(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
2020年10月15日(15.10.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/209107 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 27/146 (2006.01) *H04N 5/3745* (2011.01)
H04N 5/369 (2011.01) *H04N 9/07* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/014170

(22) 国際出願日： 2020年3月27日(27.03.2020)

(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 2019-076306 2019年4月12日(12.04.2019) JP

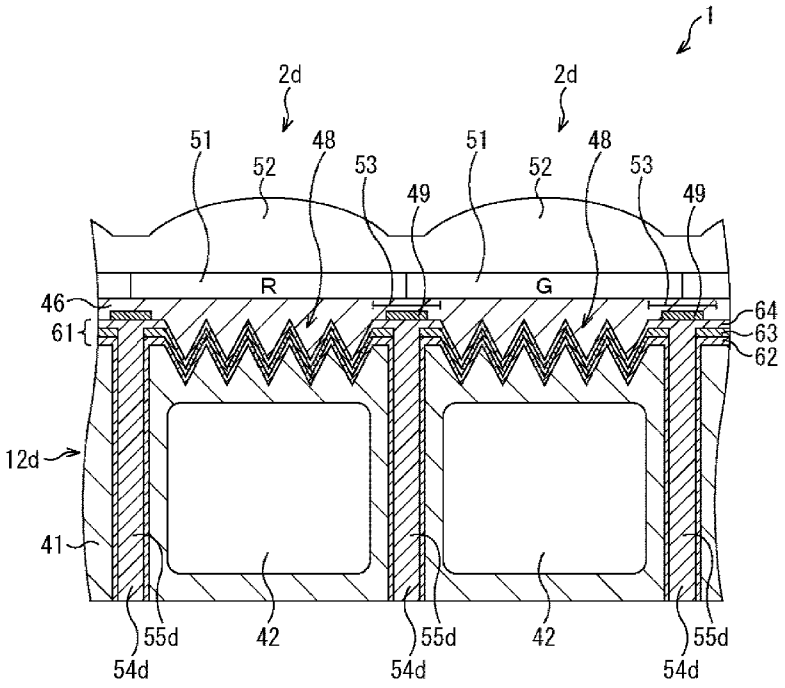
(71) 出願人: ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社(**SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION**) [JP/JP]; 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目１４番１号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 大谷 奈津子 (**OOTANI Natsuko**); 〒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). 伊藤 幹記(**ITO Mikinori**); 〒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). 田中 隆(**TANAKA Takashi**); 〒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). 阿部 ますみ(**ABE Masumi**); 〒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

(54) **Title:** SOLID-STATE IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称： 固体撮像装置

FIG. 7



(57) **Abstract:** The present technology relates to a solid-state imaging device which allows for an improvement in sensitivity while suppressing a worsening of color mixing. The present invention comprises: a substrate; a plurality of photoelectric conversion regions provided on the substrate; trenches that are provided between the photoelectric conversion regions and are provided so as to penetrate through the substrate; and a recessed region having a plurality of recesses provided above the photoelectric conversion regions, on the light receiving surface-side of the substrate. The substrate is

WO 2020/209107 A1

[続葉有]

会社内 Kanagawa (JP). 島田 翔平(**SHIMADA Shohei**); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目１４番１号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).

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

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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)）

composed of a group III-V semiconductor or polycrystalline SiXGe (1-x) (x = 0 to 1). A recessed region is additionally provided below the photoelectric conversion regions, on the substrate surface that is opposite the substrate light-receiving surface. The present technology can be applied to a backside illumination-type solid-state imaging device, and the like.

(57) 要約：本技術は、混色悪化を抑制しつつ、感度を向上させることができるようにする固体撮像装置に関する。 基板と、基板に設けられた複数の光電変換領域と、光電変換領域間に設けられ、基板を貫通して設けられたトレンチと、光電変換領域の上方で、基板の受光面側に設けられた複数の凹部を有する凹部領域とを備え、基板は、III-V族半導体または多結晶ＳｉＸＧｅ（１-x）（ｘ＝０～１）により構成されている。凹部領域は、光電変換領域の下方で、基板の受光面と対向する面側にも設けられている。本技術は、例えば、裏面照射型の固体撮像装置等に適用できる。

明　細　書

発明の名称 ： 固体撮像装置

技術分野

[0001] 本技術は固体撮像装置に関し、例えば、混色悪化を抑制しつつ、感度を向上させることができるようにした固体撮像装置に関する。

背景技術

[0002] 固体撮像装置において、入射光の反射を防止するための構造として、フォトダイオードが形成されるシリコン層の受光面側の界面に微小な凹凸構造を設けことが提案されている（例えば、特許文献１，２参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１０－２７２６１２号公報

特許文献2：特開２０１３－３３８６４号公報

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、微小な凹凸構造は、入射光の反射を防止して感度を向上させることができるが散乱も大きくなり、隣の画素へ光が漏れ込む量も多くなるため、混色が悪化してしまう可能性があった。

[0005] 本開示は、このような状況に鑑みてなされたものであり、混色悪化を抑制しつつ、感度を向上させることができるようにするものである。

課題を解決するための手段

[0006] 本技術の一側面の第１の固体撮像装置は、基板と、前記基板に設けられた複数の光電変換領域と、前記光電変換領域間に設けられ、前記基板を貫通して設けられたトレンチと、前記光電変換領域の上方で、前記基板の受光面側に設けられた複数の凹部を有する凹部領域とを備え、前記基板は、III-V族半導体または多結晶ＳｉＸＧｅ（１-x）（ｘ＝０～１）により構成されている。

[0007] 本技術の一側面の第２の固体撮像装置は、基板と、前記基板に設けられた複数の光電変換領域と、前記光電変換領域間に設けられ、前記基板を貫通して設けられたトレンチと、前記光電変換領域の上方で、前記基板の受光面側に設けられた複数の凹部を有する凹部領域と、前記光電変換領域の下方で、前記基板の前記受光面と対向する面側に設けられた金属膜とを備える。

[0008] 本技術の一側面の第３の固体撮像装置は、基板と、前記基板に設けられた複数の光電変換領域と、前記光電変換領域の上側に設けられているカラーフィルタと、前記光電変換領域間に設けられ、前記基板を貫通して設けられたトレンチと、前記光電変換領域の上方で、前記基板の受光面側に設けられた複数の凹部を有する凹部領域と、前記トレンチの上方であり、前記カラーフィルタに異なる屈折率を有する材料が積層された膜とを備える。

[0009] 本技術の一側面の第４の固体撮像装置は、基板と、前記基板に設けられた複数の光電変換領域と、前記光電変換領域の上側に設けられているカラーフィルタと、前記光電変換領域間に設けられ、前記基板を貫通して設けられたトレンチと、前記光電変換領域の上方で、前記基板の受光面側に設けられた複数の凹部を有する凹部領域とを備え、前記カラーフィルタの前記凹部領域側は平坦な形状である。

[0010] 本技術の一側面の第５の固体撮像装置は、基板と、前記基板に設けられた複数の光電変換領域と、前記光電変換領域間に設けられ、前記基板を貫通して設けられたトレンチと、前記光電変換領域の上方で、前記基板の受光面側に設けられた複数の凹部を有する凹部領域とを備え、可視光用の光電変換領域には、色フィルタと、可視光と所定の範囲の近赤外光とに透過帯を有するデュアルパスフィルタが積層され、赤外光用の光電変換領域には、異なる色フィルタが積層されている。

[0011] 本技術の一側面の第１の固体撮像装置おいては、基板と、基板に設けられた複数の光電変換領域と、光電変換領域間に設けられ、基板を貫通して設けられたトレンチと、光電変換領域の上方で、基板の受光面側に設けられた複数の凹部を有する凹部領域とが備えられている。基板は、III-V族半導体また

は多結晶ＳｉＸＧｅ（１-x）（ｘ＝０～１）により構成されている。

[0012] 本技術の一側面の第２の固体撮像装置おいては、基板と、基板に設けられた複数の光電変換領域と、光電変換領域間に設けられ、基板を貫通して設けられたトレンチと、光電変換領域の上方で、基板の受光面側に設けられた複数の凹部を有する凹部領域と、光電変換領域の下方で、基板の受光面と対向する面側に設けられた金属膜とが備えられている。

[0013] 本技術の一側面の第３の固体撮像装置おいては、基板と、基板に設けられた複数の光電変換領域と、光電変換領域の上側に設けられているカラーフィルタと、光電変換領域間に設けられ、基板を貫通して設けられたトレンチと、光電変換領域の上方で、基板の受光面側に設けられた複数の凹部を有する凹部領域と、トレンチの上方であり、カラーフィルタに異なる屈折率を有する材料が積層された膜とを備えられている。

[0014] 本技術の一側面の第４の固体撮像装置おいては、基板と、基板に設けられた複数の光電変換領域と、光電変換領域の上側に設けられているカラーフィルタと、光電変換領域間に設けられ、基板を貫通して設けられたトレンチと、光電変換領域の上方で、基板の受光面側に設けられた複数の凹部を有する凹部領域とが備えられている。カラーフィルタの凹部領域側は平坦な形状である。

[0015] 本技術の一側面の第５の固体撮像装置おいては、基板と、基板に設けられた複数の光電変換領域と、光電変換領域間に設けられ、基板を貫通して設けられたトレンチと、光電変換領域の上方で、基板の受光面側に設けられた複数の凹部を有する凹部領域とが備えられている。可視光用の光電変換領域には、色フィルタと、可視光と所定の範囲の近赤外光とに透過帯を有するデュアルパスフィルタが積層され、赤外光用の光電変換領域には、異なる色フィルタが積層されている。

[0016] なお、固体撮像装置および電子機器は、独立した装置であっても良いし、１つの装置を構成している内部ブロックであっても良い。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本開示に係る固体撮像装置の概略構成を示す図である。

[図2]第１の実施の形態に係る画素の断面構成例を示す図である。

[図3]凹部領域について説明をするための図である。

[図4]第２の実施の形態に係る画素の断面構成例を示す図である。

[図5]第３の実施の形態に係る画素の断面構成例を示す図である。

[図6]本開示の画素構造の効果を説明する図である。

[図7]第３の実施の形態に係る画素の断面構成例を示す図である。

[図8]第４の実施の形態に係る画素の製造について説明するための図である。

[図9]第５の実施の形態に係る画素の断面構成例を示す図である。

[図10]第６の実施の形態に係る画素の他の断面構成例を示す図である。

[図11]凹部領域の機能について説明するための図である。

[図12]第６の実施の形態に係る画素の製造について説明するための図である。

[図13]第７の実施の形態に係る画素の断面構成例を示す図である。

[図14]第８の実施の形態に係る画素の断面構成例を示す図である。

[図15]第８の実施の形態に係る画素の断面構成例を示す図である。

[図16]第８の実施の形態に係る画素の平面構成例を示す図である。

[図17]第８の実施の形態に係る画素の平面構成例を示す図である。

[図18]第８の実施の形態に係る画素の断面構成例を示す図である。

[図19]第８の実施の形態に係る画素の平面構成例を示す図である。

[図20]第９の実施の形態に係る画素の断面構成例を示す図である。

[図21]導波路の機能について説明するための図である。

[図22]第９の実施の形態に係る画素の断面構成例を示す図である。

[図23]平坦化する理由について説明するための図である。

[図24]第１０の実施の形態に係る画素の断面構成例を示す図である。

[図25]平坦化する理由について説明するための図である。

[図26]第１０の実施の形態に係る画素の断面構成例を示す図である。

[図27]第１０の実施の形態に係る画素の断面構成例を示す図である。

[図28]画素の配列について説明するための図である。

[図29]画素の配列について説明するための図である。

[図30]ＩＲ画素について説明するための図である。

[図31]ＩＲ画素について説明するための図である。

[図32]第１１の実施の形態に係る画素の断面構成例を示す図である。

[図33]第１２の実施の形態に係る画素の断面構成例を示す図である。

[図34]第１２の実施の形態に係る画素の断面構成例を示す図である。

[図35]本開示に係る電子機器としての撮像装置の構成例を示すブロック図である。

[図36]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37]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38]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39]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

[0018] 以下に、本技術を実施するための形態（以下、実施の形態という）について説明する。

[0019] ＜固体撮像装置の概略構成例＞

図１は、本開示に係る固体撮像装置の概略構成を示している。

[0020] 図１の固体撮像装置１は、半導体として例えばシリコン（Ｓｉ）を用いた半導体基板１２に、画素２が２次元アレイ状に配列された画素アレイ部３と、その周辺の周辺回路部とを有して構成される。周辺回路部には、垂直駆動回路４、カラム信号処理回路５、水平駆動回路６、出力回路７、制御回路８などが含まれる。

[0021] 画素２は、光電変換素子としてのフォトダイオードと、複数の画素トランジスタを有して成る。複数の画素トランジスタは、例えば、転送トランジスタ、選択トランジスタ、リセットトランジスタ、及び、増幅トランジスタの４つのMOSトランジスタで構成される。

[0022] また、画素２は、共有画素構造とすることもできる。この画素共有構造は

、複数のフォトダイオード、複数の転送トランジスタ、共有される１つのフローティングディフュージョン（浮遊拡散領域）、および共有される１つずつの他の画素トランジスタとから構成される。すなわち、共有画素では、複数の単位画素を構成するフォトダイオード及び転送トランジスタが、他の１つずつの画素トランジスタを共有して構成される。

[0023] 制御回路８は、入力クロックと、動作モードなどを指令するデータを受取、また固体撮像装置１の内部情報などのデータを出力する。すなわち、制御回路８は、垂直同期信号、水平同期信号及びマスタクロックに基づいて、垂直駆動回路４、カラム信号処理回路５及び水平駆動回路６などの動作の基準となるクロック信号や制御信号を生成する。そして、制御回路８は、生成したクロック信号や制御信号を、垂直駆動回路４、カラム信号処理回路５及び水平駆動回路６等に出力する。

[0024] 垂直駆動回路４は、例えばシフトレジスタによって構成され、画素駆動配線１０を選択し、選択された画素駆動配線１０に画素２を駆動するためのパルスを供給し、行単位で画素２を駆動する。すなわち、垂直駆動回路４は、画素アレイ部３の各画素２を行単位で順次垂直方向に選択走査し、各画素２の光電変換部において受光量に応じて生成された信号電荷に基づく画素信号を、垂直信号線９を通してカラム信号処理回路５に供給する。

[0025] カラム信号処理回路５は、画素２の列ごとに配置されており、１行分の画素２から出力される信号を画素列ごとにノイズ除去などの信号処理を行う。例えば、カラム信号処理回路５は、画素固有の固定パターンノイズを除去するためのCDS（Correlated Double Sampling：相関２重サンプリング）およびAD変換等の信号処理を行う。

[0026] 水平駆動回路６は、例えばシフトレジスタによって構成され、水平走査パルスを順次出力することによって、カラム信号処理回路５の各々を順番に選択し、カラム信号処理回路５の各々から画素信号を水平信号線１１に出力させる。

[0027] 出力回路７は、カラム信号処理回路５の各々から水平信号線１１を通して

順次に供給される信号に対し、信号処理を行って出力する。出力回路７は、例えば、バッファリングだけする場合もあるし、黒レベル調整、列ばらつき補正、各種デジタル信号処理などが行われる場合もある。入出力端子１３は、外部と信号のやりとりをする。

[0028] 以上のように構成される固体撮像装置１は、CDS処理とAD変換処理を行うカラム信号処理回路５が画素列ごとに配置されたカラムAD方式と呼ばれるCMOSイメージセンサである。

[0029] また、固体撮像装置１は、画素トランジスタが形成される半導体基板１２の表面側と反対側の裏面側から光が入射される裏面照射型のMOS型固体撮像装置である。

[0030] ＜第１の実施の形態＞

図２は、第１の実施の形態に係る画素２ａの断面構成例を示す図である。

[0031] 固体撮像装置１は、半導体基板１２と、その表面側に形成された多層配線層と支持基板（いずれも不図示）とを備える。

[0032] 半導体基板１２は、例えばシリコン（Ｓｉ）で構成され、例えば１乃至６μｍの厚みを有して形成されている。半導体基板１２では、例えば、Ｐ型（第１導電型）の半導体領域４１に、Ｎ型（第２導電型）の半導体領域４２が画素２ａ毎に形成されることにより、フォトダイオードＰＤが画素単位に形成されている。半導体基板１２の表裏両面に設けられているＰ型の半導体領域４１は、暗電流抑制のための正孔電荷蓄積領域を兼ねている。

[0033] 図２に示すように、固体撮像装置１は、フォトダイオードＰＤを構成するＮ型の半導体領域４２が画素２ａごとに形成された半導体基板１２に、反射防止膜６１、透明絶縁膜４６、カラーフィルタ層５１、およびオンチップレンズ５２が積層されて構成される。

[0034] 電荷蓄積領域となるＮ型の半導体領域４２の上側のＰ型の半導体領域４１の界面（受光面側界面）は、微細な凹凸構造を形成した凹部領域４８により、入射光の反射を防止する反射防止膜６１が形成されている。

[0035] 反射防止膜６１は、例えば、固定電荷膜および酸化膜が積層された積層構

造とされ、例えば、ALD（Atomic Layer Deposition）法による高誘電率（High-k）の絶縁薄膜を用いることができる。具体的には、酸化ハフニウム（ＨｆＯ2）や、酸化アルミニウム（ＡｌＯ3）、酸化チタン（ＴｉＯ2）、ＳＴＯ（Strontium Titan Oxide）などを用いることができる。図２の例では、反射防止膜６１は、酸化ハフニウム膜６２、酸化アルミニウム膜６３、および酸化シリコン膜６４が積層されて構成されている。

[0036] さらに、反射防止膜６１に積層するように画素２ａの間に遮光膜４９が形成される。遮光膜４９は、チタン（Ｔｉ）、窒化チタン（ＴｉＮ）、タングステン（Ｗ）、アルミニウム（Ａｌ）、または窒化タングステン（ＷＮ）などの単層の金属膜が用いられる。または、遮光膜４９として、これらの金属の積層膜（例えば、チタンとタングステンの積層膜や、窒化チタンとタングステンの積層膜など）を用いてもよい。

[0037] 透明絶縁膜４６は、Ｐ型の半導体領域４１の裏面側（光入射面側）全面に形成されている。透明絶縁膜４６は、光を透過させるとともに絶縁性を有し、屈折率n1が半導体領域４１および４２の屈折率n2よりも小さい（n1＜n2）材料である。透明絶縁膜４６の材料としては、酸化シリコン（ＳｉＯ2）、窒化シリコン（ＳｉＮ）、酸窒化シリコン（ＳｉＯＮ）、酸化ハフニウム（ＨｆＯ2）、酸化アルミニウム（ＡｌＯ3）、酸化ジルコニウム（ＺｒＯ2）、酸化タンタル（Ｔａ2Ｏ5）、酸化チタン（ＴｉＯ2）、酸化ランタン（Ｌａ2Ｏ3）、酸化プラセオジム（Ｐｒ2Ｏ3）、酸化セリウム（ＣｅＯ2）、酸化ネオジム（Ｎｄ2Ｏ3）、酸化プロメチウム（Ｐｍ2Ｏ3）、酸化サマリウム（Ｓｍ2Ｏ3）、酸化ユウロピウム（Ｅｕ2Ｏ3）、酸化ガドリニウム（Ｇｄ2Ｏ3）、酸化テルビウム（Ｔｂ2Ｏ3）、酸化ジスプロシウム（Ｄｙ2Ｏ3）、酸化ホルミウム（Ｈｏ2Ｏ3）、酸化ツリウム（Ｔｍ2Ｏ3）、酸化イッテルビウム（Ｙｂ2Ｏ3）、酸化ルテチウム（Ｌｕ2Ｏ3）、酸化イットリウム（Ｙ2Ｏ3）、樹脂などを、単独または組み合わせて用いることができる。

[0038] 遮光膜４９を含む透明絶縁膜４６の上側には、カラーフィルタ層５１が形成されている。Red（赤）、Green（緑）、またはBlue（青）のカラーフィル

タ層５１が画素毎に形成される。カラーフィルタ層５１は、例えば顔料や染料などの色素を含んだ感光性樹脂を回転塗布することによって形成される。Red、Green、Blueの各色は、例えばベイヤ配列により配置されることとするが、その他の配列方法で配置されてもよい。図２の例では、右側の画素２ａには、Green（G）のカラーフィルタ層５１が形成されており、左側の画素２ａには、Red（R）のカラーフィルタ層５１が形成されている。

[0039] カラーフィルタ層５１の上側には、オンチップレンズ５２が画素２ａ毎に形成されている。オンチップレンズ５２は、例えば、スチレン系樹脂、アクリル系樹脂、スチレンーアクリル共重合系樹脂、またはシロキサン系樹脂等の樹脂系材料で形成される。オンチップレンズ５２では入射された光が集光され、集光された光はカラーフィルタ層５１を介してフォトダイオードＰＤに効率良く入射される。

[0040] 図２に示した画素２ａは、半導体基板１２に画素２ａ同士の間を分離する画素分離部５４が形成されている。画素分離部５４は、フォトダイオードＰＤを構成するＮ型の半導体領域４２の間に、半導体基板１２を貫通するトレンチを形成し、そのトレンチの内面に酸化アルミニウム膜６３を成膜し、さらに酸化シリコン膜６４を成膜する際に絶縁物５５をトレンチに埋め込むことによって形成される。

[0041] なお、酸化シリコン膜６４のうち、画素分離部５４に充填される部分は、ポリシリコンを充填した構成とすることもできる。図２では、酸化シリコン膜６４が、絶縁物５５と一体化して形成された場合を示している。

[0042] このような画素分離部５４を構成することにより、隣接する画素２ａ同士は、トレンチに埋め込まれた絶縁物５５によって電気的に完全分離される。これにより、半導体基板１２の内部において発生した電荷が、隣接する画素２ａに漏れることを防止することができる。

[0043] また第１の実施の形態における画素２ａでは、半導体基板１２の受光面側界面における画素２ａ同士の間において凹部領域４８を形成しない所定幅の領域を設けることによって平坦部分５３が設けられる。凹部領域４８は、微

細な凹構造を形成することによって設けられ、その構造を、画素２ａ同士の間の領域に形成せずに平坦な面を残すことによって、平坦部分５３が設けられる。このように、平坦部分５３を設ける画素構造とすることで、隣接する他の画素２ａの近傍となる所定幅の領域（画素分離領域）における回折光の発生を抑制し、混色の発生を防止することができる。

[0044] すなわち、半導体基板１２に凹部領域４８を形成した場合には、垂直入射光の回折が発生し、例えば、凹部の間隔（ピッチ）が大きくなるのに従って回折光の成分が大きくなり、隣接する他の画素２に入射する光の割合が増加することが知られている。

[0045] これに対し、固体撮像装置１では、隣接する他の画素２ａに回折光が漏れ易い、画素２ａ同士の間の所定幅の領域に平坦部分５３を設けることで、平坦部分５３では垂直入射光の回折が発生しないことより、混色の発生を防止することができる。

[0046] 固体撮像装置１の画素アレイ部３の各画素２ａは、以上のように構成されている。

[0047] ここで、図３を参照して、凹部領域４８について説明を加える。凹部領域４８は、微細な凹凸が形成された領域であるが、この凹部と凸部は、基準とする面（以下、基準面と記述する）をどこにするかにより異なる。

[0048] また、凹部領域４８は、電荷蓄積領域となるＮ型の半導体領域４２の上側のＰ型の半導体領域４１の界面（受光面側界面）に形成された、微細な凹凸構造を有する領域である。この凹凸構造は、半導体領域４２、換言すれば、半導体基板１２の受光面側に形成されている。よって、基準面としては、半導体基板１２の所定の面とすることができ、ここでは、半導体基板１２の一部を基準面とした場合を例に挙げて説明を続ける。

[0049] 図３に示した凹部領域４８は、断面視において、三角形状に形成されている。図３に示した凹部領域４８は、断面視において、三角形状に形成されているため、基準面の一例として、頂点を結ぶ面を、基準面と設定する。

[0050] 断面視において、凹部領域４８の三角形状の頂点のうち、透明絶縁膜４６

側にある頂点を結ぶ線を含む面を基準面Ａとする。凹部領域４８の三角形状の頂点のうち、底辺側の頂点、換言すれば、半導体領域４２側にある頂点を結ぶ線を含む面を基準面Ｃとする。基準面Ｂは、基準面Ａと基準面Ｃの間にある面とする。

[0051] 基準面Ａを基準とした場合、凹部領域４８の形状は、基準面Ａに対して下向きの三角形（谷形状）の凹部がある形状となる。すなわち、基準面Ａを基準とした場合、その基準面Ａに対して、下側に谷間の領域が位置し、その谷間の領域は、凹部に該当するため、凹部領域４８は、微細な凹部が形成されている領域となる。さらに換言すれば、基準面Ａを基準としたとき、凹部領域４８は、三角形の頂点と隣接する三角形の頂点の間に凹部が形成され、微細な凹部が形成されている領域であると言える。

[0052] 基準面Ｃを基準とした場合、凹部領域４８の形状は、基準面Ｃに対して上向きの三角形（山形状）の凸部がある形状となる。すなわち、基準面Ｃを基準とした場合、その基準面Ｃに対して、上側に山となる領域が位置し、その山となる領域は、凸部に該当するため、凹部領域４８は、微細な凸部が形成されている領域となる。さらに換言すれば、基準面Ｃを基準としたとき、凹部領域４８は、三角形状の底辺の頂点間に凸部が形成され、微細な頭部が形成されている領域であると言える。

[0053] 基準面Ｂを基準とした場合、凹部領域４８の形状は、基準面Ｂに対して凹部と凸部（谷と山）がある形状となる。すなわち、基準面Ｂを基準とした場合、その基準面Ｂに対して、下側に谷となる凹部があり、上側に山となる凸部があるため、微細な凹部と凸部から形成されている領域と言える。

[0054] このように、凹部領域４８は、その形状が、図３に示したような山と谷があるようなジグザグな形状であっても、画素２の断面視において、基準面をどこに設定するかにより、微細な凹部で形成されている領域、微細な凸部で形成されている領域、または微細な凹部と凸部で形成されている領域と表すことができる領域であると定義することができる。

[0055] また、図３に示した凹部領域４８において、例えば、基準面を、透明絶縁

膜４６とカラーフィルタ層５１との界面とした場合、凹部領域４８は、くぼみがある領域（谷）がある形状であるため、微細な凹部で形成されている領域と言える。

[0056] また、基準面を、Ｐ型の半導体領域４１とＮ型の半導体領域４２との境界面とした場合、凹部領域４８は、張り出している領域（山）がある形状であるため、微細な凸部で形成されている領域と言える。

[0057] このように、画素２の断面視において、所定の平坦な面を基準面とし、その基準面に対して、谷型に形成されているか、山型に形成されているかにより、凹部領域４８の形状を表現することもできる。

[0058] さらには、画素２同士の間に、平坦部分５３が形成された構成とした場合、平坦部分５３は、半導体基板１２の受光面側界面における画素２同士の間において凹部領域４８を形成しない所定幅の領域を設けることによって設けられた領域である。この平坦部分５３を含む面を基準面としてもよい。

[0059] 図２を参照するに、平坦部分５３を含む面を基準面とした場合、凹部領域４８は、基準面よりも下側にくぼんだ部分を有する、換言すれば、谷形状の部分を有する形状であると言えるため、微細な凹部が形成されている領域であると言える。

[0060] このように、凹部領域４８は、画素２の断面視において、基準面をどこに設定するかにより、微細な凹部で形成されている領域、微細な凸部で形成されている領域、または微細な凹部と凸部で形成されている領域と表すことができる領域である。

[0061] 以下の説明においては、凹部領域４８は、微細な凹部で形成されている領域であるとして説明を続けるが、上記したように、微細な凸部で形成されている領域、または微細な凹部と凸部で形成されている領域といった領域も含む表現である。

[0062] ＜第２の実施の形態＞

図４は、第２の実施の形態に係る画素２ｂの断面構成例を示す図である。

[0063] 図４において、固体撮像装置１の基本的な構成は、図２に示した構成と共

通する。第２の実施の形態に係る画素２ｂでは、半導体基板１２において画素２ｂ同士の間を完全分離する画素分離部５４ｂが形成される。

[0064] 画素分離部５４ｂは、フォトダイオードＰＤを構成するＮ型の半導体領域４２の間に半導体基板１２を貫通するトレンチを掘り込み、そのトレンチの内面に絶縁物５５（図４では、酸化シリコン膜６４）をトレンチに埋め込み、さらに絶縁物５５の内側に遮光膜４９を成膜する際に遮光物５６を埋め込むことによって形成される。遮光物５６は、遮光性を備えた金属により、遮光膜４９と一体になるように形成される。

[0065] このような画素分離部５４ｂを構成することにより、隣接する画素２ｂ同士は、トレンチに埋め込まれた絶縁物５５によって電気的に分離されるとともに、遮光物５６によって光学的に分離される。これにより、半導体基板１２の内部において発生した電荷が、隣接する画素２ｂに漏れることを防止することができるとともに、斜め方向からの光が、隣接する画素２ｂに漏れることを防止することができる。

[0066] そして、第２の実施の形態に係る画素２ｂにおいても、平坦部分５３を設ける画素構造とすることで、画素分離領域における回折光の発生を抑制し、混色の発生を防止することができる。

[0067] ＜第３の実施の形態＞

図５は、第３の実施の形態に係る画素２ｃの断面構成例を示す図である。

[0068] 図５において、固体撮像装置１の基本的な構成は、図２に示した構成と共通する。第３の実施の形態に係る画素２ｃでは、半導体基板１２において画素２ｃ同士の間を完全分離する画素分離部５４ｃが形成される。

[0069] 第３の実施の形態に係る画素２ｃの画素分離部５４ｃでは、遮光膜４９が平坦部分５３に設けられない構成となっている点が、第２の実施の形態に係る画素２ｂと異なる。

[0070] このような画素分離部５４ｃを構成することにより、隣接する画素２ｃ同士は、トレンチに埋め込まれた絶縁物５５によって電気的に分離されるとともに、遮光物５６によって光学的に分離される。これにより、半導体基板１

２の内部において発生した電荷が、隣接する画素２ｃに漏れることを防止することができるとともに、斜め方向からの光が、隣接する画素２ｃに漏れることを防止することができる。

[0071] そして、第３の実施の形態に係る画素２ｃにおいても、平坦部分５３を設ける画素構造とすることで、画素分離領域における回折光の発生を抑制し、混色の発生を防止することができる。

[0072] ＜凹部領域を設けることによる効果＞

画素２に凹部領域４８を有する画素２における効果について図６を参照して説明する。図６は、図２に示した画素２ａの画素構造の効果を説明する図である。

[0073] 図６のＡは、凹部領域４８を有する反射防止膜６１による効果を説明する図である。反射防止膜６１は、凹凸構造を有することにより、入射光の反射が防止される。これにより、固体撮像装置１の感度を向上させることができる。

[0074] 図６のＢは、トレンチ構造の画素分離部５４による効果を説明する図である。従来、画素分離部５４が設けられていない場合には、反射防止膜６１により散乱した入射光が、光電変換領域（半導体領域４１及び４２）を突き抜ける場合があった。画素分離部５４は、反射防止膜６１により散乱した入射光を反射させ、光電変換領域内に入射光を閉じ込める効果を有する。これにより、シリコン吸収させる光学距離が延長するので、感度を向上させることができる。

[0075] 画素分離部５４の屈折率をn1＝1.5（ＳｉＯ2相当）、光電変換領域が形成されている半導体領域４１の屈折率をn2＝4.0とすると、その屈折率差（n1＜n2）により導波路効果（光電変換領域：コア、画素分離部５４：クラッド）が発生するため、入射光は光電変換領域内に閉じ込められる。凹部領域４８は、光散乱により混色を悪化させるデメリットがあるが、画素分離部５４と組み合わせることにより混色の悪化を打ち消すことができ、さらに、光電変換領域を進む入射角度が大きくなることにより、光電変換効率を向上させる

メリットを発生させる。

[0076] また、シリコン吸収させる光学距離が延長させることが可能となるため、光路長を稼ぐ構造とすることができ、波長の長い入射光であっても効率良くフォトダイオードＰＤに集光することが可能となり、波長の長い入射光に対しても感度を向上させることが可能となる。光路長を稼げるため、波長の長い赤外光（ＩＲ）であっても、画素２の厚み、換言すれば、半導体基板１２の厚みを厚くしなくても感度を向上させることが可能となる。

[0077] 画素２の半導体基板１２をシリコン（Ｓｉ）で構成し、赤外線帯域を受光するようにした場合、シリコン自体の量子効率が低下する可能性があり、例えば、波長が９４０ｎｍ程度の近赤外で高い感度、例えばＱＥ＞３０％を確保することが難しくなることが想定される。そこで、赤外線帯域で光電変換効率の良い材料を用いることで、シリコンよりも高い量子効率が確保できるようにすることができる。

[0078] ＜第４の実施の形態＞

図７に第４の実施の形態における画素２ｄの構成例を示す。第４の実施の形態における画素２ｄの構造は、図２に示した第１の実施の形態における画素２ａと同一構造とすることできる。

[0079] 第４の実施の形態における画素２ｄの光電変換領域（ｐ型の半導体領域４１とｎ型の半導体領域４２から構成される領域）、換言すれば、半導体基板１２は、III-V族半導体または多結晶ＳｉＸＧｅ（1-x）（ｘ＝０～１）により構成される。

[0080] III-V族半導体としては、例えば、インジウムリン（ＩｎＰ）、インジウムヒ素（ＩｎＡｓ）、インジウムヒ素リン（ＩｎＡｓＰ）、インジウムガリウムヒ素（ＩｎＧａＡｓ）、窒化ガリウム（ＧａＮ）、窒化インジウムガリウムヒ素（ＩｎＧａＡｓＮ）などである。

[0081] III-V族半導体または多結晶ＳｉＸＧｅ（1-x）（ｘ＝０～１）は、赤外波長帯域で光電変換効率が良い材料である。このような赤外波長帯域で光電変換効率が良い材料を半導体基板１２ｄに用いることで、凹部領域４８を設け

た画素２において、赤外波長帯域の光をより効率良く光電変換することが可能となる。

[0082] 第４の実施の形態は、第３の実施の形態の画素２ｃと同じく、遮光膜４９を備えない構成としても良い。

[0083] 第４の実施の形態における画素２ｄを赤外波長帯域の光を受光する画素とした場合、カラーフィルタ層５１を、赤外光を効率良く透過するフィルタにしたり、カラーフィルタ層５１を設けない構造としたりすることで、適宜赤外光に最適化された画素２ｄとしても良い。

[0084] 図７に示した画素２ｄの製造について、図８のフローチャートを参照して説明する。ここでは、画素２ｄの凹部領域４８と画素分離部５４の製造について説明を加える。

[0085] ステップＳ１１において、光電変換領域が形成される。半導体基板１２として、III-V族半導体または多結晶ＳｉＸＧｅ（１-x）（ｘ＝０～１）により構成されている基板が用意され、イオン注入により光電変換領域が形成される。

[0086] ステップＳ１２において、凹部領域４８形成用のパターニングが行われる。半導体基板１２の裏面側のＰ型の半導体領域４１の上面にp-TEOS（Plasma enhanced Tetra Ethyl Ortho Silicate Glass）が塗布され、リソグラフィ技術により、凹部領域４８となる部分が開口するようにパターン加工されることでハードマスクが形成される。

[0087] ステップＳ１２において、ハードマスクに基づいて、半導体基板１２に対してドライエッチング処理またはウエットエッチング処理が施されることにより、凹部領域４８（となる凸凹の形状）が形成される。例えば、半導体基板１２がIII-V族半導体で形成されている場合、異方性ウエットエッチングで、エッチングが行われる。ウエットエッチングに用いる溶液としては、例えば、クエン酸／Ｈ２Ｏ２／Ｈ２Ｏを所定の配合比で配合された溶液を用いることができる。

[0088] また例えば、半導体基板１２が多結晶ＳｉＸＧｅ（１-x） （ｘ＝０～１）

で形成されている場合、ケミカルドライエッチングにより行うことができる。

[0089] ステップＳ１４において、凹部領域４８となる凸凹の形状が形成された後、その凸凹の形状を形成するために形成されていたハードマスクが剥離される。ハードマスク剥離後、図７に示した凹部領域４８のような三角形状とするためにPeak尖端化が行われる。また平坦部分５３に該当する部分を作成するためにValley丸め化が行われる。

[0090] ステップＳ１５において、画素分離部５４となるトレンチが形成される。画素分離部５４となるトレンチを形成するために、半導体基板１２の裏面側のＰ型の半導体領域４１の上面にp-TEOSが塗布され、リソグラフィ技術により、トレンチとなる部分が開口するようにパターン加工される。

[0091] その後、ドライエッチング加工が施されることでトレンチとなる部分が形成される。画素分離部５４のトレンチ構造が形成された後、ハードマスクが剥離される。

[0092] なお、トレンチを形成するとき、半導体基板１２の深い位置まで掘り込む必要がある場合、異方性エッチング処理にてトレンチが形成されるようにしても良い。異方性エッチング処理によりトレンチを形成することで、画素分離部５４をテーパのない掘り込み形状とすることができる。

[0093] ステップＳ１６において、反射防止膜６１（凹部領域４８）が成膜される。画素分離部５４ｄを、第１の実施の形態の画素２ａ（図２）の画素分離部５４ａのように絶縁物５５のみが充填されているように形成する場合、ステップＳ１６において、ALD (Atomic Layer. Deposition) 法により、酸化ハフニウム膜６２、酸化アルミニウム膜６３が順次積層される。

[0094] ステップＳ１７において、再度トレンチが形成される。ステップＳ１６の処理が行われることで、ステップＳ１５において形成されたトレンチ内には、酸化ハフニウム膜６２と酸化アルミニウム膜６３が充填されている状態である。この酸化アルミニウム膜６３を除去し、絶縁物５５を形成するためのトレンチがステップＳ１７において形成される。

[0095] ステップＳ１８において、再度形成されたトレンチ内と、反射防止膜６１を形成する酸化ハフニウム膜６２と酸化アルミニウム膜６３が積層されている領域上に、酸化シリコンが充填および成膜される。このような処理により、画素分離部５４ｄと反射防止膜６１が形成される。

[0096] このように製造された画素２ｄは、特に、赤外波長帯域での光電変換効率を向上させることができる。

[0097] ＜第５の実施の形態＞

第４の実施の形態においては、赤外波長帯域での光電変換効率を向上させるために、光電変換領域の材料を、赤外波長帯域の光を吸収しやすい材料とする実施の形態について説明した。さらに赤外波長帯域で光電変換効率を向上させる構造を有する画素２について説明する。

[0098] 図９は、第５の実施の形態における画素２ｅの構成例を示す図である。第５の実施の形態における画素２ｅは、第２の実施の形態における画素２ｂ（図４）に、第４の実施の形態における画素２ｄ（図７）を組み合わせた構成とされている。

[0099] 第５の実施の形態における画素２ｅは、構造としては第２の実施の形態における画素２ｂ（図４）と同一の構造とすることができる。

[0100] 第５の実施の形態における画素２ｅの光電変換領域（ｐ型の半導体領域４１とｎ型の半導体領域４２から構成される領域）は、第４の実施の形態における画素２ｄ（図７）と同じく、III-V族半導体または多結晶ＳｉＸＧｅ（１-x）（ｘ＝０～１）により構成されている。

[0101] 第５の実施の形態における画素２ｅも、赤外波長帯域で光電変換効率が良い材料が半導体基板１２ｅに用いられているため、凹部領域４８を設けた画素２において、赤外波長帯域の光をより効率良く光電変換することが可能な構成とされている。

[0102] また、上記したように、画素２に画素分離部５４を設けることで、反射防止膜６１により散乱した入射光を反射させ、光電変換領域内に入射光を閉じ込める効果を得ることができる。例えば、画素分離部５４の構造を、図４に

示した第２の実施の形態における画素２ｂの画素分離部５４ｂのような構成とすることができる。

[0103] 図４を再度参照するに、画素分離部５４ｂは、光電変換領域（Ｐ型の半導体領域４１）側から順に、酸化ハフニウム膜６２、酸化シリコン膜６４、および遮光物５６が積層された構造とされている。

[0104] さらに赤外波長帯域の光を効率的に反射し、隣接画素への混色を抑制するために、画素分離部５４ｅを、図９に示すように、光電変換領域（Ｐ型の半導体領域４１）側から順に、裏面反射防止膜６２ｅ、低屈折率材料６４ｅ、高屈折率材料５６ｅが積層された構造としても良い。

[0105] 低屈折率材料６４ｅとしては、酸化膜を用いることができる。高屈折率材料５６ｅとしては、ポリシリコン、アモルファスシリコンなどを用いることができる。また、高屈折率材料５６ｅの代わりに、高反射率金属５６ｅ’を用いても良い。高反射率材料５６ｅ’としては、アルミニウム（Ａｌ）、銅（Ｃｕ）、銀（Ａｇ）、白金（Ｐｔ）、金（Ａｕ）などを用いることができる。

[0106] なお、図９では、遮光膜４９と高屈折率材料５６ｅが異なる材料であり、一体化された構造ではない場合を図示しているが、図４に示した画素２ｂのように、遮光膜４９と高屈折率材料５６ｅ（または光反射率金属５６ｅ’）が同一の材料で構成され、一体化された構造とされていても良い。

[0107] また、第５の実施の形態は、第３の実施の形態と組み合わせることが可能であり、遮光膜４９を備えない構成としても良い。

[0108] また、画素２ｅを赤外波長帯域の光を受光する画素とした場合、カラーフィルタ層５１を、赤外光を効率良く透過するフィルタにしたり、カラーフィルタ層５１を設けない構造としたりすることで、適宜赤外光に最適化された画素２ｅとしても良い。

[0109] 図９に示した画素２ｅの製造は、図７に示した画素２ｄと同じく、図８のフローチャートに基づく流れで製造することができる。図８のフローチャートを再度参照して、画素２ｅの製造について説明するが、同一の処理につい

ては適宜説明を省略して説明する。

[0110] ステップＳ１１乃至Ｓ１５の処理が実行されることで、光電変換領域や、凹部領域４８の一部や、画素分離部５４ｅの一部が形成されている。

[0111] 画素分離部５４ｅを、第５の実施の形態の画素２ｅ（図９）の画素分離部５４ｅのように、赤外波長帯域に適した材料を用いて形成する場合、ステップＳ１６において、ALD（Atomic Layer. Deposition）法により、裏面反射防止膜６２ｅ、酸化アルミニウム膜６３ｅ、低屈折率材料６４ｅが順次積層される。

[0112] なお、低屈折率材料６４ｅが積層される前に、画素分離部５４ｅ内の酸化アルミニウム膜６３ｅが除去されてから、低屈折率材料６４ｅが積層、充填される。

[0113] ステップＳ１７において、再度トレンチが形成される。ステップＳ１６の処理が行われることで、ステップＳ１５において形成されたトレンチ内には、裏面反射防止膜６２ｅと低屈折率材料６４ｅが充填されている状態である。この低屈折率材料６４ｅの領域の一部に、遮光物５６ｅ（高屈折率材料５６ｅ）を形成するためのトレンチがステップＳ１７において形成される。

[0114] ステップＳ１８において、再度形成されたトレンチ内に、遮光物５６ｅを構成する高屈折率材料５６ｅ、例えばポリシリコンやアモルファスシリコンなどが充填される。このような処理により、第５の実施の形態の画素２ｅ（図９）の画素分離部５４ｅと反射防止膜６１が形成される。

[0115] 高屈折率材料５６ｅの代わりに、高反射率金属５６ｅ’を用いる場合、ステップＳ１８において、再度形成されたトレンチ内に、遮光物５６ｅを構成する高反射率材料５６ｅ’、例えば、アルミニウム（Ａｌ）、銅（Ｃｕ）、銀（Ａｇ）、白金（Ｐｔ）、金（Ａｕ）などが充填される。このような処理により、第５の実施の形態の画素２ｅ（図９）の画素分離部５４ｅと反射防止膜６１が形成される。

[0116] このように製造された画素２ｅは、特に、赤外波長帯域での光電変換効率を向上させることができる。

[0117] ＜第６の実施の形態＞

第４，５の実施の形態においては、赤外波長帯域での光電変換効率を向上させるために、光電変換領域の材料を、赤外波長帯域の光を吸収しやすい材料とする実施の形態について説明した。さらに赤外波長帯域で光電変換効率を向上させる構造を有する画素２について説明する。

[0118] 図１０は、第６の実施の形態における画素２ｆの構成例を示す図である。第６の実施の形態における画素２ｆは、第４の実施の形態における画素２ｄ（図７）に、凹部領域４８ｆをさらに追加した構成とされている。

[0119] 第６の実施の形態における画素２ｆの光電変換領域（ｐ型の半導体領域４１とｎ型の半導体領域４２から構成される領域）は、第４の実施の形態における画素２ｄ（図７）と同じく、III-V族半導体または多結晶ＳｉＸＧｅ（１-x）（ｘ＝０～１）により構成されている。

[0120] よって、第６の実施の形態における画素２fも、赤外波長帯域で光電変換効率が良い材料が半導体基板１２ｄに用いられているため、凹部領域４８を設けた画素２において、赤外波長帯域の光をより効率良く光電変換することが可能な構成とされている。

[0121] また、図１０に示した第６の実施の形態における画素２ｆは、光入射側だけでなく、光入射側と対向する側（配線層側）にも、凹部領域４８ｆ（反射防止膜６１ｆ）が形成されている。換言すれば、画素２ｆの光電変換領域の上下に、凹部領域４８ｆ（反射防止膜６１ｆ）が形成されている。

[0122] 光電変換領域の図中上側（光入射面側）に形成されている凹部領域４８と同じく、光電変換領域の図中下側（図示していない配線層側）に形成されている凹部領域４８ｆは、酸化ハフニウム膜６２ｆ、酸化アルミニウム膜６３ｆ、および酸化シリコン膜６４ｆが積層された構造とされている。

[0123] 画素２ｆのように、光電変換領域の上下に凹部領域４８を形成することで、光電変換領域内に入射光をより閉じ込める効果を得ることができるようになる。図１１を参照し、画素２ｆのように、光電変換領域の上下に凹部領域４８を有することによる効果を説明する。

[0124] まず図６を参照して説明したように、光電変換領域の光入射面側に凹部領域４８を形成することで、入射光の反射が防止される。また、光電変換領域の光入射面側に形成された凹部領域４８により入射光が散乱し、その散乱した光が、画素分離部５４により反射されることにより、光電変換領域に入射光を閉じ込めることができる。

[0125] 光電変換領域に入射した光のうち、光電変換領域の底面まで達し、配線層側に抜ける光もある。特に赤外波長帯域の光は、光電変換領域の底面まで到達しやすいため、仮に配線層側に凹部領域４８ｆが形成されていないと、配線層側に抜ける光成分が多くなる可能性がある。

[0126] 図１１に示したように、配線層側にも凹部領域４８ｆを形成することで、配線層側に到達した光を、凹部領域４８ｆで反射させ、光電変換領域に戻すことができる。よって、光電変換領域に閉じ込めることができる光量をより多くすることが可能となる。

[0127] また、底面に凹部領域４８ｆを形成することで、光電変換領域内での光路長をさらに長くすることができるため、シリコン吸収させる光学距離が延長させることが可能となる。よって波長の長い入射光であっても効率良く光電変換領域に集光することが可能となり、波長の長い入射光に対しても感度を向上させることが可能となる。光路長を稼げるため、波長の長い赤外光（ＩＲ）であっても、画素２の厚み、換言すれば、半導体基板１２の厚みを厚くしなくても感度を向上させることが可能となる。

[0128] さらに、光電変換領域は、上記したように、赤外波長帯域で光電変換効率が良い材料で形成されているため、赤外波長帯域の光をより効率良く光電変換することが可能となる。

[0129] 図１０に示した画素２fの製造について、図１２のフローチャートを参照して説明する。画素２ｆは、画素２ｄ（図７）に、凹部領域４８ｆが追加された構成とされているため、画素２ｄを製造する工程に、凹部領域４８ｆを形成する工程が追加された流れとなる。

[0130] ステップＳ３１乃至Ｓ３４は、図８のフローチャートのステップＳ１１乃

至Ｓ１４と同様の処理であるが、配線層側の凹部領域４８ｆを形成する点が異なる。ステップＳ３１乃至Ｓ３４において、半導体基板１２として、III-V族半導体または多結晶ＳｉＸＧｅ（１-x）（ｘ＝０～１）により構成されている基板が用意され、イオン注入により光電変換領域が形成される。

[0131] 光電変換領域が形成された半導体基板１２の配線層が積層される側（光入射面側と対向する側）に凹部領域４８ｆを形成するための処理が行われる。図８のフローチャートのステップＳ１１乃至Ｓ１４は、半導体基板１２の光入射面側に凹部領域４８を形成するための処理であったが、配線層側にも凹部領域４８ｆを形成する場合、光入射面側の凹部領域４８よりも先に配線層側の凹部領域４８ｆが形成される。

[0132] ステップＳ３５において、配線層側の凹部領域４８ｆ（凹部領域４８ｆを含む反射防止膜６１ｆ）が形成される。配線層側の反射防止膜６１ｆの形成は、基本的に、光入射面側の反射防止膜６１と同様に形成することでき、ステップＳ１６（図８）の処理と同様の処理で形成することができる。ステップＳ１６における処理については既に説明したので、ここではその説明は省略する。

[0133] 配線層側の反射防止膜６１ｆが形成されると、ステップＳ３６において、反射防止膜６１ｆが形成された面側に、基板が張り合わされる。この張り合わされる基板は、支持基板、配線層となる基板、ロジック回路が形成されている基板などである。また張り合わされた基板は、薄肉化される。

[0134] ステップＳ３７において、光入射面側の反射防止膜６１ｆが形成され、画素分離部５４が形成される。光入射面側の反射防止膜６１ｆと画素分離部５４の形成は、図８のフローチャートのステップＳ１２乃至Ｓ１８と同様の処理である。

[0135] このように製造された画素２ｆは、特に、赤外波長帯域での光電変換効率を向上させることができる。

[0136] ＜第７の実施の形態＞

第６の実施の形態においては、赤外波長帯域での光電変換効率を向上させ

るために、光電変換領域の材料を、赤外波長帯域の光を吸収しやすい材料とする実施の形態について説明した。さらに赤外波長帯域で光電変換効率を向上させる構造を有する画素２について説明する。

[0137] 図１３は、第７の実施の形態における画素２ｇの構成例を示す図である。第７の実施の形態における画素２ｇは、第２の実施の形態における画素２ｂ（図４）に、第６の実施の形態における画素２ｆ（図１０）を組み合わせた構成とされている。

[0138] 第７の実施の形態における画素２ｇの光電変換領域（ｐ型の半導体領域４１とｎ型の半導体領域４２から構成される領域）は、第６の実施の形態における画素２ｄ（図１０）と同じく、III-V族半導体または多結晶ＳｉＸＧｇ（１-x）（ｘ＝０～１）により構成されている。

[0139] よって、第７の実施の形態における画素２ｇも、赤外波長帯域で光電変換効率が良い材料が半導体基板１２ｇに用いられているため、凹部領域４８を設けた画素２において、赤外波長帯域の光をより効率良く光電変換することが可能な構成とされている。

[0140] また、上記したように、画素２に画素分離部５４を設けることで、反射防止膜６１により散乱した入射光を反射させ、光電変換領域内に入射光を閉じ込める効果を得ることができる。例えば、画素分離部５４の構造を、図４に示した第２の実施の形態における画素２ｂの画素分離部５４ｂのような構成とすることができる。

[0141] 図４を再度参照するに、画素分離部５４ｂは、光電変換領域（Ｐ型の半導体領域４１）側から順に、酸化ハフニウム膜６２、酸化シリコン膜６４、および遮光物５６が積層された構造とされている。

[0142] さらに赤外波長帯域の光を効率的に反射し、隣接画素への混色を抑制するために、画素分離部５４ｇを、図１３に示すように、光電変換領域（Ｐ型の半導体領域４１）側から順に、裏面反射防止膜６２ｇ、低屈折率材料６４ｇ、高屈折率材料５６ｇが積層された構造としても良い。

[0143] 低屈折率材料６４ｇとしては、酸化膜を用いることができる。高屈折率材

料５６ｇとしては、ポリシリコン、アモルファスシリコンなどを用いることができる。また、高屈折率材料５６ｇの代わりに、高反射率金属５６ｇ’を用いても良い。高反射率材料５６ｇ’としては、アルミニウム（Ａｌ）、銅（Ｃｕ）、銀（Ａｇ）、白金（Ｐｔ）、金（Ａｕ）などを用いることができる。

[0144] なお、図１３では、遮光膜４９と高屈折率材料５６ｇが異なる材料であり、一体化された構造ではない場合を図示しているが、図４に示した画素２ｂのように、遮光膜４９と高屈折率材料５６ｇ（または光反射率金属５６ｇ’）が同一の材料で構成され、一体化された構造とされていても良い。

[0145] また、第７の実施の形態は、第３の実施の形態と組み合わせることが可能であり、遮光膜４９を備えない構成としても良い。

[0146] また、画素２ｇを赤外波長帯域の光を受光する画素とした場合、カラーフィルタ層５１を、赤外光を効率良く透過するフィルタにしたり、カラーフィルタ層５１を設けない構造としたりすることで、適宜赤外光に最適化された画素２ｇとしても良い。

[0147] 図１３に示した画素２ｇの製造は、図１０に示した画素２ｆと同じく、図１２のフローチャートに基づく流れで製造することができる。図１２のフローチャートを再度参照して、画素２ｇの製造について説明するが、同一の処理については適宜説明を省略して説明する。

[0148] ステップＳ３１乃至Ｓ３７の処理が実行されることで、光電変換領域、配線層側の凹部領域４８ｇ、光入射面側の凹部領域４８ｇの一部や、画素分離部５４ｇの一部が形成されている。

[0149] 画素分離部５４ｇを、第７の実施の形態の画素２ｇ（図１３）の画素分離部５４ｇのように、赤外波長帯域に適した材料を用いて形成する場合、ステップＳ１６において、ALD（Atomic Layer. Deposition）法により、裏面反射防止膜６２ｇ、酸化アルミニウム膜６３ｇ、低屈折率材料６４ｇが順次積層される。

[0150] なお、低屈折率材料６４ｇが積層される前に、画素分離部５４ｇ内の酸化

アルミニウム膜６３ｇが除去されてから、低屈折率材料６４ｇが積層、充填される。

[0151] ステップＳ３７の処理の１工程として、再度トレンチが形成される。この前までの工程で形成されていたトレンチ内には、裏面反射防止膜６２ｇと低屈折率材料６４ｇが充填されている状態である。この低屈折率材料６４ｇの領域の一部に、遮光物５６ｇ（高屈折率材料５６ｇ）を形成するためのトレンチが再度形成される。

[0152] 再度形成されたトレンチ内に、遮光物５６ｇを構成する高屈折率材料５６ｇ、例えばポリシリコンやアモルファスシリコンなどが充填される。このような処理により、第７の実施の形態の画素２ｇ（図１３）の画素分離部５４ｇと反射防止膜６１が形成される。

[0153] 高屈折率材料５６ｇの代わりに、高反射率金属５６ｇ’を用いる場合、再度形成されたトレンチ内に、遮光物５６ｇを構成する高反射率材料５６ｇ’、例えば、アルミニウム（Ａｌ）、銅（Ｃｕ）、銀（Ａｇ）、白金（Ｐｔ）、金（Ａｕ）などが充填される。このような処理により、第７の実施の形態の画素２ｇ（図１３）の画素分離部５４ｇと反射防止膜６１が形成される。

[0154] このように製造された画素２ｇは、特に、赤外波長帯域での光電変換効率を向上させることができる。

[0155] ＜第８の実施の形態＞

第６、第７の実施の形態のように、配線層側にも凹部領域４８を形成することで、配線層側に漏れる光を再度光電変換領域に戻すことができ、光電変換効率を向上させることができる。さらに、図１４に示すように、反射膜１０１を配線層側に設けても良い。

[0156] 図１４に、第８の実施の形態における画素２ｈの構成を示す。画素２ｈは、第６の実施の形態における画素２ｆまたは第７の実施の形態における画素２ｇと同様の構成であり、光入射面側と配線層側にそれぞれ凹部領域４８ｈが形成されている。さらに、配線層側に形成されている凹部領域４８ｈには、反射膜１０１が積層されている。図１４は、第６の実施の形態における画

素２ｆに反射膜１０１が積層されている例を示している。

[0157] なお、第８の実施の形態における画素２ｈは、光電変換領域（ｐ型の半導体領域４１とｎ型の半導体領域４２から構成される領域）は、シリコン（Ｓｉ）で形成されていても良いし、第４の実施の形態などと同じく、III-V族半導体または多結晶ＳｉＸＧｅ（１-x）（ｘ＝０～１）により構成されていても良い。以下の実施の形態は、光電変換領域の材質によらず適用できる。

[0158] 第８の実施の形態は、第１の実施の形態における画素２ａに対して適用することもできる。図１５を参照するに、図２に示した画素２ａと同様の構成を有する画素２ｈ’の配線層側に、反射膜１０１を追加した構成とすることもできる。

[0159] 第８の実施の形態は、第１乃至第７の実施の形態のいずれとも組み合わせることができる。また、以下に説明する第９以降の実施の形態とも組み合わせることができる。すなわち、画素２の配線層側に反射膜１０１を設ける構成とすることができる。

[0160] 反射膜１０１は、タングステン（W）やアルミニウム（Ａｌ）などの遮光性を有する材料で形成することができる。また、反射膜１０１は、光を反射する材料で形成することができる。

[0161] 図１６は、図１４に示した画素２ｈまたは図１５に示した画素２ｈ’（以下、画素２ｈを例に挙げて説明を続ける）の平面図である。図１６に示した平面図は、画素２ｈを配線層側から見たときの図である。また図１６に示した平面図は、４個の画素２ｈが、２×２で配置され、その４画素でＦＤ（フローティングゲート）などを共有している４画素共有構造の場合を例示している。また、図１６に示した平面図の線分ａ－ｂにおける断面図が、図１４に示した画素２ｈとなる。

[0162] 画素２ｈの光電変換領域を覆うように反射膜１０１が形成されている。また、２×２に配置されている画素２ｈの中央部分には、それぞれの画素２ｈ毎に転送ゲート１０２が設けられている。また、リセットトランジスタ、選択トランジスタ、増幅トランジスタに該当するトランジスタ１０３やトラン

ジスタ１０４が配置されている。

[0163] 反射膜１０１は、図１６に示したように、画素２ｈの光電変換領域を覆うように形成されている。このように反射膜１０１が形成されることで、配線層側に光が漏れることを防ぐことができる。また光電変換領域に光を戻すこともでき、光電変換効率を向上させることもできる。

[0164] 図１７に、２画素共有構造の場合の画素２ｈの平面図を示す。図１７に示した平面図も、配線層側から画素２ｈを見たときの図である。図１７に示した画素２hの配線層側の面には、反射膜１０１、転送ゲート１１２、リセットゲート１１３、増幅トランジスタ１１４、配線１１５、ＦＤ１１６が配置されている。

[0165] 図１７に示した画素２hは２画素共有型であり、リセットゲート１１３と増幅トランジスタ１１４は、２画素で共有される。図１７に示した画素２hのリセットゲート１１３は、光電変換領域の下辺に備えられ、増幅トランジスタ１１４は、光電変換領域の上辺に備えられる。また図１７に示した画素２hは、光電変換領域を覆うように反射膜１０１が形成されている。

[0166] 反射膜１０１は、転送ゲート１１２が形成されている領域には形成されていないが、転送ゲート１１２により、配線層側に光が漏れ込まないようにされている。光電変換領域は、絶縁物５５がトレンチに埋め込まれている画素分離部５４で囲まれている。このトレンチが、半導体基板１２を貫通するように形成されていた場合、転送ゲート１１２からＦＤ１１６に電荷を転送させるための配線１１５が、画素分離部５４上に形成される。

[0167] このように、光電変換領域を画素分離部５４で囲むことで、画素間の光の漏れ込みを防ぐことが可能となり、画素間の混色を防ぐことが可能となる。また、光電変換領域の配線層側に反射膜１０１を形成することで、配線層側に漏れる光を防ぐことが可能となる。

[0168] 上記した画素２ｈを、グローバルシャッタ方式に対応した画素構造にした場合について説明を加える。一般的に、CMOSイメージセンサは、各画素を順次読み出すローリングシャッタ方式のため、露光タイミングの違いにより画

像の歪みが生じる可能性がある。この問題の対策として、画素内に電荷保持部を設けることによる、全画素同時読み出しグローバルシャッタ方式が提案されている。グローバルシャッタ方式によれば、電荷保持部に全画素同時読み出しを行った後、順次読み出しが可能となるため、露光タイミングを各画素共通にすることができ、画像の歪みを抑制することができる。

[0169] 図１８は、図１４に示した画素２ｈに、電荷保持部１１７を設けた構成の一例を示す断面図である。電荷保持部１１７は、画素分離部５４内に設けられている。光電変換領域からの電荷を電荷保持部１１７に転送するための配線１１５が配線層側に形成されている。

[0170] 図１９は、図１８に示した画素２ｈの配線層側からみたときの平面図である。図１９に示した画素２hの配線層側の面には、反射膜１０１、転送ゲート１１２、リセットゲート１１３、増幅トランジスタ１１４、配線１１５、ＦＤ１１６、電荷保持部１１７、ＦＧ１１８が配置されている。

[0171] 図１９に示した画素２ｈも、図１７に示した画素２ｈと同じく２画素共有型であり、リセットゲート１１３と増幅トランジスタ１１４は、２画素で共有される。図１９に示した画素２hは、光電変換領域を覆うように反射膜１０１が形成されている。

[0172] 反射膜１０１は、転送ゲート１１２が形成されている領域には形成されていない。光電変換領域から、転送ゲート１１２と配線を１１５を介して、電荷保持部１１７に電荷が転送される、また電荷保持部１１７に蓄積された電荷は、ＦＧ１１８を介してＦＤ１１６に転送される。

[0173] 光電変換領域は画素分離部５４で囲まれているため、画素間の光の漏れ込みを防ぐことが可能となり、画素間の混色を防ぐことが可能となる。また、光電変換領域の配線層側に反射膜１０１を形成することで、配線層側に漏れる光を防ぐことが可能となる。

[0174] このように、第８の実施の形態は、グローバルシャッタ方式の画素にも適用できる。また、グローバルシャッタ方式の画素、換言すれば、電荷保持部１１７を有する画素構造は、第１乃至第７の実施の形態、および以下に説明

する第９以降の実施の形態に対しても適用できる。

[0175] また、第１乃至第８の実施の形態は、複数の層が積層された構造の画素に対しても適用できる。例えば、図１８に示した画素２ｈにおいて、反射膜１０１の下側には、配線層（不図示）が積層されている。この配線層のさらに下側に、支持基板が積層されていても良いし、メモリが配置された基板が積層されていても良いし、ロジック回路が配置された基板が積層されていても良い。上記した実施の形態、および以下に説明する実施の形態は、配線層側に積層されている層の数や構造に限定されることなく適用できる。

[0176] ＜第９の実施の形態＞

図２０に、第９の実施の形態における画素２ｉの構成を示す。第９の実施の形態は、第１乃至第８の実施の形態における画素２と組み合わせることができる。ここでは、第１の実施の形態における画素２ａに対して第９の実施の形態を適用した場合を例に挙げて説明する。

[0177] 第９の実施の形態における画素２ｉは、光入射面側に、光を反射させ、光電変換領域に光を導く導波路が形成されている。図２０は、第９の実施の形態における画素２ｉの一例の構成を示す断面図である。

[0178] 図２０に示した画素２ｉのカラーフィルタ層５１には、導波路１５０が形成されている。導波路１５０は、遮光膜４９のところに形成され、図中凸形状となる膜１５１と膜１５２の２層の膜で形成されている。ここでは、２層で形成されているとして説明を続けるが、２層以外の層数で形成されていても良い。

[0179] 膜１５１と膜１５２は、ＳｉＯ２（二酸化ケイ素）、ＳｉＮｘ（シリコン窒化物）、Ａｌ２Ｏ３（酸化アルミニウム）、ＴｉＯ２（酸化チタン）、Ｔａ２Ｏ３（三酸化タンタル）、ＴｉＮ（チタンナイトライド）などの高い屈折率を有する誘電体材料を用いることができる。また膜１５１と膜１５２は、Ｗ（タングステン）、Ａｇ（銀）、Ａｌ（アルミニウム）といった金属を用いることができる。また、膜１５１と膜１５２のどちらか一方を、屈折率の高い材料で構成し、他方を金属で構成するといったように、組み合わせて

形成しても良い。

[0180] 導波路１５０は、異なる屈折率を有する材料の膜が積層されることにより形成されることで、光を反射する膜として機能する。また、光を反射する機能を持たせるために、金属の膜としても良い。金属の膜とした場合、その膜は、凹部領域４８には形成されない。

[0181] 導波路１５０を、カラーフィルタ層５１に形成することで、隣接画素への混色を抑制することができる。図２１を参照するに、図２１に矢印で示したように、図中左側の画素２ｉに、左方向から入射してきた光は、導波路１５０で反射し、左側の画素２ｉのＮ型の半導体領域４２に入射される。

[0182] 仮に、導波路１５０が形成されていなかった場合、図中左側の画素２ｉに、左方向から入射してきた光は、右側の画素２ｉのＮ型の半導体領域４２に入射される可能性があり、混色が発生してしまう可能性がある。しかしながら、導波路１５０が形成されていることで、上記したように、導波路１５０で反射され、隣接する画素に入射されないようにすることができる。よって、導波路１５０を形成することで、隣接画素への混色を抑制することができる。また、光電変換領域に入射される光量を増やすことができ、光電変換効率を向上させることができる。

[0183] 図２２は、第９の実施の形態における画素２ｉの他の構成を示す断面図である。図２２に示した画素２ｉ’は、図２０に示した画素２ｉと同一の構成を有するが、凹部領域４８の一部が、平坦化されている点が異なる。

[0184] 図２３を参照し、凹部領域４８の上部を平坦化する理由について説明を加える。

[0185] 図２３は、図２０に示した画素２iの構造のうち、凹部領域４８を拡大した図である。凹部領域４８は、酸化ハフニウム膜６２、酸化アルミニウム膜６３、および酸化シリコン膜６４で形成され、凹凸を有する形状で形成されている。さらに、導波路１５０を形成した場合、凹部領域４８には、膜１５１と膜１５２も積層され、この膜１５１と膜１５２も、図２０に示した画素２ｉでは凹凸を有する形状で形成されている。

[0186] カラーフィルタ層５１の上部から凹部領域４８（膜１５１と膜１５２が積層されている状態での凹部領域４８）までの距離について考える。凹部領域４８には、山の部分と谷の部分がある。凹部領域４８の山の部分は、凹部領域４８のうち、カラーフィルタ層５１に近い位置にある部分とする。また凹部領域４８の谷の部分は、凹部領域４８のうち、カラーフィルタ層５１から遠い位置にある部分とする。

[0187] カラーフィルタ層５１から、凹部領域４８の山の部分までの距離を距離Ｌ１とする。また、カラーフィルタ層５１から、凹部領域４８の谷の部分までの距離を距離Ｌ２とする。このように設定した場合、距離Ｌ１＜距離Ｌ２の関係が成り立つ。カラーフィルタ層５１から凹部領域４８までの距離の違いにより、感度差が生じる可能性がある。

[0188] 距離Ｌ１のところを通過する光と、距離Ｌ２のところを通過する光を比べたとき、距離Ｌ２を通過する光の方が、距離Ｌ１を通過する光よりも距離が長い分だけ通過しづらく、効率良く透過しない可能性がある。このような、光を効率良く透過する部分と透過しない部分が混在しているような構造、換言すれば、感度にばらつきがあるような構造を是正するために、図２２に示したような構成とし、距離Ｌ１と距離Ｌ２が同一と扱えるような構成とする。

[0189] 図２２を参照するに、凹部領域４８を構成する３層の膜のうち、カラーフィルタ層５１に近い側に形成されている酸化シリコン膜６４’（図２０などの酸化シリコン膜６４と区別するためにダッシュを付して記述する）は、凹部領域の４８の谷に該当する部分にも充填され、酸化シリコン膜６４’のカラーフィルタ層５１側は、平坦に形成されている。

[0190] また、酸化シリコン膜６４’が平坦に形成されていることにより、その上層に積層される膜１５１’と膜１５２’も平坦に形成されている。このように、凹部領域４８のカラーフィルタ層５１に近い側を平坦に形成することで、距離Ｌ１と距離Ｌ２に該当する距離が同一となるようにすることができる。よって、上記したような感度のばらつきが生じるような構成ではなく、感

度のばらつきを抑制した構成とすることができる。

[0191] 図２２に示したように、酸化シリコン膜６４’を平坦に形成する場合、ALD（Atomic Layer. Deposition）法により、酸化シリコン膜６４’を一旦成膜した後に、CMP（chemical mechanical polishing）により酸化シリコン膜６４’を平坦になるように削ることで成膜することで、平坦な酸化シリコン膜６４’を形成することができる。また、平坦な酸化シリコン膜６４’を成膜した後、膜１５１’と膜１５２’を成膜することで、導波路１５０を形成することができる。

[0192] このように、画素２が導波路１５０を備える構成とすることで、隣接画素への混色を抑制し、光電変換領域に光を導き、光電変換領域に入射される光量を増やすことが可能となる。

[0193] ＜第１０の実施の形態＞

第１乃至第９の実施の形態においては、例えば、図２を再度参照するに、カラーフィルタ層５１と凹部領域４８との間には、透明絶縁膜４６が形成されている。透明絶縁膜４６が形成されていない構造とすることも可能である、透明絶縁膜４６が形成されていない構造の画素２を第１０の実施の形態における画素２ｊとして説明する。

[0194] 図２４は、第１０の実施の形態における画素２ｊの構成例を示す断面図である。図２４に示した画素２ｊの構成は、図２に示した第１の実施の形態における画素２ａから、透明絶縁膜４６を削除した構成となっている。

[0195] 図２４に示した画素２ｊは、凹部領域４８ｊ上には、カラーフィルタ層５１ｊが形成されている。よってカラーフィルタ層５１ｊの下部は、凹部領域４８の形状と一致し、凹凸形状となっている。図２４に示した画素２ｊのように、凹部領域４８ｊ上にカラーフィルタ層５１ｊが形成されていても良い。このような構成を有する画素２ｊにおいても、凹部領域４８ｊを設けることで得られる効果、例えば、光電変換領域における光電変換効率を向上させることができるという効果を得ることができる。

[0196] 図２４に示した画素２ｊの構成においては、感度のばらつきが発生する可

能性がある。感度のばらつきが発生する可能性があることについて、図２５を参照して説明する。

[0197] 図２５は、図２４に示した画素２ｊの構造のうち、凹部領域４８ｊを拡大した図である。カラーフィルタ層５１ｊの上部から凹部領域４８ｊまでの距離について考える。凹部領域４８ｊには、山の部分と谷の部分がある。凹部領域４８ｊの山の部分は、凹部領域４８ｊのうち、カラーフィルタ層５１ｊに近い位置にある部分とする。また凹部領域４８ｊの谷の部分は、凹部領域４８ｊのうち、カラーフィルタ層５１ｊから遠い位置にある部分とする。

[0198] カラーフィルタ層５１ｊから、凹部領域４８ｊの山の部分までの距離を距離Ｌ１１とする。また、カラーフィルタ層５１ｊから、凹部領域４８ｊの谷の部分までの距離を距離Ｌ１２とする。このように設定した場合、距離Ｌ１１＜距離Ｌ１２の関係が成り立つ。カラーフィルタ層５１ｊから凹部領域４８ｊまでの距離の違いにより、感度差が生じる可能性がある。

[0199] 距離Ｌ１１のところを通過する光と、距離Ｌ１２のところを通過する光を比べたとき、距離Ｌ１２を通過する光の方が、距離Ｌ１１を通過する光よりも距離が長い分だけ通過しづらく、効率良く透過しない可能性がある。このような、光を効率良く透過する部分と透過しない部分が混在しているような構造、換言すれば、感度にばらつきがあるような構造を是正するために、図２６に示したような構成とし、距離Ｌ１１と距離Ｌ１２が同一と扱えるような構成としても良い。

[0200] 図２６は、第１０の実施の形態における画素２ｊの他の構成例を示す図である。ここでは、図２４に示した画素２ｊと区別するために、画素２ｊ’と、ダッシュを付して記述する。

[0201] 図２６に示した画素２ｊ’は、凹部領域４８ｊ’の谷に該当する部分に平坦化材料１７１が充填されている。平坦化材料１７１が、凹部領域４８ｊ’の谷に該当する部分に充填されることで、凹部領域４８’の上部は、平坦化材料１７１まで含めれば凹凸なく、平坦な形状となる。よって、カラーフィルタ層５１ｊ’の下側も、凹凸なく、平坦な形状となる。

[0202] 平坦化材料１７１は、例えば、透明絶縁膜４６の材料と同一の材料を用いることができる。平坦化材料１７１は、感度低下が低い材料であれば良い。

[0203] カラーフィルタ層５１’の上部と下部が、ともに平坦となることで、カラーフィルタ層５１’の厚みが均一となり、感度のばらつきが生じるようなことを抑制することができる。

[0204] 画素２ｊの他の構成として、図２７に示すように、遮光膜４９を設けない構成としても良い。図２７に示した画素２ｊ”は、図２６に示した画素２ｊ’の構成から、遮光膜４９を削除した構成となっている点以外は同一の構成である。

[0205] 図２４、図２６、図２７に示した画素２ｊ、画素２ｊ’、画素２ｊ”は、第１の実施の形態における画素２ａに対して第１０の実施の形態を適用した場合を例に挙げて説明したが、第２乃至第９の実施の形態のいずれに対しても適用することができる。

[0206] ＜第１１の実施の形態＞

凹部領域４８を備える画素２は、ＩＲ（Infrared）を受光する画素にも適用できる。ここでは、可視光領域の光を受光する画素と赤外光を受光する画素とが画素アレイ部３（図１）に配置されている場合を例に挙げて説明する。可視光領域の光を受光する画素と赤外光を受光する画素を画素アレイ部３に配置することで、カラー画像と赤外画像を同時に取得できる。

[0207] 可視光領域の光を受光する画素と赤外光を受光する画素を画素アレイ部３に配置した場合、画素アレイ部３には、図２８に示したように、赤色の検出に用いるＲ（Red）画素、緑色の検出に用いるＧ（Green）画素、青色の検出に用いるＢ（Blue）画素、および、赤外光の検出に用いるＩＲ画素のそれぞれが２次元格子状に設けられる。

[0208] 図２８は、画素アレイ部３の画素２の配列の例を示している。図２８に示した例は、縦４画素×横４画素からなるパターンを１単位とする画素配列の例が示されており、Ｒ画素：Ｇ画素：Ｂ画素：ＩＲ画素＝２：８：２：４の割合で、画素２が配置されている。より具体的には、Ｇ画素は、市松状に配

置されている。Ｒ画素は、１行目の１列目と３行目の３列目に配置されている。Ｂ画素は、１行目の３列目と３行目の１列目に配置されている。ＩＲ画素は、残りの画素位置に配置されている。そして、この画素配列のパターンが、画素アレイ部３上の行方向及び列方向に繰り返し配置される。

[0209] 図２８に示した画素の配列は一例であり、他の配列を用いることも可能である。例えば、図２９のＡ、図２９のＢに示されるように、縦２画素×横２画素からなるパターンを１単位として、各パターン内にＲ画素：Ｇ画素：Ｂ画素：ＩＲ画素＝１：１：１：１の割合で、画素２を配置するようにしてもよい。

[0210] 図２８のＡに示した配列では、図中左上にＧ画素、右上にＢ画素、左下にＲ画素、右下にＩＲ画素が配置されている。図２８のＢに示した配列では、図中左上にＧ画素、右上にＲ画素、左下にＢ画素、右下にＩＲ画素が配置されている。

[0211] 図３０は、各画素２のフィルタの構成例を模式的に示している。この例では、Ｂ画素、Ｇ画素、Ｒ画素、ＩＲ画素が、左から右に並べられている。Ｒ画素、Ｇ画素およびＢ画素においては、光の入射側から順に、オンチップレンズ５２、カラーフィルタ層５１、デュアルパスフィルタ２０１が積層されている。

[0212] カラーフィルタ層５１においては、Ｒ画素に対して赤及び赤外光の波長域を透過するＲフィルタが設けられ、Ｇ画素に対して緑及び赤外光の波長域を透過するＧフィルタが設けられ、Ｂ画素に対して青及び赤外光の波長域を透過するＢフィルタが設けられている。デュアルパスフィルタ２０１は、可視光と所定の範囲の近赤外光とに透過帯を有するフィルタである。

[0213] ＩＲ画素においては、光の入射側から順に、オンチップレンズ５２、ＩＲフィルタ２０２が積層されている。ＩＲフィルタ２０２は、Ｒフィルタ２１１とＢフィルタ２１２を積層することで形成されている。Ｒフィルタ２１１とＢフィルタ２１２を積層することで、８００ｎｍより長い波長を有する光線を透過するＩＲフィルタ２０２（即ち、青色＋赤色）が形成される。

[0214] 図３０に示したＩＲフィルタ２０２は、オンチップレンズ５２側にＲフィルタ２１１が配置され、その下側にＢフィルタ２１２が配置されているが、図３１に示すように、オンチップレンズ５２側にＢフィルタ２１２が配置され、その下側にＲフィルタ２１１が配置されていても良い。

[0215] このようなＲ画素、Ｇ画素、Ｂ画素、ＩＲ画素が配置されている固体撮像装置１に凹部領域４８を有する画素２を適用した場合、図３２に示すような構成となる。図３２は、第１の実施の形態における画素２ａに対して、図３０に示したＩＲフィルタ２０２構成を適用した場合を画素２ｋの構成を示す断面図である。

[0216] 図３２に示した画素２ｈは、図中左側にＲ画素、図中右側にＩＲ画素が配置されている例を示している。図２に示した画素２ａと比較した場合、Ｒ画素には、カラーフィルタ層５１と透明絶縁膜４６との間にデュアルパスフィルタ２０１が追加された構成とされている。また、ＩＲ画素は、カラーフィルタ層５１に該当するＲフィルタ２１１に、Ｂフィルタ２１２が追加された構成とされている。

[0217] このように、デュアルパスフィルタ２０１またはＢフィルタ２１２が追加されたことで、感度が低下する可能性がある。しかしながら、凹部領域４８ｋが形成されていることにより、低下した感度を補いさらに感度を向上させることができる。また、画素分離部５４を備えることで、凹部領域４８ｋで回折した光が、隣接画素に漏れ込むことを防ぐことができ、混色を抑制することができる。

[0218] 図３２では、第１の実施の形態の画素２ａと第１１の実施の形態を組み合わせた場合を例に挙げて説明したが、第２乃至第１０の実施の形態における画素２ｂ乃至２ｊのいずれとも組み合わせることができる。

[0219] ＜第１２の実施の形態＞

第１乃至第１１の実施の形態として説明した画素２ａ乃至２ｋは、凹部領域４８を備えている。この凹部領域４８は、凹凸を有した形状とされている。凹凸を有する形状で形成されている凹部領域４８を設けることで、入射さ

れた光が散乱し、凹部領域４８がない画素に比べてより多くの光を集光できる構成となっている。

[0220] すなわち、凹部領域４８を設けることで、光電変換能力を向上させることができる。上記した実施の形態においては、凹部領域４８の凹凸の数については特に記載していないが、凹部領域４８の凹凸の数を調整することで感度を調整することができる。

[0221] ここで、凹部領域４８のうち、カラーフィルタ層５１から遠い位置にある部分を谷の部分と記述した場合、谷の部分の数により感度を調整することができる。谷の部分が多いと、散乱しやすくなり、感度は向上すると考えられる。そこで、凹部領域４８の谷の数を異ならせることで、色事に異なる感度の違いを吸収し、感度が均一となるように調整するようにしても良い。

[0222] ここでは、第１１の実施の形態における画素２ｋを例に挙げて、凹部領域４８の谷の数を調整することで感度の調整する場合について説明を加える。図３３は、図３２に示した画素２ｋであるが、Ｒ画素の凹部領域４８ｋの谷の数と、ＩＲ画素の凹部領域４８ｋの谷の数は異なる数とされている。図３３に示した例では、Ｒ画素の凹部領域４８ｋの谷の数は３個であり、ＩＲ画素の凹部領域４８ｋの谷の数は５個で形成されている。

[0223] Ｒ画素の感度とＩＲ画素の感度を比較したとき、ＩＲ画素の感度の方が、Ｒ画素の感度よりも低くなる傾向にある場合、図３３に示したように、ＩＲ画素の凹部領域４８ｋの谷の数を、Ｒ画素の凹部領域４８ｋの谷の数よりも多くなるように構成する。

[0224] このように構成することで、凹部領域４８ｋを形成することで得られる感度向上分を、Ｒ画素よりもＩＲ画素の方が大きくなるようにすることができる。よって、ＩＲ画素がＲ画素よりも感度が小さくなっても、その小さくなる分を、凹部領域４８ｋを形成することで得られる感度向上分で補うことができる。よって、Ｒ画素とＩＲ画素の感度のばらつきを抑制することができる。

[0225] 同じく、図３４を参照してＧ画素とＢ画素の場合について説明を加える。

図３４に示した例では、右側に図示してあるＧ画素の凹部領域４８ｋの谷の数は２個であり、左側に図示してあるＢ画素の凹部領域４８ｋの谷の数は４個で形成されている。Ｂ画素の感度とＧ画素の感度を比較したとき、Ｇ画素の感度の方が、Ｂ画素の感度よりも高くなる傾向にある場合、図３４に示したように、Ｇ画素の凹部領域４８ｋの谷の数を、Ｂ画素の凹部領域４８ｋの谷の数よりも少なくなるように構成する。

[0226] このように構成することで、凹部領域４８ｋを形成することで得られる感度向上分を、Ｇ画素よりもＢ画素の方が大きくなるようにすることができる。よって、Ｂ画素がＧ画素よりも感度が小さくなっても、その小さくなる分を、凹部領域４８ｋを形成することで得られる感度向上分で補うことができる。よって、Ｂ画素とＧ画素の感度のばらつきを抑制することができる。

[0227] 図３３、図３４に示した例は、感度がＧ画素＞Ｒ画素＞Ｂ画素＞ＩＲ画素の順である場合であるため、凹部領域４８ｋの谷の数は、ＩＲ画素（５個）＞Ｂ画素（４個）＞Ｒ画素（３個）＞Ｇ画素（２個）となっている例を示した。このような感度の強度の並びや凹部領域４８の谷の数の並びは一例であり、限定を示す記載ではない。

[0228] このような凹部領域４８の谷の数を異ならせる構造（第１２の実施の形態）は、第１乃至第１１の実施の形態における画素２ａ乃至２ｋのいずれとも組み合わせることが可能である。

[0229] ＜電子機器への適用例＞

本開示の技術は、固体撮像装置への適用に限られるものではない。即ち、本開示の技術は、デジタルスチルカメラやビデオカメラ等の撮像装置や、撮像機能を有する携帯端末装置や、画像読取部に固体撮像装置を用いる複写機など、画像取込部（光電変換部）に固体撮像装置を用いる電子機器全般に対して適用可能である。固体撮像装置は、ワンチップとして形成された形態であってもよいし、撮像部と信号処理部または光学系とがまとめてパッケージングされた撮像機能を有するモジュール状の形態であってもよい。

[0230] 図３５は、本開示に係る電子機器としての撮像装置の構成例を示すブロッ

ク図である。

[0231] 図３５の撮像装置５００は、レンズ群などからなる光学部５０１、図１の固体撮像装置１の構成が採用される固体撮像装置（撮像デバイス）５０２、およびカメラ信号処理回路であるDSP（Digital Signal Processor）回路５０３を備える。また、撮像装置５００は、フレームメモリ５０４、表示部５０５、記録部５０６、操作部５０７、および電源部５０８も備える。DSP回路５０３、フレームメモリ５０４、表示部５０５、記録部５０６、操作部５０７および電源部５０８は、バスライン５０９を介して相互に接続されている。

[0232] 光学部５０１は、被写体からの入射光（像光）を取り込んで固体撮像装置５０２の撮像面上に結像する。固体撮像装置５０２は、光学部５０１によって撮像面上に結像された入射光の光量を画素単位で電気信号に変換して画素信号として出力する。この固体撮像装置５０２として、図１の固体撮像装置１、即ち、混色悪化を抑制しつつ、感度を向上させた固体撮像装置を用いることができる。

[0233] 表示部５０５は、例えば、液晶パネルや有機ＥＬ（Electro Luminescence）パネル等のパネル型表示装置からなり、固体撮像装置５０２で撮像された動画または静止画を表示する。記録部５０６は、固体撮像装置５０２で撮像された動画または静止画を、ハードディスクや半導体メモリ等の記録媒体に記録する。

[0234] 操作部５０７は、ユーザによる操作の下に、撮像装置５００が持つ様々な機能について操作指令を発する。電源部５０８は、DSP回路５０３、フレームメモリ５０４、表示部５０５、記録部５０６および操作部５０７の動作電源となる各種の電源を、これら供給対象に対して適宜供給する。

[0235] 上述したように、固体撮像装置５０２として、上述した固体撮像装置１を用いることで、混色悪化を抑制しつつ、感度を向上させることができる。従って、ビデオカメラやデジタルスチルカメラ、さらには携帯電話機等のモバイル機器向けカメラモジュールなどの撮像装置５００においても、撮像画像の高画質化を図ることができる。

[0236] 本開示の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

[0237] 上述した例では、第１導電型をＰ型、第２導電型をＮ型として、電子を信号電荷とした固体撮像装置について説明したが、本開示は正孔を信号電荷とする固体撮像装置にも適用することができる。すなわち、第１導電型をＮ型とし、第２導電型をＰ型として、前述の各半導体領域を逆の導電型の半導体領域で構成することができる。

[0238] また、本開示の技術は、可視光の入射光量の分布を検知して画像として撮像する固体撮像装置への適用に限らず、赤外線やＸ線、あるいは粒子等の入射量の分布を画像として撮像する固体撮像装置や、広義の意味として、圧力や静電容量など、他の物理量の分布を検知して画像として撮像する指紋検出センサ等の固体撮像装置（物理量分布検知装置）全般に対して適用可能である。

[0239] ＜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。

[0240] 図３６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。

[0241] 図３６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。

[0242] 内視鏡１１１００は、先端から所定の長さの領域が患者１１１３２の体腔内に挿入される鏡筒１１１０１と、鏡筒１１１０１の基端に接続されるカメラヘッド１１１０２と、から構成される。図示する例では、硬性の鏡筒１１

１０１を有するいわゆる硬性鏡として構成される内視鏡１１１００を図示しているが、内視鏡１１１００は、軟性の鏡筒を有するいわゆる軟性鏡として構成されてもよい。

[0243] 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。

[0244] 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。

[0245] 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。

[0246] 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。

[0247] 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。

[0248] 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。

[0249] 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。

[0250] 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。

[0251] 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。

[0252] 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。

[0253] 図３７は、図３６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。

[0254] 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。

[0255] 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。

[0256] 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。

[0257] 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。

[0258] 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。

[0259] 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。

[0260] 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。

[0261] 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。

[0262] 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。

[0263] 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。

[0264] 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。

[0265] 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。

[0266] 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。

[0267] 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。

[0268] 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。

[0269] 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。

[0270] ＜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。

[0271] 図３８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。

[0272] 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３８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。

[0273] 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。

[0274] 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。

[0275] 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。

[0276] 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。

[0277] 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。

[0278] 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。

[0279] 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。

[0280] また、マイクロコンピュータ１２０５１は、車外情報検出ユニット１２０３０で取得される車外の情報に基づいて、ボディ系制御ユニット１２０３０に対して制御指令を出力することができる。例えば、マイクロコンピュータ１２０５１は、車外情報検出ユニット１２０３０で検知した先行車又は対向車の位置に応じてヘッドランプを制御し、ハイビームをロービームに切り替える等の防眩を図ることを目的とした協調制御を行うことができる。

[0281] 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３８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。

[0282] 図３９は、撮像部１２０３１の設置位置の例を示す図である。

[0283] 図３９では、撮像部１２０３１として、撮像部１２１０１、１２１０２、１２１０３、１２１０４、１２１０５を有する。

[0284] 撮像部１２１０１、１２１０２、１２１０３、１２１０４、１２１０５は、例えば、車両１２１００のフロントノーズ、サイドミラー、リアバンパ、バックドア及び車室内のフロントガラスの上部等の位置に設けられる。フロントノーズに備えられる撮像部１２１０１及び車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部１２１０５は、主として車両１２１００の前方の画像を取得する。サイドミラーに備えられる撮像部１２１０２、１２１０３は、主として車両１２１００の側方の画像を取得する。リアバンパ又はバックドアに備えられる撮像部１２１０４は、主として車両１２１００の後方の画像を取得する。車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部１２１０５は、主として先行車両又は、歩行者、障害物、信号機、交通標識又は車線等の検出に用いられる。

[0285] なお、図３９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。

[0286] 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。

[0287] 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１２１１

４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。

[0288] 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。

[0289] 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１２１０

４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。

[0290] 本明細書において、システムとは、複数の装置により構成される装置全体を表すものである。

[0291] なお、本明細書に記載された効果はあくまで例示であって限定されるものでは無く、また他の効果があってもよい。

[0292] なお、本技術の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本技術の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

[0293] なお、本技術は以下のような構成も取ることができる。

（１）

基板と、

前記基板に設けられた複数の光電変換領域と、

前記光電変換領域間に設けられ、前記基板を貫通して設けられたトレンチと、

前記光電変換領域の上方で、前記基板の受光面側に設けられた複数の凹部を有する凹部領域と

を備え、

前記基板は、III-V族半導体または多結晶ＳｉＸＧｅ（１-x）（ｘ＝０～１）により構成されている

固体撮像装置。

（２）

前記III-V族半導体は、インジウムリン（ＩｎＰ）、インジウムヒ素（ＩｎＡｓ）、インジウムヒ素リン（ＩｎＡｓＰ）、インジウムガリウムヒ素（ＩｎＧａＡｓ）、窒化ガリウム（ＧａＮ）、窒化インジウムガリウムヒ素（ＩｎＧａＡｓＮ）のいずれかである

前記（１）に記載の固体撮像装置。

（３）

前記凹部領域は、前記光電変換領域の下方で、前記基板の前記受光面と対向する面側にも設けられている

前記（１）または（２）に記載の固体撮像装置。

（４）

前記トレンチ内は、裏面反射防止膜、低屈折率材料、高屈折率材料が積層されている

前記（１）乃至（３）のいずれかに記載の固体撮像装置。

（５）

基板と、

前記基板に設けられた複数の光電変換領域と、

前記光電変換領域間に設けられ、前記基板を貫通して設けられたトレンチと、

前記光電変換領域の上方で、前記基板の受光面側に設けられた複数の凹部を有する凹部領域と、

前記光電変換領域の下方で、前記基板の前記受光面と対向する面側に設けられた金属膜と

を備える固体撮像装置。

（６）

前記光電変換領域で変換された電荷を蓄積する蓄積部をさらに備える

前記（５）に記載の固体撮像装置。

（７）

前記凹部領域は、前記光電変換領域と前記金属膜との間にも設けられている

前記（５）または（６）に記載の固体撮像装置。

（８）

基板と、

前記基板に設けられた複数の光電変換領域と、

前記光電変換領域の上側に設けられているカラーフィルタと、

前記光電変換領域間に設けられ、前記基板を貫通して設けられたトレンチと、

前記光電変換領域の上方で、前記基板の受光面側に設けられた複数の凹部を有する凹部領域と、

前記トレンチの上方であり、前記カラーフィルタに異なる屈折率を有する材料が積層された膜と

を備える固体撮像装置。

（９）

前記膜は、前記凹部領域にも積層され、前記凹部領域に積層されている前記膜は平坦な形状である

前記（８）に記載の固体撮像装置。

（１０）

基板と、

前記基板に設けられた複数の光電変換領域と、

前記光電変換領域の上側に設けられているカラーフィルタと、

前記光電変換領域間に設けられ、前記基板を貫通して設けられたトレンチと、

前記光電変換領域の上方で、前記基板の受光面側に設けられた複数の凹部を有する凹部領域と

を備え、

前記カラーフィルタの前記凹部領域側は平坦な形状である

固体撮像装置。

（１１）

前記トレンチと前記カラーフィルタの間に金属膜をさらに備える

前記（１０）に記載の固体撮像装置。

（１２）

基板と、

前記基板に設けられた複数の光電変換領域と、

前記光電変換領域間に設けられ、前記基板を貫通して設けられたトレンチと、

前記光電変換領域の上方で、前記基板の受光面側に設けられた複数の凹部を有する凹部領域と

を備え、

可視光用の光電変換領域には、色フィルタと、可視光と所定の範囲の近赤外光とに透過帯を有するデュアルパスフィルタが積層され、

赤外光用の光電変換領域には、異なる色フィルタが積層されている

固体撮像装置。

（１３）

前記異なる色フィルタは、赤色のフィルタと青色のフィルタである

前記（１２）に記載の固体撮像装置。

（１４）

前記可視光用の光電変換領域の上方に設けられている前記凹部領域の前記凹部の数と、前記赤外光用の光電変換領域の上方に設けられている前記凹部領域の前記凹部の数は異なる

前記（１２）または（１３）に記載の固体撮像装置。

（１５）

前記可視光用の光電変換領域の上方に設けられている前記凹部領域の前記凹部の数は、色毎に異なる

前記（１２）乃至（１４）のいずれかに記載の固体撮像装置。

符号の説明

[0294] １ 固体撮像装置, ２ 画素, ３ 画素アレイ部, ４ 垂直駆動回路, ５ カラム信号処理回路, ６ 水平駆動回路, ７ 出力回路, ８ 制御回路, ９ 垂直信号線, １０ 画素駆動配線, １１ 水平信号線, １２ 半導体基板, １３ 入出力端子, ４１ 半導体領域,

４２　半導体領域，　４６　透明絶縁膜，　４８　凹部領域，　４９　遮光膜，　５１　カラーフィルタ層，　５２　オンチップレンズ，　５３　平坦部分，　５４　画素分離部，　５５　絶縁物，　５６　遮光物，　６１　反射防止膜，　６２　酸化ハフニウム膜，　６３　酸化アルミニウム膜，　６４　酸化シリコン膜，　１０１　反射膜，　１０２　転送ゲート，　１０３　トランジスタ，　１０４　トランジスタ，　１１２　転送ゲート，　１１３　リセットゲート，　１１４　増幅トランジスタ，　１１５　配線，　１１７　電荷保持部，　１５０　導波路，　１５１　膜，　１５２　膜，　１７１　平坦化材料，　２０１　デュアルパスフィルタ，　２０２　ＩＲフィルタ，　２１１　Ｒフィルタ，　２１２　Ｂフィルタ

請求の範囲

[請求項1] 基板と、

前記基板に設けられた複数の光電変換領域と、

前記光電変換領域間に設けられ、前記基板を貫通して設けられたトレンチと、

前記光電変換領域の上方で、前記基板の受光面側に設けられた複数の凹部を有する凹部領域と

を備え、

前記基板は、III-V族半導体または多結晶ＳｉＸＧｅ（１-x）（ｘ＝０～１）により構成されている

固体撮像装置。

[請求項2] 前記III-V族半導体は、インジウムリン（ＩｎＰ）、インジウムヒ素（ＩｎＡｓ）、インジウムヒ素リン（ＩｎＡｓＰ）、インジウムガリウムヒ素（ＩｎＧａＡｓ）、窒化ガリウム（ＧａＮ）、窒化インジウムガリウムヒ素（ＩｎＧａＡｓＮ）のいずれかである

請求項１に記載の固体撮像装置。

[請求項3] 前記凹部領域は、前記光電変換領域の下方で、前記基板の前記受光面と対向する面側にも設けられている

請求項１に記載の固体撮像装置。

[請求項4] 前記トレンチ内は、裏面反射防止膜、低屈折率材料、高屈折率材料が積層されている

請求項１に記載の固体撮像装置。

[請求項5] 基板と、

前記基板に設けられた複数の光電変換領域と、

前記光電変換領域間に設けられ、前記基板を貫通して設けられたトレンチと、

前記光電変換領域の上方で、前記基板の受光面側に設けられた複数の凹部を有する凹部領域と、

前記光電変換領域の下方で、前記基板の前記受光面と対向する面側に設けられた金属膜と

を備える固体撮像装置。

[請求項6] 前記光電変換領域で変換された電荷を蓄積する蓄積部をさらに備える

請求項５に記載の固体撮像装置。

[請求項7] 前記凹部領域は、前記光電変換領域と前記金属膜との間にも設けられている

請求項５に記載の固体撮像装置。

[請求項8] 基板と、

前記基板に設けられた複数の光電変換領域と、

前記光電変換領域の上側に設けられているカラーフィルタと、

前記光電変換領域間に設けられ、前記基板を貫通して設けられたトレンチと、

前記光電変換領域の上方で、前記基板の受光面側に設けられた複数の凹部を有する凹部領域と、

前記トレンチの上方であり、前記カラーフィルタに異なる屈折率を有する材料が積層された膜と

を備える固体撮像装置。

[請求項9] 前記膜は、前記凹部領域にも積層され、前記凹部領域に積層されている前記膜は平坦な形状である

請求項８に記載の固体撮像装置。

[請求項10] 基板と、

前記基板に設けられた複数の光電変換領域と、

前記光電変換領域の上側に設けられているカラーフィルタと、

前記光電変換領域間に設けられ、前記基板を貫通して設けられたトレンチと、

前記光電変換領域の上方で、前記基板の受光面側に設けられた複数

の凹部を有する凹部領域と

を備え、

前記カラーフィルタの前記凹部領域側は平坦な形状である

固体撮像装置。

[請求項11] 前記トレンチと前記カラーフィルタの間に金属膜をさらに備える

請求項１０に記載の固体撮像装置。

[請求項12] 基板と、

前記基板に設けられた複数の光電変換領域と、

前記光電変換領域間に設けられ、前記基板を貫通して設けられたトレンチと、

前記光電変換領域の上方で、前記基板の受光面側に設けられた複数の凹部を有する凹部領域と

を備え、

可視光用の光電変換領域には、色フィルタと、可視光と所定の範囲の近赤外光とに透過帯を有するデュアルパスフィルタが積層され、

赤外光用の光電変換領域には、異なる色フィルタが積層されている

固体撮像装置。

[請求項13] 前記異なる色フィルタは、赤色のフィルタと青色のフィルタである

請求項１２に記載の固体撮像装置。

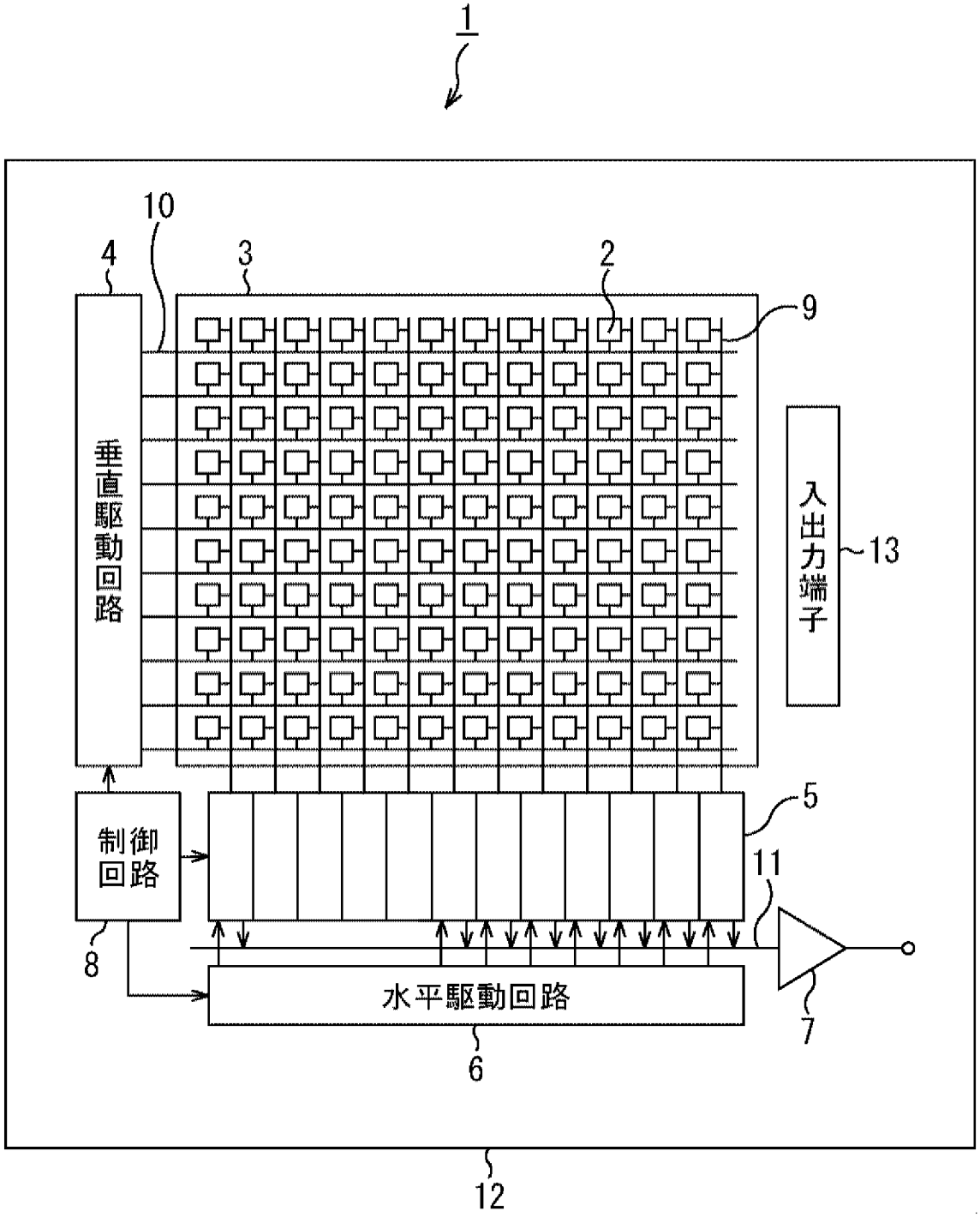
[請求項14] 前記可視光用の光電変換領域の上方に設けられている前記凹部領域の前記凹部の数と、前記赤外光用の光電変換領域の上方に設けられている前記凹部領域の前記凹部の数は異なる

請求項１２に記載の固体撮像装置。

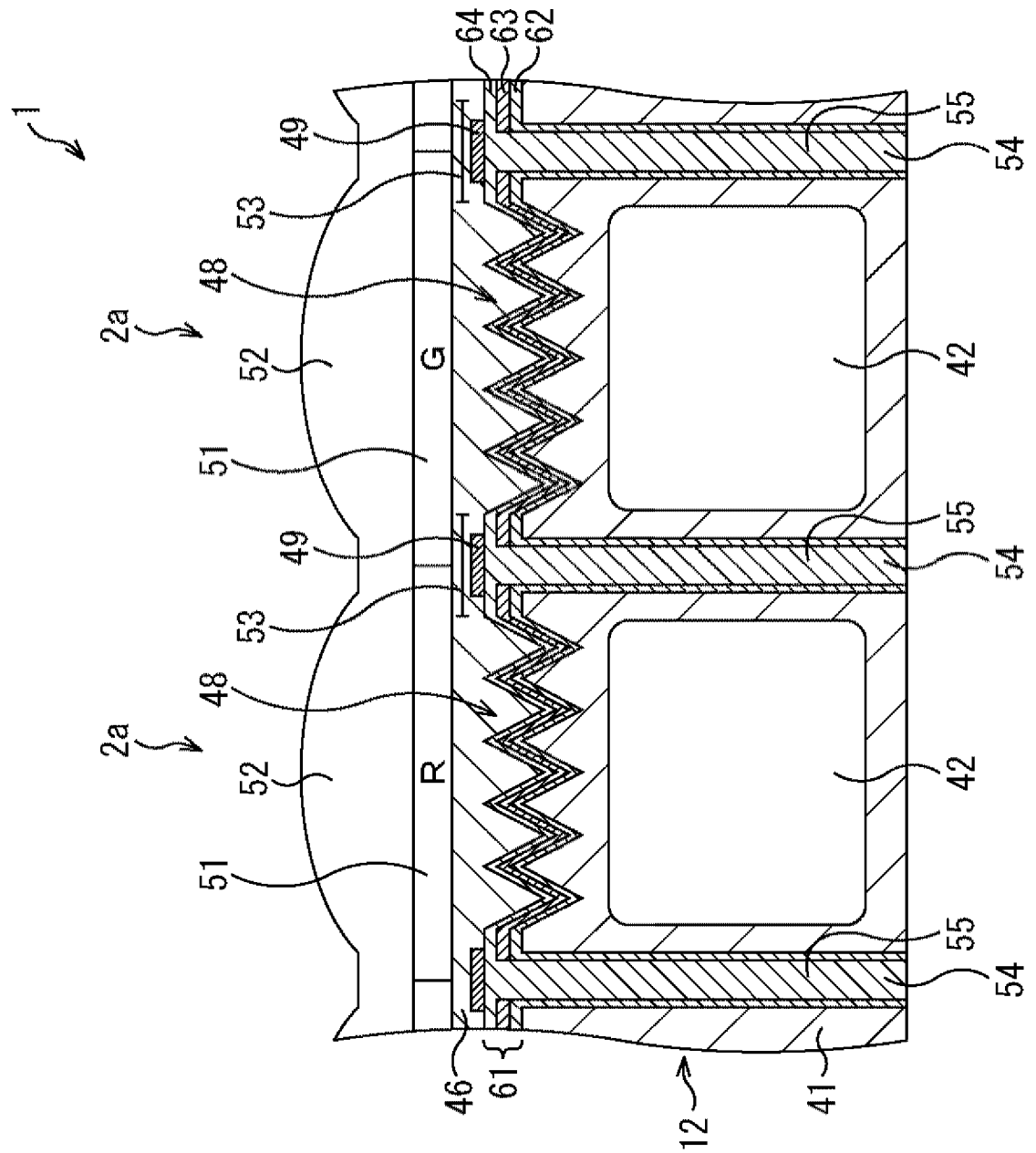
[請求項15] 前記可視光用の光電変換領域の上方に設けられている前記凹部領域の前記凹部の数は、色毎に異なる

請求項１２に記載の固体撮像装置。

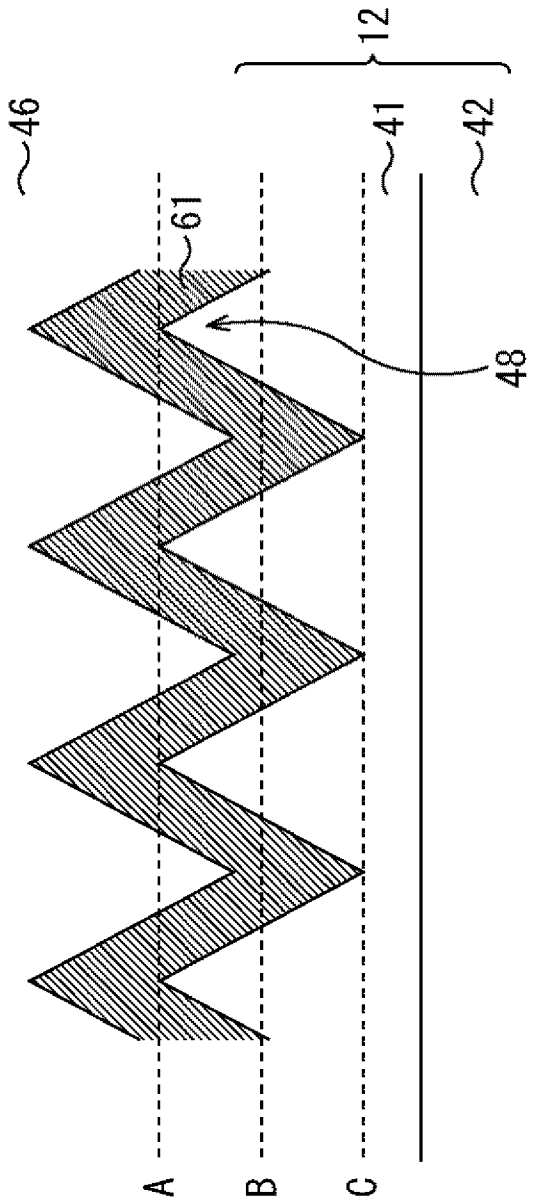
[図1]
FIG. 1



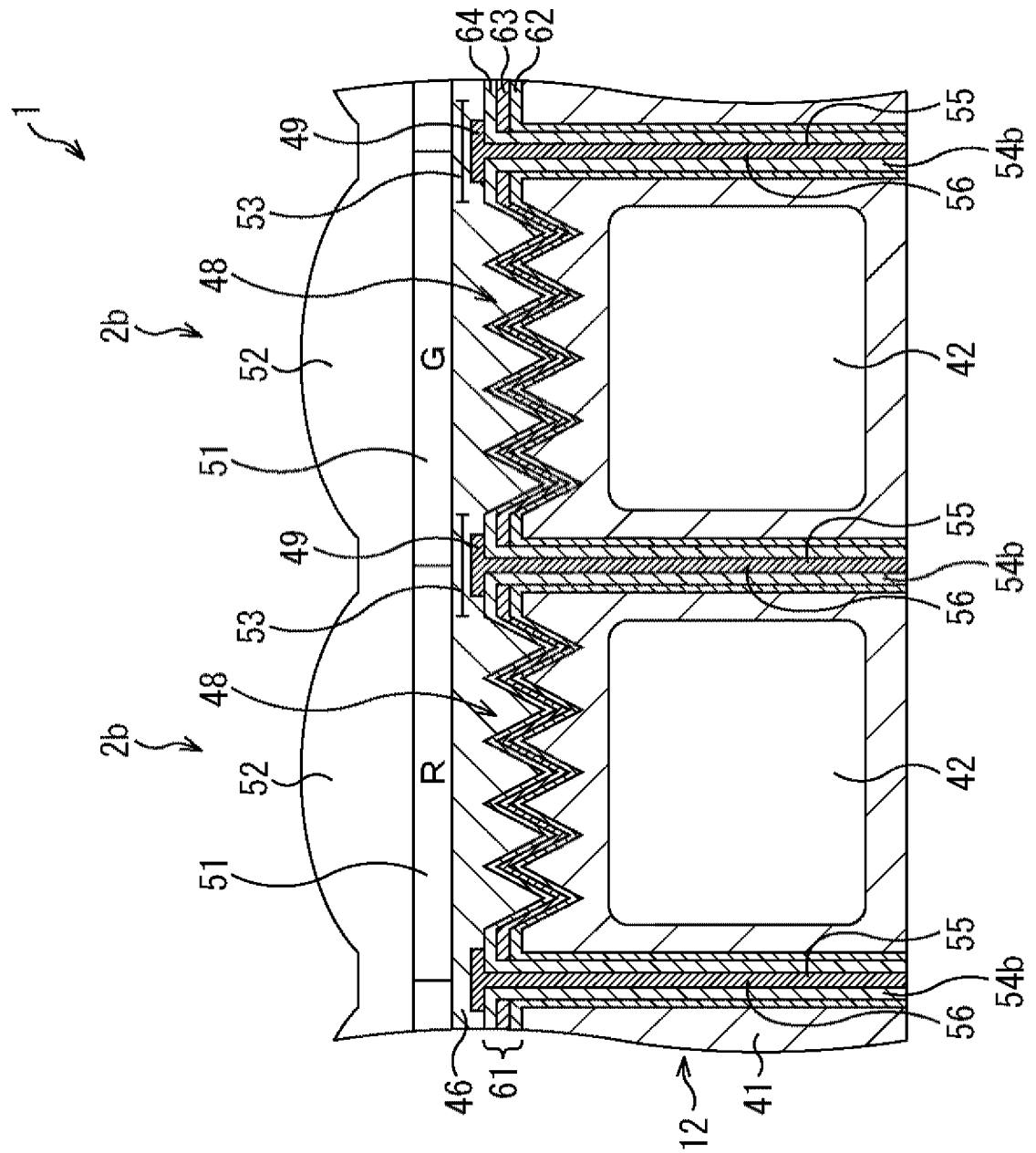
[図2]
FIG. 2



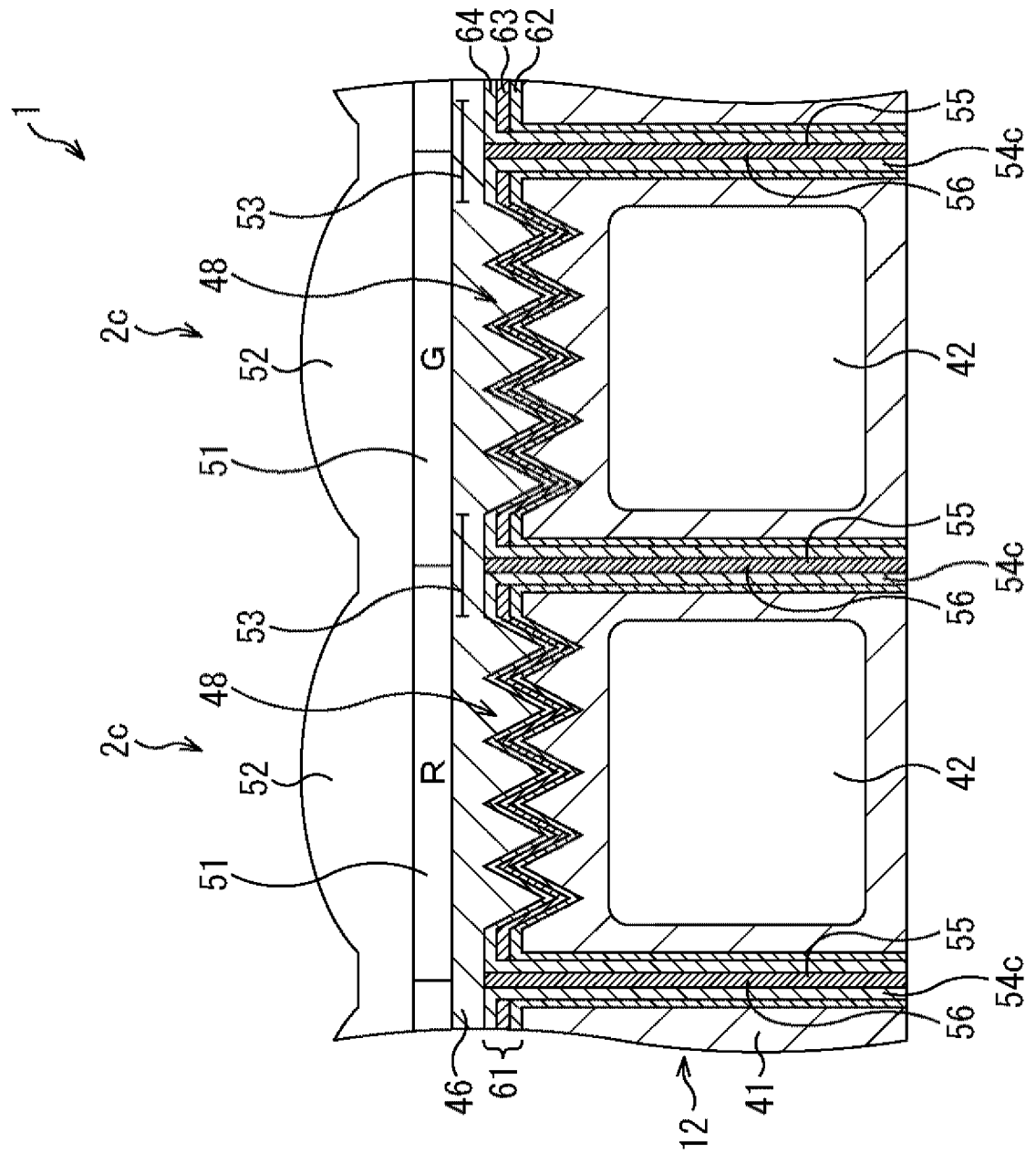
[図3]
FIG. 3



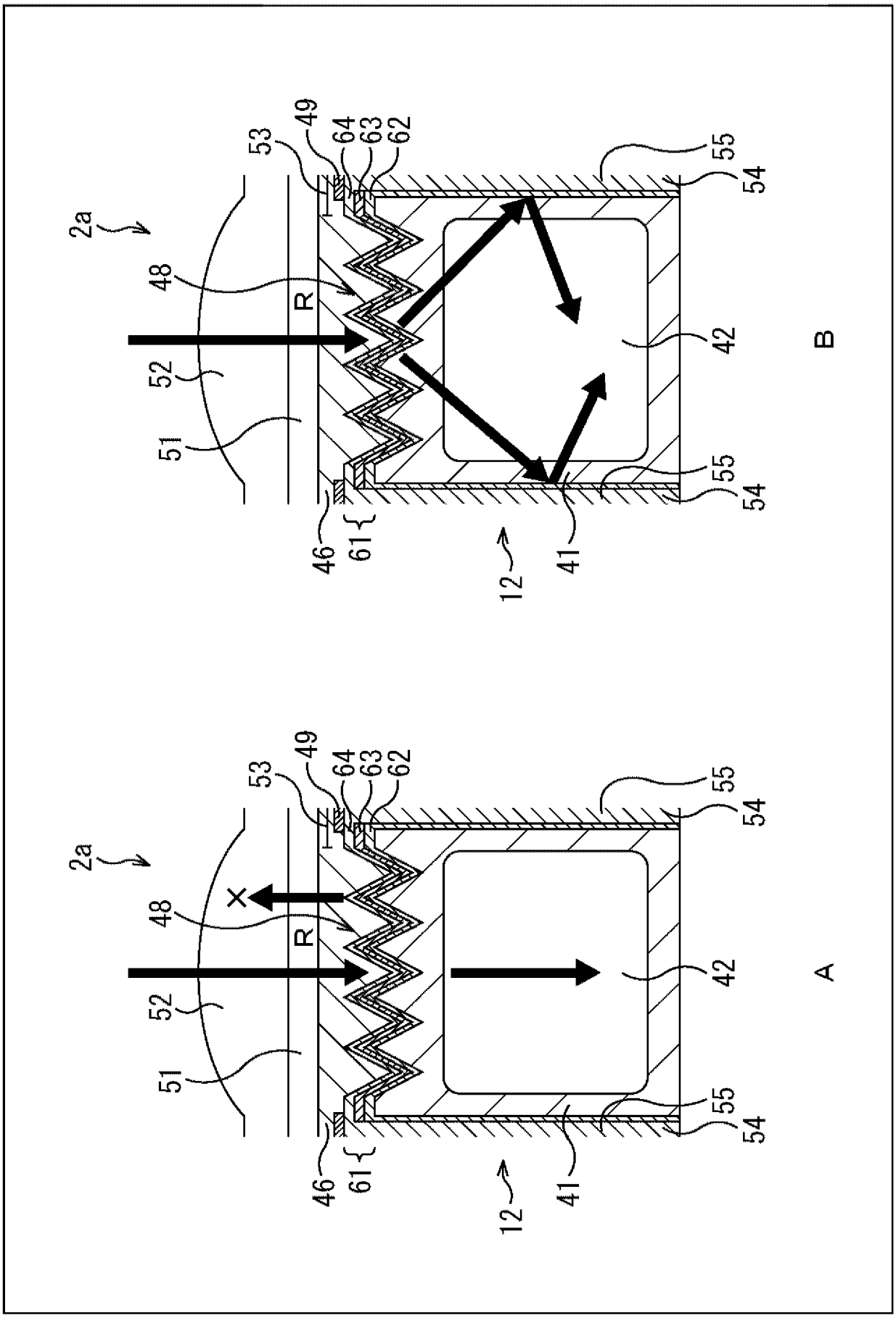
[図4]
FIG. 4


1
2b
2b
48
48
49
49
51
51
52
52
53
53
G
R
42
42
54b
54b
55
55
56
56
61
62
63
64
46
12
41

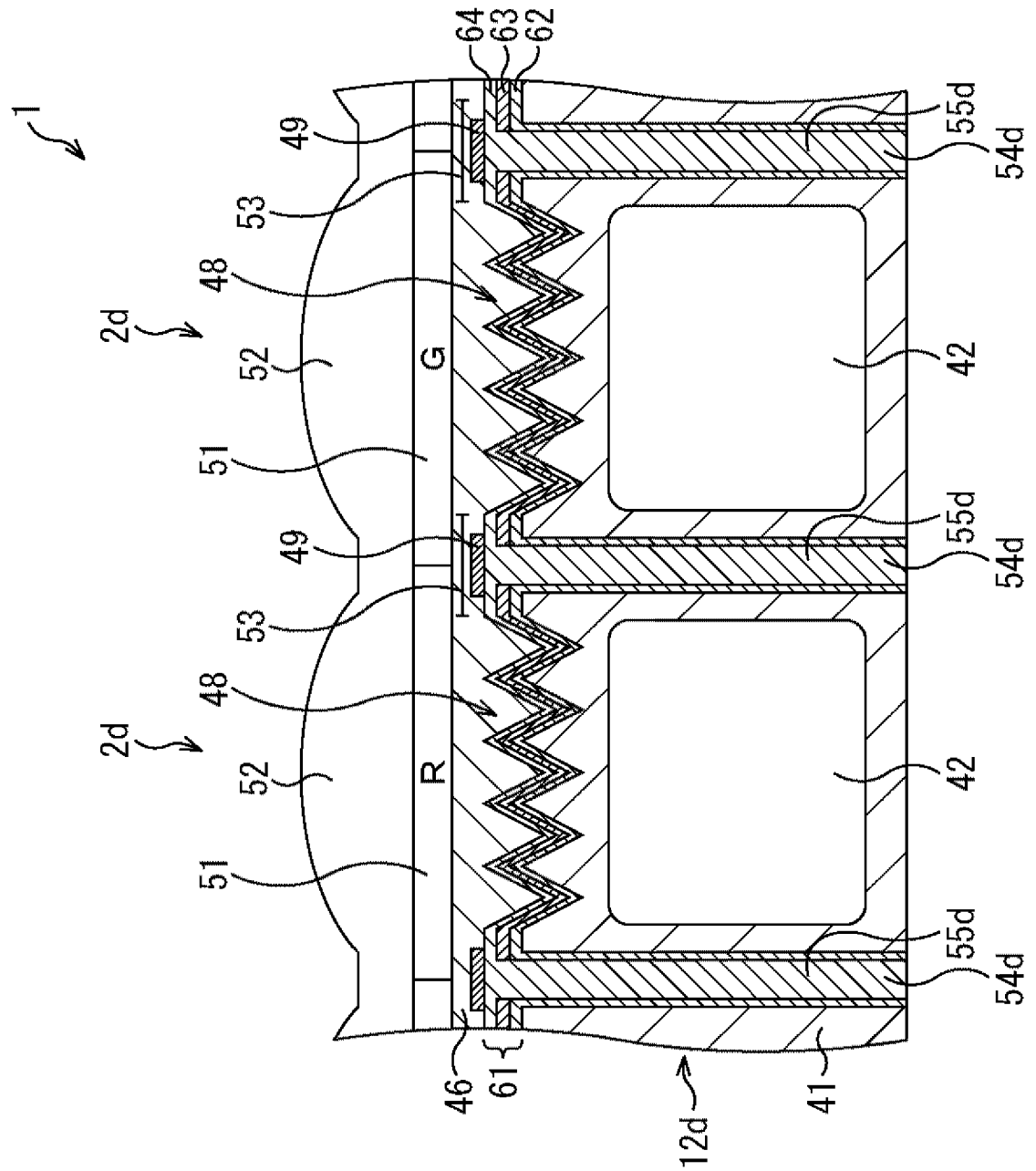
[図5]
FIG. 5



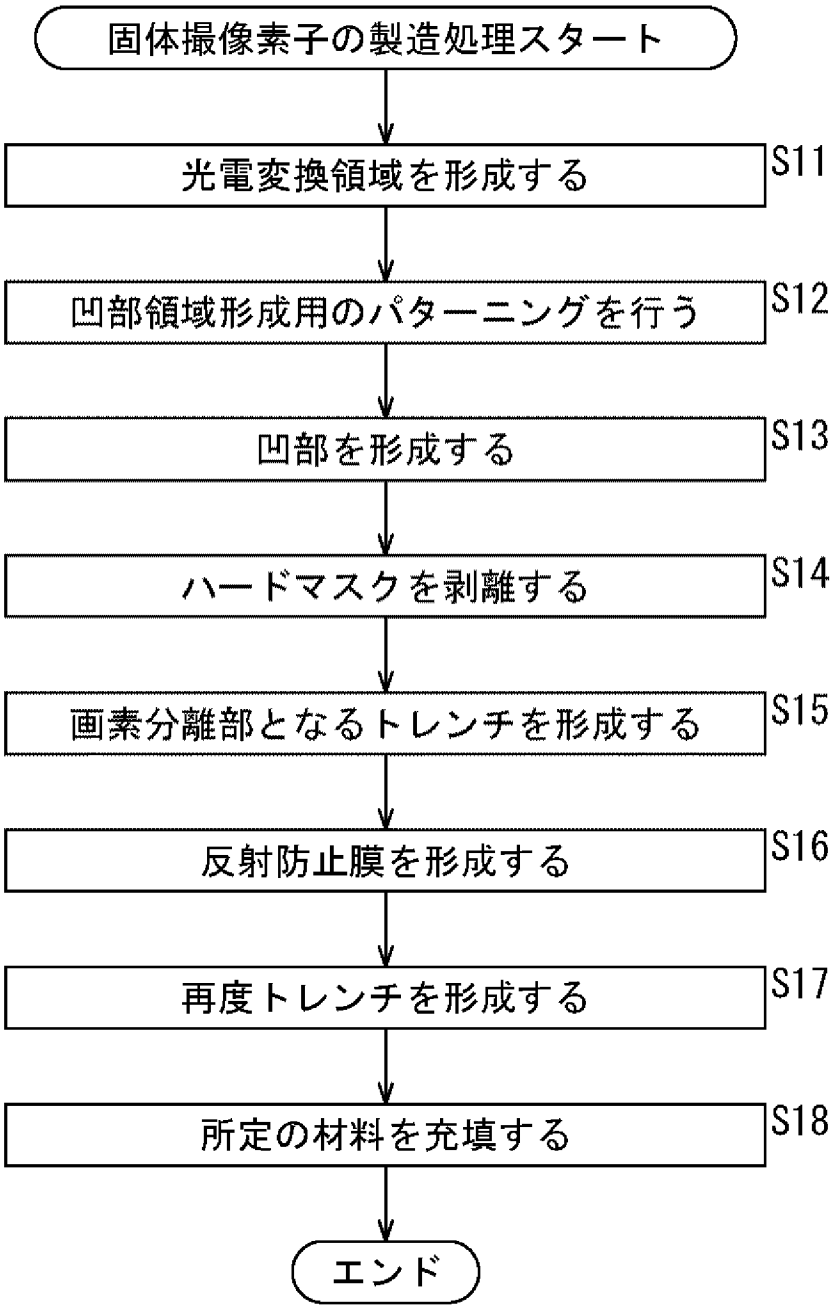
[図6]
FIG. 6



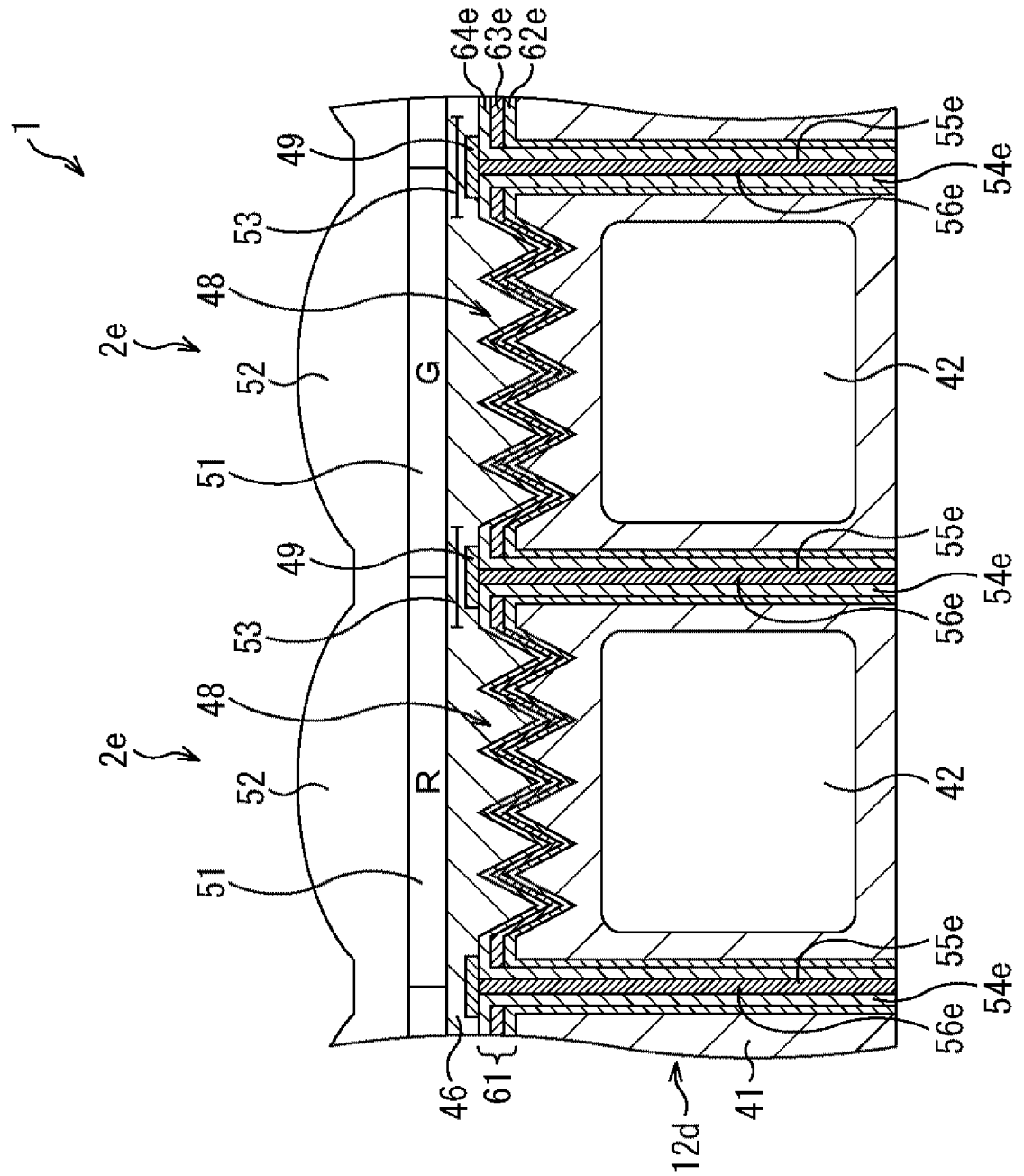
[図7]
FIG. 7


1
2d
2d
64
63
62
49
53
48
52
51
49
53
48
52
51
G
R
42
42
55d
54d
55d
54d
55d
54d
46
61
12d
41

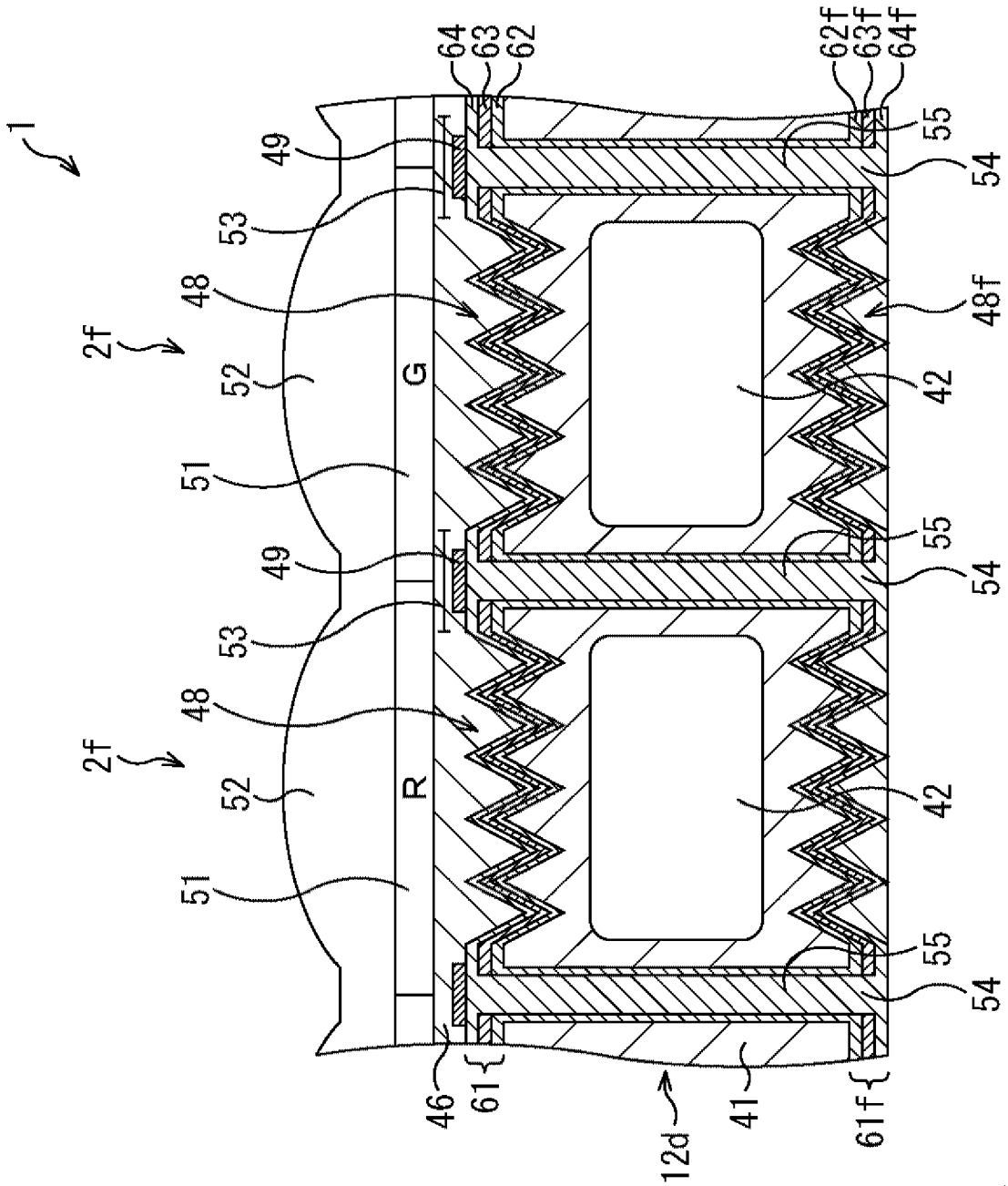
[図8]
FIG. 8


固体撮像素子の製造処理スタート
光電変換領域を形成する
S11
凹部領域形成用のパターニングを行う
S12
凹部を形成する
S13
ハードマスクを剥離する
S14
画素分離部となるトレンチを形成する
S15
反射防止膜を形成する
S16
再度トレンチを形成する
S17
所定の材料を充填する
S18
エンド

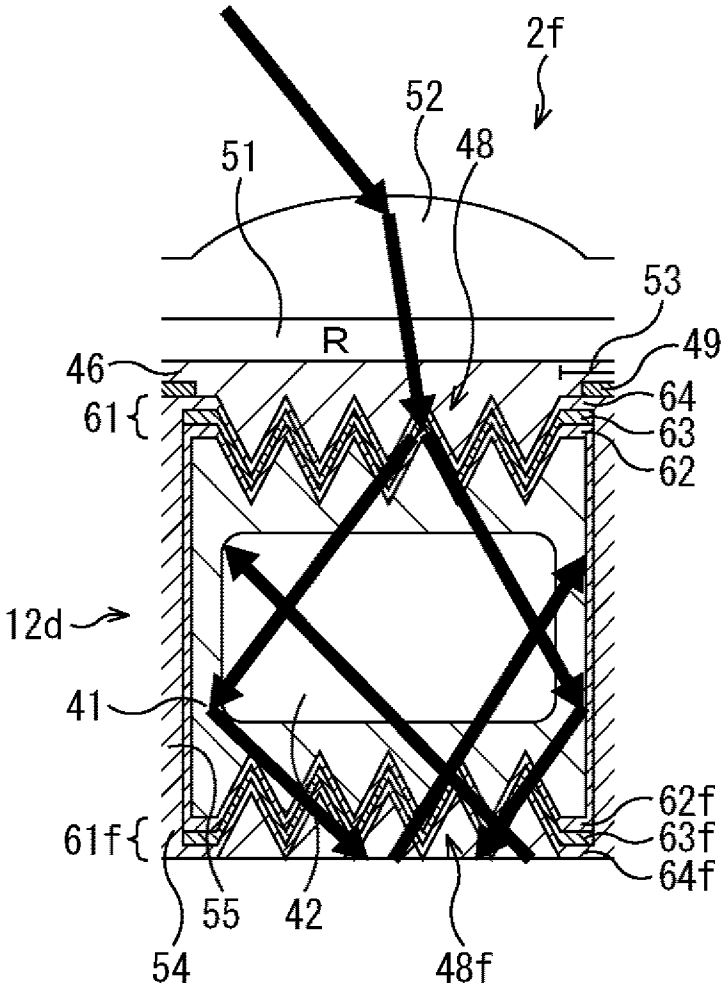
[図9]
FIG. 9


1
2e
2e
49
53
48
52
51
49
53
48
52
51
G
R
64e
63e
62e
55e
54e
56e
42
55e
54e
56e
42
55e
54e
56e
46
61
12d
41

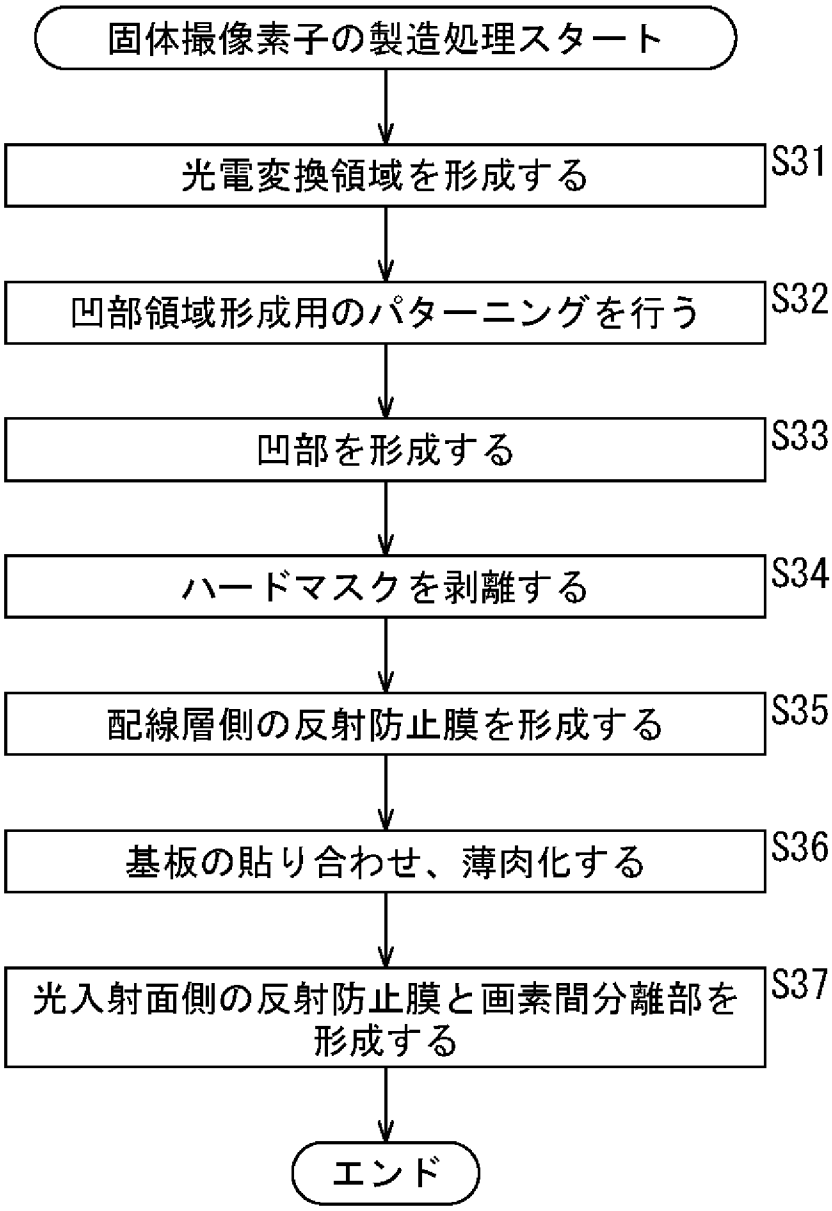
[図10]
FIG. 10


1
2f
2f
48
48f
49
49
51
51
52
52
53
53
54
54
55
55
42
42
G
R
46
61
61f
62
62f
63
63f
64
64f
41
12d

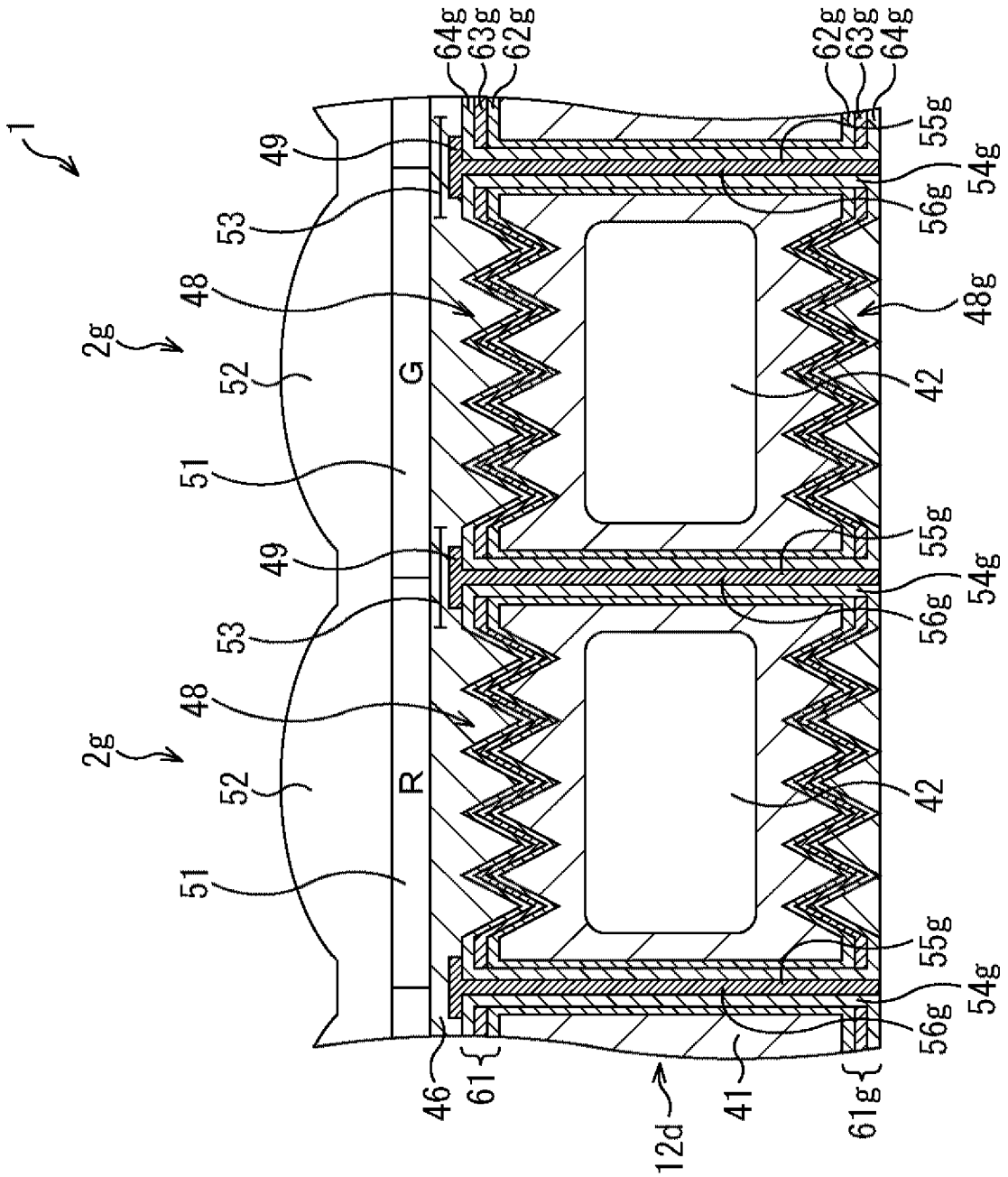
[図11]
FIG. 11



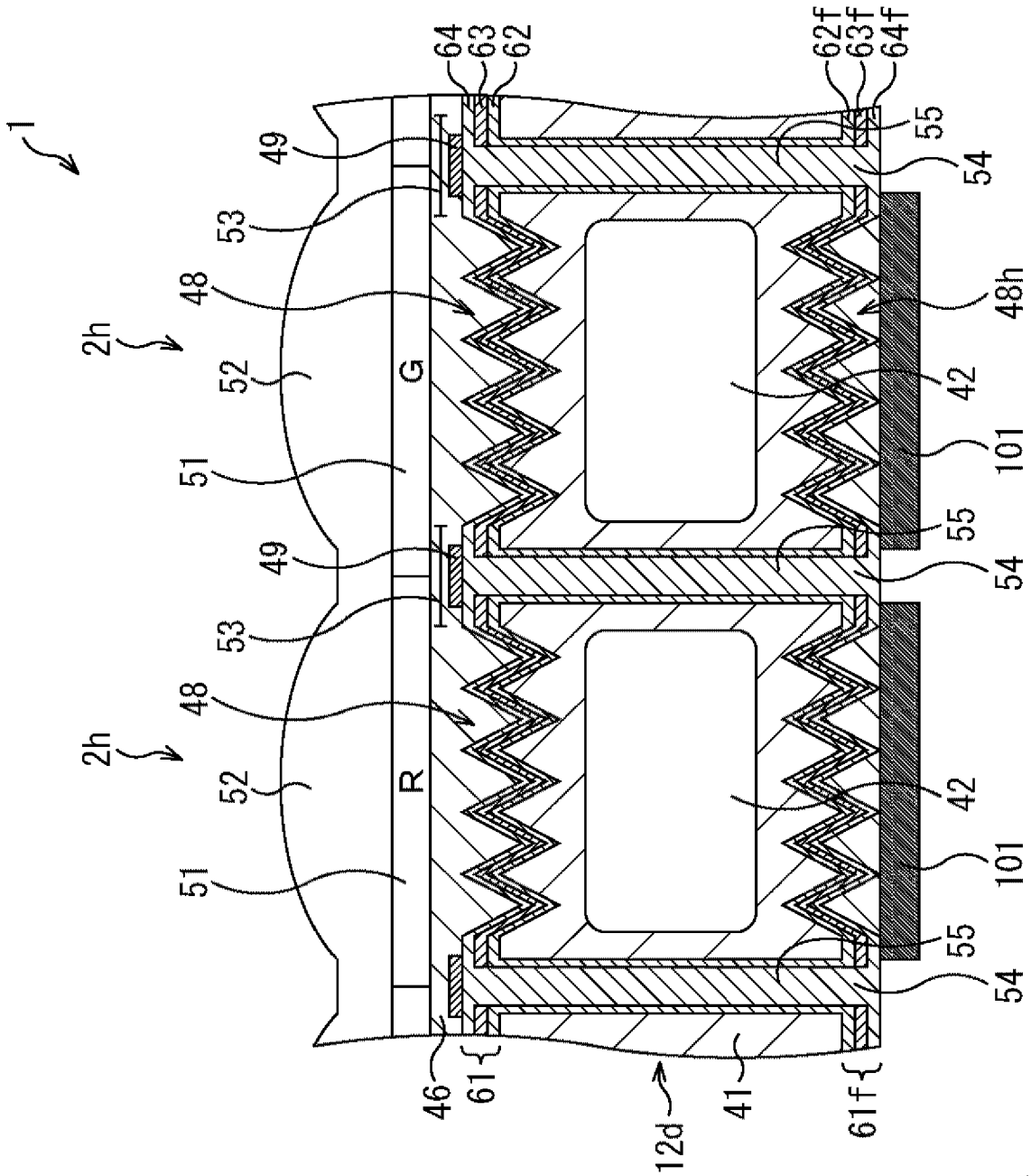
[図12]
FIG. 12


固体撮像素子の製造処理スタート
光電変換領域を形成する
S31
凹部領域形成用のパターニングを行う
S32
凹部を形成する
S33
ハードマスクを剥離する
S34
配線層側の反射防止膜を形成する
S35
基板の貼り合わせ、薄肉化する
S36
光入射面側の反射防止膜と画素間分離部を形成する
S37
エンド

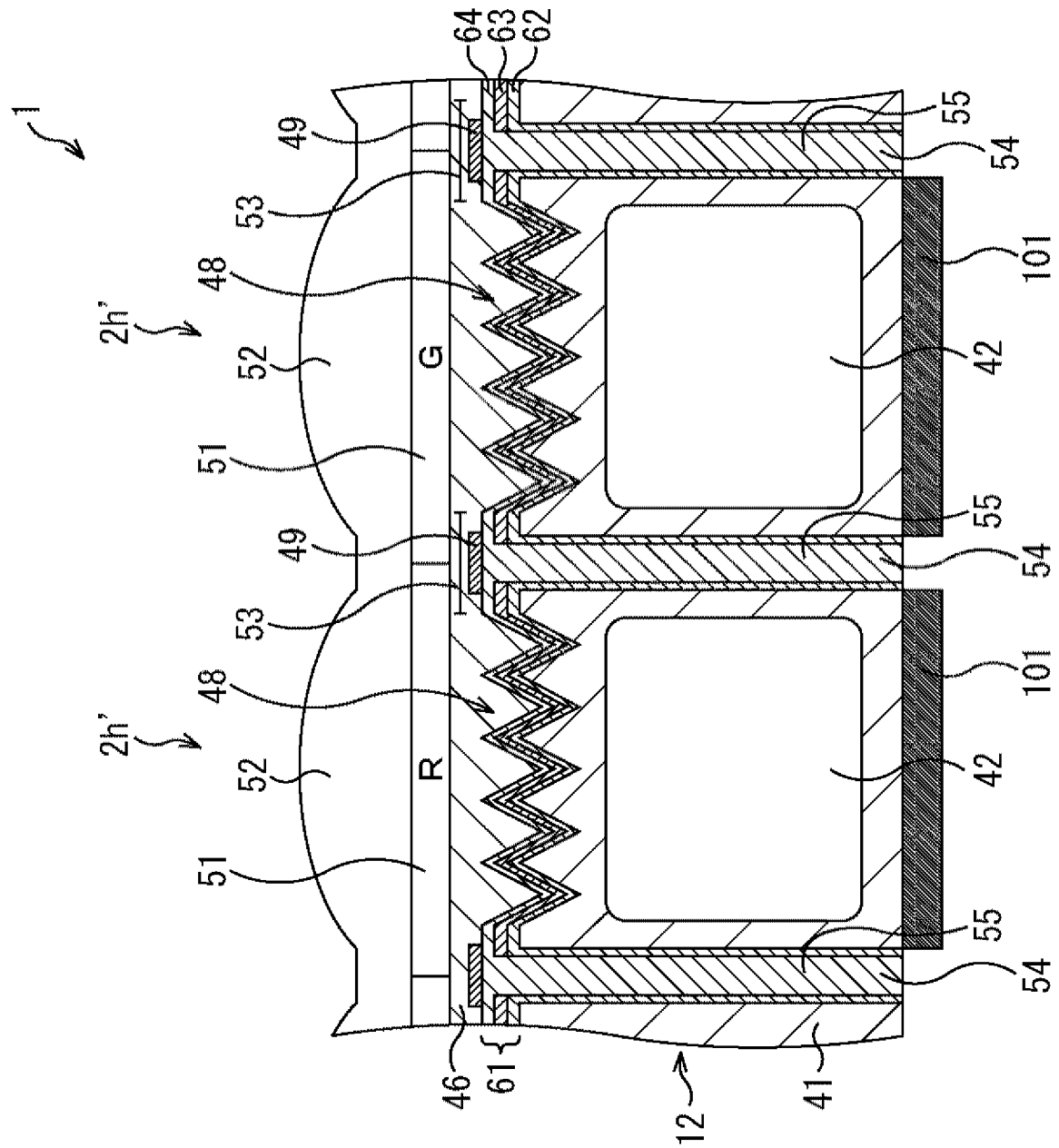
[図13]
FIG. 13


1
2g
2g
48
48g
49
49
51
51
52
52
53
53
42
42
G
R
54g
54g
55g
55g
56g
56g
61
61g
62g
62g
63g
63g
64g
64g
46
41
12d

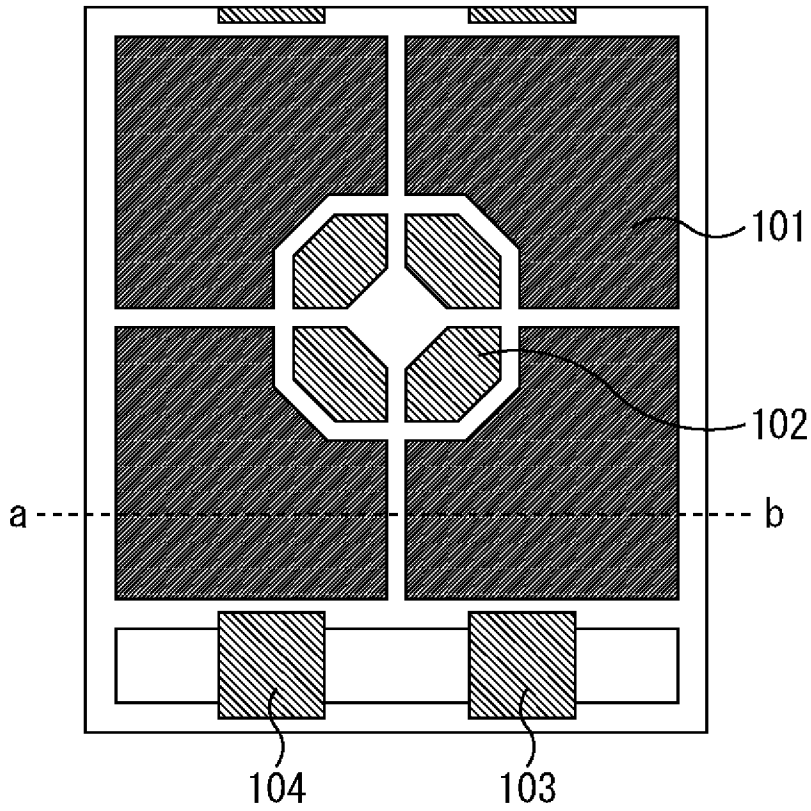
[図14]
FIG. 14


1
2h
2h
G
R
46
61
61f
12d
41
42
48
48h
49
51
52
53
54
55
62
63
64
62f
63f
64f
101

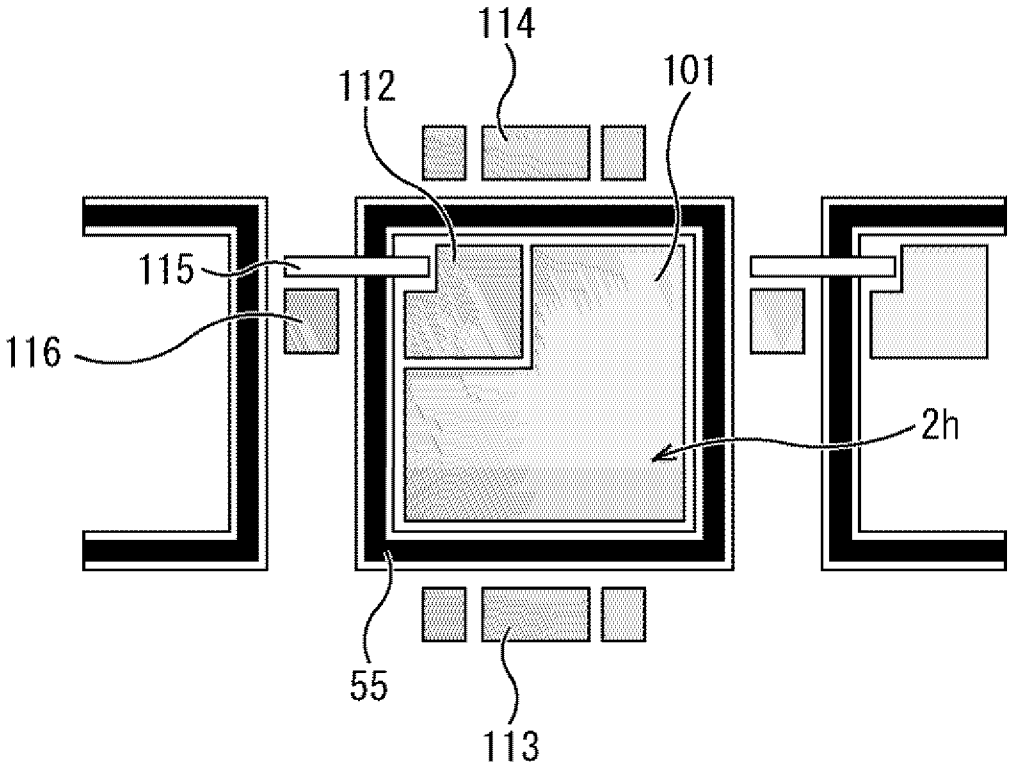
[図15]
FIG. 15



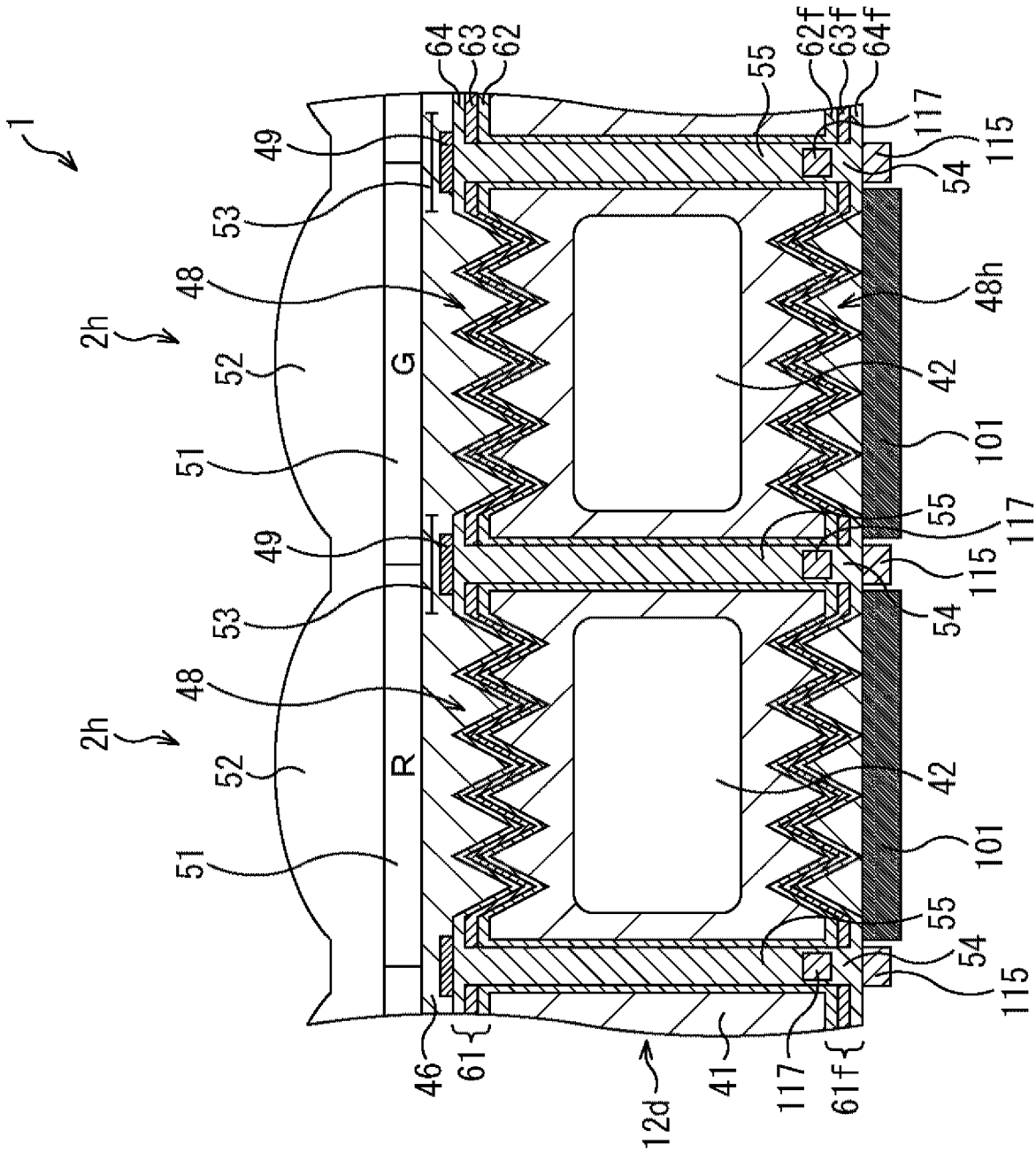
[図16]
FIG. 16



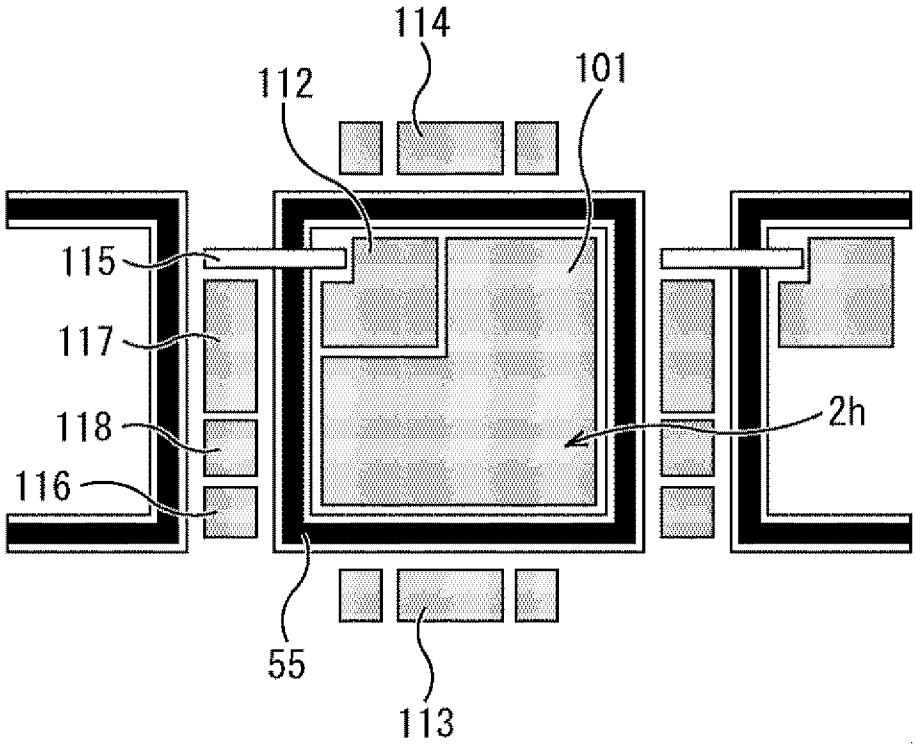
[図17]
FIG. 17



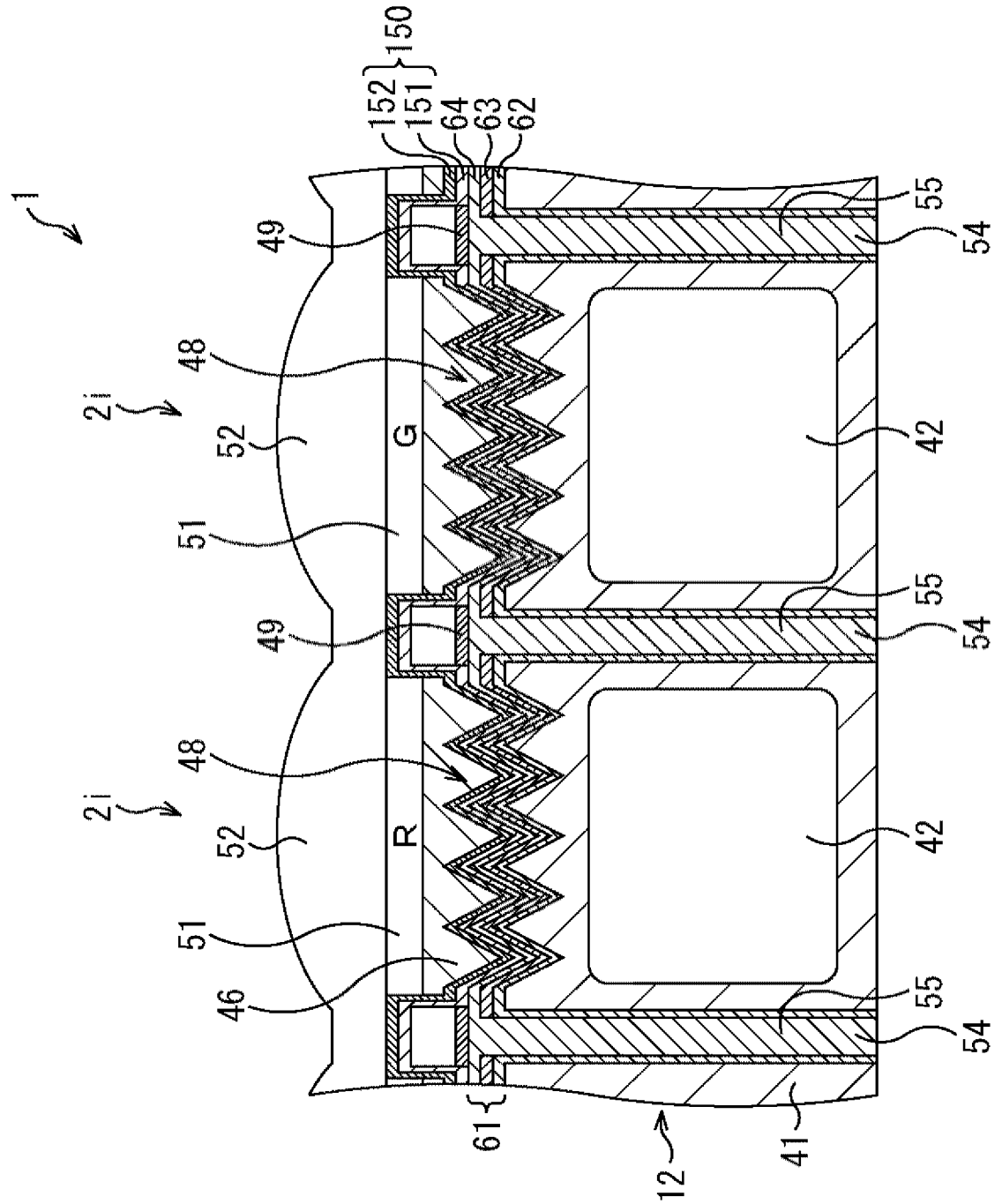
[図18]
FIG. 18


1
2h
2h
G
R
46
61
61f
12d
41
117
42
101
48
48h
49
51
52
53
54
55
115
62
63
64
62f
63f
64f

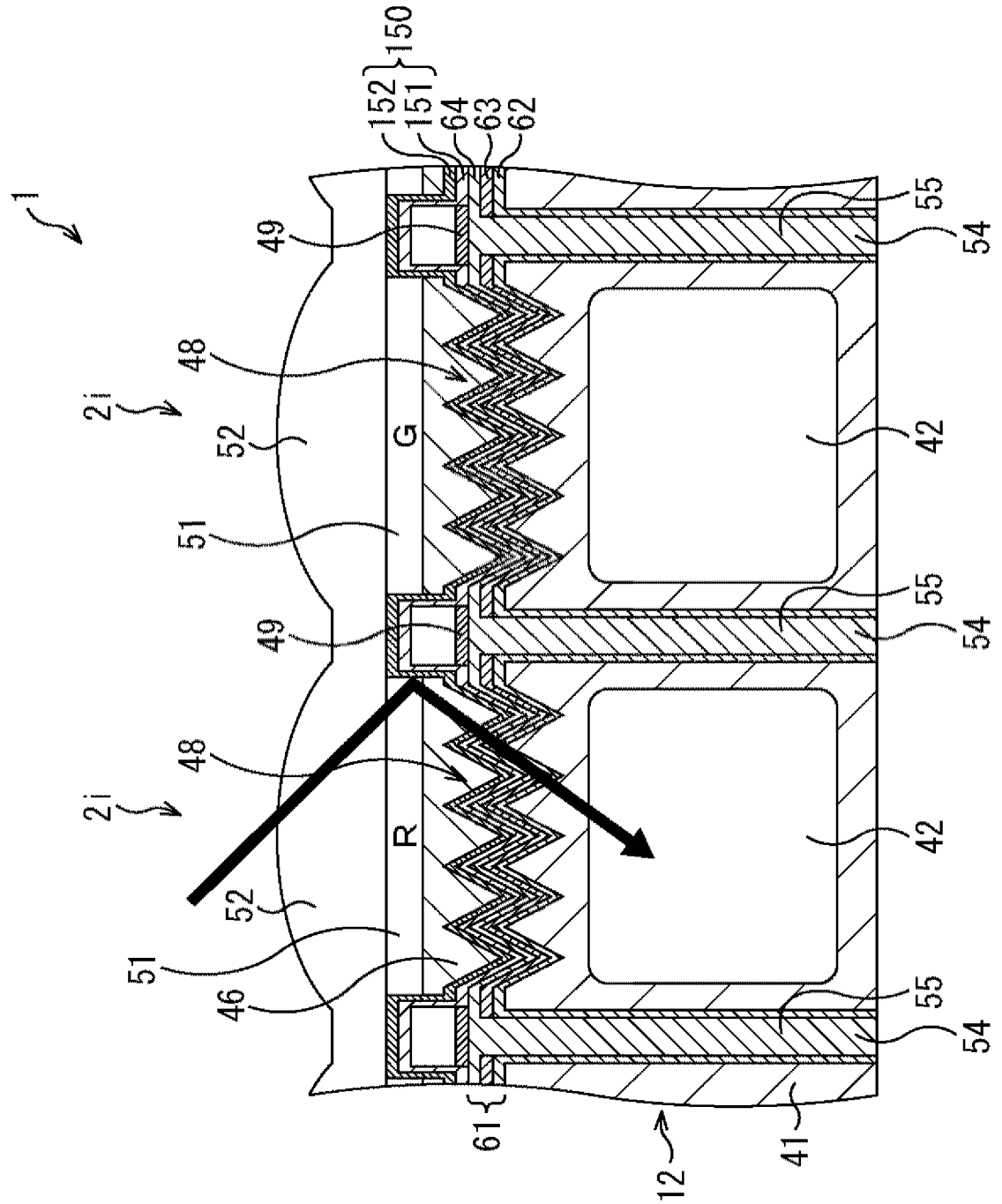
[図19]
FIG. 19



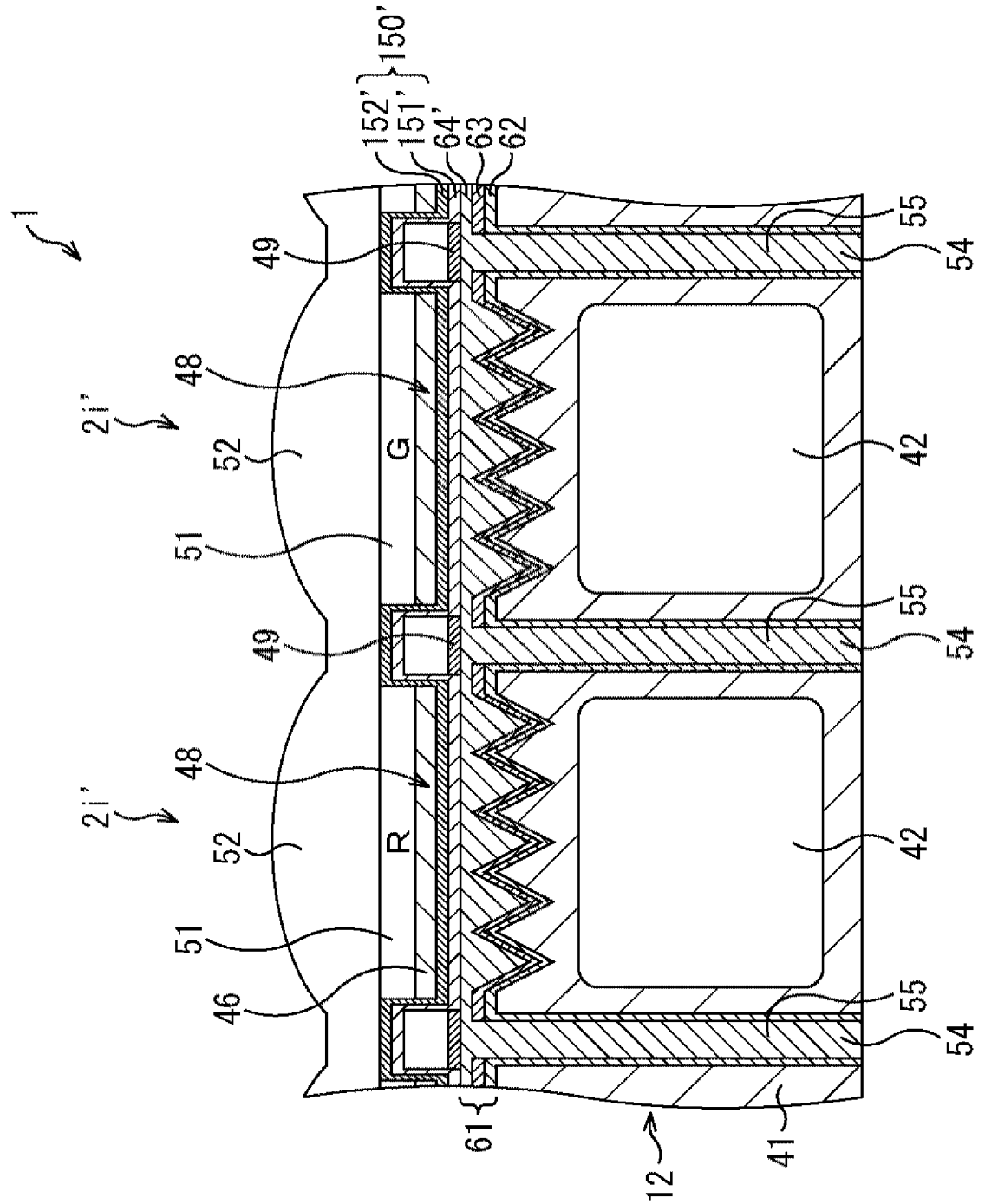
[図20]
FIG. 20



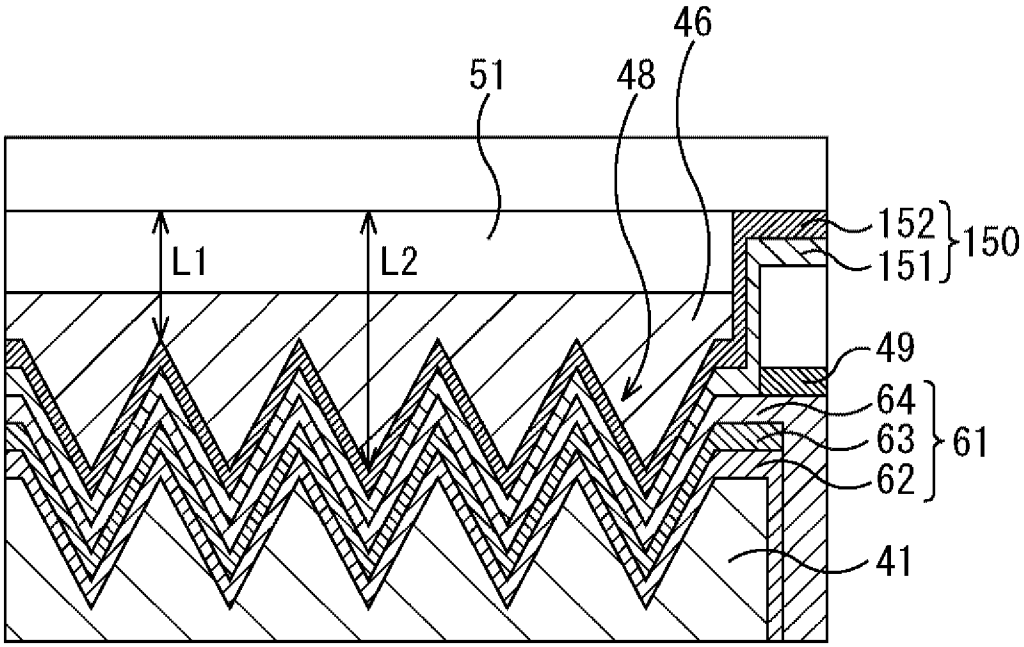
[図21]
FIG. 21


1
2i
2i
48
48
49
49
51
51
52
52
46
G
R
150
152
151
64
63
62
55
54
55
54
55
54
42
42
61
12
41

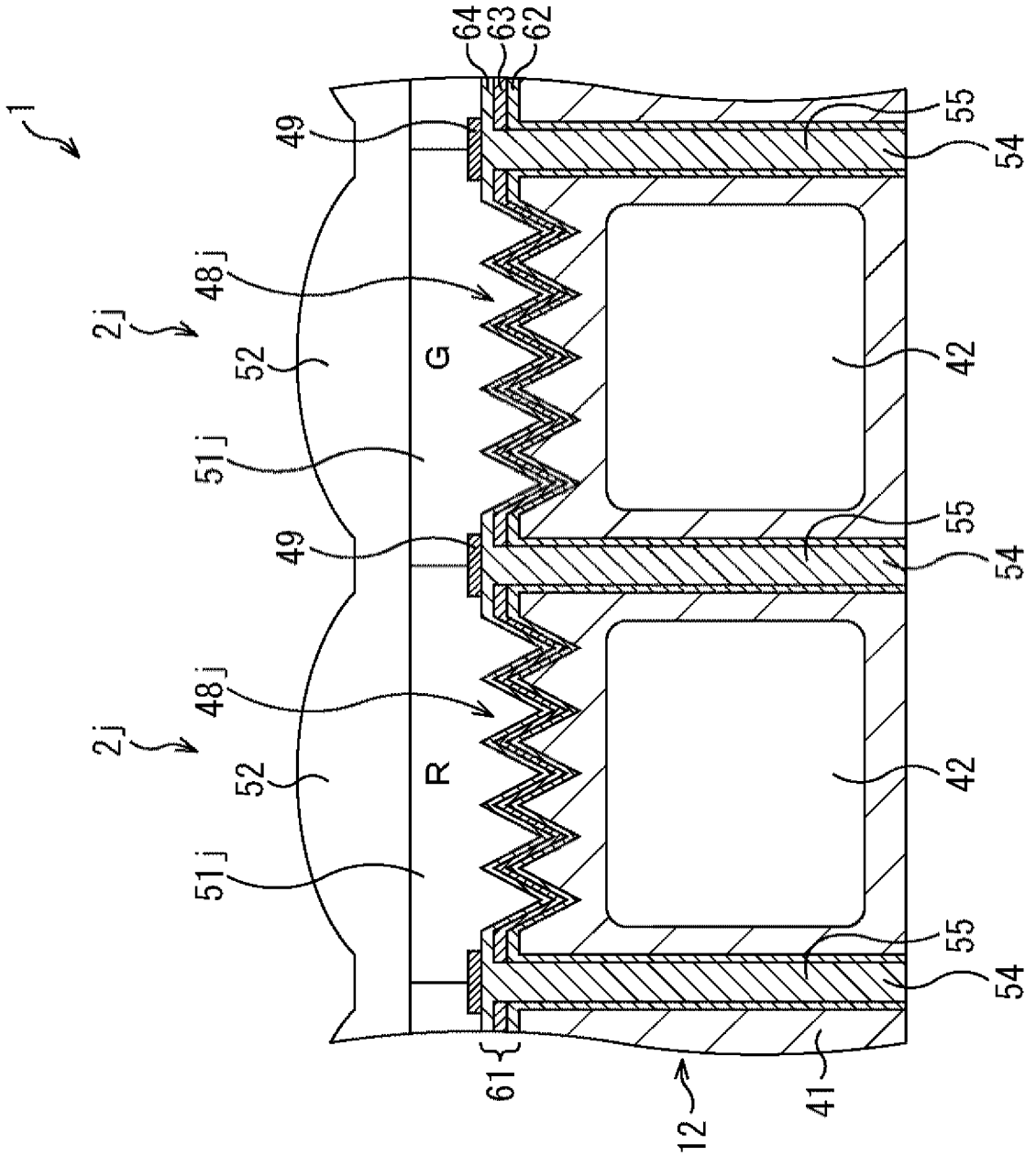
[図22]
FIG. 22



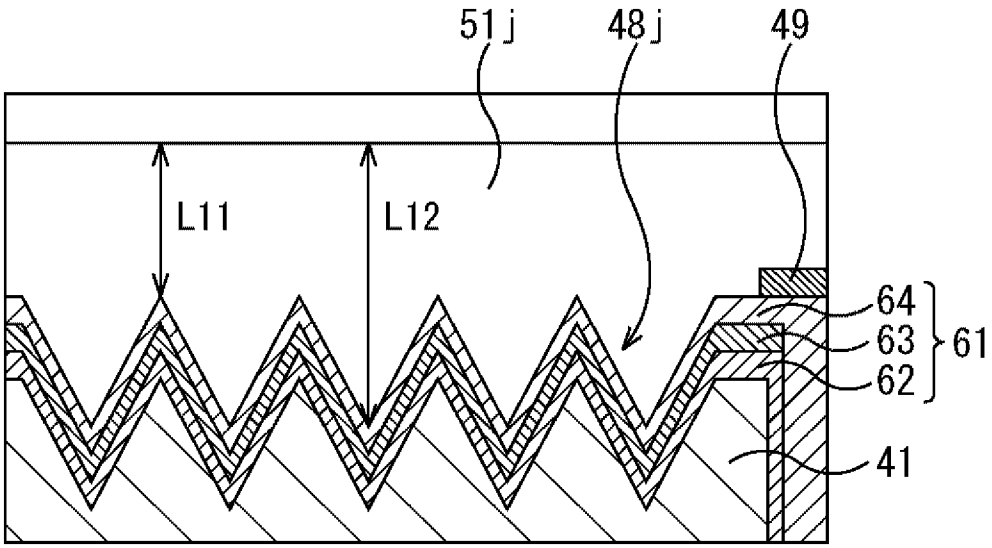
[図23]
FIG. 23



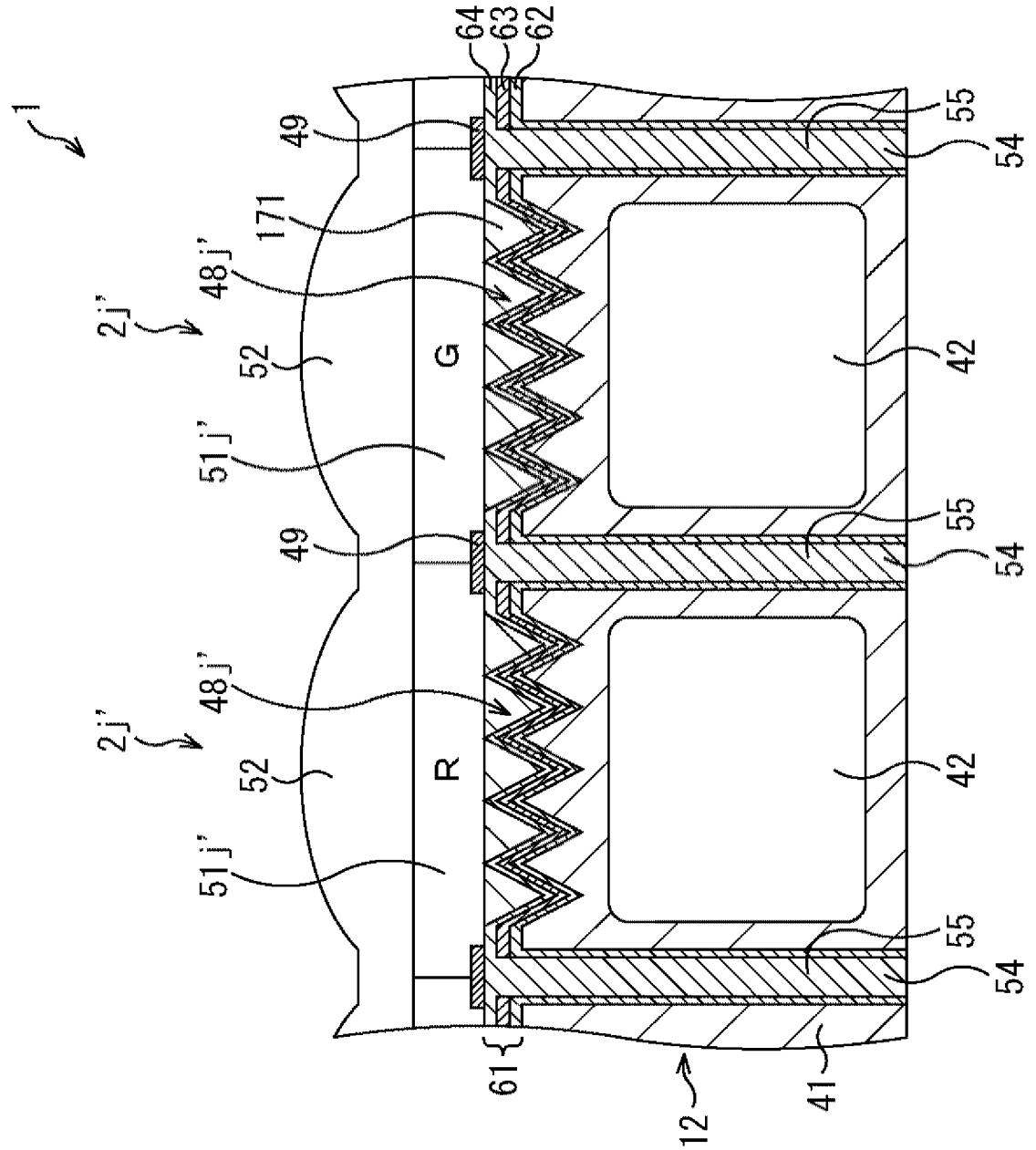
[図24]
FIG. 24



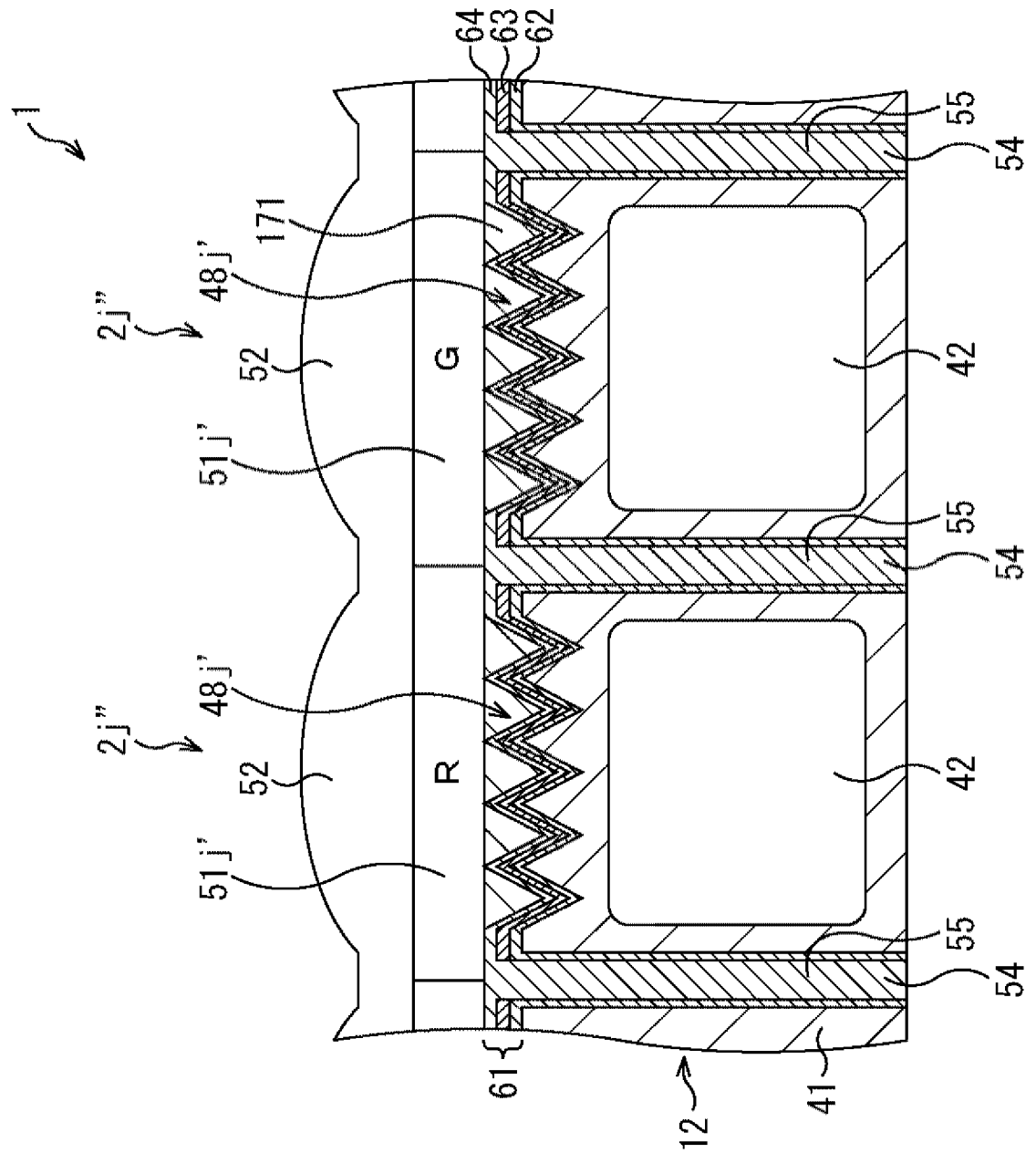
[図25]
FIG. 25



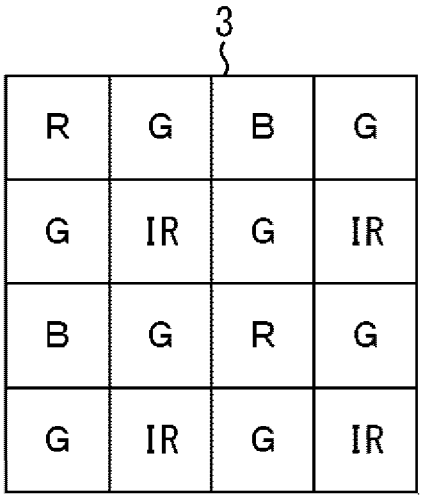
[図26]
FIG. 26



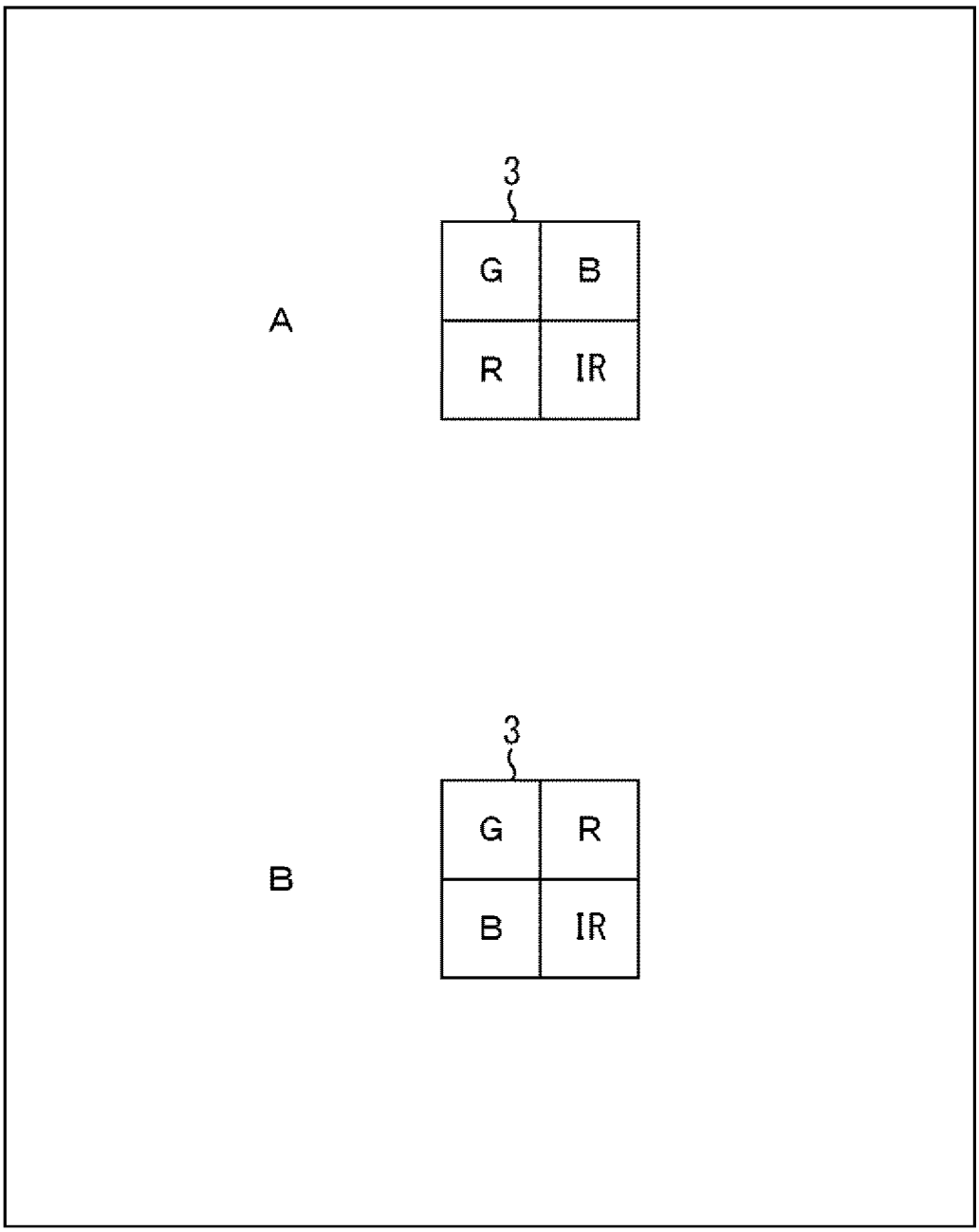
[図27]
FIG. 27


1
64
63
62
55
54
171
48j'
2j"
52
G
42
51j'
55
54
48j'
2j"
52
R
42
51j'
55
54
61
12
41

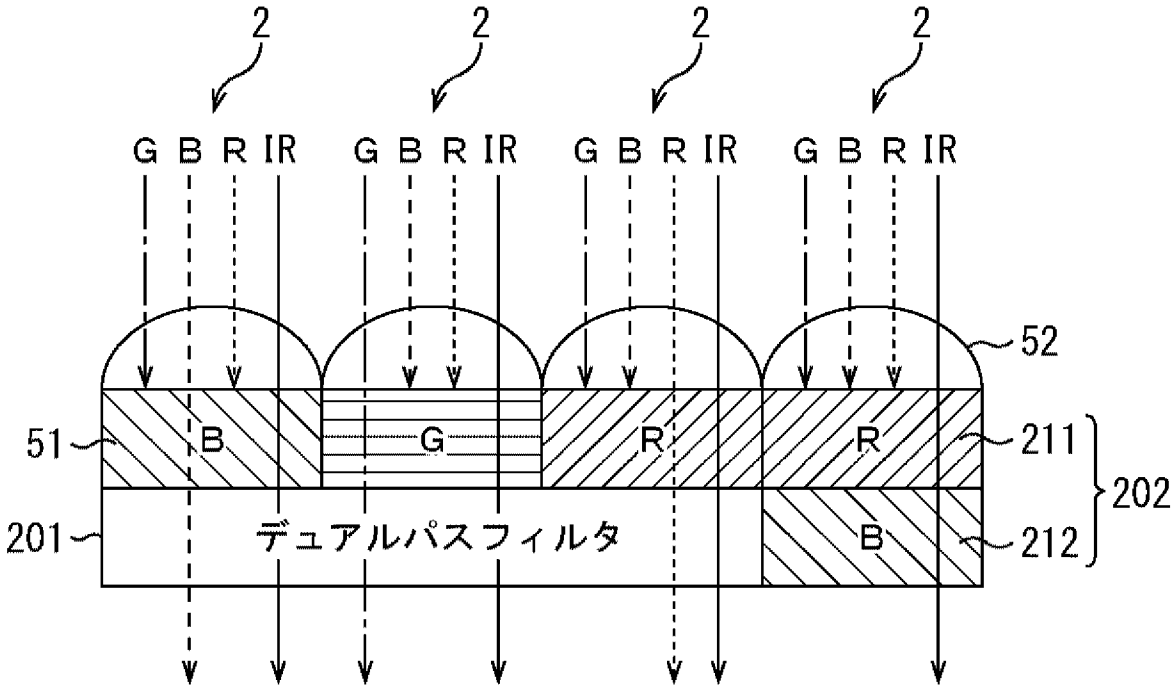
[図28]
FIG. 28



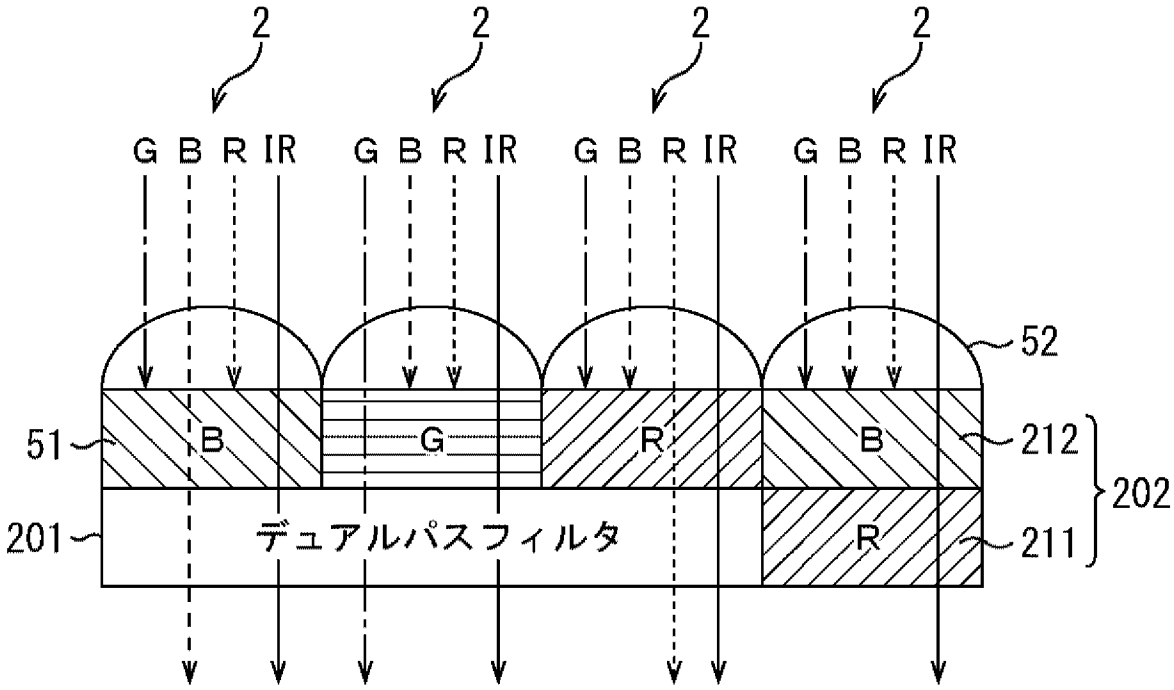
[図29]
FIG. 29



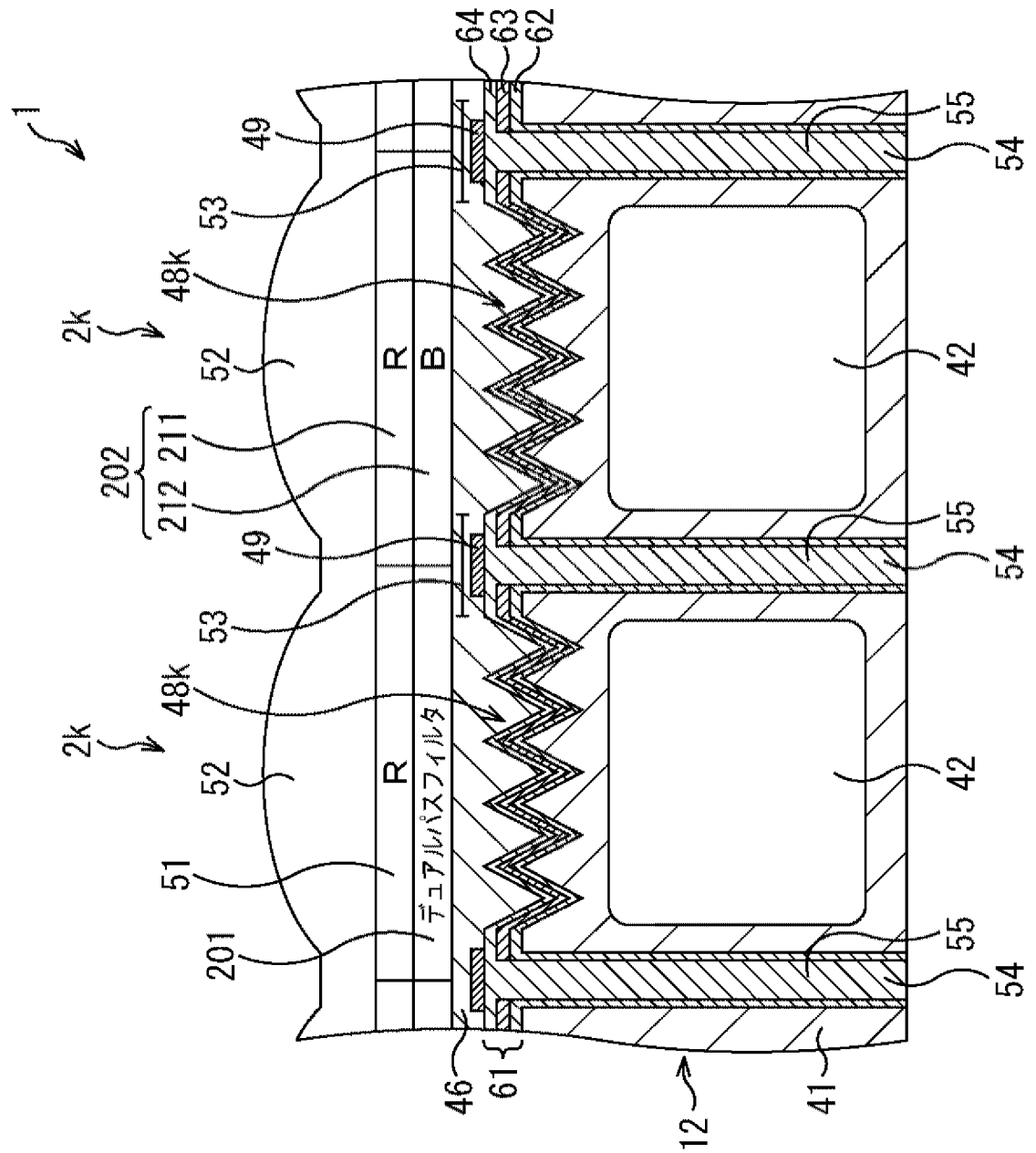
[図30]
FIG. 30



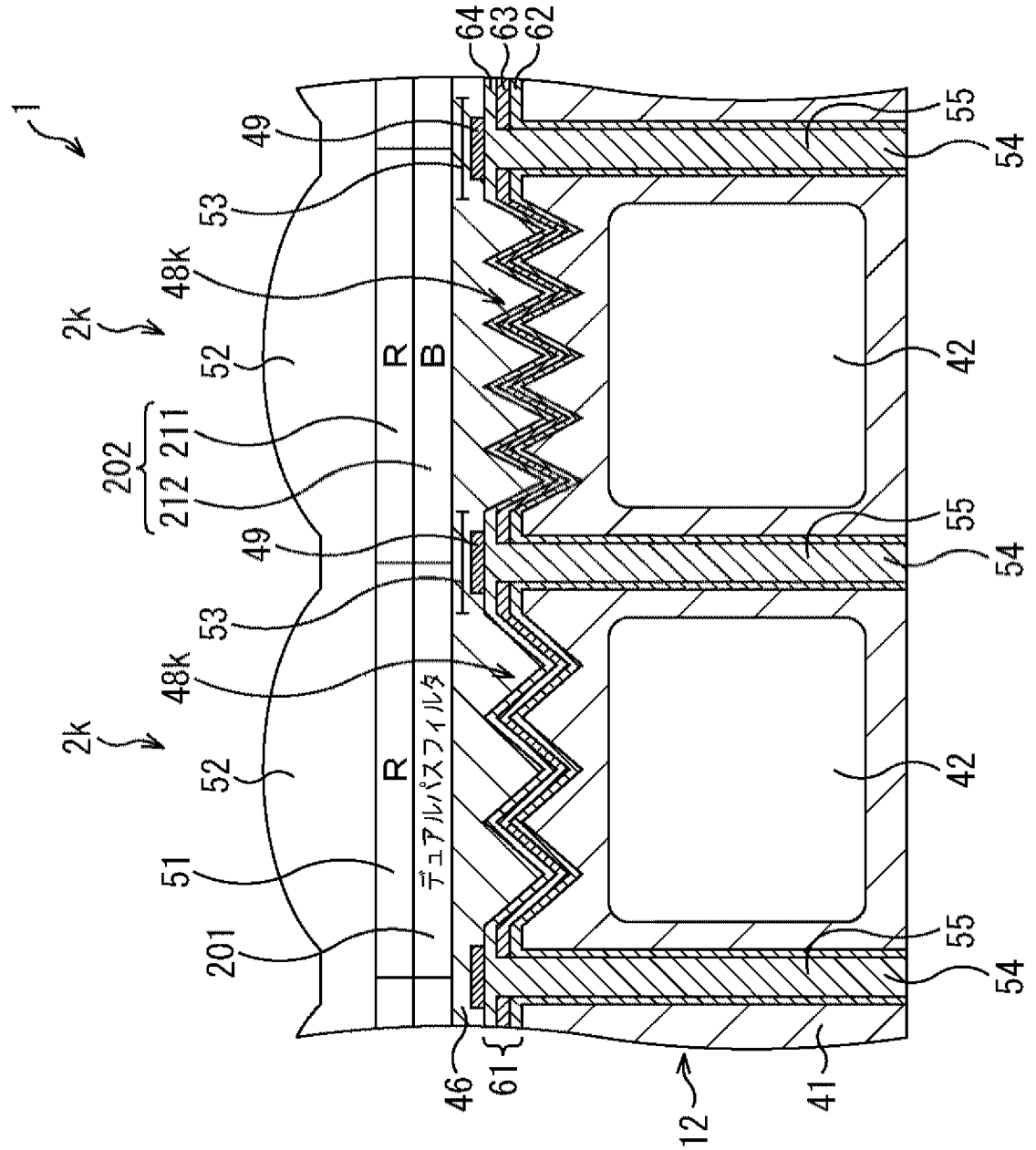
[図31]
FIG. 31



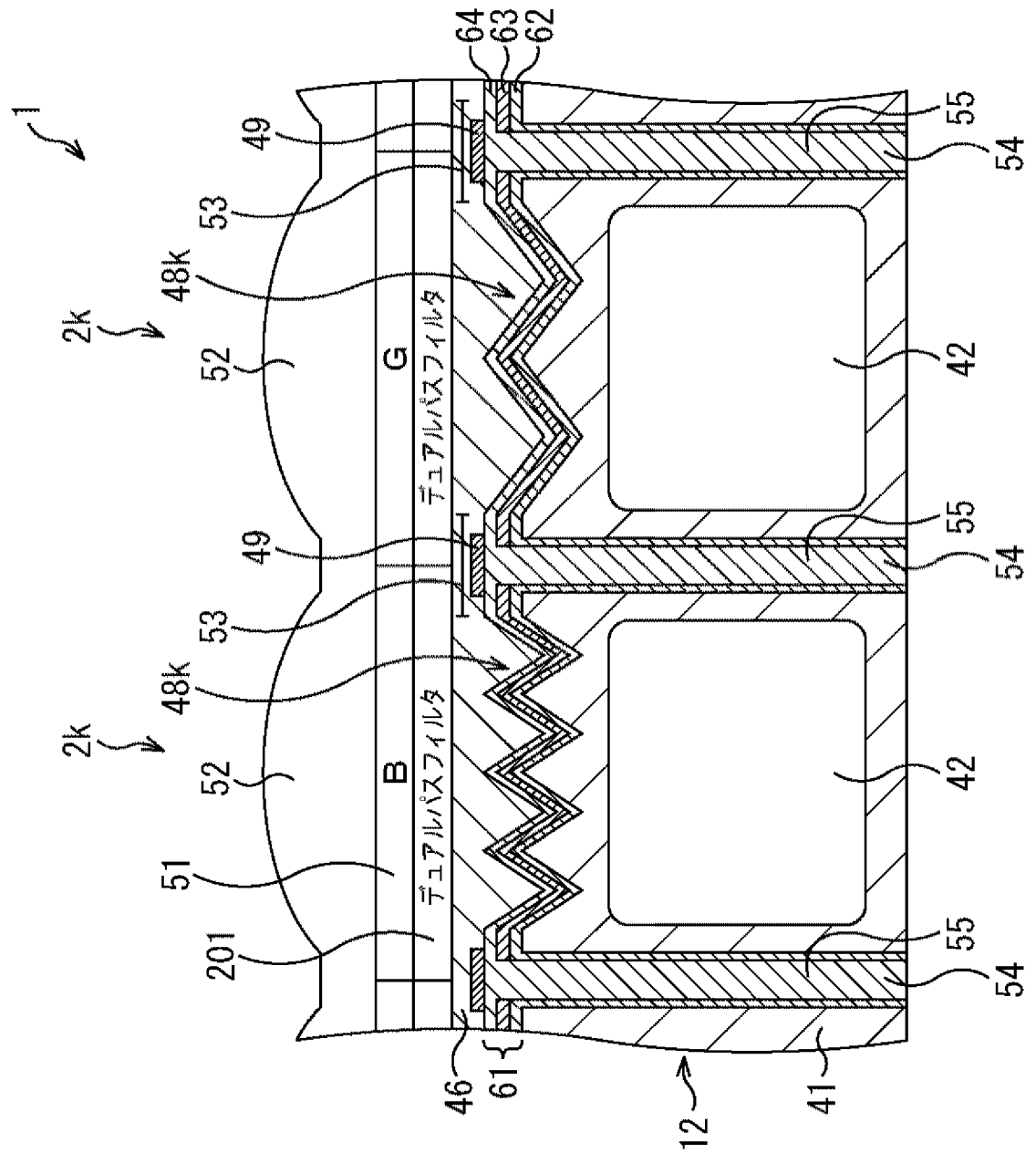
[図32]
FIG. 32


1
2k
48k
49
53
52
202
211
212
201
51
R
B
デュアルバスフィルタ
64
63
62
55
54
42
46
61
12
41

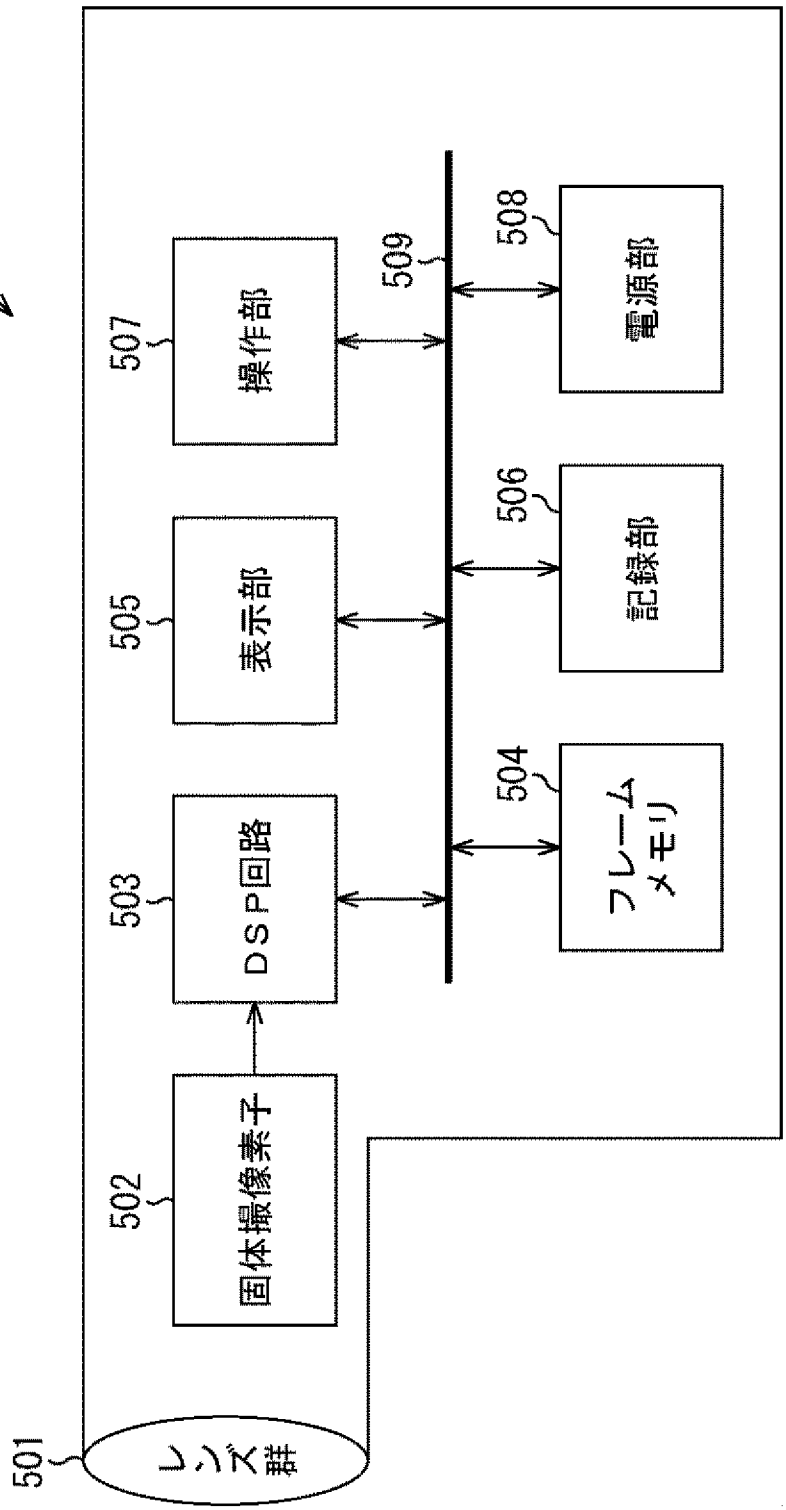
[図33]
FIG. 33


1
2k
48k
49
53
52
202
211
212
201
51
R
B
デュアルバスフィルタ
64
63
62
55
54
42
46
61
12
41

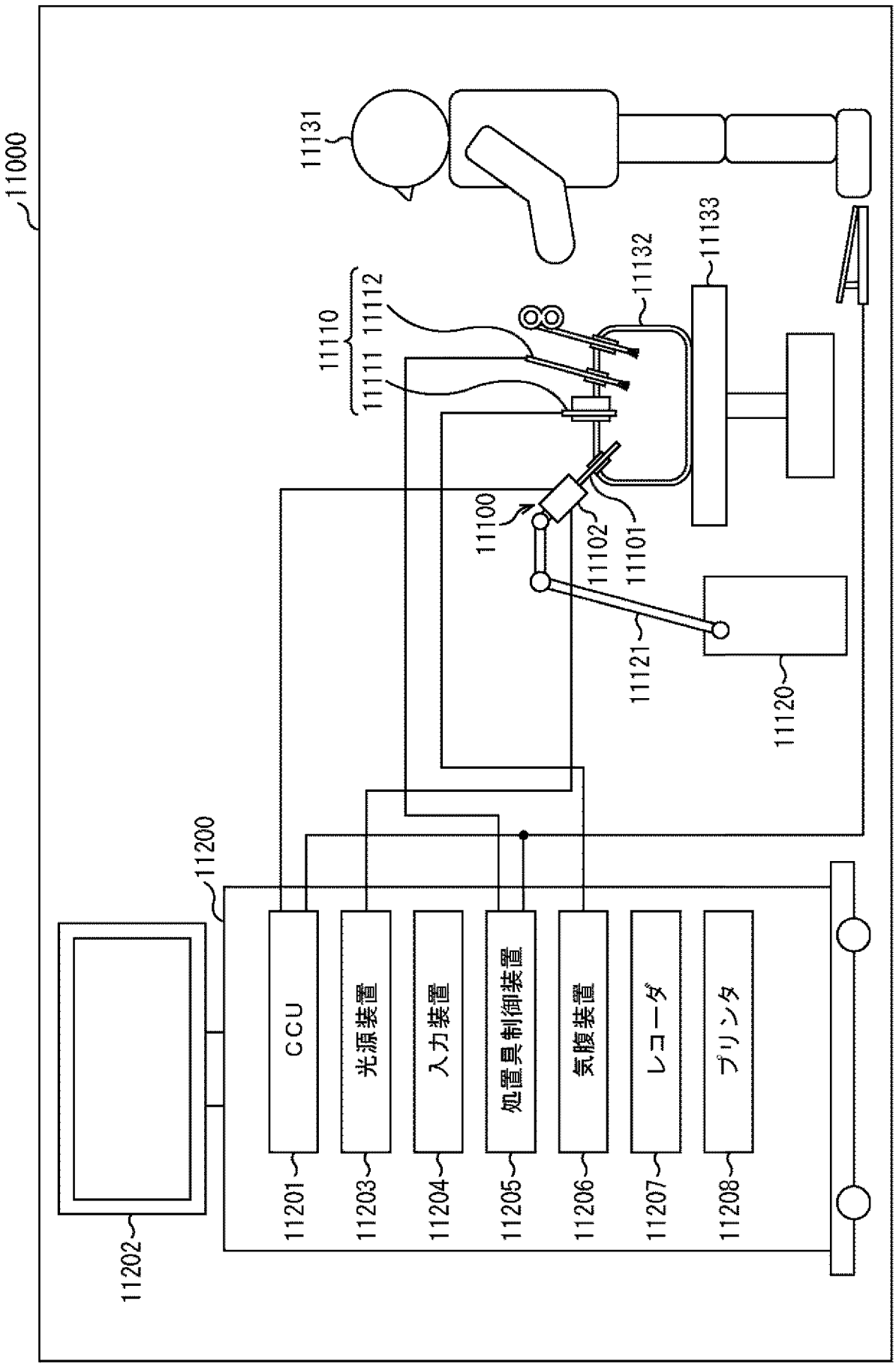
[図34]
FIG. 34



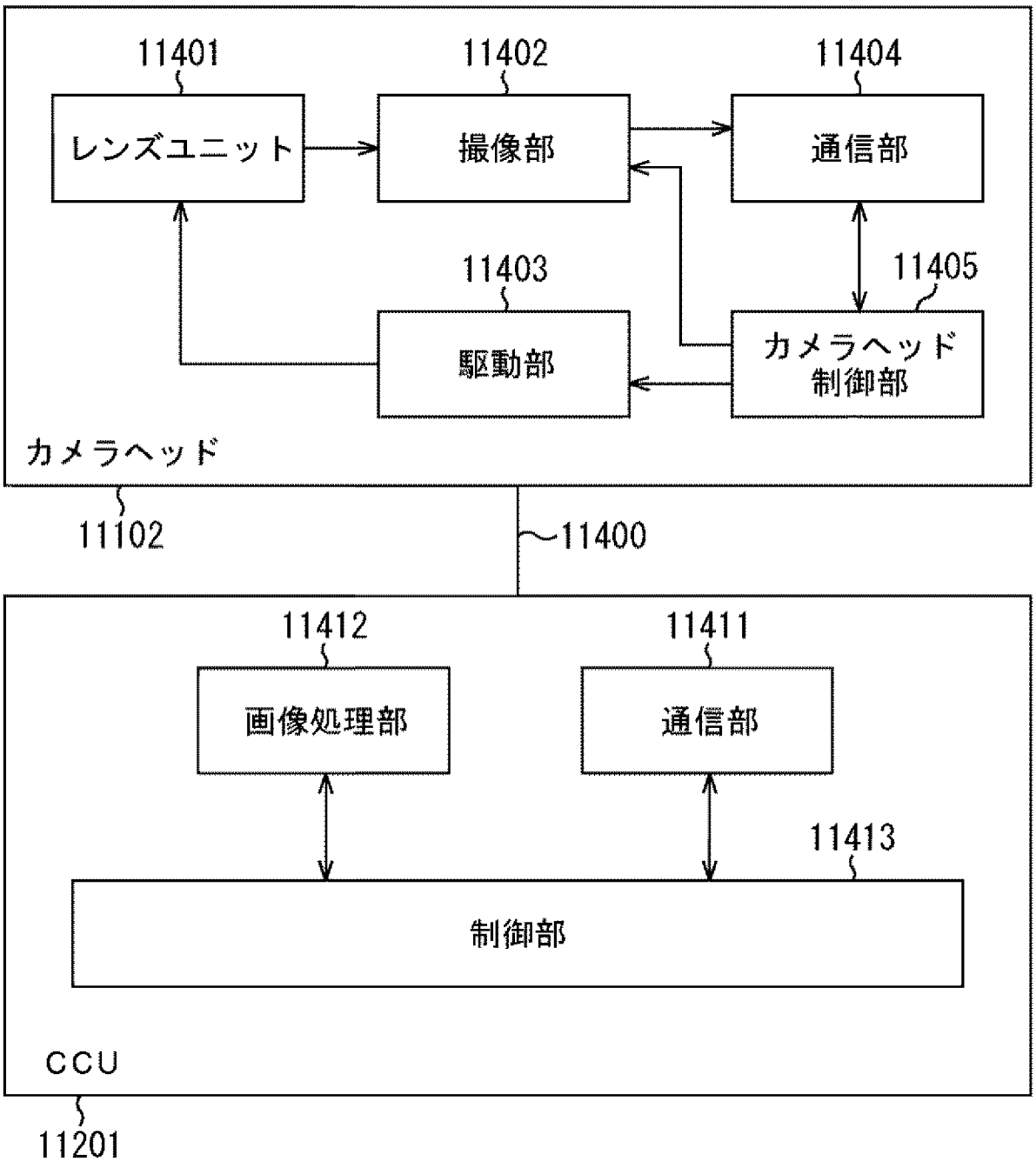
[図35]
FIG. 35


500
501
レンズ群
502
固体撮像素子
503
DSP回路
504
フレームメモリ
505
表示部
506
記録部
507
操作部
508
電源部
509

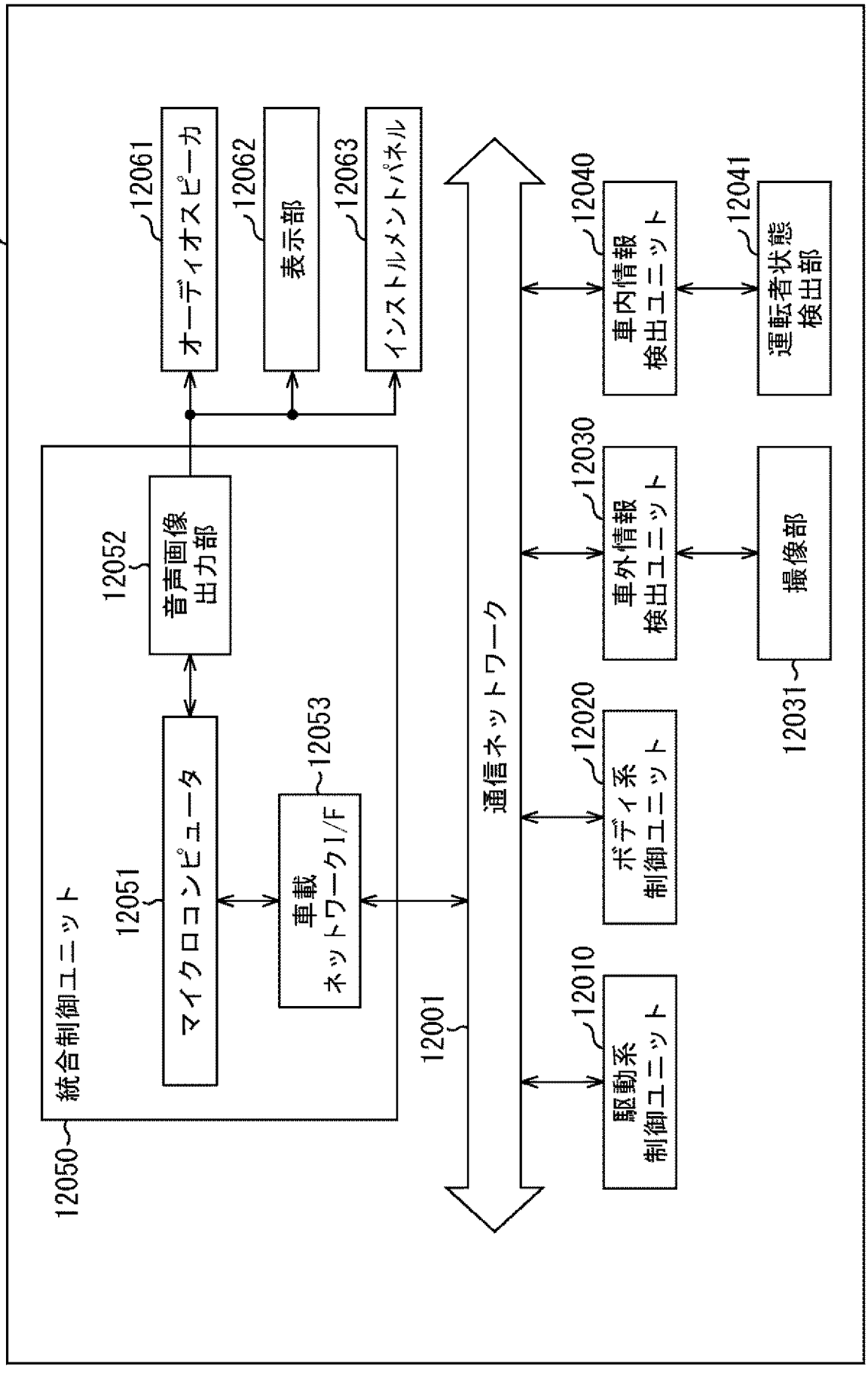
[図36]


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

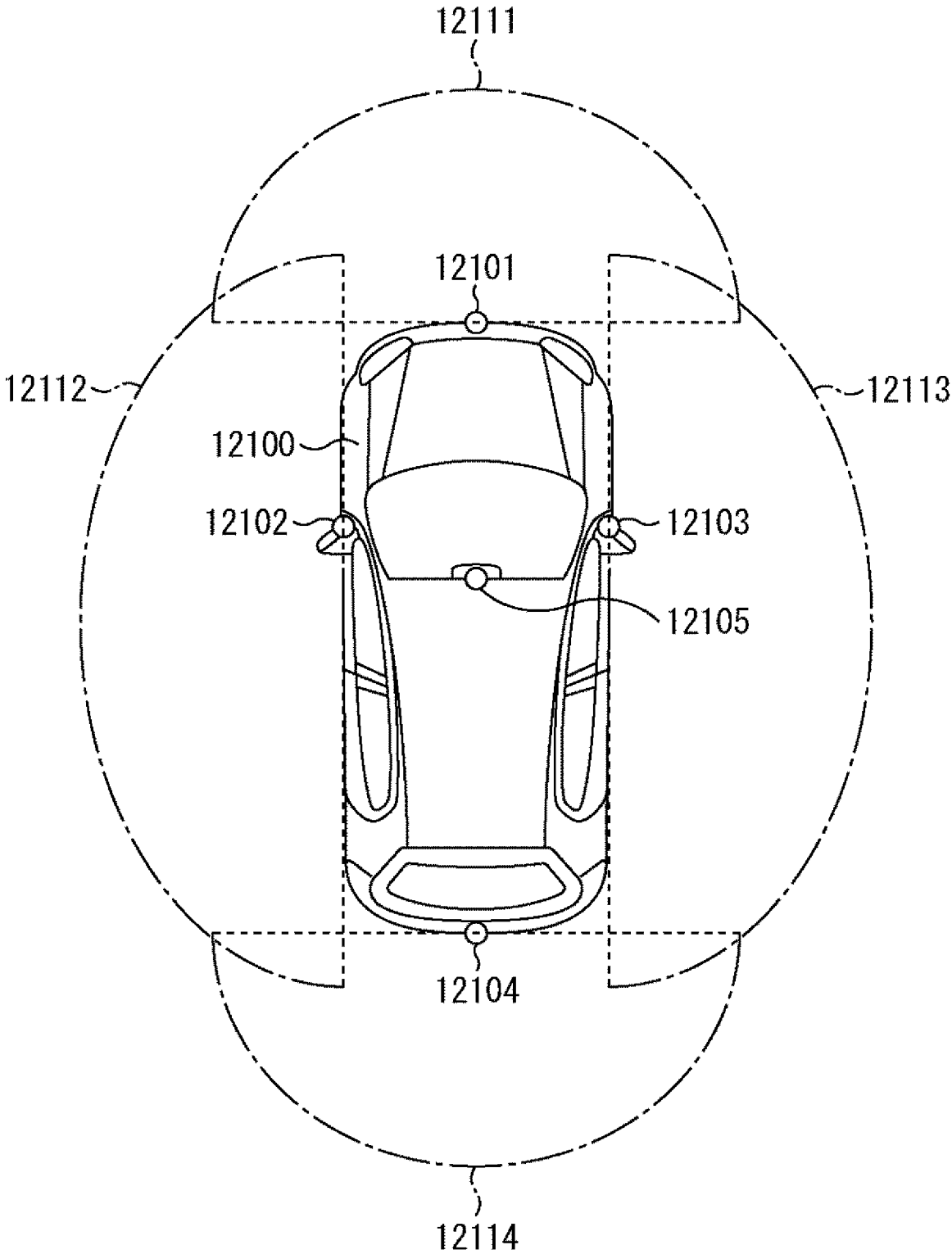
[図37]


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

[図38]


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
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
通信ネットワーク
12001
12050
統合制御ユニット
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

[図39]


12111
12101
12112
12113
12100
12102
12103
12105
12104
12114

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/014170

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L 27/146(2006.01)i; H04N 5/369(2011.01)i; H04N 5/3745(2011.01)i; H04N 9/07(2006.01)i
FI: H01L27/146 D; H04N9/07 A; H04N5/369; H04N5/3745 200

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L27/146; H04N5/369; H04N5/3745; H04N9/07

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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 2015-29054 A (SONY CORP.) 12.02.2015 (2015-02-12) paragraphs [0015]-[0065], fig. 1-4	1-15
Y	JP 2015-162679 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 07.09.2015 (2015-09-07) paragraphs [0049]-[0059], fig. 18-23	1-15
Y	JP 2011-3860 A (SONY CORP.) 06.01.2011 (2011-01-06) paragraphs [0058]-[0060], fig. 13	1-15
Y	JP 2013-222969 A (TAIWAN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING CO., LTD.) 28.10.2013 (2013-10-28) paragraph [0015]	1-4

☒ 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	Date of mailing of the international search report
16 June 2020 (16.06.2020)	30 June 2020 (30.06.2020)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/014170

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2016-1633 A (SONY CORP.) 07.01.2016 (2016-01-07) paragraphs [0029]-[0043], [0072], fig. 1-4, 15	3,5-7,14,15
Y	JP 2011-138905 A (TOSHIBA CORP.) 14.07.2011 (2011-07-14) paragraphs [0045]-[0048], fig. 4	4
Y	JP 5-283520 A (NEC CORP.) 29.10.1993 (1993-10-29) paragraphs [0009]-[0019], fig. 1, 2	4
Y	JP 2009-75172 A (FUJIFILM CORPORATION) 09.04.2009 (2009-04-09) paragraphs [0073]-[0096], fig. 10	8,9
Y	JP 2013-229446 A (SHARP CORP.) 07.11.2013 (2013-11-07) paragraphs [0027]-[0048], fig. 1	8,9,11
Y	WO 2018/043654 A1 (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) 08.03.2018 (2018-03-08) paragraphs [0033]-[0050], fig. 4-8	12-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/014170

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2015-29054 A	12 Feb. 2015	US 2016/0112614 A1 paragraphs [0041]-[0091], fig. 1-4 WO 2015/001987 A1 CN 105229790 A KR 10-2016-0029735 A	
JP 2015-162679 A	07 Sep. 2015	US 2015/0243694 A1 paragraphs [0076]-[0083], fig. 18-23 KR 10-2015-0101681 A CN 104882460 A TW 201543659 A	
JP 2011-3860 A	06 Jan. 2011	(Family: none)	
JP 2013-222969 A	28 Oct. 2013	US 2013/0270663 A1 paragraph [0017] KR 10-2013-0116049 A CN 103378116 A TW 201349468 A	
JP 2016-1633 A	07 Jan. 2016	US 2017/0110493 A1 paragraphs [0049]-[0063], [0092], fig. 1-4, 15 WO 2015/190318 A1 CN 106463518 A	
JP 2011-138905 A	14 Jul. 2011	US 2011/0156186 A1 paragraphs [0061]-[0063], fig. 4	
JP 5-283520 A	29 Oct. 1993	(Family: none)	
JP 2009-75172 A	09 Apr. 2009	(Family: none)	
JP 2013-229446 A	07 Nov. 2013	(Family: none)	
WO 2018/043654 A1	08 Mar. 2018	US 2019/0206917 A1 paragraphs [0111]-[0128], fig. 4-8 EP 3509106 A1 CN 109661727 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/014170

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01L 27/146(2006.01)i; H04N 5/369(2011.01)i; H04N 5/3745(2011.01)i; H04N 9/07(2006.01)i
FI: H01L27/146 D; H04N9/07 A; H04N5/369; H04N5/3745 200

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01L27/146; H04N5/369; H04N5/3745; H04N9/07

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	１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２０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 2015-29054 A (ソニー株式会社) 12.02.2015 (2015-02-12) ［００１５］－［００６５］，図１－４	1-15
Y	JP 2015-162679 A (三星電子株式会社) 07.09.2015 (2015-09-07) ［００４９］－［００５９］，図１８－２３	1-15
Y	JP 2011-3860 A (ソニー株式会社) 06.01.2011 (2011-01-06) ［００５８］－［００６０］，図１３	1-15
Y	JP 2013-222969 A (台湾積體電路製造股▲ふん▼有限公司) 28.10.2013 (2013-10-28) ［００１５］	1-4
Y	JP 2016-1633 A (ソニー株式会社) 07.01.2016 (2016-01-07) ［００２９］－［００４３］，［００７２］，図１－４，15	3,5-7,14,15
Y	JP 2011-138905 A (株式会社東芝) 14.07.2011 (2011-07-14) ［００４５］－［００４８］，図４	4
Y	JP 5-283520 A (日本電気株式会社) 29.10.1993 (1993-10-29) ［０００９］－［００１９］，図１，２	4

☑ 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
16.06.2020	30.06.2020

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 3514

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 2009-75172 A（富士フイルム株式会社）09.04.2009（2009-04-09） ［００７３］－［００９６］，図１０	8,9
Y	JP 2013-229446 A（シャープ株式会社）07.11.2013（2013-11-07） ［００２７］－［００４８］，図１	8,9,11
Y	WO 2018/043654 A1（ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社）08.03.2018（2018-03-08） ［００３３］－［００５０］，図４－８	12-15

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/JP2020/014170

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2015-29054 A	12.02.2015	US 2016/0112614 A1 [0041]-[0091], Figs.1-4 WO 2015/001987 A1 CN 105229790 A KR 10-2016-0029735 A	
JP 2015-162679 A	07.09.2015	US 2015/0243694 A1 [0076]-[0083], Figs.18-23 KR 10-2015-0101681 A CN 104882460 A TW 201543659 A	
JP 2011-3860 A	06.01.2011	（ファミリーなし）	
JP 2013-222969 A	28.10.2013	US 2013/0270663 A1 [0017] KR 10-2013-0116049 A CN 103378116 A TW 201349468 A	
JP 2016-1633 A	07.01.2016	US 2017/0110493 A1 [0049]-[0063], [0092], Figs.1-4, 15 WO 2015/190318 A1 CN 106463518 A	
JP 2011-138905 A	14.07.2011	US 2011/0156186 A1 [0061]-[0063], Fig.4	
JP 5-283520 A	29.10.1993	（ファミリーなし）	
JP 2009-75172 A	09.04.2009	（ファミリーなし）	
JP 2013-229446 A	07.11.2013	（ファミリーなし）	
WO 2018/043654 A1	08.03.2018	US 2019/0206917 A1 [0111]-[0128], Figs.4-8 EP 3509106 A1 CN 109661727 A	