_y$ (例えば、 $y=0.15 \sim 0.25$)であり、基板9を構成する第3材料は、 InP 、 $\text{InGa}_{1-x}\text{As}_x$ (例えば、 $x=0.53$)であり、キャップ層4を構成する第4材料は、 InP 、 $\text{InGa}_{1-x}\text{As}_x$ (例えば、 $x=0.$

53)である。特記すべきことは、 InP 上にエピタキシャル成長した $\text{Ge}_{1-y}\text{Sn}_y$ ($0.15 \leq y \leq 0.25$)は直接遷移半導体であり、間接遷移半導体状態より光電変換効率が高いので、光電変換部（光電変換膜）としては最適な材料になる。

[0058] 第1材料（第1感光膜1-1）と第2材料（第2感光膜2-1）の x 値及び y 値を変更することによって、カットオフ波長を、所定の一定の範囲（ $\leq 5.00 \mu\text{m}$ ）に変更でき、キャップ層4と、基板9と、第1感光膜1-1と、第2感光膜2-1との組成の組み合わせで、エピタキシャル成長の結晶性を高め、より欠陥の少ない固体撮像装置（センサ）を作製することができる。

[0059] 図20は、本技術を適用した実施形態の固体撮像装置が有する第1感光膜が含む第1材料及び第2感光膜が含む第2材料の具体例を説明するための図であり、具体的には、本技術に係る第1の実施形態の固体撮像装置101が有する第1感光膜1-1が含む第1材料及び第2感光膜1-2が含む第2材料の具体例を説明するための図である。なお、図20における説明は、後述する、本技術に係る第2～第13の実施形態の固体撮像装置に、特に技術的な矛盾がない限り適用され得る。

[0060] 図20のグラフでは、縦軸は、Direct Bandgap Energy（直接遷移ギャップ）（eV）であり、横軸はCubic Lattice Parameter（立方格子パラメータ）（nm）を示す。図20に示される a_0 は InP の格子定数であり、 $a_1 (= a_0 \times (100 + 1) \%)$ は、 a_0 に対する格子ミスマッチが+1%の値であることを示し、 $a_2 (= a_0 \times (100 - 1) \%)$ は、 a_0 に対する格子ミスマッチが-1%の値であることを示す。

[0061] 図20に示されるデータを根拠とすると、固体撮像装置101の目標感度波長領域は、 $0.40 \mu\text{m} \sim \geq 3.00 \mu\text{m}$ （Visible+NIR+SWIR+MWIR）であり、バンドギャップは、 $3.1 \text{ eV} \sim 0.4 \text{ eV}$ であり、主な材料選択肢は以下のとおりとなる。

[0062] 第1感光膜1-1を構成する第1材料は、 $\text{InGa}_{1-x}\text{As}_x$ （例えば、 $x=0.53$ ）であり、第2感光膜2-1を構成する第2材料は、図20に示されるGeSn線-CGe線-a1-a2-b2-b3で囲む範囲の組成を有する化合物になり、基板9を構成する第3材料は、 InP 、 $\text{InGa}_{1-x}\text{As}_x$ （例えば、 $x=0.53$ ）であり、キャップ層4を構成する第4材料は、 InP 、 $\text{InGa}_{1-x}\text{As}_x$ （例えば、 $x=0.53$ ）である。

[0063] 第1材料（第1感光膜1-1）と第2材料（第2感光膜2-1）の組成を変更することによって、カットオフ波長を、所定の一定の範囲（ $3\mu\text{m}$ 前後）に変更でき、キャップ層4と、基板9と、第1感光膜1-1と、第2感光膜2-1との組成の組み合わせで、エピタキシャル成長の結晶性を高め、より欠陥の少ない固体撮像装置（センサ）を作製することができる。

[0064] 図21は、本技術を適用した実施形態の固体撮像装置が有する第1感光膜が含む第1材料及び第2感光膜が含む第2材料の具体例を説明するための図であり、具体的には、本技術に係る第1の実施形態の固体撮像装置101が有する第1感光膜1-1が含む第1材料及び第2感光膜1-2が含む第2材料の具体例を説明するための図である。なお、図21における説明は、後述する、本技術に係る第2～第13の実施形態の固体撮像装置に、特に技術的な矛盾がない限り適用され得る。

[0065] 図21のグラフの縦軸は、Absorption Coefficient (α)（吸収係数）(cm^{-1})であり、横軸は、波長(μm)である。

[0066] 図21に示される参照符号Re1は、圧縮応力がかけられていない(Relaxed) $\text{Ge}_{0.96}\text{Sn}_{0.04}$ を示し、参照符号St1は、圧縮応力がかけられている(Strained Tfm=200nm) $\text{Ge}_{0.96}\text{Sn}_{0.04}$ を示し、参照符号St2は、圧縮応力がかけられている(Strained Tfm=100nm) $\text{Ge}_{0.96}\text{Sn}_{0.04}$ を示す。

[0067] 参照符号Re11は、圧縮応力がかけられていない(Relaxed) $\text{Ge}_{0.92}\text{Sn}_{0.08}$ を示し、参照符号St11は、圧縮応力がかけられている(Strained Tfm=200nm) $\text{Ge}_{0.92}\text{Sn}_{0.08}$ を示し、参照符

号 S t 1 2 は、圧縮応力がかけられている (S t r a i n e d T f m = 1 0 0 n m) G e _{0.92} S n _{0.08} を示す。

[0068] 参照符号 R e 1 1 1 は、圧縮応力がかけられていない (R e l a x e d) G e _{0.90} S n _{0.10} を示し、参照符号 S t 1 1 1 は、圧縮応力がかけられている (S t r a i n e d T f m = 2 0 0 n m) G e _{0.90} S n _{0.10} を示し、参照符号 S t 1 1 2 は、圧縮応力がかけられている (S t r a i n e d T f m = 1 0 0 n m) G e _{0.90} S n _{0.10} を示す。

[0069] 図 2 1 のデータを根拠とすると、G e _{1-y} S n _y のカットオフ波長は、受ける圧縮応力が大きくなるに連れて、長波長側にシフトすることが確認できる。G e _{1-y} S n _y の周囲部に、G e _{1-y} S n _y の格子定数より小さい格子定数（後述する図 2 2 を参照。）を有する材料（膜）を配置すれば、G e _{1-y} S n _y が圧縮応力を受けることになる。

[0070] 図 2 2 は、本技術を適用した実施形態の固体撮像装置が有する第 1 感光膜が含む第 1 材料及び第 2 感光膜が含む第 2 材料の具体例を説明するための図であり、具体的には、本技術に係る第 1 の実施形態の固体撮像装置 1 0 1 が有する第 1 感光膜 1 - 1 が含む第 1 材料及び第 2 感光膜 1 - 2 が含む第 2 材料の具体例を説明するための表である。なお、図 2 2 における説明は、後述する、本技術に係る第 2 ~ 第 1 3 の実施形態の固体撮像装置に、特に技術的な矛盾がない限り適用され得る。

[0071] 図 2 2 の表は、I n P、I n G a _{0.70} A s _{0.30}、I n G a _{0.60} A s _{0.40}、I n G a _{0.47} A s _{0.53}、G e _{0.90} S n _{0.10}、G e _{0.85} S n _{0.15} 及び G e _{0.75} S n _{0.25} の格子定数 (A) を示す。

[0072] I n G a _{1-x} A s _x の格子定数計算式は以下のとおりである。

$$\begin{aligned} \text{I n G a}_{1-x} \text{A s}_x \text{ の格子定数} &= \text{G a A s 格子定数} \times (1 - y) + \text{I n A s 格子定数} \times (y) \\ &= 5.653 \times (1 - y) + 6.058 \times (y) 。 \end{aligned}$$

[0073] G e _{1-y} S n _y の格子定数計算式は以下のとおりである。

$$\text{G e}_{1-y} \text{S n}_y \text{ の格子定数} = \text{G e 格子定数} \times (1 - y) + \text{S n 格子定数} \times ($$

y)

$$= 5.658 \times (1 - y) + 6.489 \times (y)。$$

[0074] 図23及び図24は、本技術を適用した実施形態の固体撮像装置が有する第1感光膜が含む第1材料及び第2感光膜が含む第2材料の具体例を説明するための図であり、具体的には、本技術に係る第1の実施形態の固体撮像装置101が有する第1感光膜1-1が含む第1材料及び第2感光膜1-2が含む第2材料の具体例を説明するための図である。なお、図23及び図24における説明は、後述する、本技術に係る第2～第13の実施形態の固体撮像装置に、特に技術的な矛盾がない限り適用され得る。

[0075] 図23のグラフでは、縦軸は、Band gap Energy (バンドギャップエネルギー) (eV) であり、横軸はLattice Constant (格子定数) (nm) を示す。図24のグラフは、縦軸は、Detectivity (検出感度) (D^*) ($\text{cm}^2 \cdot \text{Hz}^{1/2} \cdot \text{W}^{-1}$) であり、横軸はWavelength (μm) を示す。

[0076] 図23及び図24に示されるデータを根拠とすると、固体撮像装置101の目標感度波長領域は、 $0.40 \mu\text{m} \sim \leq 5.00 \mu\text{m}$ (Visible + NIR + SWIR + MWIR) であり、バンドギャップは、 $3.1 \text{ eV} \sim 0.25 \text{ eV}$ であり、主な材料選択肢は以下のとおりとなる。図23に示される a_0 はInPの格子定数であり、 $a_1 (= a_0 \times (100 + 1) \%)$ は、 a_0 に対する格子ミスマッチが+1%の値であることを示し、 $a_2 (= a_0 \times (100 - 1) \%)$ は、 a_0 に対する格子ミスマッチが-1%の値であることを示す。図23に示されるQ22はInPの格子定数とエピタキシャル的にマッチングする格子定数の変動範囲を示す。

[0077] 第1感光膜1-1を構成する第1材料は、 $\text{InGa}_{1-x}\text{As}_x$ (例えば、 $x = 0.53$) であり、第2感光膜2-1を構成する第2材料は、 $\text{Ge}_{1-y_1}\text{Sn}_{y_1}$ (例えば、 $y_1 = 0.2 \sim 0.25$) である。

[0078] 基板9を構成する第3材料及びキャップ層4を構成する第4材料は、 MgSe 、 $\text{Mg}_{1-n}\text{Zn}_n\text{Se}$ 、 $\text{ZnSe}_{1-p}\text{Te}_p$ 、 CdS 、 InP 、 Zn_{1-m}C

$d_m \text{Se}$ 、 $\text{Al}_{1-Q} \text{In}_Q \text{As}$ 、 $\text{As}_{1-t} \text{Sb}_t \text{Ga}$ 、 $\text{InGa}_{1-x} \text{As}_x$ （例えば、 $x=0.53$ ）である。 x 、 m 、 Q 、 t 、 n 、 P の値は、格子定数が InP と一定の範囲の Q とでマッチングするように調整し、 m 、 Q 、 t 、 n 、 P の値は、格子定数が、 $\text{InGa}_{1-x} \text{As}_x$ （例えば、 $x=0.53$ ）と一定の範囲でマッチングするように調整する。バンドギャップが InP より高い基板（キャップ層）であれば、現状より大きい暗電流抑制効果が期待される。

[0079] 以上、本技術に係る第1の実施形態（固体撮像装置の例1）の固体撮像装置について説明した内容は、特に技術的な矛盾がない限り、後述する本技術に係る第2～第13の実施形態の固体撮像装置に適用することができる。

[0080] <3. 第2の実施形態（固体撮像装置の例2）>

本技術に係る第2の実施形態（固体撮像装置の例2）の固体撮像装置について、図2を用いて説明をする。

[0081] 図2は、本技術に係る第2の実施形態の固体撮像装置102の断面図である。

[0082] 固体撮像装置102は、光入射側である上側（図2中の上側）から順に、オンチップレンズ11と、反射防止膜10と、基板9-2と、第2感光膜2-2から構成される光電変換部と、P型ドープ領域3及びキャップ層4と、パッシベーション層5と、絶縁膜6と、読出回路基板8と、を少なくとも備える。

[0083] P型ドープ領域3は、画素電極を構成する高濃度のP型層を有し、画素毎に形成されている。P型ドープ領域3は、第2感光膜2-2で発生した信号電荷を画素毎に読み出す。P型ドープ領域3の間には、P型ドープ領域3と略同一層（略同一レイヤ）でキャップ層4が形成されている。そして、パッシベーション層5及び絶縁層6を貫通するように、接続電極12及び13とバンプ電極7（Cu-Cu接合）が形成されている。接続電極12及び13とバンプ電極7（Cu-Cu接合）とは、P型ドープ領域3（画素電極）と、読出回路基板8とを電氣的に接続する。

[0084] 基板 9-2 は N 型層から構成され、第 2 感光膜 2-2 で生成された電荷の逆流を防止するバリア層として機能し、さらに、第 1 感光膜の役割を果たす。すなわち、基板 9-2 で発生した信号電荷は、P 型ドープ領域 3 によって読み出される。基板 9-2 が $\text{InGa}_{1-x}\text{As}_x$ であるとき、「x」の値で、カットオフ波長や結晶性を所定の範囲で調整することができる。また、固体撮像装置 102 は、第 1 感光膜を用いないので、第 2 感光膜 2-2 の製造プロセスがより簡単になる。

[0085] なお、図 23 に示されるバンドギャップの値によれば、第 1 感光膜の役割を果たす基板 9-2 の材料を MgSe や $\text{Mg}_{1-n}\text{Zn}_n\text{Se}$ （格子定数が、図 23 に示される Q22 の範囲内で変動するように n 値を調整）にすることで、感度波長領域を更に $\leq 0.40\mu\text{m}$ の紫外線の波長域にシフトさせ、（UV + Visible + NIR + SWIR + MWIR）のマルチバンドセンサが実現できる。

[0086] 以上、本技術に係る第 2 の実施形態（固体撮像装置の例 2）の固体撮像装置について説明した内容は、特に技術的な矛盾がない限り、前述した本技術に係る第 1 の実施形態の固体撮像装置及び後述する本技術に係る第 3～第 13 の実施形態の固体撮像装置に適用することができる。

[0087] <4. 第 3 の実施形態（固体撮像装置の例 3）>

本技術に係る第 3 の実施形態（固体撮像装置の例 3）の固体撮像装置について、図 3 を用いて説明をする。

[0088] 図 3 は、本技術に係る第 3 の実施形態の固体撮像装置 103 の断面図である。

[0089] 固体撮像装置 103 は、光入射側である上側（図 3 中の上側）から順に、オンチップレンズ 11 と、反射防止膜 10 と、基板 9 と、第 2 感光膜 2-3 から構成される光電変換部と、P 型ドープ領域 3 及びキャップ層 4 と、パッシベーション層 5 と、絶縁膜 6 と、読出回路基板 8 と、を少なくとも備える。

[0090] P 型ドープ領域 3 は、画素電極を構成する高濃度の P 型層を有し、画素毎

に形成されている。P型ドープ領域3は、第2感光膜2-3で発生した信号電荷を画素毎に読み出す。P型ドープ領域3の間には、P型ドープ領域3と略同一層（略同一レイヤ）でキャップ層4が形成されている。そして、パッシベーション層5及び絶縁層6を貫通するように、接続電極12及び13とバンプ電極7（Cu-Cu接合）が形成されている。接続電極12及び13とバンプ電極7（Cu-Cu接合）とは、P型ドープ領域3（画素電極）と、読出回路基板8とを電氣的に接続する。

[0091] 基板9はN型層から構成され、第2感光膜2-3で生成された電荷の逆流を防止するバリア層として機能する。基板9が $\text{InGa}_{1-x}\text{As}_x$ を含むとき、「x」の値で、カットオフ波長や結晶性を所定の範囲で調整することができる。また、固体撮像装置103は、第1感光膜を用いないので、第2感光膜2-3の製造プロセスがより簡単になる。

[0092] 以上、本技術に係る第3の実施形態（固体撮像装置の例3）の固体撮像装置について説明した内容は、特に技術的な矛盾がない限り、前述した本技術に係る第1～第2の実施形態の固体撮像装置及び後述する本技術に係る第4～第13の実施形態の固体撮像装置に適用することができる。

[0093] <5. 第4の実施形態（固体撮像装置の例4）>

本技術に係る第4の実施形態（固体撮像装置の例4）の固体撮像装置について、図4を用いて説明をする。

[0094] 図4は、本技術に係る第4の実施形態の固体撮像装置104の断面図である。

[0095] 固体撮像装置104は、光入射側である上側（図4中の上側）から順に、オンチップレンズ11と、反射防止膜10と、基板9と、第1感光膜1-4と第2感光膜2-4とから構成される光電変換部と、P型ドープ領域3及びキャップ層4と、パッシベーション層5と、絶縁膜6と、読出回路基板8と、を少なくとも備える。

[0096] P型ドープ領域3は、画素電極を構成する高濃度のP型層を有し、画素毎に形成されている。P型ドープ領域3は、第1感光膜1-4及び第2感光膜

2-4で発生した信号電荷を画素毎に読み出す。P型ドープ領域3の間には、P型ドープ領域3と略同一層（略同一レイヤ）でキャップ層4が形成されている。そして、パッシベーション層5及び絶縁層6を貫通するように、接続電極12及び13とバンプ電極7（Cu-Cu接合）が形成されている。接続電極12及び13とバンプ電極7（Cu-Cu接合）とは、P型ドープ領域3（画素電極）と、読出回路基板8とを電氣的に接続する。

[0097] 基板9はN型層から構成され、第1感光膜1-4及び第2感光膜2-4で生成された電荷の逆流を防止するバリア層として機能する。

[0098] 図4に示されるように、第1感光膜1-4と、第2感光膜2-4とは積層され、より詳しくは、光入射側の上側から、第2感光膜2-4と第1感光膜1-4とが交互に2回繰り返されて、最後（キャップ層4側）に、第2感光膜2-4が積層されている。なお、交互に繰り返す回数は、図4に示される回数（2回）に限定されることはない。さらに、第1感光膜1-4と第2感光膜2-4とは、必ずしも、例えば、1組のペアで繰り返す必要がなく、必要に応じて、複数の第1感光膜1-4を第2感光膜2-4の中に設けることができる。

[0099] 固体撮像装置104の目標感度波長領域は、 $0.40\mu\text{m} \sim \leq 5.00\mu\text{m}$ （Visible+NIR+SWIR+MWIR）であり、応力で、カットオフ波長を更に長波長側に伸ばすことができる。材料の選択肢は、例えば、第1感光膜1-4を構成する第1材料は、 $\text{InGa}_{1-x}\text{As}_x$ （例えば、 $x=0.40$ ）であり、第2感光膜2-4を構成する第2材料は、 $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ （例えば、 $x=0.25$ ）であり、基板9を構成する第3材料及びキャップ層4を構成する第4材料は、 InP 、 $\text{InGa}_{1-x}\text{As}_x$ （例えば、 $x=0.53$ ）である。固体撮像装置104においては、図6で説明したように、第1感光膜1-4を構成する第1材料の格子定数を、第2感光膜2-4を構成する第2材料の格子定数より小さくすることで、第2感光膜2-4に圧縮応力がかけて、第2感光膜2-4のカットオフ波長を更に長波長側にシフトすることができる。

[0100] 以上、本技術に係る第4の実施形態（固体撮像装置の例4）の固体撮像装置について説明した内容は、特に技術的な矛盾がない限り、前述した本技術に係る第1～第3の実施形態の固体撮像装置及び後述する本技術に係る第5～第13の実施形態の固体撮像装置に適用することができる。

[0101] <6. 第5の実施形態（固体撮像装置の例5）>

本技術に係る第5の実施形態（固体撮像装置の例5）の固体撮像装置について、図5を用いて説明をする。

[0102] 図5は、本技術に係る第5の実施形態の固体撮像装置105の断面図である。

[0103] 固体撮像装置105は、光入射側である上側（図5中の上側）から順に、オンチップレンズ11と、反射防止膜10と、基板9と、第1感光膜1-5と第2感光膜2-5とから構成される光電変換部と、P型ドープ領域3及びキャップ層4と、パッシベーション層5と、絶縁膜6と、読出回路基板8と、を少なくとも備える。

[0104] P型ドープ領域3は、画素電極を構成する高濃度のP型層を有し、画素毎に形成されている。P型ドープ領域3は、第1感光膜1-5及び第2感光膜2-5で発生した信号電荷を画素毎に読み出す。P型ドープ領域3の間には、P型ドープ領域3と略同一層（略同一レイヤ）でキャップ層4が形成されている。そして、パッシベーション層5及び絶縁層6を貫通するように、接続電極12及び13とバンプ電極7（Cu-Cu接合）が形成されている。接続電極12及び13とバンプ電極7（Cu-Cu接合）とは、P型ドープ領域3（画素電極）と、読出回路基板8とを電氣的に接続する。

[0105] 基板9はN型層から構成され、第1感光膜1-5及び第2感光膜2-5で生成された電荷の逆流を防止するバリア層として機能する。

[0106] 図5に示されるように、第1感光膜1-5は、第2感光膜2-5に覆われるように埋め込められて形成されている。第1感光膜1-5は、埋め込み構造で、図5においては、縦方向（図5中の上下方向）で2層構造であるが、これに限定されることなく、1層構造でもよいし、3層以上の構造でもよい。

。

[0107] 固体撮像装置105の目標感度波長領域は、 $0.40\mu\text{m} \sim \leq 5.00\mu\text{m}$ (Visible + NIR + SWIR + MWIR) であり、応力で、カットオフ波長を更に長波長側に伸ばすことができる。材料の選択肢は、例えば、第1感光膜1-5を構成する第1材料は、 $\text{InGa}_{1-x}\text{As}_x$ (例えば、 $x=0.40$) であり、第2感光膜2-5を構成する第2材料は、 $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ (例えば、 $x=0.25$) であり、基板9を構成する第3材料及びキャップ層4を構成する第4材料は、 InP 、 $\text{InGa}_{1-x}\text{As}_x$ (例えば、 $x=0.53$) である。固体撮像装置105においては、図6で説明したように、第1感光膜1-5を構成する第1材料の格子定数を、第2感光膜2-5を構成する第2材料の格子定数より小さくすることで、第2感光膜2-5に圧縮応力がかけて、第2感光膜2-5のカットオフ波長を更に長波長側にシフトすることができる。

[0108] 以上、本技術に係る第5の実施形態（固体撮像装置の例5）の固体撮像装置について説明した内容は、特に技術的な矛盾がない限り、前述した本技術に係る第1～第4の実施形態の固体撮像装置及び後述する本技術に係る第6～第13の実施形態の固体撮像装置に適用することができる。

[0109] <7. 第6の実施形態（固体撮像装置の例6）>

本技術に係る第6の実施形態（固体撮像装置の例6）の固体撮像装置について、図8及び図11～図12を用いて説明をする。

[0110] 図8は、本技術に係る第6の実施形態の固体撮像装置が有する画素と画素分離構造との例を示す断面図である。

[0111] 図8に示されるように、第1感光膜1-8（1画素分）と第2感光膜2-8（1画素分）との間には、画素分離部20が形成されている。すなわち、画素分離部20（トレンチ）は第1感光膜1-8と第2感光膜2-8との界面（画素間）に形成されている。

[0112] 第2感光膜2-8を構成する第2材料がⅢ-Ⅴ族混晶であり、第1感光膜2-8を構成する第1材料が化合物半導体であるとき、Ⅲ-Ⅴ族混

晶の既存エッチング方法による界面ダメージが少ないので、第2感光膜2-8をエッチングしてディープトレンチを作成し、それを金属や酸化物で埋め込むことで画素分離構造を作製することができる。

[0113] 図11は、画素分離構造による第2感光膜2-8への圧縮応力を説明するための図である。図12は、画素分離構造による第2感光膜2-8への引張り応力を説明するための図である。なお、図11及び図12に関する説明は、後述する本技術に係る第7の実施形態（固体撮像装置の例7）の固体撮像装置にも適用することができる。

[0114] 図11に示されるように、画素分離によるストレス印加のメリットは以下のとおりである。

[0115] 画素分離部20の埋め込み材料として、正の膨張係数が高い材料を選択する。固体撮像装置（センサ）の動作温度や環境温度が高くなると、上記埋め込み材料の膨張により、第1感光膜1-11と第2感光膜2-11とが圧縮応力を受けることになり（矢印P11-1～P11-2及び矢印P11-5～P11-6は、第1感光膜1-11への圧縮応力であり、矢印P11-3～P11-4及び矢印P11-7～P11-8は第2感光膜への圧縮応力である。）、第1感光膜1-11と第2感光膜2-11との吸収端をより長波長側に伸ばすことができる。

[0116] 図12に示されるように、画素分離によるストレス印加のメリットは以下のとおりである。

[0117] 画素分離部20の埋め込み材料として、負の膨張係数を持つ材料を選択する。固体撮像装置（センサ）の動作温度や環境温度が高くなると、上記埋め込み材料の縮みにより、第1感光膜1-12と第2感光膜2-12とが引張り応力を受けることになり（矢印P12-1～P12-2及び矢印P12-5～P12-6は、第1感光膜1-12への引張り応力であり、矢印P12-3～P12-4及び矢印P12-7～P12-8は第2感光膜への引張り応力である。）、第1感光膜1-12と第2感光膜2-12との吸収端をより短い長波長側に移動させることができる。温度に上昇により、吸収端の長

波長側へのシフトを抑え、温度変化による固体撮像装置（センサ）性能の変動を抑えることが期待される。

[0118] 以上、本技術に係る第6の実施形態（固体撮像装置の例6）の固体撮像装置について説明した内容は、特に技術的な矛盾がない限り、前述した本技術に係る第1～第5の実施形態の固体撮像装置及び後述する本技術に係る第7～第13の実施形態の固体撮像装置に適用することができる。

[0119] <8. 第7の実施形態（固体撮像装置の例7）>

本技術に係る第7の実施形態（固体撮像装置の例7）の固体撮像装置について、図9を用いて説明をする。

[0120] 図9は、本技術に係る第7の実施形態の固体撮像装置が有する画素と画素分離構造との例を示す断面図である。

[0121] 図9に示されるように、第1感光膜1-9（1画素分）と第2感光膜2-9（1画素分）との間には、画素分離部20が形成されている。図8との違いは、画素分離部20（トレンチ）が、第1感光膜1-9と第2感光膜2-9との界面（画素間）から第2感光膜2-9の中（内側）に入ったところに形成されていることである。

[0122] 第2感光膜2-9を構成する第2材料がⅢⅤ-ⅢⅤ族混晶であり、第1感光膜2-9を構成する第1材料が化合物半導体であるとき、ⅢⅤ-ⅢⅤ族混晶の既存エッチング方法による界面ダメージが少ないので、第2感光膜2-9をエッチングしてディープトレンチを作成し、それを金属や酸化物で埋め込むことで画素分離構造20を作製することができる。なお、第1感光膜2-9のエッチングが良好であれば、画素分離部20（トレンチ）は第1感光膜1-9と第2感光膜2-9との界面から第1感光膜1-9の中（内側）に入ったところに形成されてもよい。

[0123] ところで、第1感光膜1-9又は第2感光膜2-9の中にトレンチを形成する場合、第1感光膜1-9又は第2感光膜2-9の一種類の材料だけのエッチング特性を考慮すればよく、第1感光膜1-9と第2感光膜2-9との界面でトレンチを形成する場合のように、第1感光膜1-9と第2感光膜2-

－ 9 との二種類の材料のエッチング特性を同時に考慮する必要はない。

[0124] 以上、本技術に係る第 7 の実施形態（固体撮像装置の例 7）の固体撮像装置について説明した内容は、特に技術的な矛盾がない限り、前述した本技術に係る第 1 ～第 6 の実施形態の固体撮像装置及び後述する本技術に係る第 8 ～第 13 の実施形態の固体撮像装置に適用することができる。

[0125] < 9. 第 8 の実施形態（固体撮像装置の例 8） >

本技術に係る第 8 の実施形態（固体撮像装置の例 8）の固体撮像装置について、図 10 を用いて説明をする。

[0126] 図 10（b）は、本技術に係る第 8 の実施形態の固体撮像装置 110 の光入射側から見た平面レイアウト図である。図 10（a）は、図 10（b）に示される A10－B10 線に従った固体撮像装置 110 の断面図である。

[0127] 固体撮像装置 110 は、光入射側である上側（図 10 中の上側）から順に、オンチップレンズ 11 と、カラーフィルタ 111R（Visible（R））、カラーフィルタ 111G（Visible（G））及び長波長透過用膜（Visible＋SWIR＋MWIR）111IR と、反射防止膜 10 と、基板 9 と、第 1 感光膜 1－10 と第 2 感光膜 2－10 とから構成される光電変換部と、P 型ドープ領域 3 及びキャップ層 4 と、パッシベーション層 5 と、絶縁膜 6 と、読出回路基板 8 と、を少なくとも備える。

[0128] P 型ドープ領域 3 は、画素電極を構成する高濃度の P 型層を有して形成されている。P 型ドープ領域 3 は、第 1 感光膜 1－10 及び第 2 感光膜 2－10 で発生した信号電荷を画素毎に読み出す。なお、固体撮像装置 110 では、画素間に画素分離部 20 が形成されて、画素毎に、1 つのオンチップレンズ 11 又は 11－10 が形成されている。詳しくは、図 10（a）中の左側から 1 番目の画素 GS1（1 画素）には、光入射側である上側（図 10（a）中の上側）から順に、オンチップレンズ 11 と、カラーフィルタ 111R（Visible（R））と、第 1 感光膜 1－10 とが形成されて、図 10（a）中の左側から 2 番目の画素 GS1（1 画素）には、光入射側である上側（図 10（a）中の上側）から順に、オンチップレンズ 11 と、カラーフ

ィルタ111G (Visible (G)) と、第1感光膜1-10とが形成されて、図10 (a) 中の画素GS2 (1つの画素であって、4つの画素GS1に相当する。) には、光入射側である上側 (図10 (a) 中の上側) から順に、オンチップレンズ11-10と、長波長透過用膜111IR (Visible+SWIR+MWIR) と、第2感光膜2-10とが形成されている。

[0129] P型ドープ領域3の間には、P型ドープ領域3と略同一層 (略同一レイヤ) でキャップ層4が形成されている。そして、パッシベーション層5及び絶縁層6を貫通するように、接続電極12及び13とバンプ電極7 (Cu-Cu接合) が形成されている。接続電極12及び13とバンプ電極7 (Cu-Cu接合) とは、P型ドープ領域3 (画素電極) と、読出回路基板8とを電氣的に接続する。

[0130] 上述をしたが、図10 (b) を用いて、改めて説明をすると、第2感光膜2-10を有する1つの画素 (画素GS2) は、画素の大きさとして、第1感光膜1-10を有する4つの画素 (4つの画素GS1) に相当する。第2感光膜2-10を有する1つの画素 (1つの画素GS2) は、長波長透過用膜 (Visible+SWIR+MWIR) 111IRを含み、長波長透過用膜 (Visible+SWIR+MWIR) 111IRは、可視光、短波近赤外線及び中赤外線を透過する。第1感光膜1-10を有する4つの画素 (4つの画素GS1) のそれぞれの画素は、赤色光を透過するカラーフィルタ111R (Visible (R)) を含むか、緑色光を透過するカラーフィルタ111G (Visible (G)) を含むか、青色光を透過するカラーフィルタ (Visible (B)) 含むか、可視光及び短波近赤外線透過用膜 (Visible+SWIR) を含む。

[0131] ここで、長波長透過用膜111IRは、可視光、短波近赤外線及び中赤外線 (Visible+SWIR+MWIR) を透過すればよく、可視光線の波長域、短波近赤外線の波長域及び中赤外線の波長域ではない波長域の光については、当該光を遮断 (吸収及び／又は反射) する。また、同様な考え方

で、図10(b)に示される可視光及び短波近赤外線透過用膜は、可視光及び短波近赤外線(V i s i b l e + S W I R)を透過すればよく、可視光線の波長域及び短波近赤外線の波長域ではない波長域の光については、当該光を遮断(吸収及び／又は反射)する。

[0132] 固体撮像装置110によれば、可視光線の波長域に、RGBフィルタを使用することによって、カラー化することが出来る。このような構造で、V i s i b l e (RGB)とSWIRとMWIRとに感度を有する固体撮像装置を作製することができる。

[0133] 以上、本技術に係る第8の実施形態(固体撮像装置の例8)の固体撮像装置について説明した内容は、特に技術的な矛盾がない限り、前述した本技術に係る第1～第7の実施形態の固体撮像装置及び後述する本技術に係る第9～第13の実施形態の固体撮像装置に適用することができる。

[0134] <10. 第9の実施形態(固体撮像装置の例9)>

本技術に係る第9の実施形態(固体撮像装置の例9)の固体撮像装置について、図13を用いて説明をする。

[0135] 図13は、本技術に係る第9の実施形態の固体撮像装置113の断面図である。

[0136] 固体撮像装置113は、光入射側である上側(図13中の上側)から順に、オンチップレンズ11と、反射防止膜10と、基板9と、光電変換部を構成する第1感光膜1-13と、P型ドープ領域3-13と、光電変換部を構成する第2感光膜2-13と、P型ドープ領域3及びキャップ層4と、パッシベーション層5と、絶縁膜6と、読出回路基板8と、を少なくとも備える。

[0137] P型ドープ領域3は、画素電極を構成する高濃度のP型層を有し、画素毎に形成されている。P型ドープ領域3は、第2感光膜2-13で発生した信号電荷を読み出すためのものである。P型ドープ領域3の間には、P型ドープ領域3と略同一層(略同一レイヤ)でキャップ層4が形成されている。そして、パッシベーション層5及び絶縁層6を貫通するように、接続電極12

及び１３とバンプ電極７（Cu-Cu接合）が形成されている。接続電極１２及び１３とバンプ電極７（Cu-Cu接合）とは、P型ドープ領域３（画素電極）と、読出回路基板８とを電氣的に接続する。

[0138] P型ドープ領域３－１３は、画素電極を構成する高濃度のP型層を有し、画素毎に形成されている。P型ドープ領域３－１３は、第１感光膜１－１３で発生した信号電荷を読み出すためのものである。そして、パッシベーション層５及び絶縁層６を貫通するように、第２感光膜２－１３を貫通するように形成された接続電極１２－１３、及び接続電極１３とバンプ電極７（Cu-Cu接合）が形成されている。接続電極１２－１３及び１３とバンプ電極７（Cu-Cu接合）とは、P型ドープ領域３（画素電極）と、読出回路基板８とを電氣的に接続する。

[0139] 上述したように、固体撮像装置１１３においては、第１感光膜１－１３及び第２感光膜２－１３のそれぞれに、画素電極（P型ドープ領域３及びP型ドープ領域３－１３）が形成されて、第１感光膜１－１３及び第２感光膜２－１３のそれぞれにおいて、光電変換による信号電荷を読み出すことができる。このことは、例えば、固体撮像装置１１０にも適用することができる。すなわち、固体撮像装置１１３において、第１感光膜１－１３は主に、可視光とSWIRの光を感知させ、第２感光膜２－１３は可視光とSWIRの光とMWIRの光を感知させることができる。

[0140] 以上、本技術に係る第９の実施形態（固体撮像装置の例９）の固体撮像装置について説明した内容は、特に技術的な矛盾がない限り、前述した本技術に係る第１～第８の実施形態の固体撮像装置及び後述する本技術に係る第１０～第１３の実施形態の固体撮像装置に適用することができる。

[0141] < １１．第１０の実施形態（固体撮像装置の例１０） >

本技術に係る第１０の実施形態（固体撮像装置の例１０）の固体撮像装置について、図１４を用いて説明をする。

[0142] 図１４は、本技術に係る第１０の実施形態の固体撮像装置１１４の図である。

[0143] 固体撮像装置 114 は、青色光用カラーフィルタを含むシリコンリニアセンサ 50-14B と、緑色光用カラーフィルタを含むシリコンリニアセンサ 50-14G と、赤色光用カラーフィルタを含むシリコンリニアセンサ 50-14R と、第 1 感光膜を含むリニアセンサ 1-14 と、第 2 感光膜を含むリニアセンサ 2-14 とから構成される。

[0144] 固体撮像装置 114 において用いられる第 1 感光膜は、上述した第 1 感光膜を用いることができ、第 2 感光膜は、上述した第 2 感光膜を用いることができる。

[0145] 固体撮像装置 114 によれば、青色光用カラーフィルタを含むシリコンリニアセンサ 50-14B と、緑色光用カラーフィルタを含むシリコンリニアセンサ 50-14G と、赤色光用カラーフィルタを含むシリコンリニアセンサ 50-14R とで、可視光によるイメージ（撮像画像）を取得すると同時に、第 1 感光膜を含むリニアセンサ 1-14 と、第 2 感光膜を含むリニアセンサ 2-14 とで、非カラーの可視光、SWIR の光及び MWIR の光によるイメージ（撮像画像）を取得することができる。このような構成（固体撮像装置 114 の構成）は、例えば、ベルトコンベアー上で流れる物の検査に有利である。また、このような構成（固体撮像装置 114 の構成）によって、カラー及び非カラーの可視光と、SWIR の光と、MWIR の光との情報が、同時に取得されて、検査に必要な情報量が増加され得る。

[0146] 以上、本技術に係る第 10 の実施形態（固体撮像装置の例 10）の固体撮像装置について説明した内容は、特に技術的な矛盾がない限り、前述した本技術に係る第 1 ～第 9 の実施形態の固体撮像装置及び後述する本技術に係る第 11 ～第 13 の実施形態の固体撮像装置に適用することができる。

[0147] <12. 第 11 の実施形態（固体撮像装置の例 11）>

本技術に係る第 11 の実施形態（固体撮像装置の例 11）の固体撮像装置について、図 15 を用いて説明をする。

[0148] 図 15（b）は、本技術に係る第 11 の実施形態の固体撮像装置 115 の光入射側から見た平面レイアウト図である。図 15（a）は、図 15（b）

に示される A 1 5 - B 1 5 線に従った固体撮像装置 1 1 5 の断面図である。

[0149] 固体撮像装置 1 1 5 は、光入射側である上側（図 1 5 中の上側）から順に、オンチップレンズ 1 1 と、カラーフィルタ 1 1 6 R (V i s i b l e (R))、カラーフィルタ 1 1 6 G (V i s i b l e (G)) 及び長波長透過用膜 (V i s i b l e + S W I R + M W I R) 1 1 6 I R と、反射防止膜 1 0 と、基板 9 と、第 1 感光膜 1 - 1 5 と第 2 感光膜 2 - 1 5 とから構成される光電変換部と、P 型ドープ領域 3 及びキャップ層 4 と、パッシベーション層 5 と、絶縁膜 6 と、読出回路基板 8 と、を少なくとも備える。

[0150] P 型ドープ領域 3 は、画素電極を構成する高濃度の P 型層を有して形成されている。P 型ドープ領域 3 は、第 1 感光膜 1 - 1 5 及び第 2 感光膜 2 - 1 5 で発生した信号電荷を画素毎に読み出す。なお、固体撮像装置 1 1 5 では、画素間に画素分離部 2 0 が形成されて、画素毎に、1 つのオンチップレンズ 1 1 が形成されている。詳しくは、図 1 5 (a) 中の左側から 1 番目の画素 G S 1 (1 画素) には、光入射側である上側（図 1 5 (a) 中の上側）から順に、オンチップレンズ 1 1 と、カラーフィルタ 1 1 6 R (V i s i b l e (R)) と、第 1 感光膜 1 - 1 5 とが形成されて、図 1 5 (a) 中の左側から 2 番目の画素 G S 1 (1 画素) には、光入射側である上側（図 1 0 (b) 中の上側）から順に、オンチップレンズ 1 1 と、カラーフィルタ 1 1 6 G (V i s i b l e (G)) と、第 1 感光膜 1 - 1 5 とが形成されて、図 1 5 (a) 中の左側から 3 番目の画素 G S 1 (1 画素) には、光入射側である上側（図 1 5 (a) 中の上側）から順に、オンチップレンズ 1 1 と、長波長透過用膜 1 1 6 I R (V i s i b l e + S W I R + M W I R) と、第 2 感光膜 2 - 1 5 とが形成されて、図 1 5 (a) 中の左側から 4 番目の画素 G S 1 (1 画素) には、光入射側である上側（図 1 5 (a) 中の上側）から順に、オンチップレンズ 1 1 と、長波長透過用膜 1 1 6 I R (V i s i b l e + S W I R + M W I R) と、第 2 感光膜 2 - 1 5 とが形成されている。

[0151] P 型ドープ領域 3 の間には、P 型ドープ領域 3 と略同一層（略同一レイヤ）でキャップ層 4 が形成されている。そして、パッシベーション層 5 及び絶

縁層6を貫通するように、接続電極12及び13とバンプ電極7（Cu-Cu接合）が形成されている。接続電極12及び13とバンプ電極7（Cu-Cu接合）とは、P型ドープ領域3（画素電極）と、読出回路基板8とを電気的に接続する。

[0152] 図15（b）に示されるように、第2感光膜2-15を有する4つの画素（4つの画素GS1）のそれぞれの画素は、長波長透過用膜（Visible+SWIR+MWIR）116IRを含み、長波長透過用膜（Visible+SWIR+MWIR）116IRは、可視光、短波近赤外線及び中赤外線を透過する。第1感光膜1-15を有する4つの画素（4つの画素GS1）のそれぞれの画素は、赤色光を透過するカラーフィルタ116R（Visible（R））を含むか、緑色光を透過するカラーフィルタ116G（Visible（G））を含むか、青色光を透過するカラーフィルタ（Visible（B））を含むか、可視光及び短波近赤外線透過用膜（Visible+SWIR）を含む。

[0153] ここで、長波長透過用膜116IRは、可視光、短波近赤外線及び中赤外線（Visible+SWIR+MWIR）を透過すればよく、可視光線の波長域、短波近赤外線の波長域及び中赤外線の波長域ではない波長域の光については、当該光を遮断（吸収及び／又は反射）する。また、同様な考え方で、図15（b）に示される可視光及び短波近赤外線透過用膜は、可視光及び短波近赤外線（Visible+SWIR）を透過すればよく、可視光線の波長域及び短波近赤外線の波長域ではない波長域の光については、当該光を遮断（吸収及び／又は反射）する。

[0154] 固体撮像装置115によれば、可視光線の波長域に、RGBフィルタを使用することによって、カラー化することが出来る。このような構造で、Visible（RGB）とSWIRとMWIRとに感度を有する固体撮像装置を作製することができる。また、図15（a）及び（b）に示される固体撮像装置115、図10（a）及び（b）に示される固体撮像装置110とは異なり、第2感光膜2-15に画素分離構造20が設けられている。このよ

うな構造では、オンチップレンズ11や画素分離構造20を大画素（例えば、図10に示される画素GS2）と小画素（例えば、図10及び図15に示される画素GS1）に分けて製造する必要がなく、固体撮像装置の製造プロセスがより簡単になる。

[0155] 以上、本技術に係る第11の実施形態（固体撮像装置の例11）の固体撮像装置について説明した内容は、特に技術的な矛盾がない限り、前述した本技術に係る第1～第10の実施形態の固体撮像装置及び後述する本技術に係る第12～第13の実施形態の固体撮像装置に適用することができる。

[0156] <13. 第12の実施形態（固体撮像装置の例12）>

本技術に係る第12の実施形態（固体撮像装置の例12）の固体撮像装置について、図16及び図17を用いて説明をする。

[0157] 図16及び図17は、本技術に係る第12の実施の形態の固体撮像装置（受光素子1M）の模式的な構成を表したものである。図16は、受光素子1Mの平面構成を表し、図17は、図16のB-B'線に沿った断面構成を表している。この受光素子1Mには、例えば2次元配置された複数の受光単位領域PM（画素PM）が設けられている（図17）。

[0158] 受光素子1Mは、中央部の素子領域R1Mと、素子領域R1Mの外側に設けられ、素子領域R1Mを囲む周辺領域R2Mと、を有している（図16）。受光素子1Mは、素子領域R1Mから周辺領域R2Mにわたって設けられた導電膜15BMを有している。この導電膜15BMは、素子領域R1Mの中央部に対向する領域に開口を有している。

[0159] 受光素子1Mは、素子基板10Mおよび読出回路基板20Mの積層構造を有している（図17）。素子基板10Mの一方の面は光入射面（光入射面S1M）であり、光入射面S1Mと反対の面（他方の面）が、読出回路基板20Mとの接合面（接合面S2M）である。

[0160] 素子基板10Mは、読出回路基板20Mに近い位置から、配線層10WM、第1電極11M、半導体層10SM（第1半導体層）、第2電極15Mおよびパッシベーション膜16Mをこの順に有している。半導体層10SMの

配線層 10WM との対向面および端面（側面）は、絶縁膜 17M により覆われている。読出回路基板 20M は、いわゆる ROIC（Read out integrated circuit）であり、素子基板 10M の接合面 S2M に接する配線層 20WM および多層配線層 22CM と、この配線層 20WM および多層配線層 22CM を間にして素子基板 10M に対向する半導体基板 21M とを有している。

[0161] 素子基板 10M は素子領域 R1M に半導体層 10SM を有している。換言すれば、半導体層 10SM が設けられた領域が、受光素子 1M の素子領域 R1M である。素子領域 R1M のうち、導電膜 15BM から露出された領域（導電膜 15BM の開口に対向する領域）が、受光領域である。素子領域 R1M のうち、導電膜 15BM で覆われた領域は、OPB（Optical Black）領域 R1B である。OPB 領域 R1B は、受光領域を囲むように設けられている。OPB 領域 R1B は、黒レベルの画素信号を得るために用いられる。素子基板 10M は、周辺領域 R2M に、絶縁膜 17M とともに埋込層 18M を有している。周辺領域 R2M には、素子基板 10M を貫通し、読出回路基板 20M に達する穴 H1M、H2M が設けられている。受光素子 1M では、素子基板 10M の光入射面 S1M から、パッシベーション膜 16M、第 2 電極 15M および第 2 コンタクト層 14 を介して半導体層 10SM に光が入射するようになっている。半導体層 10SM で光電変換された信号電荷は、第 1 電極 11M および配線層 10WM を介して移動し、読出回路基板 20M で読みだされる。以下、各部の構成について説明する。

[0162] 配線層 10WM は、素子領域 R1M および周辺領域 R2M にわたって設けられ、読出回路基板 20M との接合面 S2M を有している。受光素子 1M では、この素子基板 10M の接合面 S2M が素子領域 R1M および周辺領域 R2M に設けられ、例えば素子領域 R1M の接合面 S2M と周辺領域 R2M の接合面 S2M とは、同一平面を構成している。後述するように、受光素子 1M では、埋込層 18M を設けることにより周辺領域 R2M の接合面 S2M が形成される。

- [0163] 配線層 1 OWMは、例えば層間絶縁膜 1 9 AM、1 9 BM中に、コンタクト電極 1 9 EMおよびダミー電極 1 9 EDMを有している。例えば、読出回路基板 2 OM側に層間絶縁膜 1 9 BMが、第 1 コンタクト層 1 2 M側に層間絶縁膜 1 9 AMが配置され、これら層間絶縁膜 1 9 AM、1 9 BMが積層して設けられている。層間絶縁膜 1 9 AM、1 9 BMは、例えば、無機絶縁材料により構成されている。この無機絶縁材料としては、例えば、窒化シリコン (SiN)、酸化アルミニウム (Al₂O₃)、酸化ケイ素 (SiO₂) および酸化ハフニウム (HfO₂) 等が挙げられる。層間絶縁膜 1 9 AM、1 9 BMを同一の無機絶縁材料により構成するようにしてもよい。
- [0164] コンタクト電極 1 9 EMは、例えば、素子領域 R 1 Mに設けられている。このコンタクト電極 1 9 EMは、第 1 電極 1 1 Mと読出回路基板 2 OMとを電氣的に接続するためのものであり、素子領域 R 1 Mに画素 PM毎に設けられている。隣り合うコンタクト電極 1 9 EMは、埋込層 1 8 Mおよび層間絶縁膜 1 9 AM、1 9 BMにより電氣的に分離されている。コンタクト電極 1 9 EMは、例えば銅 (Cu) パッドにより構成されており、接合面 S 2 Mに露出されている。ダミー電極 1 9 EDMは、例えば、周辺領域 R 2 Mに設けられている。このダミー電極 1 9 EDMは、後述の配線層 2 OWMのダミー電極 2 2 EDに接続されている。このダミー電極 1 9 EDMおよびダミー電極 2 2 EDを設けることにより、周辺領域 R 2 Mの強度を向上させることが可能となる。ダミー電極 1 9 EDMは、例えば、コンタクト電極 1 9 EMと同一工程で形成されている。ダミー電極 1 9 EDMは、例えば銅 (Cu) パッドにより構成されており、接合面 S 2 Mに露出されている。
- [0165] コンタクト電極 1 9 EMと半導体層 1 OSMとの間に設けられた第 1 電極 1 1 Mは、光電変換層 1 3 で発生した信号電荷（正孔または電子、以下便宜上、信号電荷が正孔であるとして説明する。）を読みだすための電圧が供給される電極（アノード）であり、素子領域 R 1 Mに画素 PM毎に設けられている。第 1 電極 1 1 Mは、絶縁膜 1 7 Mの開口を埋め込むように設けられ、半導体層 1 OSM（より具体的には、後述の拡散領域 1 2 AM）に接してい

る。第1電極11Mは、例えば、絶縁膜17Mの開口よりも大きく、第1電極11Mの一部は、埋込層18Mに設けられている。即ち、第1電極11Mの上面（半導体層10SM側の面）は、拡散領域12AMに接し、第1電極11Mの下面および側面の一部は埋込層18Mに接している。隣り合う第1電極11Mは、絶縁膜17Mおよび埋込層18Mにより電氣的に分離されている。

[0166] 第1電極11Mは、例えば、チタン（Ti）、タングステン（W）、窒化チタン（TiN）、白金（Pt）、金（Au）、ゲルマニウム（Ge）、パラジウム（Pd）、亜鉛（Zn）、ニッケル（Ni）およびアルミニウム（Al）のうちのいずれかの単体、またはそれらのうちの少なくとも1種を含む合金により構成されている。第1電極11Mは、このような構成材料の単膜であってもよく、あるいは、2種以上を組み合わせた積層膜であってもよい。例えば、第1電極11Mは、チタンおよびタングステンの積層膜により構成されている。第1電極11Mの厚みは、例えば数十nm～数百nmである。

[0167] 半導体層10SMは、例えば、配線層10WMに近い位置から、第1コンタクト層12M、光電変換層13Mおよび第2コンタクト層14Mを含んでいる。第1コンタクト層12M、光電変換層13Mおよび第2コンタクト層14Mは、互いに同じ平面形状を有し、各々の端面は、平面視で同じ位置に配置されている。

[0168] 第1コンタクト層12Mは、例えば、全ての画素PMに共通して設けられ、絶縁膜17Mと光電変換層13Mとの間に配置されている。第1コンタクト層12Mは、隣り合う画素PMを電氣的に分離するためのものであり、第1コンタクト層12Mには、例えば複数の拡散領域12AMが設けられている。第1コンタクト層12Mに、光電変換層13Mを構成する化合物半導体材料のバンドギャップよりも大きなバンドギャップの化合物半導体材料を用いることにより、暗電流を抑えることも可能となる。第1コンタクト層12Mには、例えばn型のInP（インジウムリン）を用いることができる。

[0169] 第1コンタクト層12Mに設けられた拡散領域12AMは、互いに離間して配置されている。拡散領域12AMは、画素PM毎に配置され、それぞれの拡散領域12AMに第1電極11Mが接続されている。OPB領域R1Bにも拡散領域12AMが設けられている。拡散領域12AMは、光電変換層13Mで発生した信号電荷を画素PM毎に読み出すためのものであり、例えば、p型不純物を含んでいる。p型不純物としては、例えばZn（亜鉛）等が挙げられる。このように、拡散領域12AMと、拡散領域12AM以外の第1コンタクト層12Mとの間にpn接合界面が形成され、隣り合う画素PMが電氣的に分離されるようになっている。拡散領域12AMは、例えば第1コンタクト層12Mの厚み方向に設けられ、光電変換層13Mの厚み方向の一部にも設けられている。

[0170] 第1電極11Mと第2電極15Mとの間、より具体的には、第1コンタクト層12Mと第2コンタクト層14Mとの間の光電変換層（光電変換部）13Mは、所定の波長の光を吸収して、信号電荷を発生させるものである。図示はされていないが、光電変換層13Mは第1感光膜と第2感光膜とから構成されている。

[0171] 第2コンタクト層14Mは、例えば、全ての画素PMに共通して設けられている。この第2コンタクト層14Mは、光電変換層13Mと第2電極15Mとの間に設けられ、これらに接している。第2コンタクト層14Mは、第2電極15Mから排出される電荷が移動する領域であり、例えば、n型の不純物を含む化合物半導体により構成されている。第2コンタクト層14Mには、例えば、n型のInP（インジウムリン）を用いることができる。

[0172] 第2電極15Mは、例えば各画素PMに共通の電極として、第2コンタクト層14M上（光入射側）に、第2コンタクト層14Mに接するように設けられている。第2電極15Mは、光電変換層13Mで発生した電荷のうち、信号電荷として用いられない電荷を排出するためのものである（カソード）。例えば、正孔が、信号電荷として第1電極11Mから読み出される場合には、この第2電極15Mを通じて例えば電子を排出することができる。第2

電極 1 5 M は、例えば赤外線などの入射光を透過可能な導電膜により構成されている。第 2 電極 1 5 M には、例えば、ITO (Indium Tin Oxide) または ITiO ($\text{In}_2\text{O}_3\text{--TiO}_2$) 等を用いることができる。第 2 電極 1 5 M は、例えば、隣り合う画素 PM を仕切るように、格子状に設けられていてもよい。この第 2 電極 1 5 M には、光透過性の低い導電材料を用いることが可能である。

[0173] パッシベーション膜 1 6 M は、第 2 電極 1 5 M を光入射面 S 1 M 側から覆っている。パッシベーション膜 1 6 M は、反射防止機能を有していてもよい。パッシベーション膜 1 6 M には、例えば窒化シリコン (SiN)、酸化アルミニウム (Al_2O_3)、酸化ケイ素 (SiO_2) および酸化タンタル (Ta_2O_3) 等を用いることができる。パッシベーション膜 1 6 M は、OPB 領域 R 1 B に開口 1 6 HM を有している。開口 1 6 HM は、例えば、受光領域を囲む額縁状に設けられている (図 1 6)。開口 1 6 HM は、例えば平面視で四角形状または円状の孔であってもよい。このパッシベーション膜 1 6 M の開口 1 6 HM により、第 2 電極 1 5 M に導電膜 1 5 BM が電氣的に接続されている。

[0174] 絶縁膜 1 7 M は、第 1 コンタクト層 1 2 M と埋込層 1 8 M との間に設けられるとともに、第 1 コンタクト層 1 2 M の端面、光電変換層 1 3 M の端面、第 2 コンタクト層 1 4 M の端面および第 2 電極 1 5 M の端面を覆い、周辺領域 R 2 M ではパッシベーション膜 1 6 M に接している。この絶縁膜 1 7 M は、例えば、酸化シリコン (SiO_x) または酸化アルミニウム (Al_2O_3) 等の酸化物を含んで構成されている。複数の膜からなる積層構造により絶縁膜 1 7 M を構成するようにしてもよい。絶縁膜 1 7 M は、例えば酸窒化シリコン (SiON)、炭素含有酸化シリコン (SiOC)、窒化シリコン (SiN) およびシリコンカーバイド (SiC) などのシリコン (Si) 系絶縁材料により構成するようにしてもよい。絶縁膜 1 7 M の厚みは、例えば数十 nm ～数百 nm である。

[0175] 導電膜 1 5 BM は、OPB 領域 R 1 B から周辺領域 R 2 M の穴 H 1 M にわ

たって設けられている。この導電膜 15 BM は、OPB 領域 R 1 B に設けられたパッシベーション膜 16 M の開口 16 HM で第 2 電極 15 M に接するとともに、穴 H 1 M を介して読出回路基板 20 M の配線（後述の配線 22 CB）に接している。これにより、読出回路基板 20 M から導電膜 15 BM を介して第 2 電極 15 M に電圧が供給されるようになっている。導電膜 15 BM は、このような第 2 電極 15 M への電圧供給経路として機能するとともに、遮光膜としての機能を有し、OPB 領域 R 1 B を形成する。導電膜 15 BM は、例えば、タングステン（W）、アルミニウム（Al）、チタン（Ti）、モリブデン（Mo）、タンタル（Ta）または銅（Cu）を含む金属材料により構成されている。導電膜 15 BM 上にパッシベーション膜が設けられていてもよい。

[0176] 第 2 コンタクト層 14 M の端部と第 2 電極 15 M との間に、接着層 B が設けられていてもよい。この接着層 B は、後述するように、受光素子 1 M を形成する際に用いられるものであり、半導体層 10 SM を仮基板（後述の図 4 C の仮基板 33）に接合する役割を担っている。接着層 B は、例えばテトラエトキシシラン（TEOS）または酸化シリコン（SiO₂）等により構成されている。接着層 B は、例えば、半導体層 10 SM の端面よりも拡幅して設けられ、半導体層 10 SM とともに、埋込層 18 M に覆われている。接着層 B と埋込層 18 M との間には、絶縁膜 17 M が設けられている。

[0177] 以上、本技術に係る第 12 の実施形態（固体撮像装置の例 12）の固体撮像装置について説明した内容は、特に技術的な矛盾がない限り、前述した本技術に係る第 1 ～ 第 11 の実施形態の固体撮像装置及び後述する本技術に係る第 13 の実施形態の固体撮像装置に適用することができる。

[0178] < 14. 第 13 の実施形態（固体撮像装置の例 13） >

本技術に係る第 13 の実施形態（固体撮像装置の例 13）の固体撮像装置について、図 18 を用いて説明をする。

[0179] 図 18 は、第 13 の実施の形態の固体撮像装置の画素構造を示す断面図である。詳細は後述するが、図 18 においては、画素アレイ領域内の各画素が

、リセットトランジスタの制御の違いによって、通常画素 2 A M かまたは電荷放出画素 2 B M に分けられるが、画素構造は通常画素 2 A M と電荷放出画素 2 B M のどちらも同一であるので、単に画素として説明する。なお、電荷放出画素 2 B M は、画素アレイ領域の最も外側に配置されている。

[0180] 各画素の容量素子、リセットトランジスタ、増幅トランジスタ、及び、選択トランジスタの読み出し回路が、例えば単結晶シリコン (S i) などの単結晶材料からなる半導体基板 1 2 M に画素ごとに形成されている。

[0181] 半導体基板 1 2 M の光入射側である上側には、光電変換部となる N 型の半導体薄膜 4 1 M が、画素アレイ領域の全面に形成されている。N 型の半導体薄膜 4 1 M は、図示はされていないが、光電変換層 1 3 M は第 1 感光膜と第 2 感光膜とから構成されている。

[0182] N 型の半導体薄膜 4 1 M の半導体基板 1 2 M 側である下側には、画素電極を構成する高濃度の P 型層 4 2 M が、画素ごとに形成されている。そして、画素ごとに形成された高濃度の P 型層 4 2 M の間には、各画素を分離する画素分離領域としての N 型層 4 3 M が、例えば、I n P 等の化合物半導体で形成されている。この N 型層 4 3 M は、画素分離領域としての機能の他、暗電流を防止する役割も有する。

[0183] 一方、N 型の半導体薄膜 4 1 M の光入射側である上側にも、画素分離領域として用いた I n P 等の化合物半導体を用いて、N 型の半導体薄膜 4 1 M よりも高濃度の N 型層 4 4 M が形成されている。この高濃度の N 型層 4 4 M は、N 型の半導体薄膜 4 1 M で生成された電荷の逆流を防止するバリア層として機能する。高濃度の N 型層 4 4 M の材料には、例えば、I n G a A s、I n P、I n A l A s、M g S e、C d S などの化合物半導体を用いることができる。

[0184] バリア層としての高濃度の N 型層 4 4 M の上には、反射防止膜 4 5 M が形成されている。反射防止膜 4 5 M の材料には、例えば、窒化シリコン (S i N)、酸化ハフニウム (H f O₂)、酸化アルミニウム (A l₂O₃)、酸化ジルコニウム (Z r O₂)、酸化タンタル (T a₂T a₅)、酸化チタン (T i O

2) などを用いることができる。

[0185] 高濃度のN型層44Mまたは反射防止膜45Mのいずれか一方は、N型の半導体薄膜41Mを上下に挟む電極のうちの上側の上部電極としても機能し、上部電極としての高濃度のN型層44Mまたは反射防止膜45Mには、所定の電圧 V_a が印加される。

[0186] 反射防止膜45Mの上には、カラーフィルタ46M及びオンチップレンズ47Mがさらに形成されている。カラーフィルタ46Mは、R（赤）、G（緑）、またはB（青）のいずれかの光（波長光）を透過させるフィルタであり、例えば、画素アレイ領域において、いわゆるベイア配列で配置されている。

[0187] 画素電極を構成する高濃度のP型層42Mと、画素分離領域としてのN型層43Mの下側には、パッシベーション層51Mおよび絶縁層52Mが形成されている。そして、接続電極53AM及び53BMとバンプ電極54Mが、パッシベーション層51Mおよび絶縁層52Mを貫通するように形成されている。接続電極53AM及び53BMとバンプ電極54Mは、画素電極を構成する高濃度のP型層42Mと、電荷を蓄積する容量素子とを電氣的に接続する。

[0188] 通常画素2AM及び電荷放出画素2BMは、以上のように構成されており、同一の画素構造を有している。

[0189] しかしながら、通常画素2AM及び電荷放出画素2BMとでは、リセットトランジスタの制御方法が異なる。通常画素2AMでは、光電変換部による電荷の生成期間（受光期間）、受光開始前の容量素子の電位のリセット期間等に応じて、リセットトランジスタが、リセット信号RSTに基づいてオンオフされるが、電荷放出画素2BMでは、リセットトランジスタ23が、常にオンに制御されている。これにより、光電変換部で生成された電荷はグラウンドへ排出され、電荷放出画素2BMには常に一定の電圧 V_a が印加される。

[0190] 以上、本技術に係る第13の実施形態（固体撮像装置の例13）の固体撮像装置について説明した内容は、特に技術的な矛盾がない限り、前述した本技

術に係る第１～第１２の実施形態の固体撮像装置に適用することができる。

[0191] ＜１５．第１４の実施形態（電子機器の例）＞

本技術に係る第１４の実施形態の電子機器は、本技術に係る第１の実施形態～第１３の実施形態の固体撮像装置のうち、少なくとも一つの実施形態の固体撮像装置が搭載された電子機器である。本技術に係る第１４の実施形態の電子機器は、本技術に係る第１の実施形態～第１３の実施形態の固体撮像装置のうち、少なくとも一つの実施形態の固体撮像装置が搭載されているので、優れた性能や優れた品質を有することとなる。

[0192] ＜１６．本技術を適用した固体撮像装置の使用例＞

図２５は、イメージセンサとしての本技術に係る第１～第１３の実施形態の固体撮像装置の使用例を示す図である。

[0193] 上述した第１～第１３の実施形態の固体撮像装置は、例えば、以下のよう
に、可視光や、赤外光（例えば、近赤外線、短波近赤外線、中赤外線等）、
紫外光、Ｘ線等の光をセンシングするさまざまなケースに使用することがで
きる。すなわち、図２５に示すように、例えば、鑑賞の用に供される画像を
撮影する鑑賞の分野、交通の分野、家電の分野、医療・ヘルスケアの分野、
セキュリティの分野、美容の分野、スポーツの分野、農業の分野等において
用いられる装置（例えば、上述した第１４の実施形態の電子機器）に、第１
～第１３の実施形態のいずれか１つの実施形態の固体撮像装置を使用するこ
とができる。

[0194] 具体的には、鑑賞の分野においては、例えば、デジタルカメラやスマート
フォン、カメラ機能付きの携帯電話機等の、鑑賞の用に供される画像を撮影
するための装置に、第１～第１３の実施形態のいずれか１つの実施形態の固
体撮像装置を使用することができる。

[0195] 交通の分野においては、例えば、自動停止等の安全運転や、運転者の状態
の認識等のために、自動車の前方や後方、周囲、車内等を撮影する車載用セ
ンサ、走行車両や道路を監視する監視カメラ、車両間等の測距を行う測距セ
ンサ等の、交通の用に供される装置に、第１～第１３の実施形態のいずれか

1つの実施形態の固体撮像装置を使用することができる。

[0196] 家電の分野においては、例えば、ユーザのジェスチャを撮影して、そのジェスチャに従った機器操作を行うために、テレビ受像機や冷蔵庫、エアコンディショナ等の家電に供される装置で、第1～第13の実施形態のいずれか1つの実施形態の固体撮像装置を使用することができる。

[0197] 医療・ヘルスケアの分野においては、例えば、内視鏡や、赤外光の受光による血管撮影を行う装置等の、医療やヘルスケアの用に供される装置に、第1～第13の実施形態のいずれか1つの実施形態の固体撮像装置を使用することができる。

[0198] セキュリティの分野においては、例えば、防犯用途の監視カメラや、人物認証用途のカメラ等の、セキュリティの用に供される装置に、第1～第13の実施形態のいずれか1つの実施形態の固体撮像装置を使用することができる。

[0199] 美容の分野においては、例えば、肌を撮影する肌測定器や、頭皮を撮影するマイクロスコープ等の、美容の用に供される装置に、第1～第13の実施形態のいずれか1つの実施形態の固体撮像装置を使用することができる。

[0200] スポーツの分野において、例えば、スポーツ用途等向けのアクションカメラやウェアラブルカメラ等の、スポーツの用に供される装置に、第1～第13の実施形態のいずれか1つの実施形態の固体撮像装置を使用することができる。

[0201] 農業の分野においては、例えば、畑や作物の状態を監視するためのカメラ等の、農業の用に供される装置に、第1～第13の実施形態のいずれか1つの実施形態の固体撮像装置を使用することができる。

[0202] 次に、本技術に係る第1～第13の実施形態の固体撮像装置の使用例を具体的に説明する。例えば、上述で説明をした第1～第13の実施形態のいずれか1つの実施形態の固体撮像装置は、固体撮像装置101Zとして、例えばデジタルスチルカメラやビデオカメラ等のカメラシステムや、撮像機能を有する携帯電話など、撮像機能を備えたあらゆるタイプの電子機器に適用す

ることができる。図26に、その一例として、電子機器102Z（カメラ）の概略構成を示す。この電子機器102Zは、例えば静止画または動画を撮影可能なビデオカメラであり、固体撮像装置101Zと、光学系（光学レンズ）310と、シャッタ装置311と、固体撮像装置101Zおよびシャッタ装置311を駆動する駆動部313と、信号処理部312とを有する。

[0203] 光学系310は、被写体からの像光（入射光）を固体撮像装置101Zの画素部へ導くものである。この光学系310は、複数の光学レンズから構成されていてもよい。シャッタ装置311は、固体撮像装置101Zへの光照射期間および遮光期間を制御するものである。駆動部313は、固体撮像装置101Zの転送動作およびシャッタ装置311のシャッタ動作を制御するものである。信号処理部312は、固体撮像装置101Zから出力された信号に対し、各種の信号処理を行うものである。信号処理後の映像信号Outputは、メモリなどの記憶媒体に記憶されるか、あるいは、モニタ等に出力される。

[0204] <17. 内視鏡手術システムへの応用例>

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（本技術）は、内視鏡手術システムに適用されてもよい。

[0205] 図27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。

[0206] 図27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、内視鏡下の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。

[0207] 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。

[0208] 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。

[0209] 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。

[0210] CCU 11201 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、CCU 11201 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。

[0211] 表示装置 11202 は、CCU 11201 からの制御により、当該 CCU 11201 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。

[0212] 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。

[0213] 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。

[0214] 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。

[0215] 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。

[0216] 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。

[0217] 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。

[0218] 図 28 は、図 27 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。

[0219] 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。

[0220] 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。

[0221] 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。

[0222] 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。

[0223] 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。

[0224] 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。

[0225] 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。

- [0226] 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 11201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。
- [0227] カメラヘッド制御部11405は、通信部11404を介して受信したCCU 11201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。
- [0228] 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。
- [0229] 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。
- [0230] 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。
- [0231] 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。
- [0232] 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。

[0233] カメラヘッド 11102 及び CCU 11201 を接続する伝送ケーブル 11400 は、電気信号の通信に対応した電気信号ケーブル、光通信に対応した光ファイバ、又はこれらの複合ケーブルである。

[0234] ここで、図示する例では、伝送ケーブル 11400 を用いて有線で通信が行われていたが、カメラヘッド 11102 と CCU 11201 との間の通信は無線で行われてもよい。

[0235] 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、内視鏡 11100 や、カメラヘッド 11102（の撮像部 11402）等に適用され得る。具体的には、本開示に係る技術の固体撮像装置は、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）等の本開示に係る技術を適用することにより、内視鏡 11100 や、カメラヘッド 11102（の撮像部 11402）等の性能や品質を向上させることが可能となる。

[0236] 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。

[0237] <18. 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。

[0238] 図 29 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。

[0239] 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29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。

[0240] 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。

[0241] 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。

[0242] 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。

[0243] 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。

[0244] 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。

[0245] 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。

[0246] 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。

[0247] 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。

[0248] 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 29 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。

[0249] 図 30 は、撮像部 12031 の設置位置の例を示す図である。

[0250] 図 30 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。

[0251] 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。

[0252] なお、図30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。

[0253] 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。

[0254] 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。

[0255] 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。

[0256] 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。

[0257] 以上、本開示に係る技術（本技術）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、例えば、撮像部 12031 等に適用され得る。具体的には、本開示に係る技術の固体撮像装置は、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、撮像部 12031 の性能や品質を向上させることが可能となる。

[0258] なお、本技術は、上述した実施形態及び上述した使用例、並びに上述した応用例に限定されるものではなく、本技術の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

[0259] また、本技術において、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なく、さらに、他の効果があってもよい。

[0260] また、本技術は、以下のような構成も取ることができる。

[1]

第1感光膜と第2感光膜とを含む光電変換部を、少なくとも備え、
該第1感光膜が第1材料を有し、
該第2感光膜が第2材料を有し、
該第1材料と該第2材料とが互いに異なる材料である、固体撮像装置。

[2]

前記第1材料のバンドギャップと前記第2材料のバンドギャップとが互いに異なる、[1]に記載の固体撮像装置。

[3]

前記光電変換部が、可視光線の波長域、近赤外線の波長域、短波近赤外線の波長域及び中赤外線の波長域に感度を有する、[1]又は[2]に記載の固体撮像装置。

[4]

前記第1感光膜が、少なくとも、可視光線の波長域、近赤外線の波長域及び短波近赤外線の波長域に感度を有し、

前記第2感光膜が、少なくとも、中赤外線の波長域に感度を有する、[1]から[3]のいずれか1つに記載の固体撮像装置。

[5]

前記第1材料が化合物半導体を含み、

前記第2材料がⅢⅤ族元素の混晶を含む、[1]から[4]のいずれか1つに記載の固体撮像装置。

[6]

前記第1材料が、 $\text{InGa}_{1-x}\text{As}_x$ ($0 < x < 1$) を含み、

前記第2材料が、 $\text{Ge}_{1-y}\text{Sn}_y$ ($0 < y < 1$) を含む、[1]から[5]のいずれか1つに記載の固体撮像装置。

[7]

前記第 1 材料の格子定数は、前記第 2 材料の格子定数より小さい、[1] から [6] のいずれか 1 つに記載の固体撮像装置。

[8]

前記第 1 感光膜及び／又は前記第 2 感光膜に応力がかけられることによって、前記第 1 感光膜及び／又は前記第 2 感光膜のカットオフ波長がシフトする、[1] から [7] のいずれか 1 つに記載の固体撮像装置。

[9]

光入射側からの平面視で、前記第 1 感光膜と前記第 2 感光膜とが交互に配されている、[1] から [8] のいずれか 1 つに記載の固体撮像装置。

[1 0]

光入射側からの平面視で、前記第 1 感光膜と前記第 2 感光膜とが市松状に配されている、[1] から [9] のいずれか 1 つに記載の固体撮像装置。

[1 1]

前記第 1 感光膜と前記第 2 感光膜とが積層されている、[1] から [8] のいずれか 1 つに記載の固体撮像装置。

[1 2]

前記第 1 感光膜が、前記第 2 感光膜に覆われるように埋め込められて形成されている、[1] から [8] のいずれか 1 つに記載の固体撮像装置。

[1 3]

前記光電変換部が、紫外線の波長域、可視光線の波長域、近赤外線の波長域、短波近赤外線の波長域及び中赤外線の波長域に感度を有する、[1] から [1 2] のいずれか 1 つに記載の固体撮像装置。

[1 4]

前記第 1 感光膜が、少なくとも、紫外線の波長域、可視光線の波長域、近赤外線の波長域及び短波近赤外線の波長域に感度を有し、

前記第 2 感光膜が、少なくとも、中赤外線の波長域に感度を有する、[1] から [1 3] のいずれか 1 つに記載の固体撮像装置。

[15] 基板と、キャップ層とを更に備え、
該基板と、前記光電変換部と、該キャップ層とがこの順で配され、
該基板が第3材料を有し、
該キャップ層が第4材料を有する、[1] から [14] のいずれか1つに
記載の固体撮像装置。

[16]

前記第3材料のバンドギャップが、前記第1材料のバンドギャップ及び前
記第2材料のバンドギャップより大きく、

前記第4材料のバンドギャップが、前記第1材料のバンドギャップ及び前
記第2材料のバンドギャップより大きい、[15] に記載の固体撮像装置。

[17]

前記第4材料が、 $\text{InGa}_{1-x}\text{As}_x$ ($0 < x < 1$) 又は InP を含む、[
15] 又は [16] に記載の固体撮像装置。

[18]

前記第3材料と前記第4材料とが、同一の材料である、[15] から [1
7] のいずれか1つに記載の固体撮像装置。

[19]

前記第3材料と前記第4材料とが互いに異なる材料である、[15] から
[17] のいずれか1つに記載の固体撮像装置。

[20]

前記第3材料が、前記第1材料及び前記第2材料に対して異なる材料であ
る、[15] から [19] のいずれか1つに記載の固体撮像装置。

[21]

前記第3材料と、前記第1材料及び／又は前記第2材料とが、同一の材料
である、[15] から [19] のいずれか1つに記載の固体撮像装置。

[22]

[1] から [21] のいずれか1つに記載の固体撮像装置が搭載された、
電子機器。

符号の説明

- [0261] 1 (1-1、1-4、1-5、1-6 a、1-6 c、1-7 a、1-7 b、1-7 c、1-7 d、1-8、1-9、1-10、1-11、1-12、1-13、1-14)・・・第1感光膜、
- 2 (2-1、2-2、2-3、2-4、2-5、2-6 a、2-6 c、2-7 a、2-7 b、2-7 c、2-7 d、2-8、2-9、2-10、2-11、2-12、2-13、2-14)・・・第2感光膜、
- 3、3-13・・・P型ドープ領域、
- 4・・・キャップ層、
- 5・・・パッシベーション層、
- 6・・・絶縁層、
- 7・・・バンプ電極 (Cu-Cu 接合)、
- 8・・・読出回路基板、
- 9、9-2・・・基板、
- 10・・・反射防止膜、
- 11、11-10・・・オンチップレンズ、
- 12、13・・・接続電極、
- 20・・・画素分離部、
- 50-14 B・・・青色光用カラーフィルタを含むシリコンリアセンサ、
- 50-14 G・・・緑色光用カラーフィルタを含むシリコンリアセンサ、
- 50-14 R・・・赤色光用カラーフィルタを含むシリコンリアセンサ、
- 101、102、103、104、105、110、113、114、115、1M・・・固体撮像装置、
- 111 R、116 R・・・赤色光を透過するフィルタ (Visible (R))、

111G、116G・・・緑色光を透過するフィルタ (Visible (G))、

111IR、116IR・・・長波長透過用フィルタ (Visible+SWIR+MWIR)、

GS1、GS2・・・画素、

P6 (P6a-1~P6a-8、P6b-1~P6b-4、P6c-1~P6c-12)、P11 (P11-1~P11-8)・・・圧縮応力、

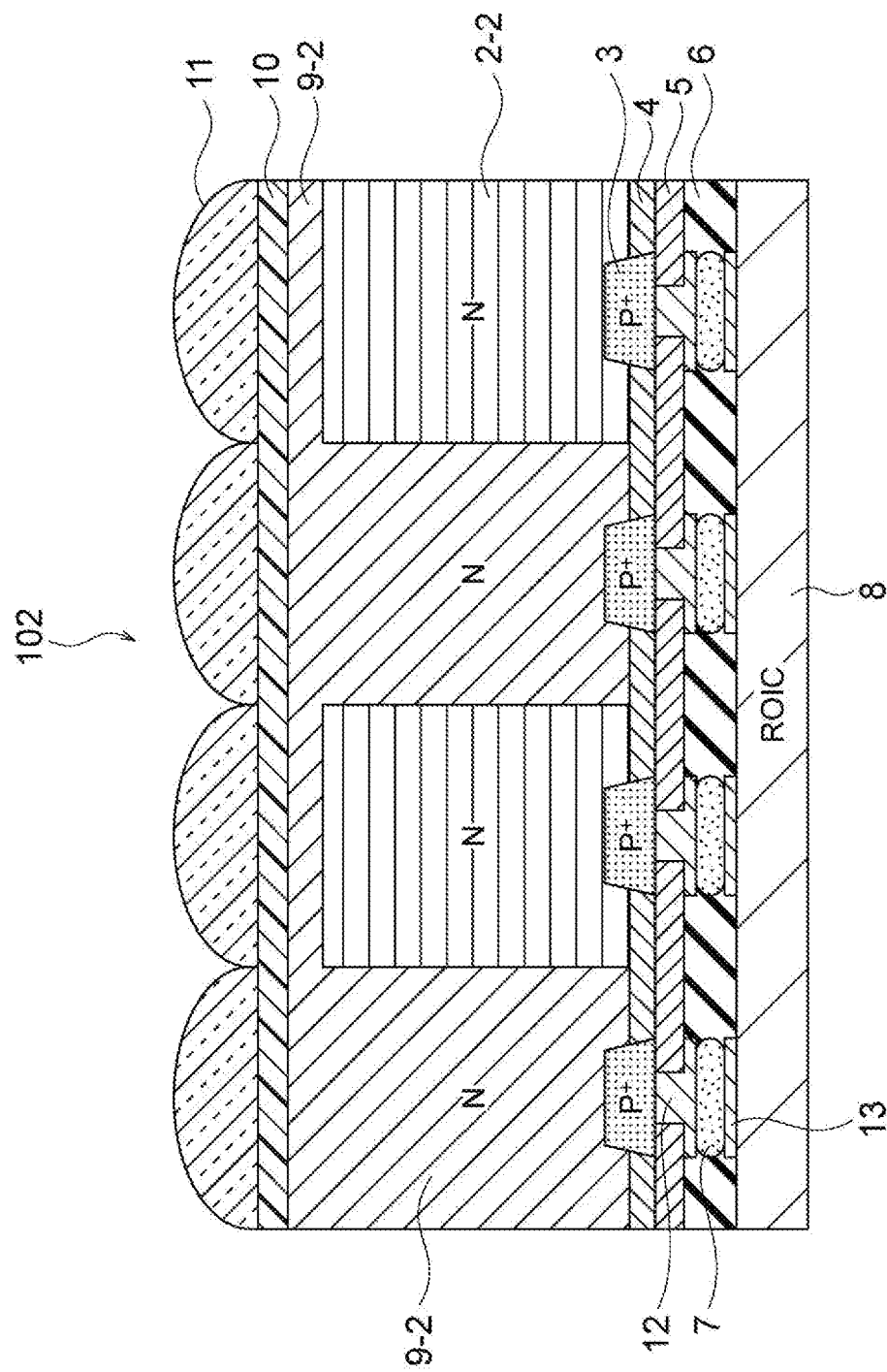
P12 (P12-1~P12-8)・・・引張り応力。

請求の範囲

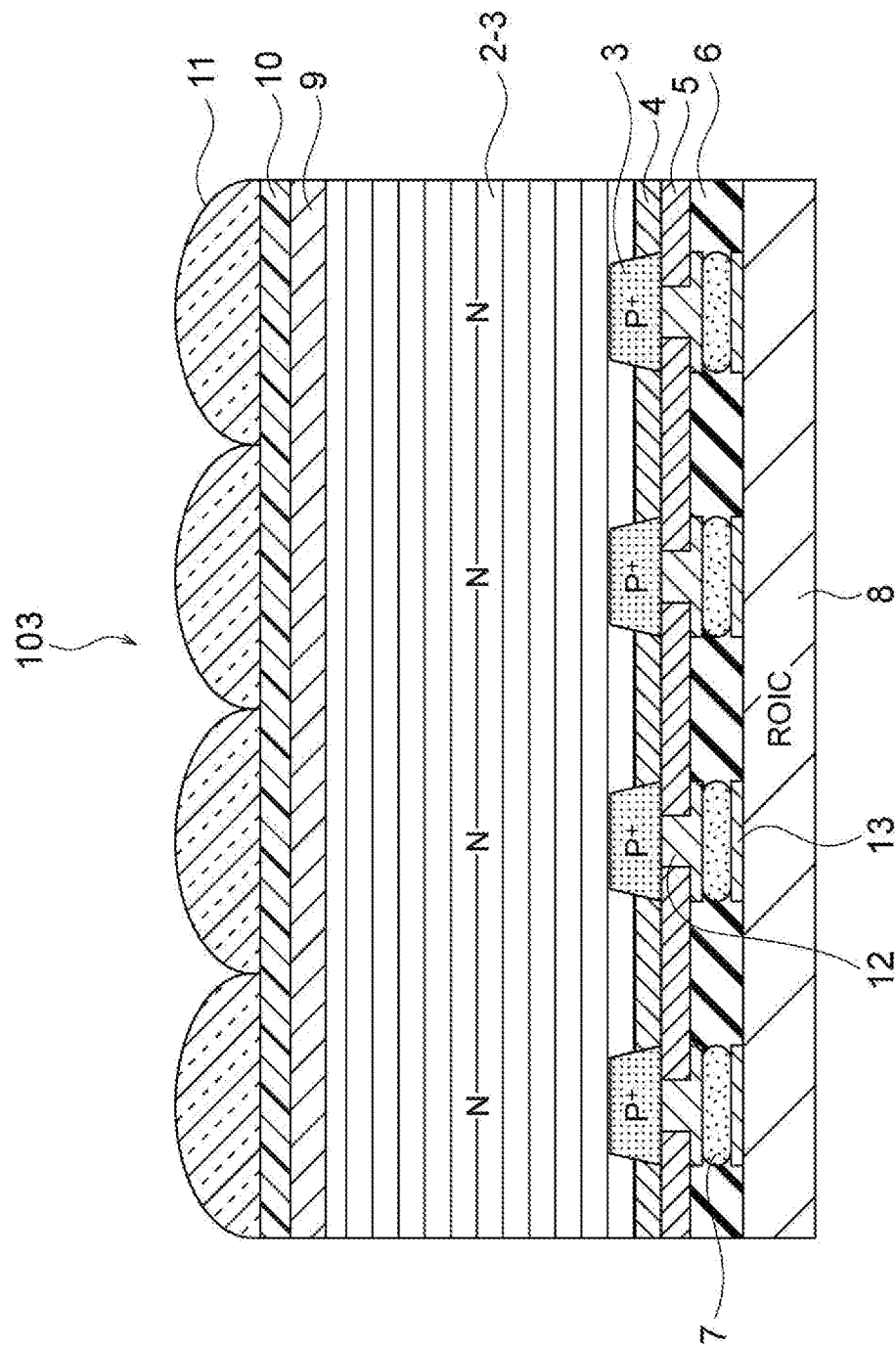
- [請求項1] 第1感光膜と第2感光膜とを含む光電変換部を、少なくとも備え、
該第1感光膜が第1材料を有し、
該第2感光膜が第2材料を有し、
該第1材料と該第2材料とが互いに異なる材料である、固体撮像装置。
- [請求項2] 前記第1材料のバンドギャップと前記第2材料のバンドギャップとが互いに異なる、請求項1に記載の固体撮像装置。
- [請求項3] 前記光電変換部が、可視光線の波長域、近赤外線の波長域、短波近赤外線の波長域及び中赤外線の波長域に感度を有する、請求項1に記載の固体撮像装置。
- [請求項4] 前記第1感光膜が、少なくとも、可視光線の波長域、近赤外線の波長域及び短波近赤外線の波長域に感度を有し、
前記第2感光膜が、少なくとも、中赤外線の波長域に感度を有する、請求項1に記載の固体撮像装置。
- [請求項5] 前記第1材料が化合物半導体を含み、
前記第2材料がⅢⅤ族元素の混晶を含む、請求項1に記載の固体撮像装置。
- [請求項6] 前記第1材料が、 $\text{InGa}_{1-x}\text{As}_x$ ($0 < x < 1$) を含み、
前記第2材料が、 $\text{Ge}_{1-y}\text{Sn}_y$ ($0 < y < 1$) を含む、請求項1に記載の固体撮像装置。
- [請求項7] 前記第1材料の格子定数は、前記第2材料の格子定数より小さい、請求項1に記載の固体撮像装置。
- [請求項8] 前記第1感光膜及び／又は前記第2感光膜に応力がかけられることによって、前記第1感光膜及び／又は前記第2感光膜のカットオフ波長がシフトする、請求項1に記載の固体撮像装置。
- [請求項9] 光入射側からの平面視で、前記第1感光膜と前記第2感光膜とが交互に配されている、請求項1に記載の固体撮像装置。

- [請求項10] 光入射側からの平面視で、前記第1感光膜と前記第2感光膜とが市松状に配されている、請求項1に記載の固体撮像装置。
- [請求項11] 前記第1感光膜と前記第2感光膜とが積層されている、請求項1に記載の固体撮像装置。
- [請求項12] 前記第1感光膜が、前記第2感光膜に覆われるように埋め込められて形成されている、請求項1に記載の固体撮像装置。
- [請求項13] 基板と、キャップ層とを更に備え、
該基板と、前記光電変換部と、該キャップ層とがこの順で配され、
該基板が第3材料を有し、
該キャップ層が第4材料を有する、請求項1に記載の固体撮像装置。
- [請求項14] 前記第3材料のバンドギャップが、前記第1材料のバンドギャップ及び前記第2材料のバンドギャップより大きく、
前記第4材料のバンドギャップが、前記第1材料のバンドギャップ及び前記第2材料のバンドギャップより大きい、請求項13に記載の固体撮像装置。
- [請求項15] 前記第4材料が、 $\text{InGa}_{1-x}\text{As}_x$ ($0 < x < 1$) 又は InP を含む、請求項13に記載の固体撮像装置。
- [請求項16] 前記第3材料と前記第4材料とが、同一の材料である、請求項13に記載の固体撮像装置。
- [請求項17] 前記第3材料と前記第4材料とが互いに異なる材料である、請求項13に記載の固体撮像装置。
- [請求項18] 前記第3材料が、前記第1材料及び前記第2材料に対して異なる材料である、請求項13に記載の固体撮像装置。
- [請求項19] 前記第3材料と、前記第1材料及び／又は前記第2材料とが、同一の材料である、請求項13に記載の固体撮像装置。
- [請求項20] 請求項1に記載の固体撮像装置が搭載された、電子機器。

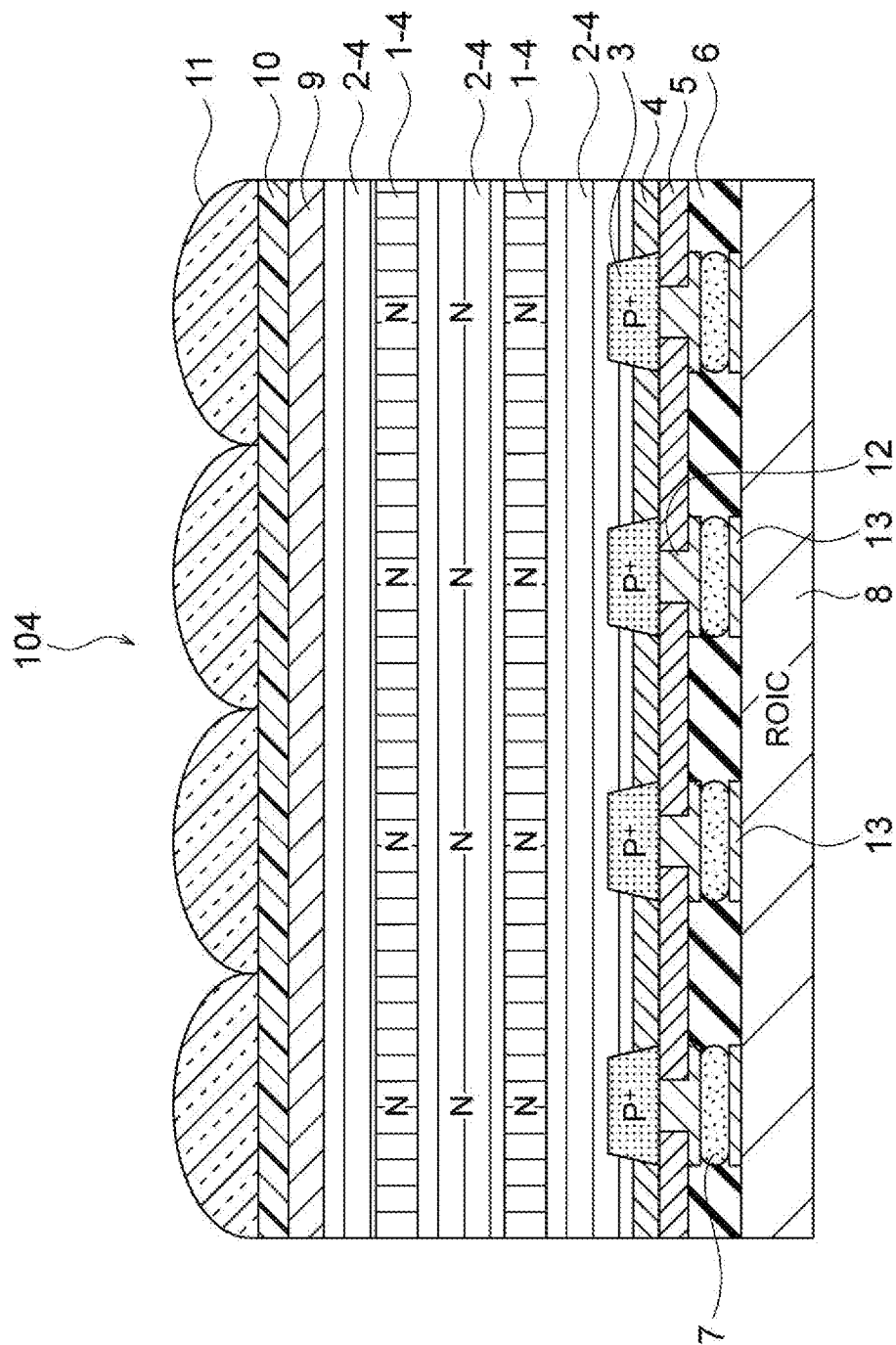
[図2]



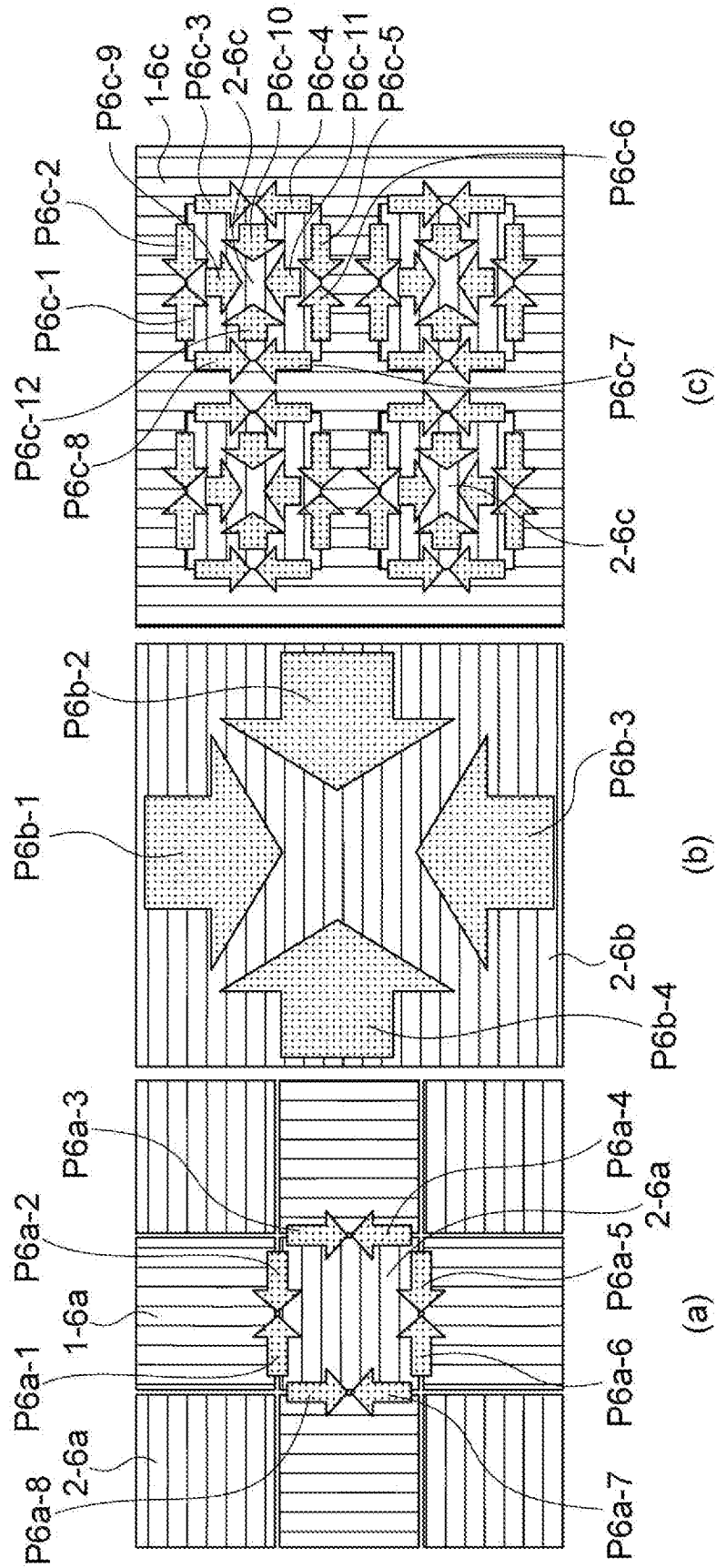
[図3]



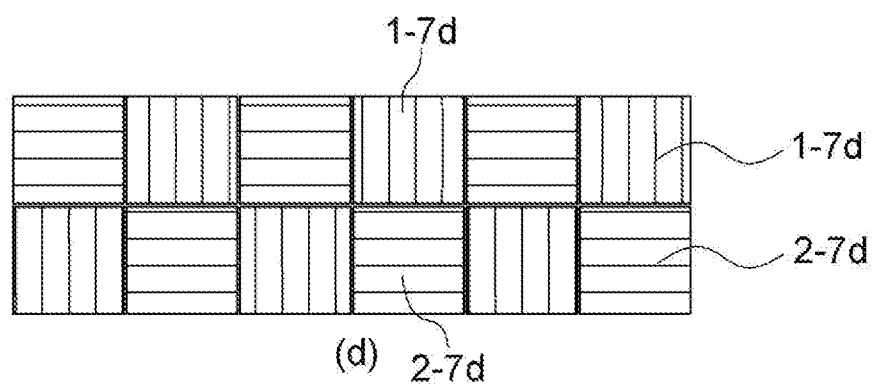
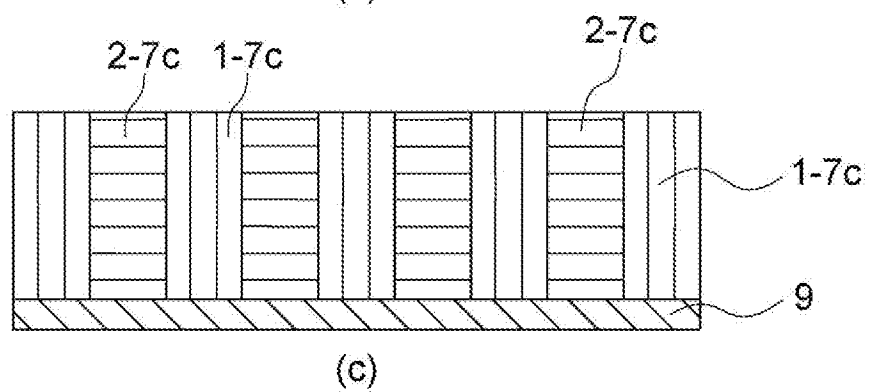
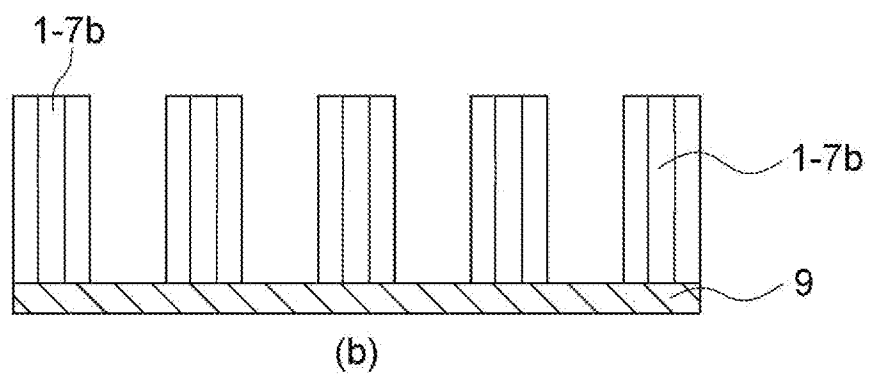
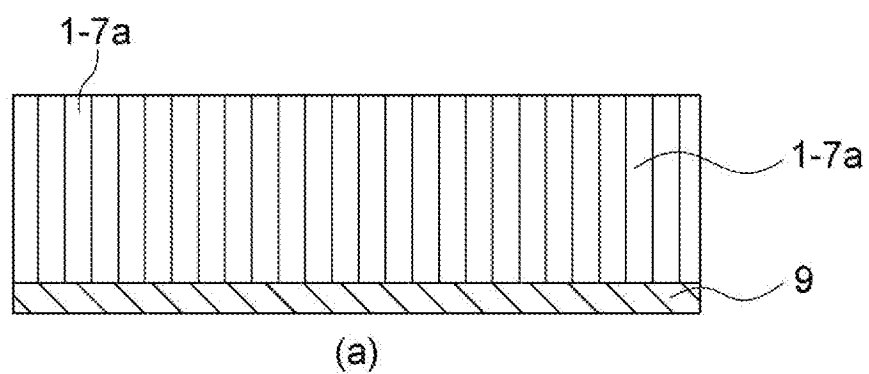
[図4]



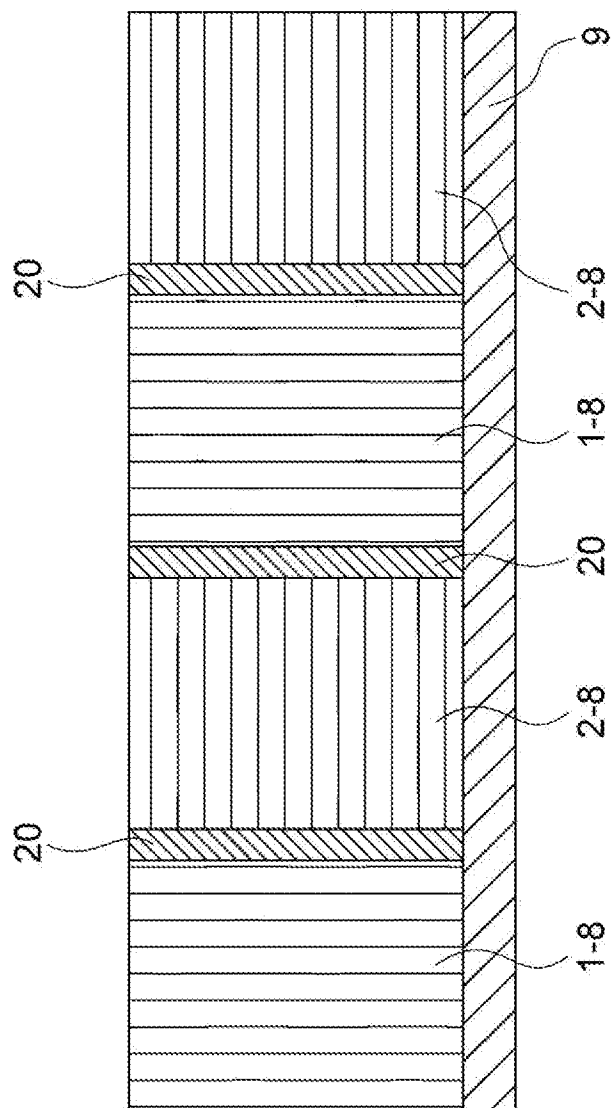
[図6]



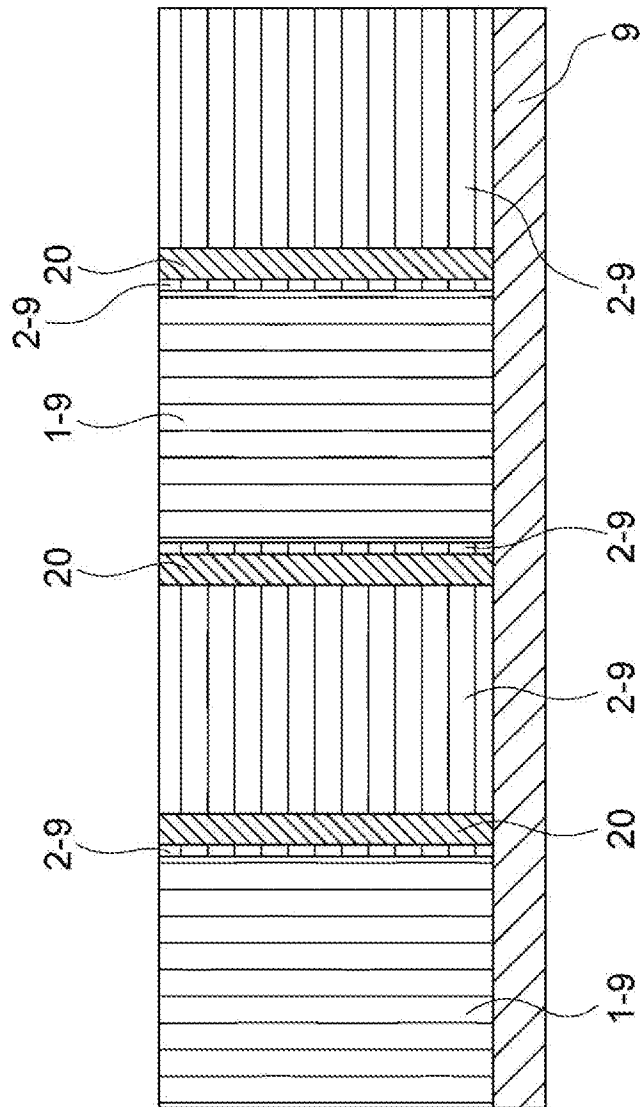
[図7]



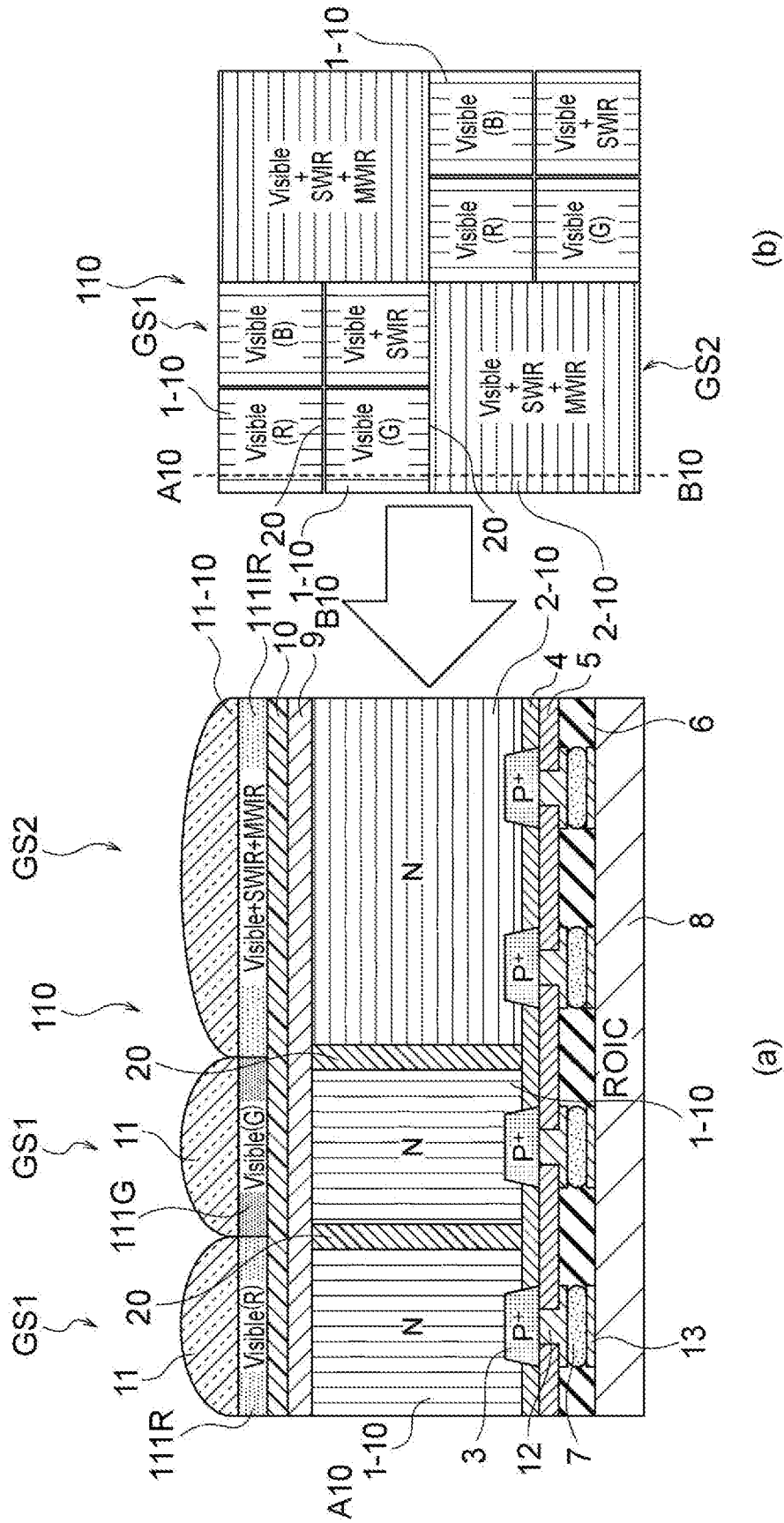
[図8]



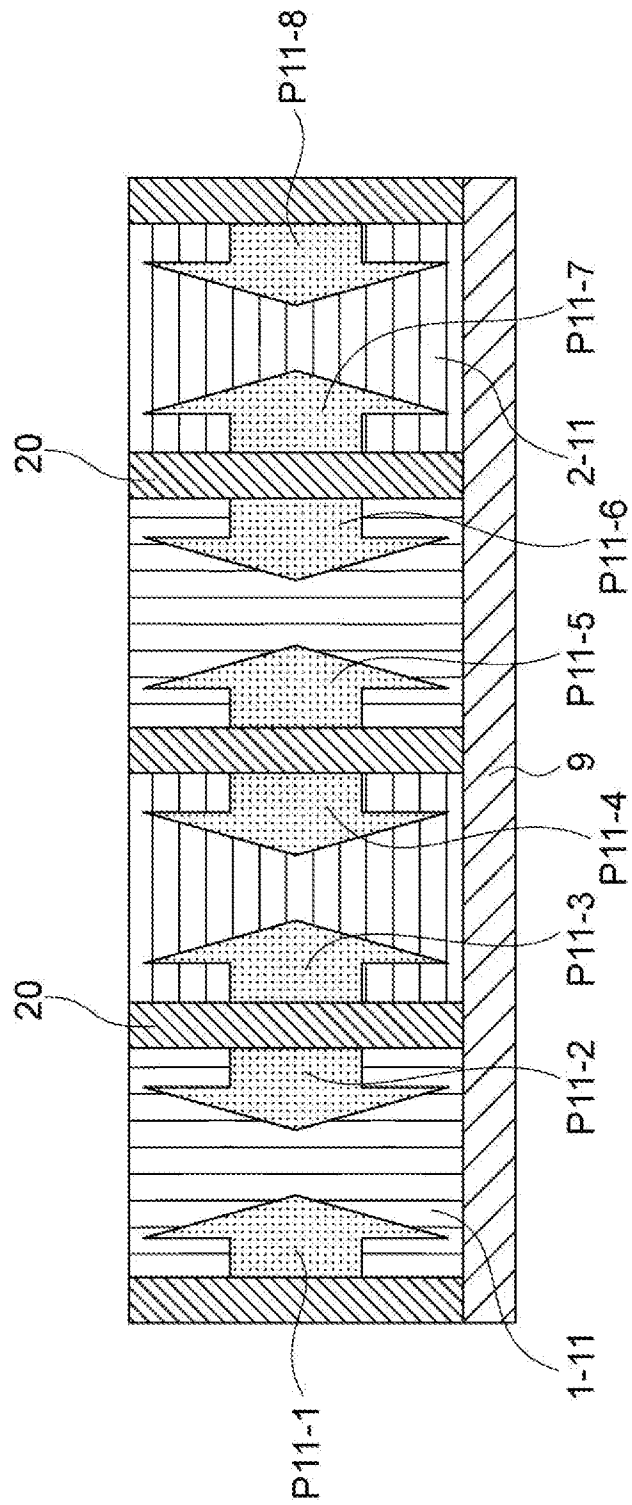
[図9]



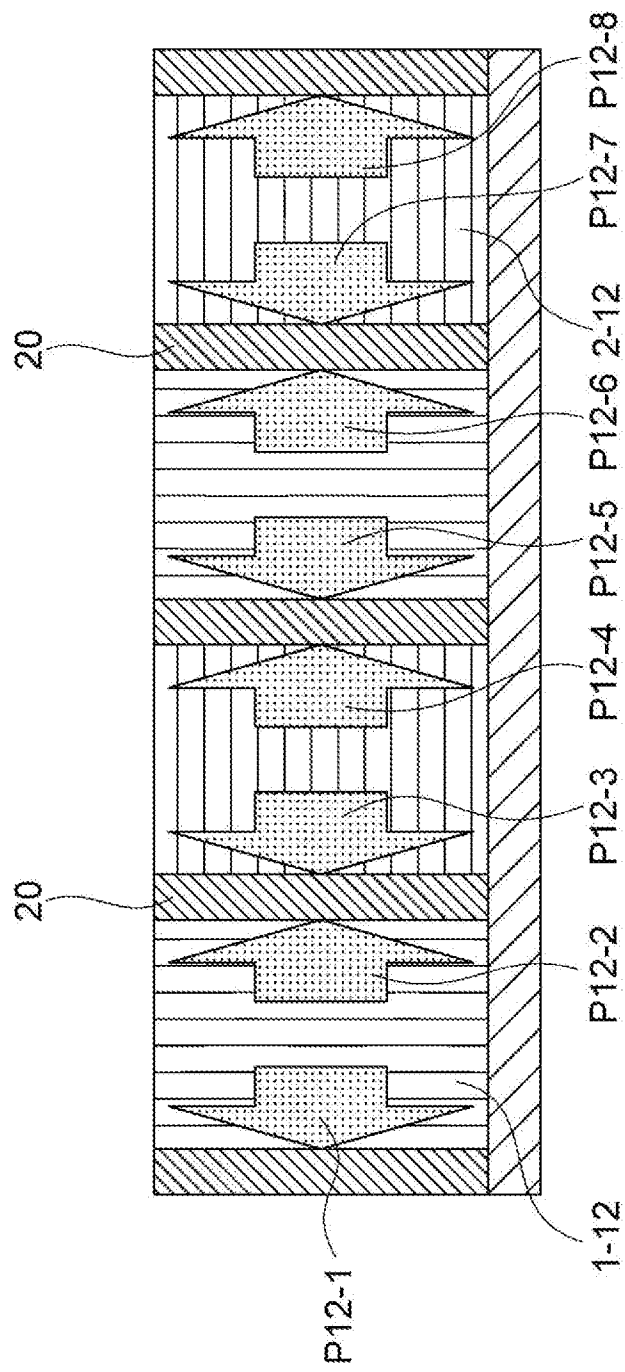
[図10]



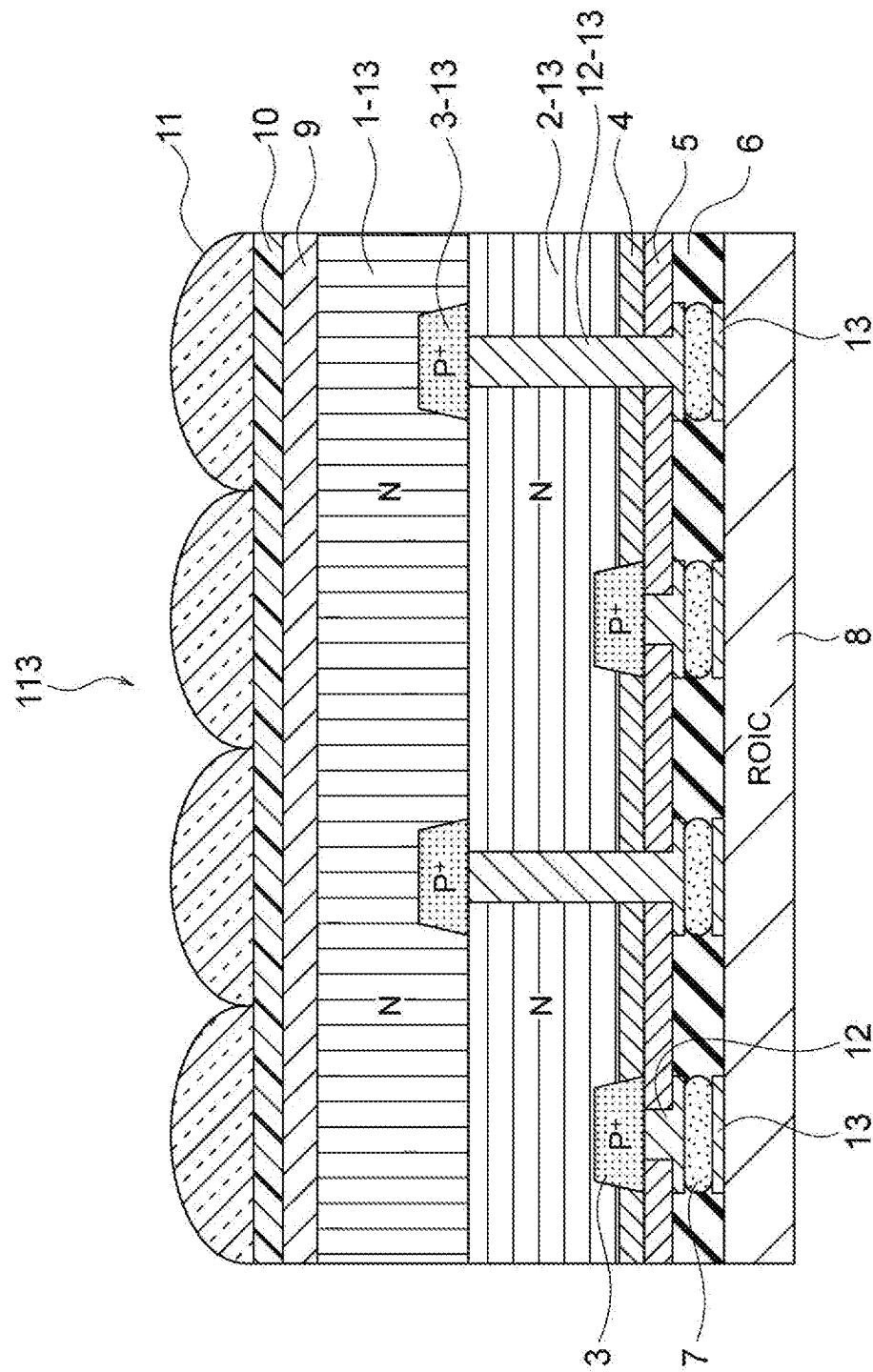
[図11]



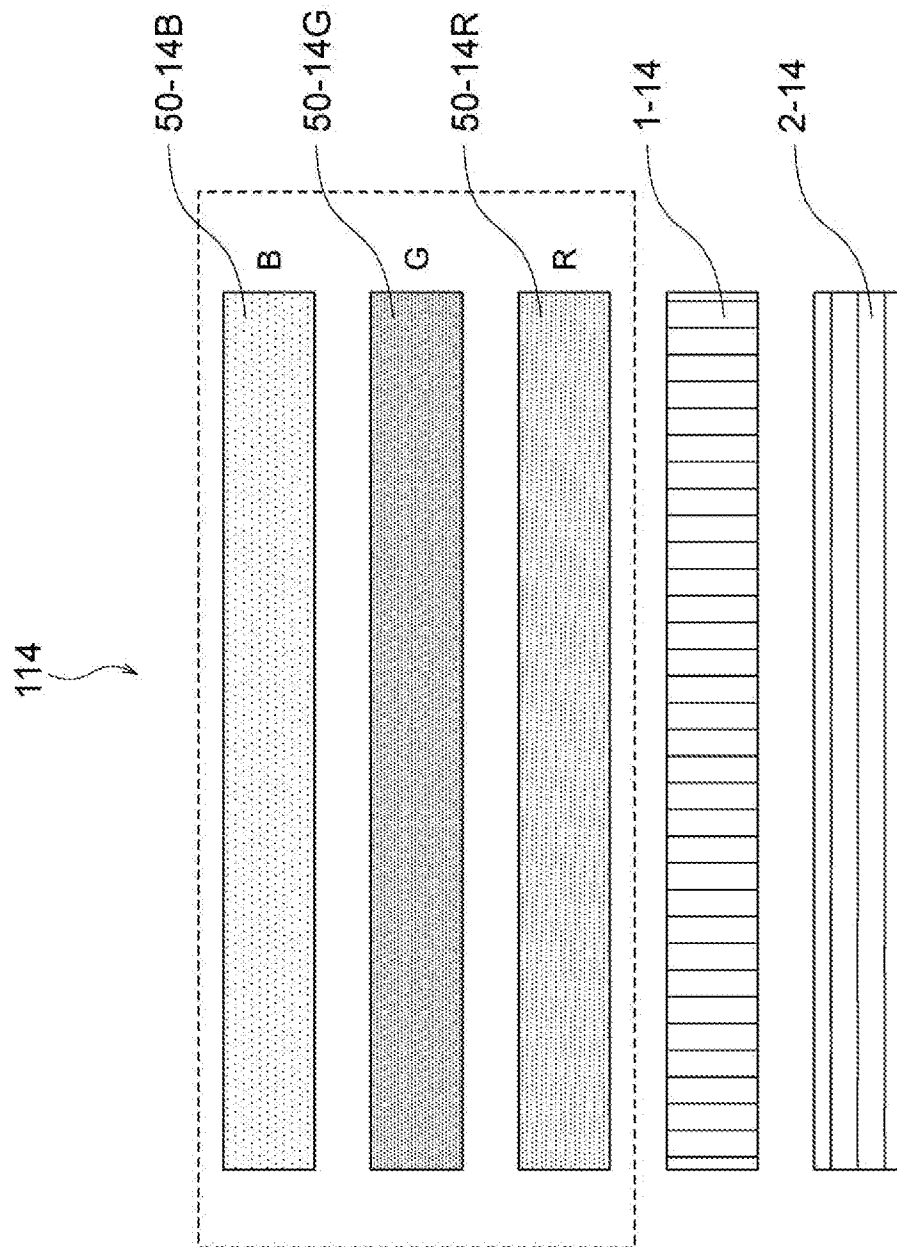
[図12]



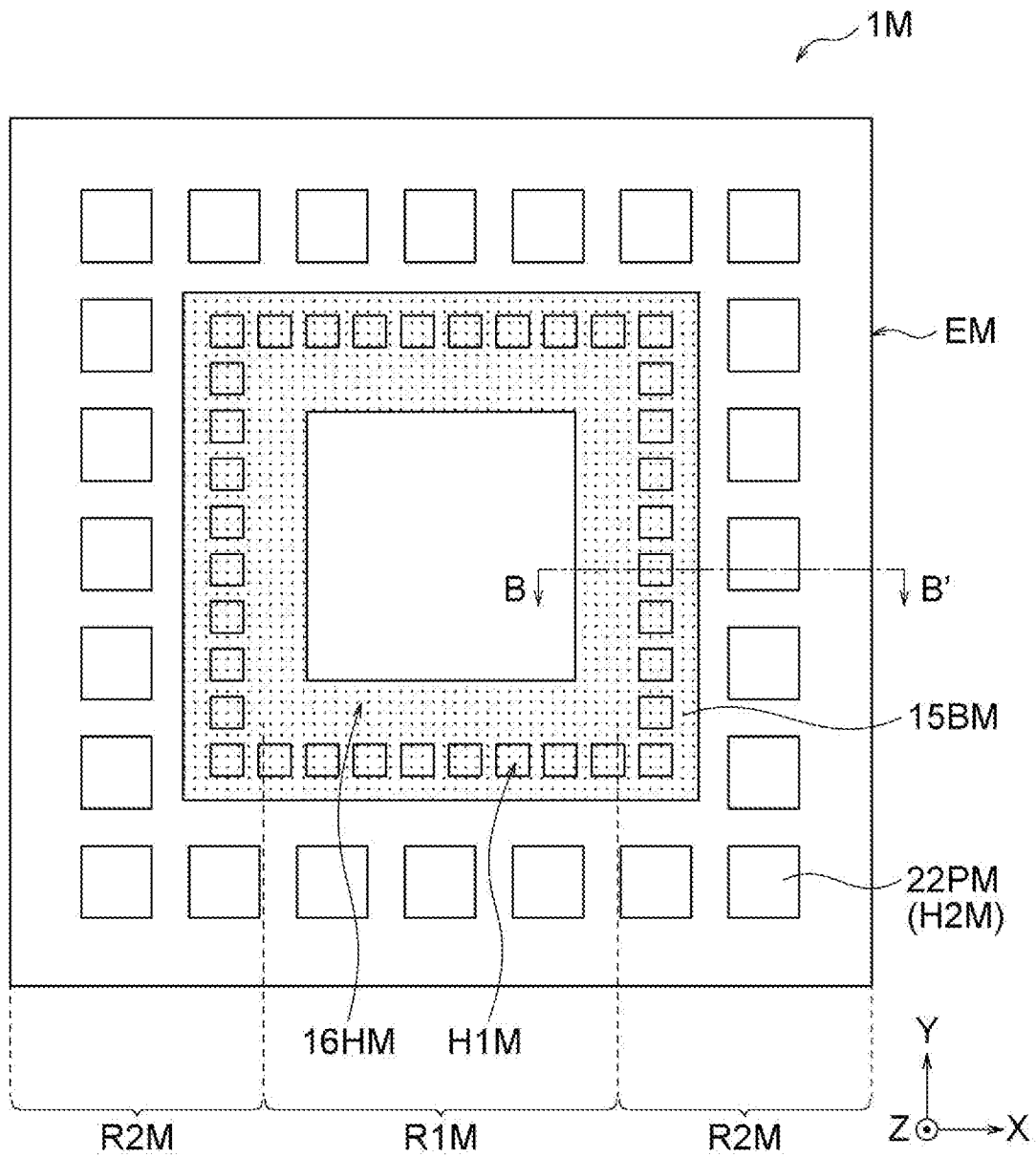
[図13]



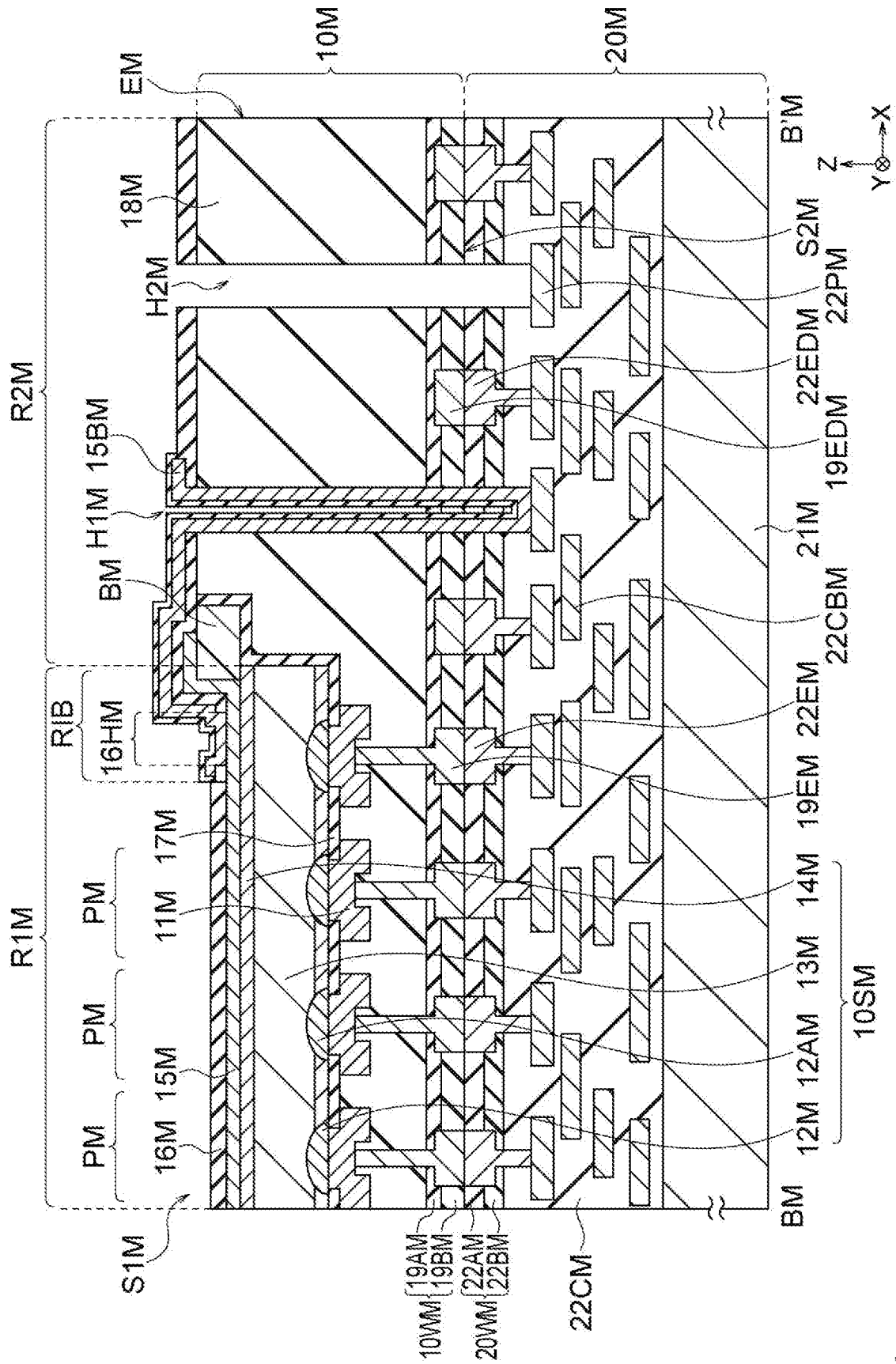
[図14]



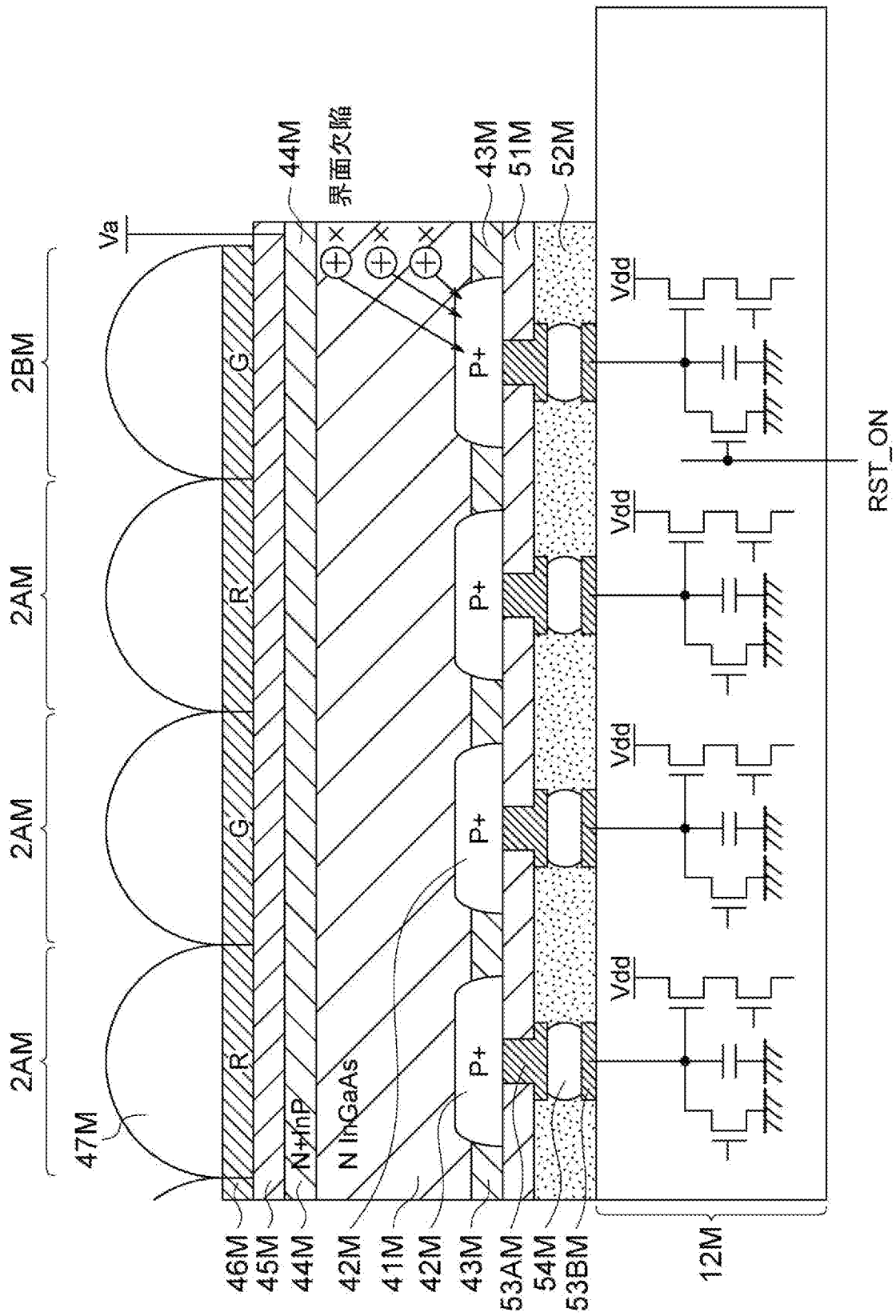
[図16]



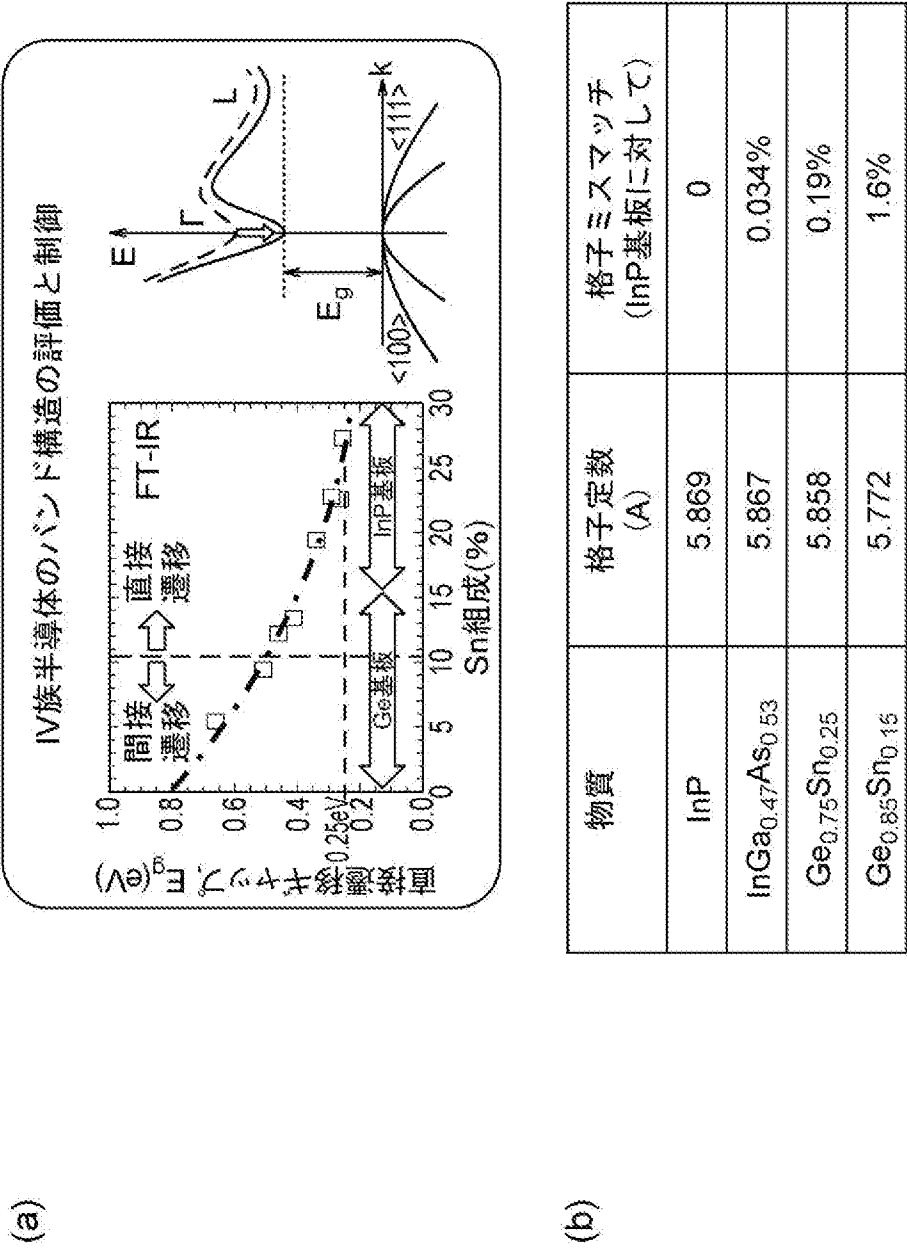
[図17]



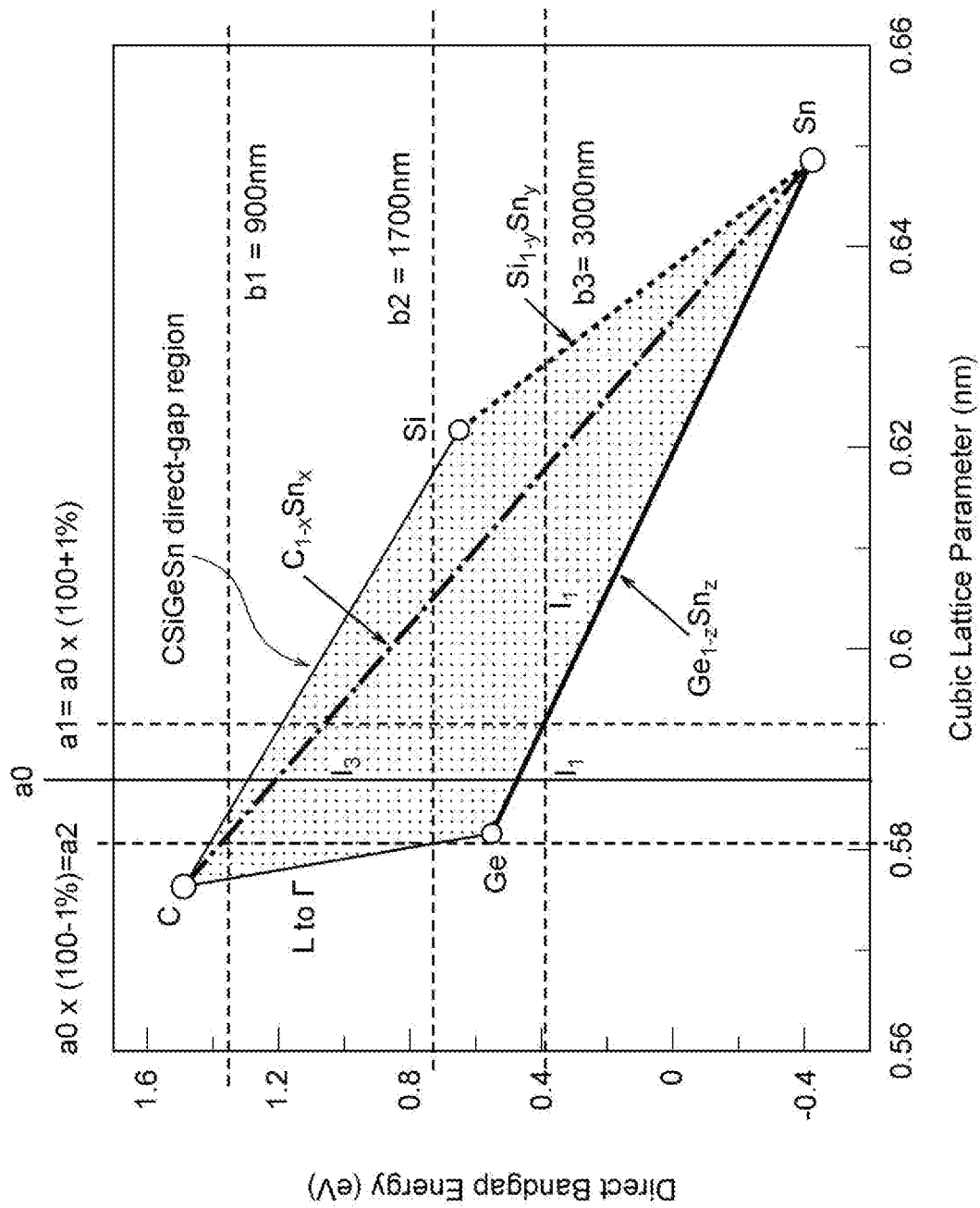
[図18]



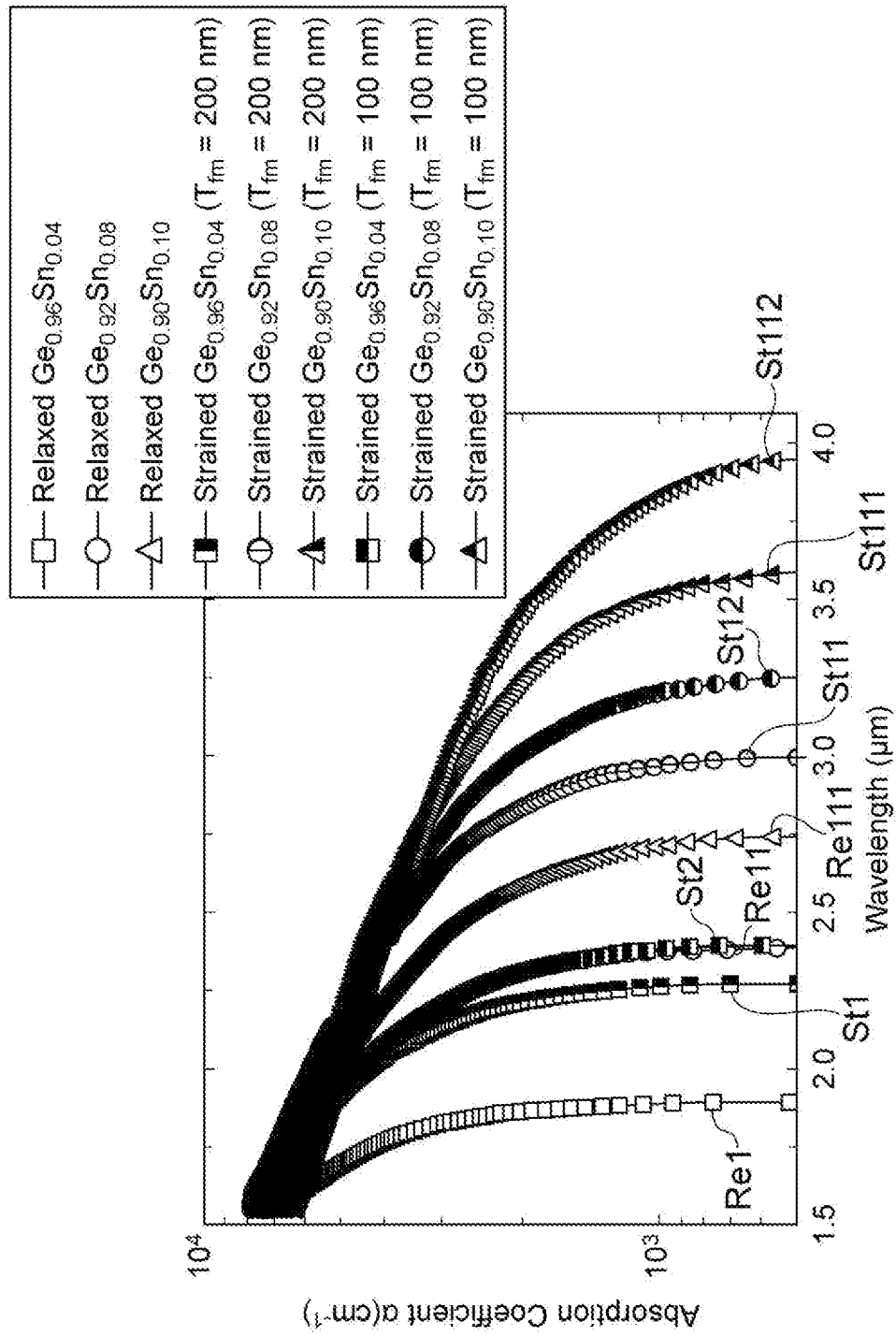
[図19]



[図20]



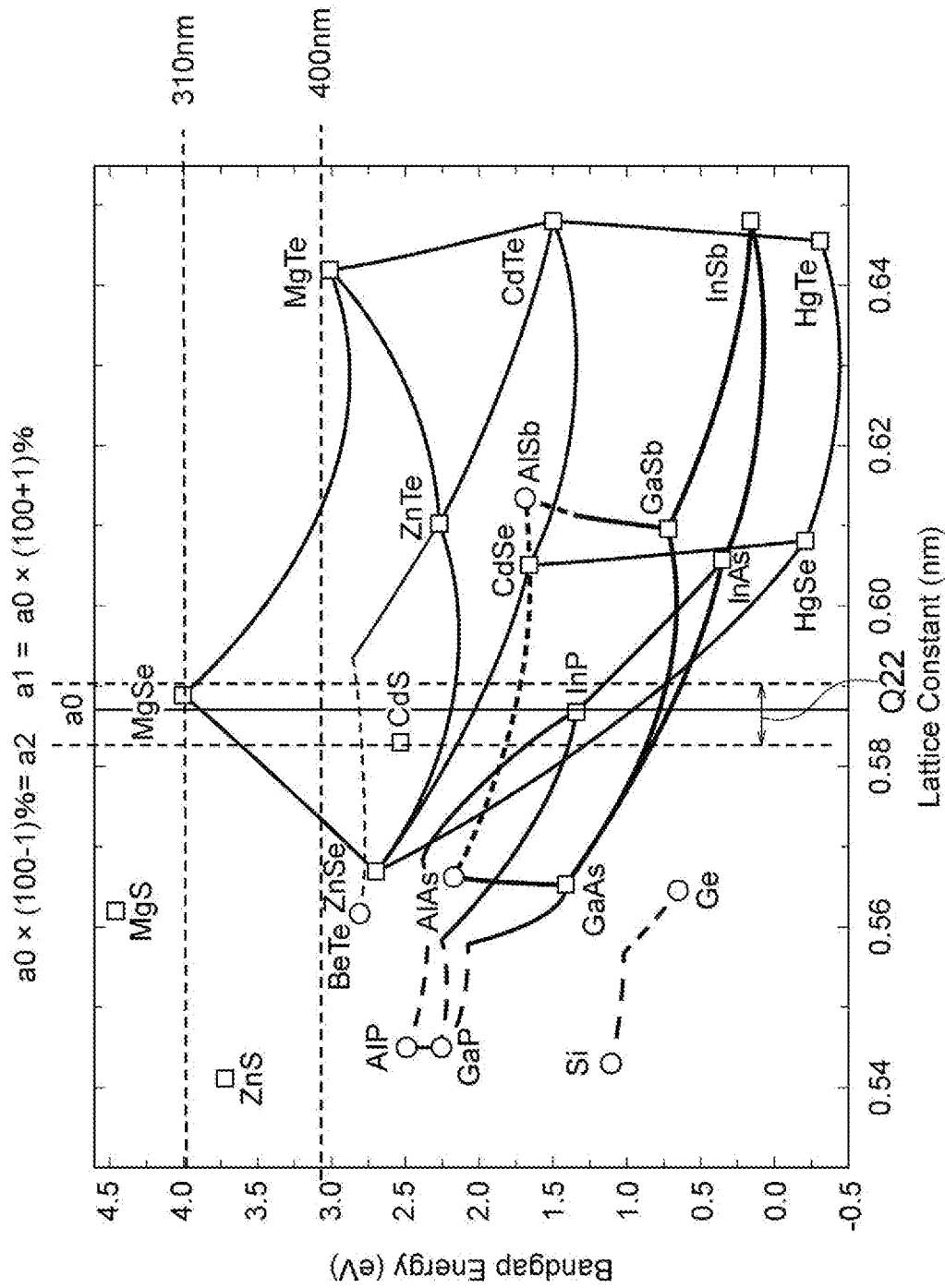
[図21]



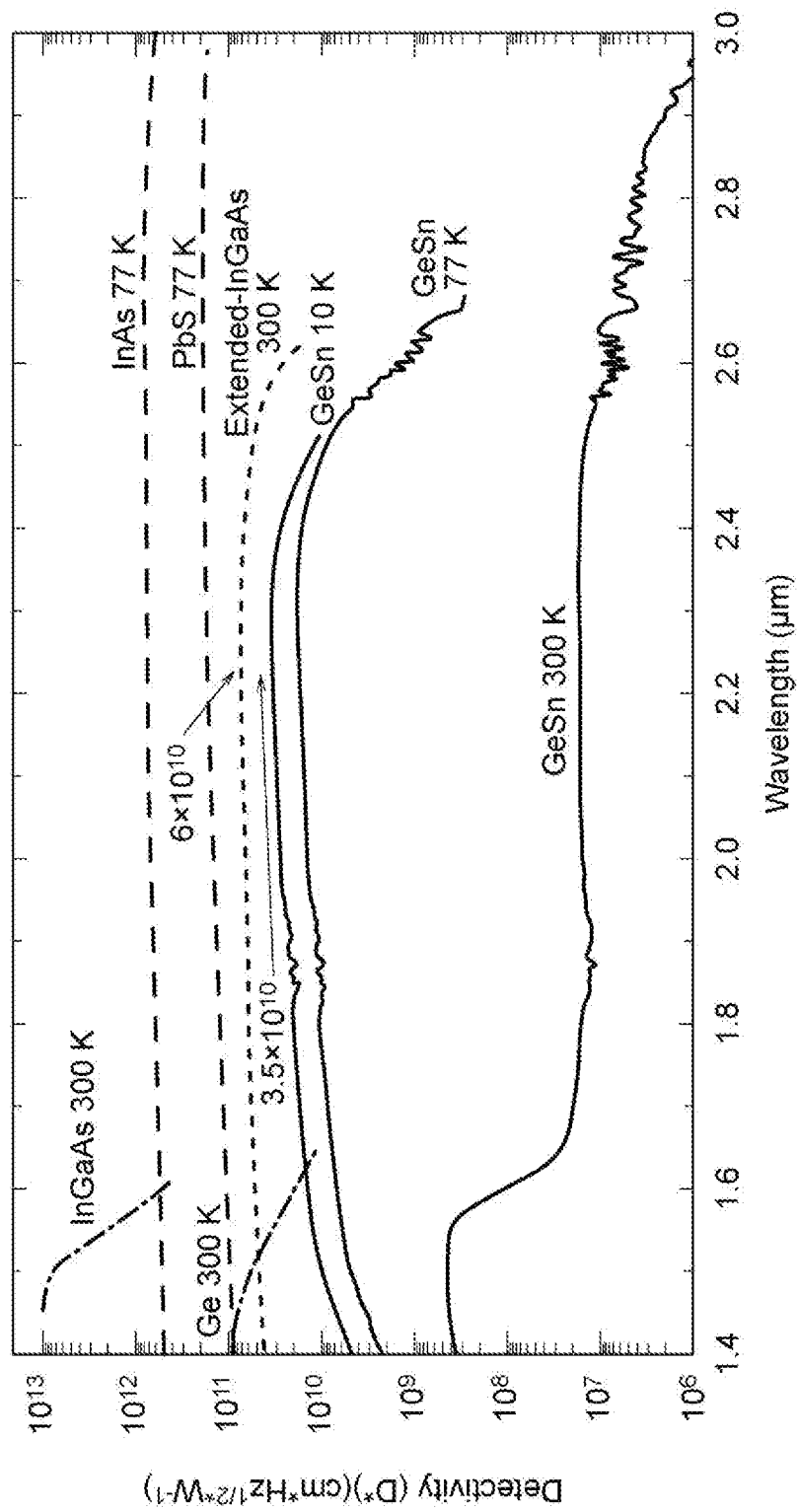
[図22]

物質	格子定数 (Å)
InP	5.869
InGa _{0.70} As _{0.30}	5.775
InGa _{0.60} As _{0.40}	5.815
InGa _{0.47} As _{0.53}	5.867
Ge _{0.90} Sn _{0.10}	5.741
Ge _{0.85} Sn _{0.15}	5.783
Ge _{0.75} Sn _{0.25}	5.866

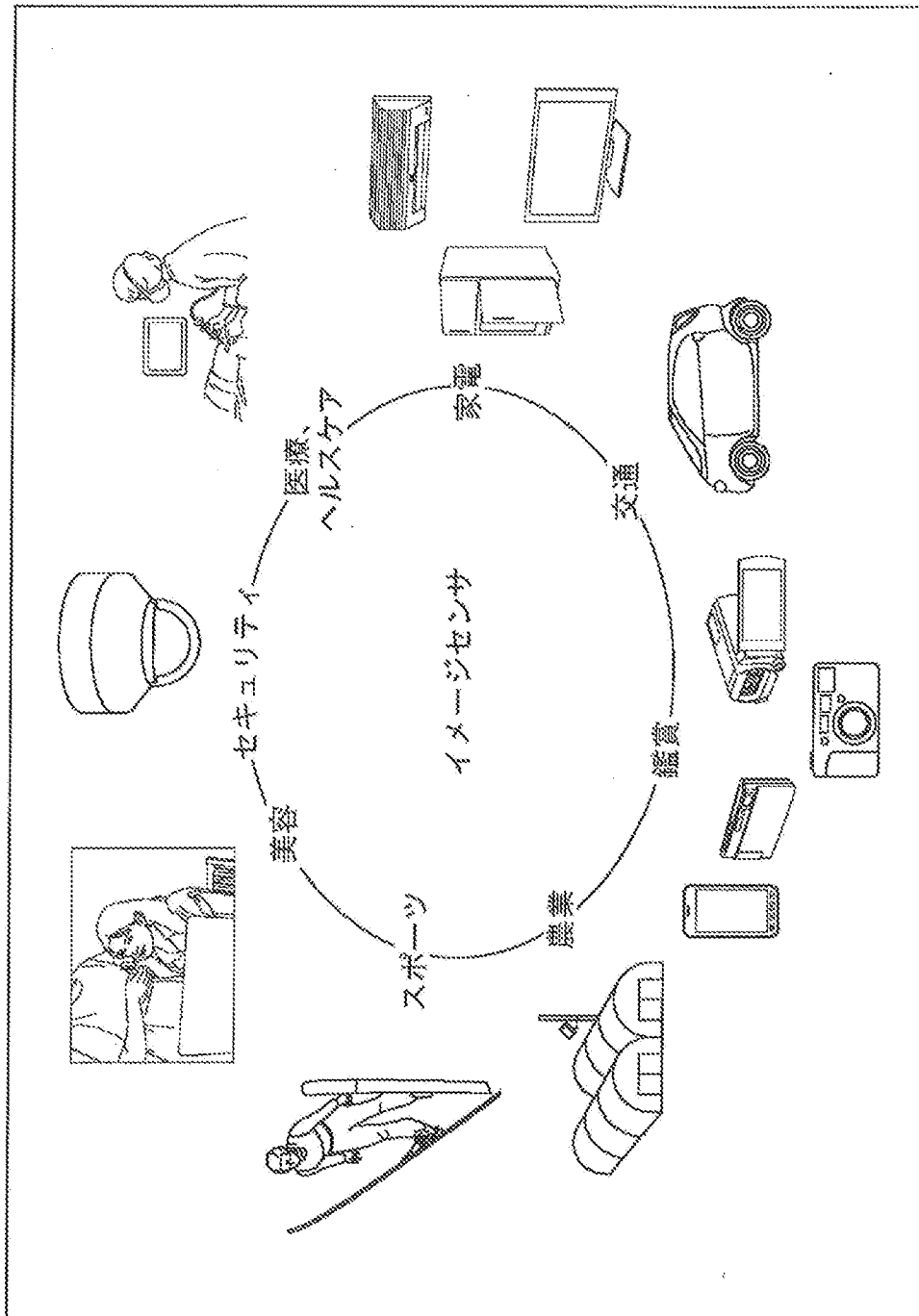
[図23]



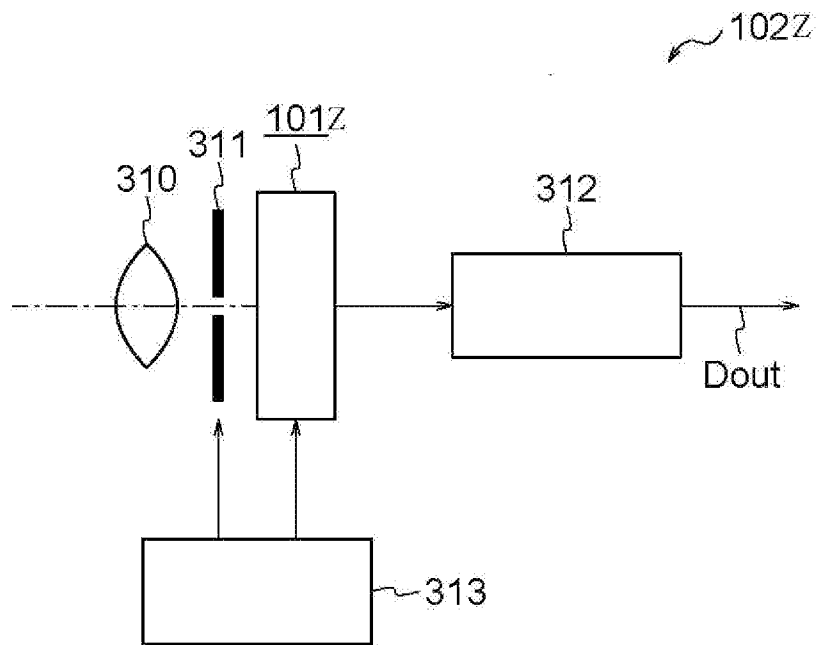
[図24]



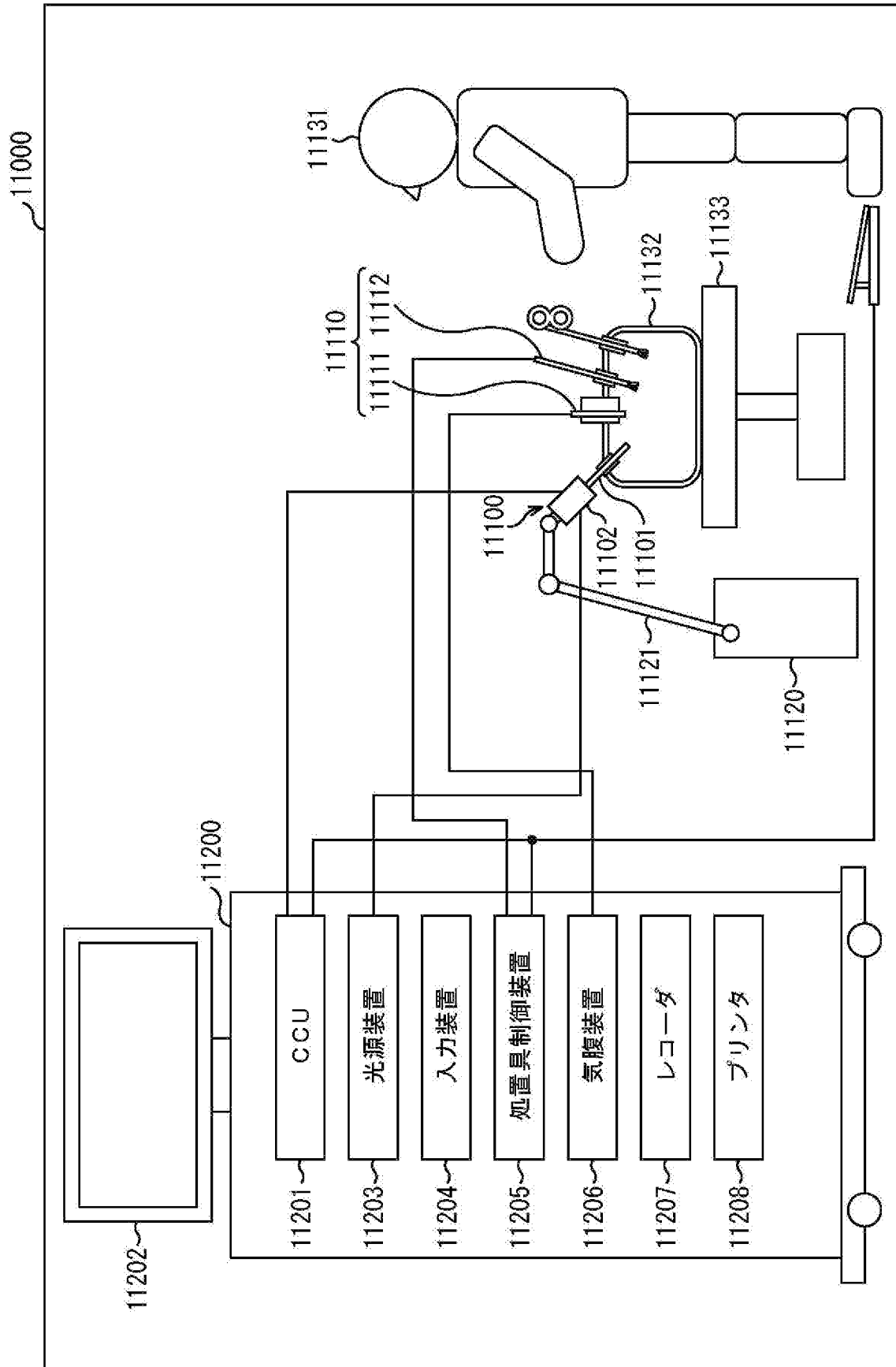
[図25]



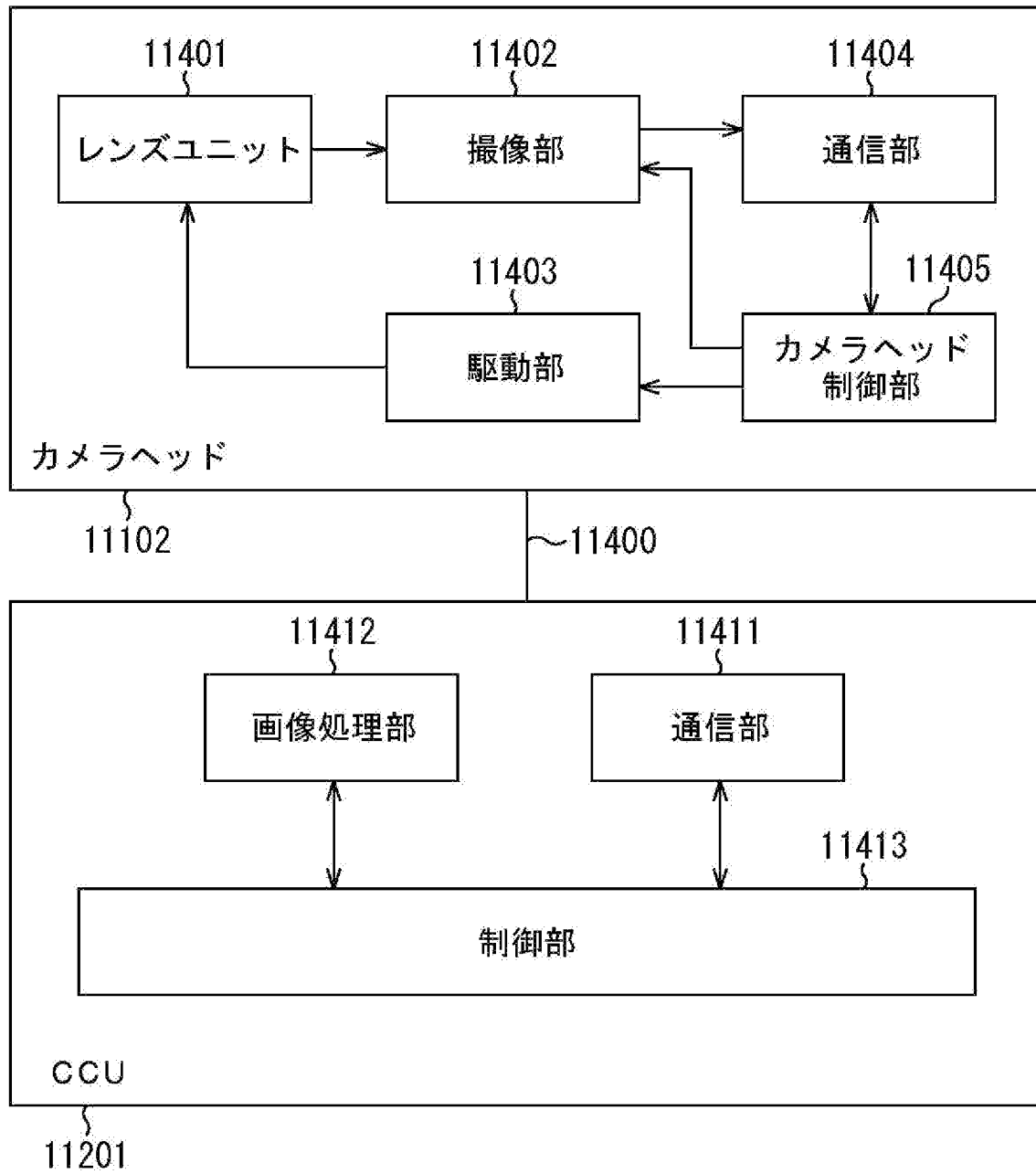
[図26]



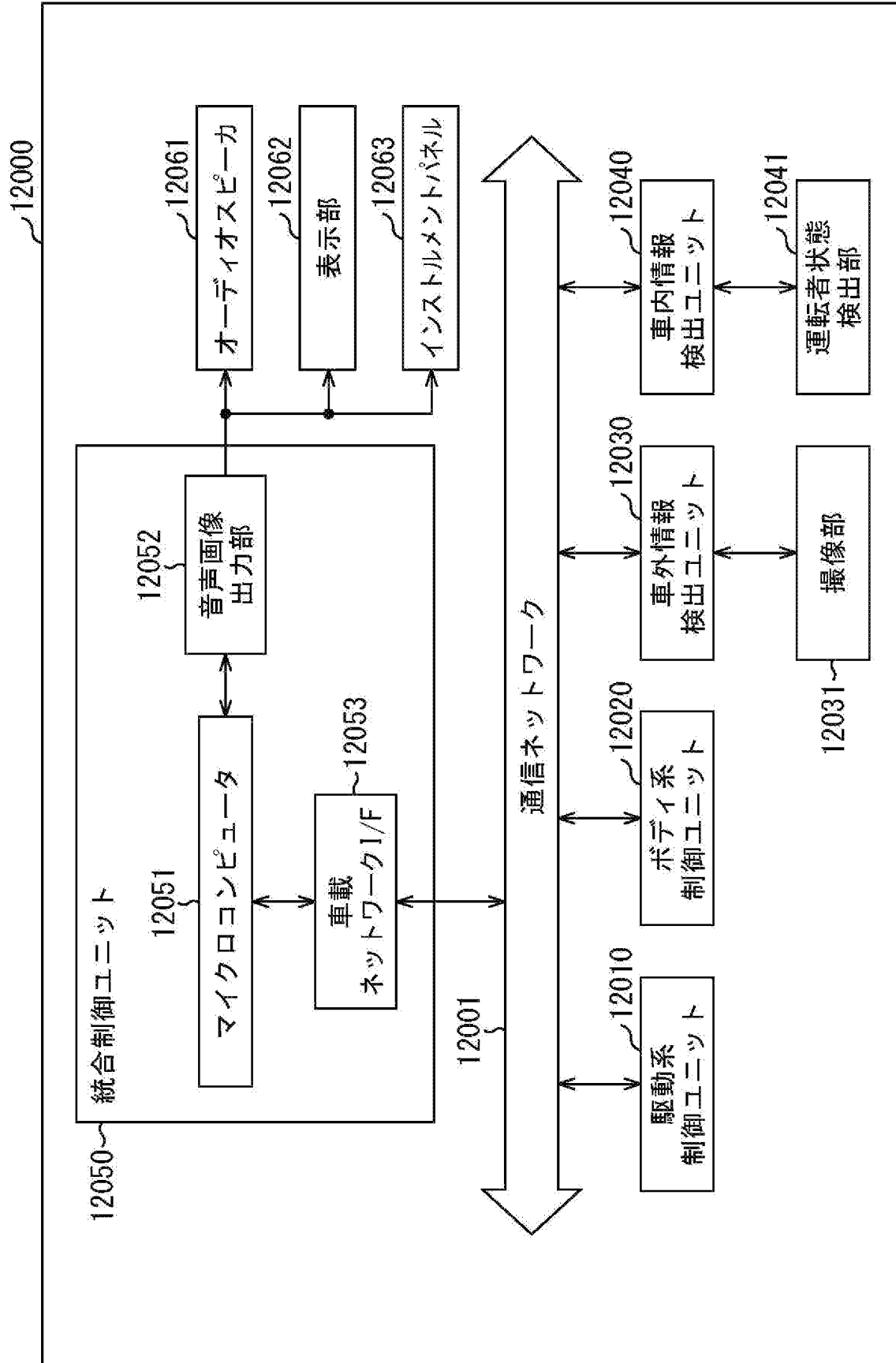
[図27]



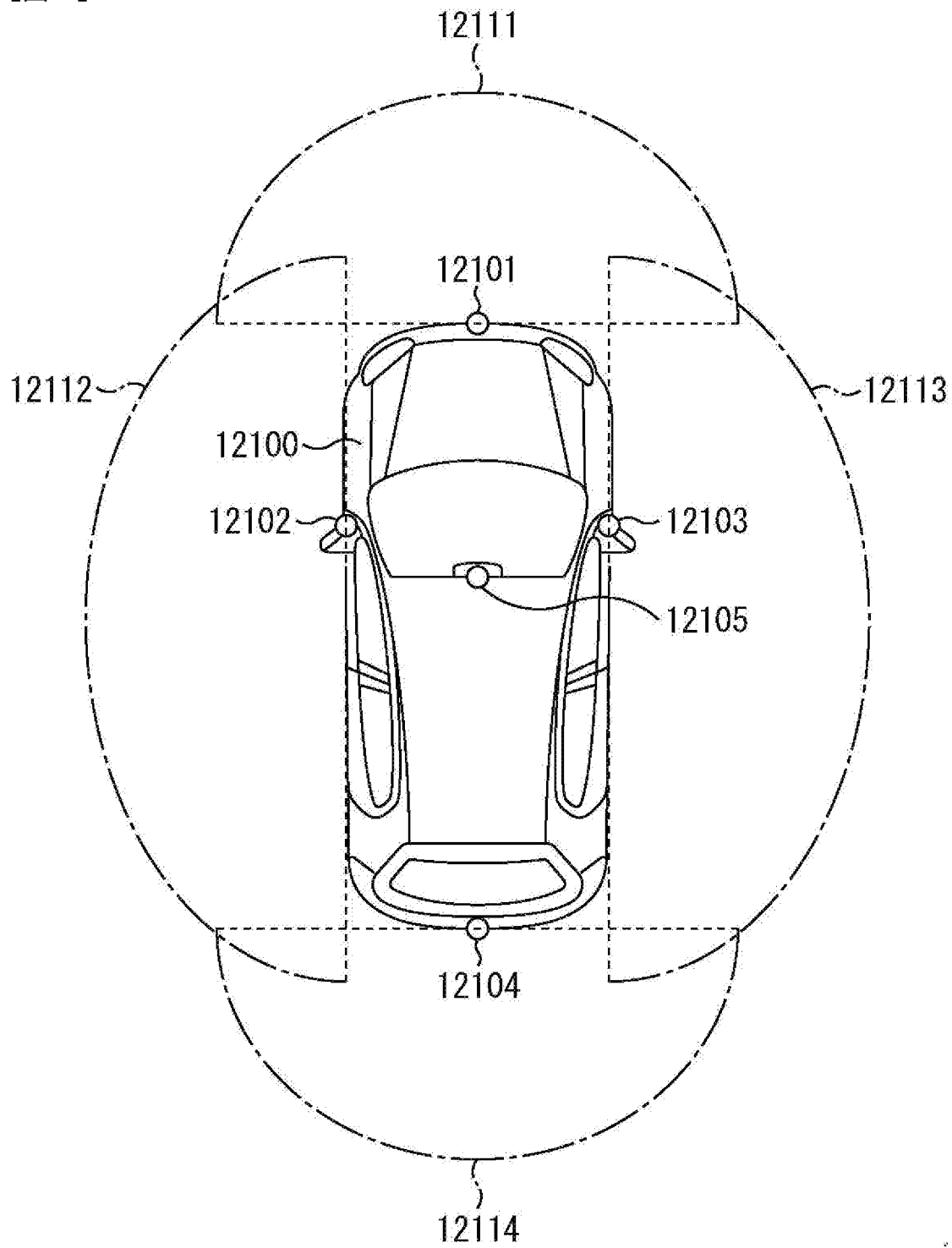
[図28]



[図29]



[図30]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/007338

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H01L31/10 (2006.01) i, H01L27/144 (2006.01) i, H01L27/146 (2006.01) i, H04N5/33 (2006.01) i, H04N5/369 (2011.01) i

FI: H01L27/146 F, H04N5/33, H04N5/369, H01L27/144 K, H01L31/10 D

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. H01L31/10, H01L27/144, H01L27/146, H04N5/33, 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.
X Y A	JP 2017-112169 A (SONY CORP.) 22 June 2017, paragraphs [0025], [0033]-[0039], [0103]-[0109], fig. 1-6	1-3, 7, 11, 20 5, 6, 8, 13-19 4, 9, 10, 12
X Y A	JP 2011-146635 A (SONY CORP.) 28 July 2011, paragraphs [0055]-[0072], fig. 24-27	1, 2, 7, 9-11, 20 8-10, 13-19 3-6, 12
X Y A	JP 2018-32663 A (FUJITSU LTD.) 01 March 2018, paragraphs [0025]-[0040], fig. 3-7	1, 2, 7, 11, 20 5, 6, 8, 13-19 3, 4, 9, 10, 12

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06.05.2021

Date of mailing of the international search report
25.05.2021

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/JP2021/007338

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2018/139110 A1 (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) 02 August 2018, paragraphs [0015]-[0032], [0054], [0055], [0063]-[0069], fig. 1, 7, 8, lines 1-13	1-3, 7, 11, 20
Y		5, 6, 8-10, 13-19
A		4, 12
Y	JP 2019-212820 A (FUJITSU LTD.) 12 December 2019, paragraph [0079]	5, 6
Y	JP 2008-508702 A (QUANTUM SEMICONDUCTOR LLC) 21 March 2008, paragraph [0110]	5, 6
Y	JP 2002-289909 A (KYOCERA CORP.) 04 October 2002, paragraphs [0066]-[0072], fig. 5, 6	8
Y	JP 2014-138036 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 28 July 2014, paragraphs [0027]-[0029], fig. 1	13-19
Y	JP 2019-57639 A (FUJITSU LTD.) 11 April 2019, paragraphs [0014]-[0019], fig. 1	13-19
Y	JP 2016-111294 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 20 June 2016, paragraphs [0027]-[0048], fig. 6	13-19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/007338

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2017-112169 A	22.06.2017	US 2018/0367746 A1 paragraphs [0060], [0068]-[0074], [0141]-[0147], fig. 1-6 WO 2017/104486 A1 CN 108369951 A	
JP 2011-146635 A	28.07.2011	US 2010/0182471 A1 paragraphs [0127]- [0161], fig. 24-27 CN 101794836 A KR 10-2010-0085849 A TW 201103132 A	
JP 2018-32663 A	01.03.2018	US 2018/0053805 A1 paragraphs [0048]- [0063], fig. 3-7	
WO 2018/139110 A1	02.08.2018	US 2020/0127039 A1 paragraphs [0054]- [0071], [0093], [0094], [0102]- [0108], fig. 1, 7, 8, 11-13 CN 110226228 A KR 10-2019-0107663 A TW 201841354 A	
JP 2019-212820 A	12.12.2019	US 2019/0378949 A1 paragraph [0131]	
JP 2008-508702 A	21.03.2008	US 2008/0001139 A1 paragraphs [0320], [0321]	
JP 2002-289909 A	04.10.2002	(Family: none)	
JP 2014-138036 A	28.07.2014	US 2014/0197373 A1 paragraphs [0043]- [0046], fig. 1	
JP 2019-57639 A	11.04.2019	(Family: none)	
JP 2016-111294 A	20.06.2016	US 2016/0172530 A1 paragraphs [0032]- [0068], fig. 6	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 31/10(2006.01)i; H01L 27/144(2006.01)i; H01L 27/146(2006.01)i; H04N 5/33(2006.01)i; H04N 5/369(2011.01)i FI: H01L27/146 F; H04N5/33; H04N5/369; H01L27/144 K; H01L31/10 D		
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）） H01L31/10; H01L27/144; H01L27/146; H04N5/33; 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
X Y A	JP 2017-112169 A（ソニー株式会社）22.06.2017（2017-06-22） [0025], [0033] - [0039], [0103] - [0109], 図 1-6	1-3, 7, 11, 20 5, 6, 8, 13-19 4, 9, 10, 12
X Y A	JP 2011-146635 A（ソニー株式会社）28.07.2011（2011-07-28） [0055] - [0072], 図24-27	1, 2, 7, 9-11, 20 8-10, 13-19 3-6, 12
X Y A	JP 2018-32663 A（富士通株式会社）01.03.2018（2018-03-01） [0025] - [0040], 図3-7	1, 2, 7, 11, 20 5, 6, 8, 13-19 3, 4, 9, 10, 12
☒ 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 06.05.2021		国際調査報告の発送日 25.05.2021
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
X Y A	WO 2018/139110 A1 (ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社) 02.08.2018 (2018 - 08 - 02) [0015] - [0032], [0054], [0055], [0063] - [0069], 図1, 7, 8, 11-13	1-3, 7, 11, 20 5, 6, 8-10, 13-19 4, 12
Y	JP 2019-212820 A (富士通株式会社) 12.12.2019 (2019 - 12 - 12) [0079]	5, 6
Y	JP 2008-508702 A (クオンタム セミコンダクター リミテッド ライアビリティ カン パニー) 21.03.2008 (2008 - 03 - 21) [0110]	5, 6
Y	JP 2002-289909 A (京セラ株式会社) 04.10.2002 (2002 - 10 - 04) [0066] - [0072], 図5, 6	8
Y	JP 2014-138036 A (住友電気工業株式会社) 28.07.2014 (2014 - 07 - 28) [0027] - [0029], 図1	13-19
Y	JP 2019-57639 A (富士通株式会社) 11.04.2019 (2019 - 04 - 11) [0014] - [0019], 図1	13-19
Y	JP 2016-111294 A (住友電気工業株式会社) 20.06.2016 (2016 - 06 - 20) [0027] - [0048], 図6	13-19

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/JP2021/007338

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2017-112169	A	22.06.2017	US 2018/0367746 A1 [0060], [0068]-[0074], [0141]-[0147], Figs.1-6 WO 2017/104486 A1 CN 108369951 A	
JP	2011-146635	A	28.07.2011	US 2010/0182471 A1 [0127]-[0161], Figs.24-27 CN 101794836 A KR 10-2010-0085849 A TW 201103132 A	
JP	2018-32663	A	01.03.2018	US 2018/0053805 A1 [0048]-[0063], Figs.3-7	
WO	2018/139110	A1	02.08.2018	US 2020/0127039 A1 [0054]-[0071], [0093], [0094], [0102]-[0108], Figs.1, 7, 8, 11-13 CN 110226228 A KR 10-2019-0107663 A TW 201841354 A	
JP	2019-212820	A	12.12.2019	US 2019/0378949 A1 [0131]	
JP	2008-508702	A	21.03.2008	US 2008/0001139 A1 [0320], [0321]	
JP	2002-289909	A	04.10.2002	(ファミリーなし)	
JP	2014-138036	A	28.07.2014	US 2014/0197373 A1 [0043]-[0046], Fig.1	
JP	2019-57639	A	11.04.2019	(ファミリーなし)	
JP	2016-111294	A	20.06.2016	US 2016/0172530 A1 [0032]-[0068], Fig.6	