

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年8月4日(04.08.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/163296 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 27/146 (2006.01) *H04N 9/07* (2006.01)
H04N 5/369 (2011.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/048888
- (22) 国際出願日: 2021年12月28日(28.12.2021)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2021-010690 2021年1月26日(26.01.2021) JP
- (71) 出願人: ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社(SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) [JP/JP]; 〒2430014

神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 Kanagawa (JP).

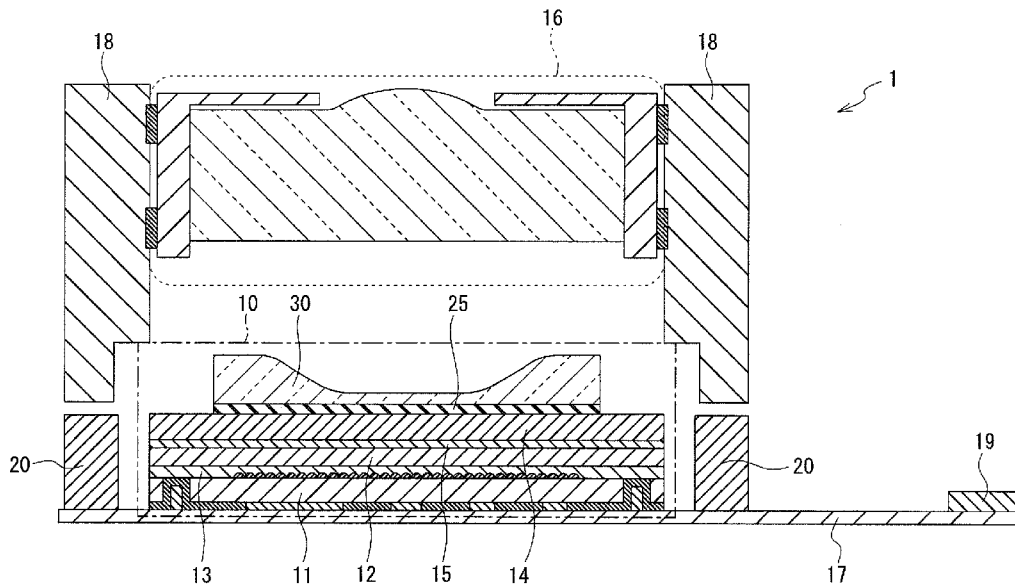
(72) 発明者: 日向野 駿(HIGANO Shun); 〒2430014
神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号
ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).

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

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,

(54) Title: IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: 撮像装置



(57) Abstract: Provided is an imaging device configured to suppress color mixing between adjacent pixels. This imaging device comprises: a plurality of pixels disposed side by side in a direction parallel to one surface of a semiconductor substrate; a pixel separation part which is provided to the semiconductor substrate and separates adjacent pixels from each other among the plurality of pixels; a color filter provided to the one surface side of the semiconductor substrate; a plurality of convex lenses which are provided to the one surface side of the semiconductor substrate with the color filter

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))

therebetween and are disposed side by side in the direction parallel to the one surface; and a concave lens provided to the one surface side of the semiconductor substrate with the color filter and the plurality of convex lenses therebetween. The pixel separation part has: a same-color pixel separation part disposed between adjacent same-color pixels among first color pixels, second color pixels, and third color pixels; and a different-color pixel separation part disposed between adjacent different-color pixels among the first color pixels, the second color pixels, and the third color pixels. The different-color pixel separation part has a trench isolation structure.

(57) 要約: 隣接する画素間の混色を抑制できるようにした撮像装置を提供する。撮像装置は、半導体基板の一方の面に平行な方向に並んで配置される複数の画素と、半導体基板に設けられ、複数の画素のうちの隣り合う画素間を分離する画素間分離部と、半導体基板の一方の面側に設けられるカラーフィルタと、カラーフィルタを介して半導体基板の一方の面側に設けられ、一方の面に平行な方向に並んで配置される複数の凸型レンズと、カラーフィルタ及び複数の凸型レンズを介して半導体基板の一方の面側に設けられた凹型レンズと、を備える。画素間分離部は、第1色画素、第2色画素及び第3色画素のうち、隣接する同色の画素間に配置される同色画素間分離部と、第1色画素、第2色画素及び第3色画素のうち、隣接する異色の画素間に配置される異色画素間分離部と、を有する。異色画素間分離部は、トレンチアイソレーション構造を有する。

明 細 書

発明の名称：撮像装置

技術分野

[0001] 本開示は、撮像装置に関する。

背景技術

[0002] 画素アレイに対して複数画素にまたがって同色のカラーフィルタを配置する構造が知られている（例えば、特許文献1参照）。暗時には複数画素の加算を行うことにより、感度向上を図ることができる。また明時にはリモザイクを行うことで解像度向上を図ることができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2017-059739号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 隣接する同色の各画素において、周辺の画素配置が異なる影響で、混色の受け方が異なる傾向がある。例えば、混色の影響により、隣接する同色画素間で出力差が生じ易く、リモザイク時に画質が劣化してしまう可能性がある。

[0005] 本開示はこのような事情に鑑みてなされたもので、隣接する画素間の混色を抑制できるようにした撮像装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の一態様に係る撮像装置は、半導体基板と、前記半導体基板に設けられ、前記半導体基板の一方の面に平行な方向に並んで配置される複数の画素と、前記半導体基板に設けられ、複数の画素のうちの隣り合う画素間を分離する画素間分離部と、前記半導体基板の前記一方の面側に設けられるカラーフィルタと、前記カラーフィルタを介して前記半導体基板の前記一方の面側に設けられ、前記一方の面に平行な方向に並んで配置される複数の凸型レ

ンズと、前記カラーフィルタ及び前記複数の凸型レンズを介して前記半導体基板の前記一方の面側に設けられた凹型レンズと、を備える。前記複数の画素は、前記カラーフィルタのうちの第1色フィルタが配置される第1色画素と、前記カラーフィルタのうちの第2色フィルタが配置される第2色画素と、前記カラーフィルタのうちの第3色フィルタが配置される第3色画素と、を有する。前記画素間分離部は、前記第1色画素、前記第2色画素及び前記第3色画素のうち、隣接する同色の画素間に配置される同色画素間分離部と、前記第1色画素、前記第2色画素及び前記第3色画素のうち、隣接する異色の画素間に配置される異色画素間分離部と、を有する。前記異色画素間分離部は、トレンチアイソレーション構造を有する。

[0007] これによれば、凹型レンズは、高像高側の画素（すなわち、画素領域の中心部から離れた位置に配置された画素）に入射する光の入射角を緩和することができ、高像高側の入射角を 0° （すなわち、受光面に垂直）に近づけることができる。これにより、高像高側において、隣接する画素間の混色を抑制することができる。また、隣接する異色画素間は、トレンチアイソレーション構造で分離されるため、混色をさらに抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1は、本開示の実施形態1に係る撮像装置の構成例を示す断面図である。

[図2]図2は、本開示の実施形態1に係る一体化構成部の構成例を示す断面図である。

[図3A]図3Aは、一体化構成部の構成例を示す模式図である。

[図3B]図3Bは、一体化構成部の構成例を示す模式図である。

[図4]図4は、本開示の実施形態1に係る固体撮像素子の回路構成例を示す図である。

[図5]図5は、本開示の実施形態1に係る画素の等価回路の一例を示す図である。

[図6]図6は、本開示の実施形態1に係る固体撮像素子の詳細構造の一例を拡

大して示す断面図である。

[図7]図7は、本開示の実施形態1に係る画素センサ基板の構成例を示す断面図である。

[図8A]図8Aは、本開示の実施形態1に係る画素レイアウトの構成例1を示す平面図である。

[図8B]図8Bは、図8Aに示す画素レイアウトに対する、オンチップレンズの配置例を示す平面図である。

[図9A]図9Aは、本開示の実施形態1に係る画素レイアウトの構成例2を示す平面図である。

[図9B]図9Bは、図9Aに示す画素レイアウトに対する、オンチップレンズの配置例を示す平面図である。

[図10A]図10Aは、本開示の実施形態1に係る画素レイアウトの構成例3を示す平面図である。

[図10B]図10Bは、図10Aに示す画素レイアウトに対する、オンチップレンズの配置例を示す平面図である。

[図11]図11は、画素レイアウトの構成例3の変形例1を示す平面図である。
。

[図12]図12は、画素レイアウトの構成例3の変形例2を示す平面図である。
。

[図13A]図13Aは、本開示の実施形態1に係る画素レイアウトの構成例4を示す平面図である。

[図13B]図13Bは、図13Aに示す画素レイアウトに対する、オンチップレンズの配置例を示す平面図である。

[図14]図14は、画素レイアウトの構成例4の変形例1を示す平面図である。
。

[図15]図15は、画素レイアウトの構成例4の変形例2を示す平面図である。
。

[図16]図16は、WLレンズ30の端部の構成例（その1）を示す図である

。

[図17]図17は、WLレンズ30の端部の構成例（その2）を示す図である

。

[図18]図18は、WLレンズ30の端部の構成例（その3）を示す図である

。

[図19]図19は、WLレンズ30の端部の構成例（その4）を示す図である

。

[図20]図20は、本開示の実施形態1に係る撮像装置の変形例を示す図である。

[図21]図21は、凹型のレンズ401の構成例（その1）を示す図である。

[図22]図22は、凹型のレンズ401の構成例（その2）を示す図である。

[図23]図23は、凹型のレンズ401の側面等に配置される遮光膜の構成例を示す図である。

[図24]図24は、本開示の実施形態2に係る画素センサ基板の構成例を示す断面図である。

[図25]図25は、本技術を適用した電子機器としての撮像装置の構成例を示すブロック図である。

[図26]図26は、上述の撮像装置1を使用する使用例を示す図である。

[図27]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。

[図28]図28は、図27に示すカメラヘッド及びCCUの機能構成の一例を示すブロック図である。

[図29]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。

[図30]図30は、撮像部の設置位置の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下において、図面を参照して本開示の実施形態を説明する。以下の説明で参照する図面の記載において、同一又は類似の部分には同一又は類似の符

号を付している。ただし、図面は模式的なものであり、厚みと平面寸法との関係、各層の厚みの比率等は現実のものとは異なることに留意すべきである。したがって、具体的な厚みや寸法は以下の説明を参酌して判断すべきものである。また、図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれていることは勿論である。

[0010] 以下の説明における上下等の方向の定義は、単に説明の便宜上の定義であって、本開示の技術的思想を限定するものではない。例えば、対象を 90° 回転して観察すれば上下は左右に変換して読まれ、 180° 回転して観察すれば上下は反転して読まれることは勿論である。

[0011] また、以下の説明において、「平面視」とは、例えば、後述のシリコン基板101の厚さ方向（すなわち、表面又は裏面の法線方向）から見ることを意味する。

[0012] 以下の説明では、半導体領域の導電型を示すpやnに、+又は-を付す場合がある。+又は-が付記された半導体領域は、+又は-が付記されていない半導体領域に比して、それぞれ相対的に不純物濃度が高い又は低いことを意味する。ただし同じpとp（または、同じnとn）とが付された半導体領域であっても、それぞれの半導体領域の不純物濃度が厳密に同じであることを意味するものではない。

[0013] <実施形態1>

（撮像装置）

図1は、本開示の実施形態1に係る撮像装置1の構成例を示す断面図である。図1の撮像装置1は、固体撮像素子11、ガラス基板12、IRCF（赤外光カットフィルタ）14、ウェーハレベルレンズ30、レンズ群16、回路基板17、アクチュエータ18（本開示の「保持部」の一例）、コネクタ19、スペーサ20、ウェーハレベルレンズ30（以下、WLレンズ；本開示の「凹型レンズ」の一例）より構成されている。

[0014] 固体撮像素子11は、いわゆるCMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）や、CCD（Ch

Large Coupled

Device) などからなるイメージセンサであり、回路基板 17 上で電氣的に接続された状態で固定されている。固体撮像素子 11 は、図 4 を参照して後述するように、アレイ状に配置された複数の画素より構成され、画素単位で、図中上方よりレンズ群 16 と、WL レンズ 30 とを介して集光されて入射される、入射光の光量に応じた画素信号を生成し、画像信号として回路基板 17 を介してコネクタ 19 より外部に出力する。

[0015] 固体撮像素子 11 の図 1 中の上面部には、ガラス基板 12 が設けられており、透明の、すなわち、ガラス基板 12 と略同一の屈折率の接着剤 (GLUE) 13 により貼り合わされている。

[0016] ガラス基板 12 の図 1 中の上面部には、入射光のうち、赤外光をカットする I R C F 14 が設けられている。I R C F 14 は、透明で、ガラス基板 12 と略同一の屈折率を有する接着剤 (GLUE) 15 により、ガラス基板 12 の上面部に貼り合わされている。I R C F 14 は、例えば、青板ガラスから構成されており、赤外光をカット (除去) する。I R C F 14 の屈折率も、ガラス基板 12 と略同一である。

[0017] I R C F 14 の図 1 中の上面部には、透明で、ガラス基板 12 と略同一の屈折率を有する接着剤 (GLUE) 25 を介して、WL レンズ 30 が設けられている。WL レンズ 30 は、画素の受光面に対する入射光の入射角を緩和する。入射角とは、受光面の垂直方向に対する角度である。入射角を緩和するとは、入射角を 0° に近づけることを意味する。入射角が 0° の場合、入射光は受光面に垂直に入射する。上述したように、WL レンズ 30 は複数の画素にかかる凹型レンズである。

[0018] WL レンズ 30 の凹面が、図 1 中の上面側、すなわち、レンズ群 16 の側に向けられている。WL レンズ 30 の凹面の反対側に位置する裏面 (図 1 では裏面) が、接着剤 25 により、I R C F 14 の上面部に貼り合わされている。WL レンズ 30 は、透明で、ガラス基板 12 と略同一の屈折率を有するガラスで構成されている。または、WL レンズ 30 は、透明で、ガラス基板

12と略同一の屈折率を有する有機材料で構成されていてもよい。また、WLレンズ30は、無色透明に限定されず、有色透明であってもよい。WLレンズ30は、後述の画素領域21（例えば、図3A、図3B参照）の全てを覆い、かつIRCF14及びガラス基板12からはみ出さないように、IRCF14及びガラス基板12よりも径が小さく形成されている。なお、WLレンズ30の構成については、後述のWLレンズの構成例の欄で、さらに詳しく説明する。

[0019] 固体撮像素子11、ガラス基板12、IRCF14及びWLレンズ30が、積層され、透明の接着剤13、15、25により、貼り合わされて、一体的な構成とされて、回路基板17に接続されている。なお、図中の一点鎖線で囲まれた、固体撮像素子11、ガラス基板12、IRCF14及びWLレンズ30は、略同一の屈折率の接着剤13、15、25により貼り合わされて一体化された構成にされているので、以降においては、単に、一体化構成部10とも称する。

[0020] また、IRCF14は、固体撮像素子11の製造工程において、個片化された後に、ガラス基板12上に貼り付けられるようにしてもよいし、複数の固体撮像素子11からなるウェハ状のガラス基板12上の全体に大判のIRCF14を貼り付けた後、固体撮像素子11単位で個片化するようにしてもよく、いずれの手法を採用してもよい。IRCF14の貼り付け後に、WLレンズ30が貼り合わされる。

[0021] 固体撮像素子11、ガラス基板12、IRCF14及びWLレンズ30が一体構成された全体を取り囲むようにスペーサ20が回路基板17上に構成されている。また、スペーサ20の上に、アクチュエータ18が設けられている。アクチュエータ18は、円筒状に構成されており、その円筒内部に複数のレンズが積層されて構成されるレンズ群16を内蔵し、図1中の上下方向に駆動させる。

[0022] このような構成により、アクチュエータ18は、レンズ群16を保持するとともに、保持したレンズ群16を図1中の上下方向（光軸に対して前後方

向)に移動させることで、図中の上方となる図示せぬ被写体までの距離に応じて、固体撮像素子11の撮像面上において、被写体を結像させるように焦点を調整することでオートフォーカスを実現する。

[0023] (一体化構成部)

次に、図2から図6を参照して、一体化構成部10の構成例について説明する。図2は、本開示の実施形態1に係る一体化構成部10の構成例を示す断面図である。図2に示される一体化構成部10は、下側基板11aと上側基板11bとが積層されて構成されている積層基板からなる固体撮像素子11がパッケージ化された半導体パッケージである。

[0024] 固体撮像素子11を構成する積層基板の下側基板11aには、図1の回路基板17と電氣的に接続するための裏面電極であるはんだボール11eが、複数、形成されている。

[0025] 上側基板11bの上面には、R(赤)、G(緑)、B(青)のカラーフィルタ11cと、オンチップレンズ11d(本開示の「凸型レンズ」の一例)とが形成されている。また、上側基板11bは、オンチップレンズ11dを保護するためのガラス基板12と、ガラスシール樹脂からなる接着剤13を介してキャビティレス構造で接続されている。

[0026] 図3A及び図3Bは、一体化構成部10の構成例を示す模式図である。例えば、上側基板11bには、図3Aに示すように、光電変換を行う画素部がアレイ状に2次元配列された画素領域21と、画素部の制御を行う制御回路22が形成されている。下側基板11aには、画素部から出力された画素信号を処理する信号処理回路などのロジック回路23が形成されている。あるいは、図3Bに示すように、上側基板11bには、画素領域21のみが形成され、下側基板11aに、制御回路22とロジック回路23とが形成されていてもよい。

[0027] 以上のように、ロジック回路23又は制御回路22及びロジック回路23の両方を、画素領域21の上側基板11bとは別の下側基板11aに形成して積層させることで、1枚の半導体基板に、画素領域21、制御回路22及

びロジック回路 2 3 を平面方向に配置した場合と比較して、撮像装置 1 としてのサイズを小型化することができる。以下では、少なくとも画素領域 2 1 が形成される上側基板 1 1 b を、画素センサ基板 1 1 b と称し、少なくともロジック回路 2 3 が形成される下側基板 1 1 a を、ロジック基板 1 1 a と称して説明を行う。

[0028] (固体撮像素子の回路構成)

図 4 は、本開示の実施形態 1 に係る固体撮像素子 1 1 の回路構成例を示す図である。図 4 に示すように、固体撮像素子 1 1 は、画素 3 2 が 2 次元アレイ状に配列された画素アレイ部 3 3 と、垂直駆動回路 3 4、カラム信号処理回路 3 5、水平駆動回路 3 6、出力回路 3 7、制御回路 3 8、及び入出力端子 3 9 を含む。

[0029] 画素 3 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する。画素 3 2 の回路構成例については、図 5 を参照して後述する。

[0030] また、画素 3 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と、複数の転送トランジスタと、共有される 1 つのフローティングディフージョン（浮遊拡散領域）と、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。

[0031] 制御回路 3 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け取り、また固体撮像素子 1 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 3 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 3 4、カラム信号処理回路 3 5 及び水平駆動回路 3 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 3 8 は、生成したクロック信号や制御信号を、垂直駆動回路 3 4、カラム信号処理回路 3 5 及び水平駆動回路 3 6 等に出力する。

[0032] 垂直駆動回路 3 4 は、例えばシフトレジスタによって構成され、所定の画

素駆動配線40を選択し、選択された画素駆動配線40に画素32を駆動するためのパルスを供給し、行単位で画素32を駆動する。すなわち、垂直駆動回路34は、画素アレイ部33の各画素32を行単位で順次垂直方向に選択走査し、各画素32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41を通してカラム信号処理回路35に供給する。

[0033] カラム信号処理回路35は、画素32の列ごとに配置されており、1行分の画素32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) 及びAD変換等の信号処理を行う。

[0034] 水平駆動回路36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35の各々を順番に選択し、カラム信号処理回路35の各々から画素信号を水平信号線42に出力させる。

[0035] 出力回路37は、カラム信号処理回路35の各々から水平信号線42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37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39は、外部と信号のやりとりをする。

[0036] 以上のように構成される固体撮像素子11は、CDS処理とAD変換処理を行うカラム信号処理回路35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。

[0037] (画素の回路構成)

図5は、本開示の実施形態1に係る画素32の等価回路の一例を示す図である。図5に示される画素32は、電子式のグローバルシャッタ機能を実現する構成を示している。画素32は、光電変換素子としてのフォトダイオード51、第1転送トランジスタ52、メモリ部(MEM)53、第2転送ト

ランジスタ 54、FD（フローティング拡散領域）55、リセットトランジスタ 56、増幅トランジスタ 57、選択トランジスタ 58、及び排出トランジスタ 59を有する。

[0038] フォトダイオード 51は、受光量に応じた電荷（信号電荷）を生成し、蓄積する光電変換部である。フォトダイオード 51のアノード端子が接地されているとともに、カソード端子が第1転送トランジスタ 52を介してメモリ部 53に接続されている。また、フォトダイオード 51のカソード端子は、不要な電荷を排出するための排出トランジスタ 59とも接続されている。

[0039] 第1転送トランジスタ 52は、転送信号 TRXによりオンされたとき、フォトダイオード 51で生成された電荷を読み出し、メモリ部 53に転送する。メモリ部 53は、FD 55に電荷を転送するまでの間、一時的に電荷を保持する電荷保持部である。第2転送トランジスタ 54は、転送信号 TRGによりオンされたとき、メモリ部 53に保持されている電荷を読み出し、FD 55に転送する。

[0040] FD 55は、メモリ部 53から読み出された電荷を信号として読み出すために保持する電荷保持部である。リセットトランジスタ 56は、リセット信号 RSTによりオンされたとき、FD 55に蓄積されている電荷が定電圧源 VDDに排出されることで、FD 55の電位をリセットする。

[0041] 増幅トランジスタ 57は、FD 55の電位に応じた画素信号を出力する。すなわち、増幅トランジスタ 57は定電流源としての負荷 MOS 60とソースフォロワ回路を構成し、FD 55に蓄積されている電荷に応じたレベルを示す画素信号が、増幅トランジスタ 57から選択トランジスタ 58を介してカラム信号処理回路 35（図4）に出力される。負荷 MOS 60は、例えば、カラム信号処理回路 35内に配置されている。

[0042] 選択トランジスタ 58は、選択信号 SELにより画素 32が選択されたときオンされ、画素 32の画素信号を、垂直信号線 41を介してカラム信号処理回路 35に出力する。排出トランジスタ 59は、排出信号 OFGによりオンされたとき、フォトダイオード 51に蓄積されている不要電荷を定電圧源

VDDに排出する。転送信号TRX及びTRG、リセット信号RST、排出信号OFG、並びに選択信号SELは、画素駆動配線40（図4）を介して垂直駆動回路34（図4）から供給される。

[0043] 次に、画素32の動作について簡単に説明する。まず、露光開始前に、Highレベルの排出信号OFGが排出トランジスタ59に供給されることにより排出トランジスタ59がオンされ、フォトダイオード51に蓄積されている電荷が定電圧源VDDに排出され、全画素のフォトダイオード51がリセットされる。フォトダイオード51のリセット後、排出トランジスタ59が、Lowレベルの排出信号OFGによりオフされると、画素アレイ部33の全画素で露光が開始される。

[0044] 予め定められた所定の露光時間が経過すると、画素アレイ部33の全画素において、転送信号TRXにより第1転送トランジスタ52がオンされ、フォトダイオード51に蓄積されていた電荷が、メモリ部53に転送される。

[0045] 第1転送トランジスタ52がオフされた後、各画素32のメモリ部53に保持されている電荷が、行単位に、順次、カラム信号処理回路35に読み出される。読み出し動作は、読出し行の画素32の第2転送トランジスタ54が転送信号TRGによりオンされ、メモリ部53に保持されている電荷が、FD55に転送される。そして、選択トランジスタ58が選択信号SELによりオンされることで、FD55に蓄積されている電荷に応じたレベルを示す信号が、増幅トランジスタ57から選択トランジスタ58を介してカラム信号処理回路35に出力される。

[0046] 以上のように、図5の画素回路を有する画素32は、露光時間を画素アレイ部33の全画素で同一に設定し、露光終了後はメモリ部53に電荷を一時的に保持しておいて、メモリ部53から行単位に順次電荷を読み出すグローバルシャッタ方式の動作（撮像）が可能である。なお、画素32の回路構成としては、図5に示した構成に限定されるものではなく、例えば、メモリ部53を持たず、いわゆるローリングシャッタ方式による動作を行う回路構成を採用することもできる。

[0047] (固体撮像素子の詳細構造)

次に、固体撮像素子 11 の詳細構造の一例を説明する。図 6 は、本開示の実施形態 1 に係る固体撮像素子 11 の詳細構造の一例を拡大して示す断面図である。ロジック基板 11a には、例えばシリコン (Si) で構成された半導体基板 81 (以下、シリコン基板 81) の上側 (画素センサ基板 11b 側) に、多層配線層 82 が形成されている。この多層配線層 82 により、図 3A 及び図 3B で示した制御回路 22 やロジック回路 23 が構成されている。

[0048] 多層配線層 82 は、画素センサ基板 11b に最も近い最上層の配線層 83a、中間の配線層 83b、及び、シリコン基板 81 に最も近い最下層の配線層 83c などからなる複数の配線層 83 と、各配線層 83 の間に形成された層間絶縁膜 84 とで構成される。

[0049] 複数の配線層 83 は、例えば、銅 (Cu)、アルミニウム (Al)、タングステン (W) などを用いて形成される。層間絶縁膜 84 は、例えば、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜などで形成される。複数の配線層 83 及び層間絶縁膜 84 のそれぞれは、全ての階層が同一の材料で形成されていてもよし、階層によって 2 つ以上の材料を使い分けてもよい。

[0050] シリコン基板 81 の所定の位置には、シリコン基板 81 を貫通するシリコン貫通孔 85 が形成されている。シリコン貫通孔 85 の内壁に、絶縁膜 86 を介して接続導体 87 が埋め込まれることにより、シリコン貫通電極 (TSV: Through Silicon Via) 88 が形成されている。絶縁膜 86 は、例えば、SiO₂ 膜や SiN 膜などで形成することができる。

[0051] なお、図 6 に示されるシリコン貫通電極 88 では、内壁面に沿って絶縁膜 86 と接続導体 87 が成膜され、シリコン貫通孔 85 内部が空洞となっているが、内径によってはシリコン貫通孔 85 内部全体が接続導体 87 で埋め込まれることもある。換言すれば、貫通孔の内部が導体で埋め込まれていても、一部が空洞となってもどちらでもよい。このことは、後述するチップ貫通電極 (TCV: Through Chip Via) 105 などについても同様である。

- [0052] シリコン貫通電極 8 8 の接続導体 8 7 は、シリコン基板 8 1 の下面側に形成された再配線 9 0 と接続されている。再配線 9 0 は、はんだボール 1 1 e と接続されている。接続導体 8 7 及び再配線 9 0 は、例えば、銅 (C u)、タングステン (W)、タングステン (W)、ポリシリコンなどで形成することができる。
- [0053] また、シリコン基板 8 1 の下面側には、はんだボール 1 1 e が形成されている領域を除いて、再配線 9 0 と絶縁膜 8 6 を覆うように、ソルダマスク (ソルダレジスト) 9 1 が形成されている。
- [0054] 一方、画素センサ基板 1 1 b には、シリコン (S i) で構成された半導体基板 1 0 1 (以下、シリコン基板 1 0 1) の下側 (ロジック基板 1 1 a 側) に、多層配線層 1 0 2 が形成されている。この多層配線層 1 0 2 により、図 3 A 及び図 3 B で示した画素領域 2 1 の画素回路が構成されている。
- [0055] 多層配線層 1 0 2 は、シリコン基板 1 0 1 に最も近い最上層の配線層 1 0 3 a、中間の配線層 1 0 3 b、及び、ロジック基板 1 1 a に最も近い最下層の配線層 1 0 3 c などからなる複数の配線層 1 0 3 と、各配線層 1 0 3 の間に形成された層間絶縁膜 1 0 4 とで構成される。
- [0056] 複数の配線層 1 0 3 及び層間絶縁膜 1 0 4 として使用される材料は、上述した配線層 8 3 及び層間絶縁膜 8 4 の材料と同種のもので採用することができる。また、複数の配線層 1 0 3 や層間絶縁膜 1 0 4 が、1 又は 2 つ以上の材料を使い分けて形成されてもよい点も、上述した配線層 8 3 及び層間絶縁膜 8 4 と同様である。
- [0057] なお、図 6 の例では、画素センサ基板 1 1 b の多層配線層 1 0 2 は 3 層の配線層 1 0 3 で構成され、ロジック基板 1 1 a の多層配線層 8 2 は 4 層の配線層 8 3 で構成されているが、配線層の総数はこれに限られず、任意の層数で形成することができる。
- [0058] シリコン基板 1 0 1 内には、P N 接合により形成されたフォトダイオード 5 1 が、画素 3 2 ごとに形成されている。また、図示は省略されているが、多層配線層 1 0 2 とシリコン基板 1 0 1 には、第 1 転送トランジスタ 5 2、

第2転送トランジスタ54などの複数の画素トランジスタや、メモリ部（MEM）53なども形成されている。

[0059] カラーフィルタ11cとオンチップレンズ11dが形成されていないシリコン基板101の所定の位置には、画素センサ基板11bの配線層103aと接続されているシリコン貫通電極109と、ロジック基板11aの配線層83aと接続されているチップ貫通電極105が、形成されている。

[0060] チップ貫通電極105とシリコン貫通電極109は、シリコン基板101上面に形成された接続用配線106で接続されている。また、シリコン貫通電極109及びチップ貫通電極105のそれぞれとシリコン基板101の間には、絶縁膜107が形成されている。さらに、シリコン基板101の上面には、平坦化膜（絶縁膜）108を介して、カラーフィルタ11cやオンチップレンズ11dが形成されている。

[0061] 以上のように、図2に示される固体撮像素子11は、ロジック基板11aの多層配線層102側と、画素センサ基板11bの多層配線層82側とを貼り合わせた積層構造となっている。図6では、ロジック基板11aの多層配線層82側と、画素センサ基板11bの多層配線層102側とを貼り合わせ面が、破線で示されている。

[0062] また、撮像装置1の固体撮像素子11では、画素センサ基板11bの配線層103とロジック基板11aの配線層83が、シリコン貫通電極109とチップ貫通電極105の2本の貫通電極により接続され、ロジック基板11aの配線層83とはんだボール（裏面電極）11eが、シリコン貫通電極88と再配線90により接続されている。これにより、撮像装置1の平面積を、極限まで小さくすることができる。さらに、固体撮像素子11とガラス基板12との間を、キャビティレス構造にして、接着剤13により貼り合わせるにより、高さ方向についても低くすることができる。

[0063] したがって、図1に示される撮像装置1によれば、より小型化した半導体装置（半導体パッケージ）を実現することができる。以上のような撮像装置1の構成により、IRCF14が、固体撮像素子11、及びガラス基板12

上に設けられることになるので、光の内乱反射によるフレアやゴーストの発生を抑制することが可能となる。

[0064] (画素センサ基板)

次に、本開示の実施形態 1 に係る画素センサ基板 1 1 b をより詳細に説明する。図 7 は、本開示の実施形態 1 に係る画素センサ基板 1 1 b の構成例を示す断面図である。

[0065] 図 7 に示すように、本実施形態の画素センサ基板 1 1 b は、複数の画素を有するシリコン基板 1 0 1 と、シリコン基板 1 0 1 の表面側に形成された多層配線層 1 0 2 と、シリコン基板 1 0 1 の裏面側に順に形成された固定電荷を有する絶縁膜（以下、固定電荷膜）2 2 0 と、絶縁膜 2 2 1（本開示の「充填膜」の一例）と、遮光膜 2 2 5 と、平坦化膜 1 0 8 と、カラーフィルタ 1 1 c と、オンチップレンズ 1 1 d とをさらに備える。

[0066] シリコン基板 1 0 1 は、例えば $1\ \mu\text{m}$ 以上 $6\ \mu\text{m}$ 以下の厚みを有する。シリコン基板 1 0 1 の画素領域 2 1 には、フォトダイオード 5 1 と複数の画素トランジスタとから構成される画素が複数個、二次元マトリクス状に形成されている。そして、隣接するフォトダイオード 5 1 間は画素間分離部 2 1 9 により電氣的に分離されている。

[0067] フォトダイオード 5 1 は、シリコン基板 1 0 1 の表面側及び裏面側に形成される p 型領域 2 2 3、2 2 4 と、その間に形成される n 型領域 2 2 2 とで構成されている。フォトダイオード 5 1 では、その p 型領域 2 2 3、2 2 4 と n 型領域 2 2 2 との間に p n 接合が形成されている。フォトダイオード 5 1 では、入射した光の光量に応じた信号電荷が生成され、n 型領域 2 2 2 に蓄積される。また、シリコン基板 1 0 1 の界面で発生する暗電流の原因となる電子は、シリコン基板 1 0 1 の表面及び裏面に形成された p 型領域 2 2 3、2 2 4 の多数キャリアである正孔に吸収されることにより、暗電流が抑制される。また、各フォトダイオード 5 1 は、p 型領域 2 1 8 と、p 型領域 2 1 8 内に形成された画素間分離部 2 1 9 によって電氣的に分離されている。

[0068] F D 5 5 は、図 7 に示すように、シリコン基板 1 0 1 の表面側に形成され

たp-ウェル層229に、n型の不純物が高濃度にイオン注入されることで形成されたn+型領域で構成される。また、転送トランジスタ（例えば、図5に示した第1転送トランジスタ52、又は、第2転送トランジスタ54）のゲート電極である転送ゲート電極216は、フォトダイオード51とFD55との間のシリコン基板101の表面側に、ゲート絶縁膜217を介して形成されている。

[0069] 画素間分離部219は、トレンチアイソレーション構造を有する。例えば、画素間分離部219は、シリコン基板101の裏面側から深さ方向に形成されたトレンチ239と、トレンチ239内の内側面を覆うように形成された固定電荷膜220と、固定電荷膜220を介してトレンチ239内に埋め込まれた絶縁膜221（本開示の「充填膜」の一例）とを有する。画素間分離部219は、シリコン基板101に形成されたp型領域218内に掘り込まれて形成されている。画素間分離部219は、例えば、画素を取り囲むように格子状に形成されている。また、隣接するフォトダイオード51とフォトダイオード51との間に画素トランジスタが形成されている場合には、画素間分離部219は、FD55や画素トランジスタのソース・ドレイン領域と平面視で重なるように配置されている。

[0070] また、画素間分離部219は、画素トランジスタが形成されるp-ウェル層29に達する深さに形成され、かつ、FD55やソース・ドレイン領域には達しない深さに形成されている。すなわち、画素間分離部219は、シリコン基板101の裏面（図7では、上面）から、シリコン基板101の厚さ方向の途中位置まで形成されている。

[0071] 画素間分離部219を構成するトレンチ239は、シリコン基板101の裏面側に開口し、かつシリコン基板101内に底面を有する。トレンチ239は、シリコン基板101の表面には到達しない深さに形成されている。例えば、シリコン基板101が1 μ m以上6 μ m以下の厚みを有する場合、トレンチ239は、シリコン基板101の裏面から0.25 μ m以上5.0 μ m以下の深さに形成されている。

[0072] なお、図7では、画素間分離部219は、p-ウェル層229に達する深さに形成されている場合を示しているが、必ずしもp-ウェル層229に達する深さでなくともよい。例えば、画素間分離部219は、p-ウェル層229に達しておらず、p型領域218内に留まるように形成されていてもよい。画素間分離部219がp-ウェル層229に達しない構成でも絶縁分離の効果を得ることができる。

[0073] また、トレンチ239に形成される固定電荷膜220はトレンチ239の内周面及び底面に成膜されると共に、シリコン基板101の裏面全面に形成されている。なお、以下の説明では、トレンチ239の内周面及び底面を合わせて、「内壁面」として説明する。固定電荷膜220としては、シリコン等の基板上に堆積することにより固定電荷を発生させてピンングを強化させることが可能な材料を用いることが好ましく、負の電荷を有する高屈折率材料膜または高誘電体膜を用いることができる。

[0074] 固定電荷膜220の具体的な材料としては、例えば、ハフニウム(Hf)、アルミニウム(Al)、ジルコニウム(Zr)、タンタル(Ta)及びチタン(Ti)のうち少なくとも1つの元素を含む酸化物または窒化物を適用することができる。固定電荷膜220の成膜方法としては、例えば、化学気相成長法(以下、CVD(Chemical Vapor Deposition)法)、スパッタリング法、原子層蒸着法(以下、ALD(Atomic Layer Deposition)法)等が挙げられる。ALD法を用いれば、成膜中に界面準位を低減するSiO₂膜を同時に1nm程度の膜厚に形成することができる。また、固定電荷膜220の上記以外の材料としては、ランタン(La)、プラセオジウム(Pr)、セリウム(Ce)、ネオジム(Nd)、プロメチウム(Pm)、サマリウム(Sm)、ユウロピウム(Eu)、ガドリニウム(Gd)、テルビウム(Tb)、ジスプロシウム(Dy)、ホルミウム(Ho)、ツリウム(Tm)、イッテルビウム(Yb)、ルテチウム(Lu)及びイットリウム(Y)のうち少なくとも1つの元素を含む酸化物または窒化物等が挙げられる。さらに、上記固定電荷膜は、酸

窒化ハフニウム膜または酸窒化アルミニウム膜で形成することも可能である。

[0075] 上述の固定電荷膜 220 の材料には、絶縁性を損なわない範囲で、膜中にシリコン (Si) や窒素 (N) が添加されていてもよい。その濃度は、膜の絶縁性が損なわれない範囲で適宜決定される。このように、シリコン (Si) や窒素 (N) が添加されることによって、膜の耐熱性やプロセスの中でイオン注入の阻止能力を上げることが可能になる。

[0076] 本実施形態では、トレンチ 239 の内壁面及びシリコン基板 101 の裏面に負の電荷を有する固定電荷膜 220 が形成されているため、固定電荷膜 220 に接する面に反転層が形成される。これにより、シリコン界面が反転層によりピンニングされるため、暗電流の発生が抑制される。また、シリコン基板 101 にトレンチ 239 を形成する場合、トレンチ 239 の側壁及び底面に物理的ダメージが発生し、トレンチ 239 の周辺部でピンニング外れが発生する可能性がある。この問題点に対し、本実施形態では、トレンチ 239 の側壁及び底面に固定電荷を多く持つ固定電荷膜 220 を形成することによりピンニング外れが防止される。

[0077] 絶縁膜 221 は、固定電荷膜 220 が形成されたトレンチ 239 内に埋め込まれると共に、シリコン基板 101 の裏面側全面に形成されている。絶縁膜 221 の材料としては、固定電荷膜 220 とは異なる屈折率を有する材料で形成することが好ましく、例えば、酸化シリコン、窒化シリコン、酸窒化シリコン、樹脂などを用いることができる。また、正の固定電荷を持たない、又は正の固定電荷が少ないという特徴を持つ材料を絶縁膜 221 に用いることができる。

[0078] そして、トレンチ 239 が絶縁膜 221 に埋め込まれることにより、各画素を構成するフォトダイオード 51 が絶縁膜 221 を介して分離される。これにより、隣接画素に信号電荷が漏れ込みにくくなるため、飽和電荷量 (Q_s) を超えた信号電荷が発生した場合において、溢れた信号電荷が隣接するフォトダイオード 51 へ漏れ込むことを低減することができる。このため、

電子混色を抑制することができる。

[0079] また、シリコン基板 101 の入射面側となる裏面側に形成された固定電荷膜 220 と絶縁膜 221 の 2 層構造はその屈折率の違いにより、反射防止膜の役割を有する。これにより、シリコン基板 101 の裏面側から入射した光のシリコン基板 101 の裏面側における反射が防止される。

[0080] 遮光膜 225 は、シリコン基板 101 の裏面に形成された絶縁膜 221 上の所望の領域に形成されており、画素領域では、フォトダイオード 51 を開口するように格子状に形成されている。すなわち、遮光膜 225 は、画素間分離部 219 に対応する位置に形成されている。遮光膜 225 は、画素間分離部 219 と平面視で重なる位置に形成されている。遮光膜 225 を構成する材料としては、光を遮光する材料であればよく、例えば、タングステン (W)、アルミニウム (Al) 又は銅 (Cu) を用いることができる。

[0081] 平坦化膜 108 は、遮光膜 225 を含む絶縁膜 221 上全面に形成され、これによりシリコン基板 101 の裏面側の面が平坦とされる。平坦化膜 108 の材料としては、例えば、樹脂などの有機材料を用いることができる。

[0082] カラーフィルタ 11c は、平坦化膜 108 上面に形成されており、画素毎に例えば、R (赤色)、G (緑色)、B (青色) に対応して形成されている。カラーフィルタ 11c では、所望の波長の光が透過され、透過した光がシリコン基板 101 内のフォトダイオード 51 に入射する。

[0083] オンチップレンズ 11d は、カラーフィルタ 11c 上面に形成されている。オンチップレンズ 11d では照射された光が集光され、集光された光はカラーフィルタ 11c を介して各フォトダイオード 51 に効率良く入射する。

[0084] 以上の構成を有する画素センサ基板 11b では、シリコン基板 101 の裏面 (図 7 では、上面) 側から光が照射され、オンチップレンズ 11d 及びカラーフィルタ 11c を透過した光がフォトダイオード 51 にて光電変換することにより、信号電荷が生成される。そしてフォトダイオード 51 にて生成された信号電荷は、シリコン基板 101 の表面側に形成された画素トランジスタを介して、多層配線層 102 の一部で構成される垂直信号線 41 (例え

ば、図4参照)により画素信号として出力される。

[0085] (画素レイアウト)

次に、固体撮像素子11の画素アレイ部33のレイアウト(以下、画素レイアウト)について説明する。本開示の実施形態において、画素レイアウトは、例えば、以下に示す構成例1から3のいずれか1つ以上の構成を採ることができる。

[0086] (1) 構成例1

図8Aは、本開示の実施形態1に係る画素レイアウトの構成例1を示す平面図である。図8Bは、図8Aに示す画素レイアウトに対する、オンチップレンズ11dの配置例を示す平面図である。なお、図8A及び図8Bにおいて、Gの符号が付された画素32は、カラーフィルタ11c(例えば、図7参照)のうち、緑色(本開示の「第1色」の一例)の光を透過するGフィルタ(本開示の「第1色フィルタ」の一例)で覆われた緑色画素32G(本開示の「第1色画素」の一例)である。Rの符号が付された画素32は、カラーフィルタ11cのうち、赤色(本開示の「第2色」の一例)の光を透過するRフィルタ(本開示の「第2色フィルタ」の一例)で覆われた赤色画素32R(本開示の「第2色画素」の一例)である。Bの符号が付された画素32は、カラーフィルタ11cのうち、青色(本開示の「第3色」の一例)の光を透過するBフィルタ(本開示の「第3色フィルタ」の一例)で覆われた青色画素32B(本開示の「第3色画素」の一例)である。

[0087] 図8Aに示すように、固体撮像素子11は、例えば、緑色画素群32GG(本開示の「第1色画素群」の一例)と、赤色画素群32RG(本開示の「第21色画素群」の一例)と、青色画素群32BG(本開示の「第21色画素群」の一例)とを有する。緑色画素群32GGは、緑色画素32Gが平面視で水平方向(本開示の「第1方向」の一例)及び垂直方向(本開示の「第2方向」の一例)に2画素ずつ並べられた4画素を有する。赤色画素群32RGは、赤色画素32Rが平面視で水平方向及び垂直方向に2画素ずつ並べられた4画素を有する。青色画素群32BGは、青色画素32Bが平面視で

水平方向及び垂直方向に2画素ずつ並べられた4画素を有する。

[0088] 緑色画素群3 2 G Gと、赤色画素群3 2 R Gと、青色画素群3 2 B Gとで、単位レイアウトが構成されている。例えば、一对の緑色画素群3 2 G Gが第1の対角線上で配置され、赤色画素群3 2 R Gと青色画素群3 2 B Gとが第1の対角線と交差する（例えば、直交する）第2の対角線上に配置されて、単位レイアウトが構成されている。固体撮像素子1 1の画素レイアウトは、この単位レイアウトが平面視で水平方向及び垂直方向に繰り返し配置された構成を有する。これにより、緑色画素群3 2 G G、赤色画素群3 2 R G及び青色画素群3 2 B Gは、平面視で、水平方向及び垂直方向で異色の画素群同士が隣接している。

[0089] 図8 Bに示すように、オンチップレンズ1 1 dは、平面視で水平方向及び垂直方向に2画素ずつ並べられた4画素ごとに、1つずつ配置されている。例えば、1つの緑色画素群3 2 G Gに1つのオンチップレンズ1 1 dが配置されている。1つの赤色画素群3 2 R Gに1つのオンチップレンズ1 1 dが配置されている。1つの青色画素群3 2 B Gに1つのオンチップレンズ1 1 dが配置されている。

[0090] 図8 A及び図8 Bに示すように、画素レイアウトの構成例1では、同色画素間及び異色画素間がそれぞれ、トレンチアイソレーション構造を有する画素間分離部2 1 9（例えば、図7参照）で分離されている。例えば、画素間分離部2 1 9は、隣接する同色の画素3 2間を分離する同色画素間分離部2 1 9 1と、隣接する異色の画素3 2間を分離する異色画素間分離部2 1 9 2と、を有する。隣接する一方の緑色画素3 2 Gと他方の緑色画素3 2 Gとの間、隣接する一方の赤色画素3 2 Rと他方の赤色画素3 2 Rとの間、及び、隣接する一方の青色画素3 2 Bと他方の青色画素3 2 Bとの間がそれぞれ、同色画素間分離部2 1 9 1で分離されている。また、隣接する緑色画素3 2 Gと赤色画素3 2 Rとの間、及び、隣接する緑色画素3 2 Gと青色画素3 2 Bとの間がそれぞれ、異色画素間分離部2 1 9 2で分離されている。なお、隣接するとは、平面視で水平方向又は垂直方向で隣接することを意味する。

[0091] 図 8 A 及び図 8 B に示す画素レイアウトの構成例 1 では、同色画素間分離部 2 1 9 1 及び異色画素間分離部 2 1 9 2 が、それぞれトレンチアイソレーション構造（例えば、図 7 の画素間分離部 2 1 9 の構造、又は、後述の図 2 4 に示す画素間分離部 2 1 9 A の構造）を有する。これにより、図 8 A 及び図 8 B に示す画素レイアウトの構成例 1 は、同色画素間の混色及び異色画素間の混色を抑制することができる。

[0092] （2）構成例 2

本開示の実施形態 1 において、画素レイアウトは、異色画素間がトレンチアイソレーション構造を有する画素間分離部で分離され、同色画素間は拡散層で分離されていてもよい。

[0093] 図 9 A は、本開示の実施形態 1 に係る画素レイアウトの構成例 2 を示す平面図である。図 9 B は、図 9 A に示す画素レイアウトに対する、オンチップレンズの配置例を示す平面図である。図 9 A 及び図 9 B に示すように、画素レイアウトの構成例 2 では、異色画素間分離部 2 1 9 2 はトレンチアイソレーション構造を有する。同色画素間分離部 2 1 9 1 は、トレンチアイソレーション構造ではなく、拡散層の一例となる p 型領域 2 1 8 のみで構成されている。

[0094] 例えば、隣接する緑色画素 3 2 G と赤色画素 3 2 R との間、及び、隣接する緑色画素 3 2 G と青色画素 3 2 B との間がそれぞれ、トレンチアイソレーション構造を有する異色画素間分離部 2 1 9 2 で分離されている。隣接する一方の緑色画素 3 2 G と他方の緑色画素 3 2 G との間、隣接する一方の赤色画素 3 2 R と他方の赤色画素 3 2 R との間、及び、隣接する一方の青色画素 3 2 B と他方の青色画素 3 2 B との間はそれぞれ、p 型領域 2 1 8 のみで構成される同色画素間分離部 2 1 9 1 で分離されている。

[0095] 図 9 a 及び図 9 B に示す画素レイアウトの構成例 2 では、異色画素間分離部 2 1 9 2 がトレンチアイソレーション構造を有するため、特に、異色画素間の混色を抑制することができる。

[0096] （3）構成例 3

本開示の実施形態では、同色画素間が、平面視で部分的に、トレンチアイソレーション構造を有する画素間分離部で分離されていてもよい。図10Aは、本開示の実施形態1に係る画素レイアウトの構成例3を示す平面図である。図10Bは、図10Aに示す画素レイアウトに対する、オンチップレンズ11dの配置例を示す平面図である。図10A及び図10Bに示すように、画素レイアウトの構成例3では、異色画素間分離部2192がトレンチアイソレーション構造を有する。同色画素間分離部2191は、トレンチアイソレーション構造を有する部分と、p型領域218のみで構成される部分とを有する。

[0097] 例えば、図10A及び図10Bに示すように、緑色画素群32GG、赤色画素群32RG、青色画素群32BGの各々における同色画素間分離部2191は、各画素群の外周部を除いて、トレンチアイソレーション構造を有する。各画素群の外周部における同色画素間分離部2191は、p型領域218のみで構成されている。これにより、同色画素間分離部2191のうち、トレンチアイソレーション構造を有する部分の平面視による形状は、十字（クロス）状となっている。

[0098] 図10A及び図10Bに示す画素レイアウトの構成例3では、異色画素間分離部2192がトレンチアイソレーション構造を有するため、特に、異色画素間の混色を抑制することができる。また、同色画素間分離部2191の一部がトレンチアイソレーション構造を有するため、同色画素間の混色も抑制することができる。

[0099] なお、上記の構成例3は、以下の図11に示す変形例1の態様、又は、図12に示す変形例2の態様であってもよい。

[0100] 図11は、画素レイアウトの構成例3の変形例1を示す平面図である。図11に示すように、緑色画素群32GG、赤色画素群32RG、青色画素群32BGの各々における同色画素間は、各画素群の中心部を除いて、トレンチアイソレーション構造を有する同色画素間分離部2191で分離されていてもよい。各画素群の中心部における同色画素間は、p型領域218のみで

構成される同色画素間分離部 2 1 9 1 で分離されていてもよい。これにより、トレンチアイソレーション構造を有する同色画素間分離部 2 1 9 1 の平面視による形状は、各画素群の外周から各画素群の中心部に向けて突き出た直線状となっている。このような態様であっても、上記の構成例 3 と同様に、異色画素間の混色と同色画素間の混色とを抑制することができる。

[0101] 図 1 2 は、画素レイアウトの構成例 3 の変形例 2 を示す平面図である。図 1 2 に示すように、緑色画素群 3 2 G G、赤色画素群 3 2 R G、青色画素群 3 2 B G の各々における同色画素間は、各画素群の外周部と、各画素群の真中心部とを除いて、トレンチアイソレーション構造を有する同色画素間分離部 2 1 9 1 で分離されていてもよい。画素群の真中心部とは、例えば、上記した画素群の中心部のさらに中心に近い領域を意味する。各画素群の外周部における同色画素間と、各画素群の真中心部における同色画素間は、p 型領域 2 1 8 のみで構成される同色画素間分離部 2 1 9 1 で分離されていてもよい。これにより、トレンチアイソレーション構造を有する同色画素間分離部 2 1 9 1 の平面視による形状は、中抜き十字（クロス）状となっている。このような態様であっても、上記の構成例 3 と同様に、異色画素間の混色と同色画素間の混色とを抑制することができる。

[0102] （４）構成例 4

上記の構成例 1 から 3 では、4 つの画素で構成される 1 つの画素群に 1 つのオンチップレンズ 1 1 d が配置される態様を示した。しかしながら、本開示の実施形態において、画素レイアウトに対するオンチップレンズ 1 1 d の配置はこれに限定されない。本開示の実施形態では、1 つの画素 3 2 に 1 つのオンチップレンズ 1 1 d が配置されていてもよい。また、平面視で、1 つの画素 3 2 内に拡散層が設けられていてもよい。

[0103] 図 1 3 A は、本開示の実施形態 1 に係る画素レイアウトの構成例 4 を示す平面図である。図 1 3 B は、図 1 3 A に示す画素レイアウトに対する、オンチップレンズ 1 1 d の配置例を示す平面図である。図 1 3 A 及び図 1 3 B に示すように、画素レイアウトの構成例 4 では、画素 3 2 内に p 型領域 2 1 8

が設けられている。p型領域218によって、1つの画素32内は例えば左側領域と右側領域とに完全分離されている。また、1つの画素32に1つのオンチップレンズ11dが配置されている。

[0104] このような構成であっても、緑色画素群32GG、赤色画素群32RG、青色画素群32BGの各々における異色画素間は、トレンチアイソレーション構造を有する異色画素間分離部2192で分離されているので、異色画素間の混色を抑制することができる。

[0105] なお、実施例4において、p型領域218による画素32内の分離は、平面視で部分的であってもよい。すなわち、上記の構成例4は、以下の図14に示す変形例1の態様、又は、図15に示す変形例2の態様であってもよい。

[0106] 図14は、画素レイアウトの構成例4の変形例1を示す平面図である。図14に示すように、緑色画素32G、赤色画素32R、青色画素32Bの各々において、p型領域218による画素内分離は、平面視で、外周部に限定されており、中心部は除外されていてもよい。例えば、p型領域218は、1つの画素32内を左側領域と右側領域とに分離しているが、この分離は完全分離ではなく部分分離である。各画素32の中心部にはp型領域218は設けられておらず、この中心部を介して左側領域と右側領域とが接続している。このような態様であっても、上記の構成例4と同様に、異色画素間の混色と同色画素間の混色とを抑制することができる。

[0107] 図15は、画素レイアウトの構成例4の変形例2を示す平面図である。図15に示すように、各画素32内を右側領域と左側領域とに部分分離するp型領域218は、各画素の片側（例えば、上側）に寄せられていてもよい。このような態様であっても、上記の構成例4と同様に、異色画素間の混色と同色画素間の混色とを抑制することができる。

[0108] (WLレンズの構成)

WLレンズ30の平面視による形状は、円形状でもよいし、矩形状又は角丸矩形状であってもよい。図2に示したように、WLレンズ30は、ガラス

基板 1 2、接着剤 1 5、I R C F 1 4、接着剤 2 5等を介して、固体撮像素子 1 1 上に取り付けられる。接着剤による取り付けのため、W L レンズ 3 0 の角部近傍は他の部分よりも剥がれ易い傾向がある。W L レンズ 3 0 の角部の剥がれが生じると、入射光が固体撮像素子 1 1 に適切に入射せず、フレアやゴーストが発生する可能性がある。

[0109] この可能性を低減するため、W L レンズ 3 0 の外形寸法を固体撮像素子 1 1 の外形寸法よりも小さな値に設定し、さらに、W L レンズ 3 0 の中央付近に有効領域を設定すると共に外周部に非有効領域を設定してもよい。すなわち、W L レンズ 3 0 の外形寸法を固体撮像素子 1 1 上のガラス基板 1 2 よりも小さくし、かつ、W L レンズ 3 0 の外周部に非有効領域 3 0 b が設定され、その内側に有効領域 3 0 a が設定されるようにする。これにより、固体撮像素子 1 1 から剥がれ難く、または、端部が多少剥がれても有効に入射光を集光できる W L レンズ 3 0 を実現することが可能である。

[0110] なお、有効領域 3 0 a とは、W L レンズ 3 0 の入射光が入射する領域のうち、非球面形状であって、固体撮像素子 1 1 の光電変換可能な領域に入射光を集光するように有効に機能する領域である。換言すれば、有効領域 3 0 a は、非球面形状のレンズ構造が形成された同心円状の構造であって、レンズ外周部と外接する領域であって、入射光を固体撮像素子 1 1 の光電変換可能な撮像面に集光する領域である。非有効領域 3 0 b とは、W L レンズ 3 0 に入射する入射光を、必ずしも、固体撮像素子 1 1 において光電変換される領域に集光するレンズとして機能しない領域である。

[0111] ただし、非有効領域 3 0 b において、有効領域 3 0 a との境界においては、一部非球面形状のレンズとして機能する構造を延長した構造とすることが望ましい。このように、レンズとして機能する構造が、非有効領域 3 0 b であって、有効領域 3 0 a との境界付近に延長して設けられることにより、W L レンズ 3 0 が固体撮像素子 1 1 上のガラス基板 1 2 に接着される、または、貼り付けられるときに位置ズレが生じても適切に入射光を固体撮像素子 1 1 の撮像面に集光させることが可能となる。

- [0112] 図1及び図2に示したように、WLレンズ30の端部は、固体撮像素子11の撮像面に対して垂直に形成される。また、WLレンズ30の端部は、WLレンズ30のサイズが固体撮像素子11のサイズよりも小さく設定され、WLレンズ30の中央部に有効領域30aが設定されて、その外周部に非有効領域30bが設定されれば、その他の形状で形成されていてもよい。
- [0113] 図16は、WLレンズ30の端部の構成例（その1）を示す図である。図16の左上部で示されるように、非有効領域30bにおける、有効領域30aとの境界において、非球面のレンズとしての有効領域30aと同様の構成が延長され、非有効領域30bの端部Z331で示されるように、端部が垂直に形成されてもよい。
- [0114] また、図16の左から2番目の上部で示されるように、非有効領域30bにおける、有効領域30aとの境界において、非球面のレンズとしての有効領域30aと同様の構成が延長され、非有効領域30bの端部Z332で示されるように、端部がテーパ形状に形成されてもよい。
- [0115] さらに、図16の左から3番目の上部で示されるように、非有効領域30bにおける、有効領域30aとの境界において、非球面のレンズとしての有効領域30aと同様の構成が延長され、非有効領域30bの端部Z333で示されるように、端部がラウンド状に形成されてもよい。
- [0116] また、図16の右上部で示されるように、非有効領域30bにおける、有効領域30aとの境界において、非球面のレンズとしての有効領域30aと同様の構成が延長され、非有効領域30bの端部Z334で示されるように、端部が多段構造の側面として形成されてもよい。
- [0117] さらに、図16の左下部で示されるように、非有効領域30bにおける、有効領域30aとの境界において、非球面のレンズとしての有効領域30aと同様の構成が延長され、非有効領域30bの端部Z335で示されるように、端部に水平方向の平面部を備え、有効領域30aよりも、入射光の入射方向と対向する方向に突出した土手状の突出部が形成された上で、突出部の側面が垂直に形成されてもよい。

- [0118] また、図16の左から2番目の下部で示されるように、非有効領域30bにおける、有効領域30aとの境界において、非球面のレンズとしての有効領域30aと同様の構成が延長され、非有効領域30bの端部Z336で示されるように、端部に水平方向の平面部を備え、有効領域30aよりも、入射光の入射方向と対向する方向に突出した土手状の突出部が形成された上で、突出部の側面がテーパ形状に形成されてもよい。
- [0119] さらに、図16の左から3番目の下部で示されるように、非有効領域30bにおける、有効領域30aとの境界において、非球面のレンズとして37の有効領域30aと同様の構成が延長され、非有効領域30bの端部Z337で示されるように、端部に水平方向の平面部を備え、有効領域30aよりも、入射光の入射方向と対向する方向に突出した土手状の突出部が形成された上で、突出部の側面がラウンド形状に形成されてもよい。
- [0120] また、図16の右下部で示されるように、非有効領域30bにおける、有効領域30aとの境界において、非球面のレンズとしての有効領域30aと同様の構成が延長され、非有効領域30bの端部Z338で示されるように、端部に水平方向の平面部を備え、有効領域30aよりも、入射光の入射方向と対向する方向に突出した土手状の突出部が形成された上で、突出部の側面が多段構造に形成されてもよい。
- [0121] なお、図16の上段には、WLレンズ30の端部に、水平方向の平面部を備える土手状の突出部が設けられていない構造例が示されている。図16の下段には、WLレンズ30の端部に、水平方向の平面部を備える突出部が設けられている構造例が示されている。また、図16の上段及び下段は、いずれも左から順に、WLレンズ30の端部がガラス基板12に対して垂直に構成された例、端部がテーパ形状に構成された例、端部がラウンド形状に構成された例、及び端部が複数の側面が多段に構成された例が示されている。
- [0122] 図17は、WLレンズ30の端部の構成例（その2）を示す図である。図17の上部で示されるように、非有効領域30bにおける、有効領域30aとの境界において、非球面のレンズとしての有効領域30aと同様の構成が

延長され、非有効領域 30b の端部 Z351 で示されるように、突出部がガラス基板 12 に対して垂直に形成され、さらに、固体撮像素子 11 上のガラス基板 12 との境界に方形状の境界構造 Es を残すように構成するようにしてもよい。

[0123] さらに、図 17 の下部で示されるように、非有効領域 30b における、有効領域 30a との境界において、非球面のレンズとしての有効領域 30a と同様の構成が延長され、非有効領域 30b の端部 Z352 で示されるように、突出部がガラス基板 12 に垂直に形成され、さらに、固体撮像素子 11 上のガラス基板 12 との境界にラウンド形状の境界構造 Er を残すように構成するようにしてもよい。

[0124] 方形状の境界構造 Es 及びラウンド形状の境界構造 Er については、いずれにおいても、WL レンズ 30 とガラス基板 12 との接触面積を増大させることにより、WL レンズ 30 とガラス基板 12 とをより密着させて接合させることが可能となり、結果として、WL レンズ 30 のガラス基板 12 からの剥がれを抑制することが可能となる。

[0125] なお、方形状の境界構造 Es 及びラウンド形状の境界構造 Er については、端部がテーパ形状に形成される場合、ラウンド形状に形成される場合、及び多段構造に形成される場合のいずれにおいて使用するようにしてもよい。

[0126] 図 18 は、WL レンズ 30 の端部の構成例（その 3）を示す図である。図 18 で示されるように、非有効領域 30b における、有効領域 30a との境界において、非球面のレンズとしての有効領域 30a と同様の構成が延長され、非有効領域 30b の端部 Z371 で示されるように、WL レンズ 30 の側面がガラス基板 12 に垂直に形成され、さらに、その外周部のガラス基板 12 上に WL レンズ 30 と略同一の高さで、所定の屈折率の屈折膜 351 が構成されるようにしてもよい。

[0127] これにより、例えば、屈折膜 351 が所定の屈折率よりも高屈折率である場合、図 18 の上部の実線の矢印で示されるように、WL レンズ 30 の外周部からの入射光がある場合、WL レンズ 30 の外側に反射すると共に、点線

の矢印で示されるように、WLレンズ30の側面部への入射光を低減する。結果として、WLレンズ30への迷光の侵入を抑制するので、フレアやゴーストの発生を抑制する。

[0128] また、屈折膜351が所定の屈折率よりも低屈折率である場合、図18の下部の実線の矢印で示されるように、固体撮像素子11の入射面に入射せず、WLレンズ30の側面からWLレンズ30外に透過しようとする光を透過させると共に、点線の矢印で示されるように、WLレンズ30の側面からの反射光を低減させる。結果として、WLレンズ30への迷光の侵入を抑制するので、フレアやゴーストの発生を抑制することが可能となる。

[0129] さらに、図18においては、屈折膜351は、ガラス基板12上のWLレンズ30と同一の高さに、かつ、端部が垂直に形成される例について説明してきたが、それ以外の形状であってもよい。

[0130] 図19は、WLレンズ30の端部の構成例（その4）を示す図である。例えば、図19の左上部の領域Z391で示されるように、屈折膜351は、ガラス基板12上の端部にテーパ形状が形成され、かつ、WLレンズ30の端部の高さよりも高い厚みを持った構成とするようにしてもよい。

[0131] また、例えば、図19の中央上部の領域Z392で示されるように、屈折膜351は、端部にテーパ形状が形成され、かつ、WLレンズ30の端部の高さよりも高くなるような厚みを持った構成とし、さらに、一部がWLレンズ30の非有効領域30bに被るような構成にしてもよい。

[0132] さらに、例えば、図19の右上部の領域Z393で示されるように、屈折膜351は、WLレンズ30の端部の高さからガラス基板12の端部にかけてテーパ形状が形成される構成にしてもよい。

[0133] また、例えば、図19の左下部の領域Z394で示されるように、屈折膜351は、ガラス基板12の端部にテーパ形状が形成され、かつ、WLレンズ30の端部の高さよりも低い厚みを持った構成にしてもよい。

[0134] さらに、例えば、図19の右下部の領域Z395で示されるように、屈折膜351は、WLレンズ30の端部の高さよりもガラス基板12に向かって

凹状で、かつ、ラウンド形状に形成される構成にしてもよい。

[0135] 図18、図19のいずれの構成においても、WLレンズ30への迷光の侵入を抑制するので、フレアやゴーストの発生を抑制することが可能となる。

[0136] (凹型レンズの変形例)

本開示の実施形態では、本開示の凹型レンズとして、WLレンズ30に代えて、以下で説明するレンズ401を用いてもよい。図20は、本開示の実施形態1に係る撮像装置1の変形例を示す図である。

[0137] 図20で示されるように、上面からみた重心位置を中心とした同心円状に非球面の凹型のレンズ401が、固体撮像素子11上のガラス基板12上に形成されていてもよい。また、レンズ401には、光が入射する面上にARコート(Anti Reflection)402が形成され、外周部に突出部401aが形成されている。ARコート402により、固体撮像素子11からの反射光の内乱反射が抑制されるので、より高い精度でフレアやゴーストの発生を抑制することが可能となる。

[0138] ARコート402は、単層膜又は多層構造膜であり、例えば、透明なシリコン系樹脂、アクリル系樹脂、エポキシ系樹脂、スチレン系等の樹脂、Si(ケイ素)、C(炭素)、H(水素)を主成分とする絶縁膜(例えば、SiCH, SiCOH, SiCNH)、Si(ケイ素)、N(窒素)を主成分とする絶縁膜(例えば、SiON, SiN)、水酸化シリコン、アルキルシラン、アルコキシシラン、ポリシロキサン等の少なくともいずれかの材料ガスと酸化剤を用いて成膜されるSiO₂膜、P-SiO膜、HDP-SiO膜などの単層膜、又は、これらの中から選択される1種以上の膜を含む多層積層膜である。ARコート402は、例えば、真空蒸着、スパッタリング、またはWETコーティングなどを採用することができる。

[0139] 図21は、凹型のレンズ401の構成例(その1)を示す図である。レンズ401は、図21で示されるように、上面から見た重心位置を中心として非球面の凹型形状となるような、すり鉢状の形状とされている。なお、図21においては、図中の右上部が、図中の左上部の点線で示される方向におけ

るレンズ401の断面形状が示されており、図中の右下部が、図中の左上部の実線で示される方向におけるレンズ401の断面形状が示されている。

[0140] 図21においては、レンズ401の範囲Z_eが図21の右上部及び右下部において共通の非球面曲面構造とされており、このような形状により固体撮像素子11の撮像面に、図中の上方からの入射光を集光させる有効領域を構成する。

[0141] また、レンズ401は、非球面曲面から構成されることにより、中心位置から光の入射方向と垂直方向の距離の応じて厚さが変化する。より具体的には、中心位置においては、レンズ厚さは最も薄い厚さDであり、範囲Z_eにおける中心から最も離れた位置のレンズ厚さは、最も厚い厚さHとなる。また、ガラス基板12の厚さが、厚さT_hである場合、レンズ401の最も厚くなる厚さHは、ガラス基板12の厚さT_hよりも厚く、レンズ401の最も薄くなる厚さDは、ガラス基板12の厚さT_hよりも薄い。

[0142] すなわち、これらの関係をまとめると、厚さD、H、T_hは、厚さH>厚さT_h>厚さDの関係を満たしたレンズ401とガラス基板12とが用いられることで、小型軽量で、かつ、高解像度での撮像が可能な撮像装置1（の一体化構成部10）を実現することが可能となる。

[0143] また、ガラス基板12の体積V_Gが、レンズ401の体積V_Lよりも小さくなるようにすることで、最も効率よくレンズの体積を形成することが可能となるので、小型軽量で、かつ、高解像度での撮像が可能な撮像装置1を実現することが可能となる。

[0144] 以上においては、図21で示されるような、外周部にテーパが設けられた突出部401aを備えた凹型のレンズ401により、小型軽量で、かつ、高解像での撮像が可能な撮像装置1を構成する例について説明してきた。しかしながら、レンズ401、及びガラス基板12が、厚さD、H、T_hは、厚さH>厚さT_h>厚さDの関係を満たす限り、レンズ401の形状は他の形状であってもよい。また、体積V_G、V_Lが、体積V_G<体積V_Lの関係を満たせば、より好ましい。

- [0145] 図22は、凹型のレンズ401の構成例（その2）を示す図である。例えば、図22のレンズ401Gで示されるように、突出部401aより外周側の側面は、ガラス基板12に対して直角をなす構成として、テーパを含まない構成とするようにしてもよい。
- [0146] また、図22のレンズ401Hで示されるように、突出部401aより外周側の側面は、ラウンド状のテーパを含む構成とするようにしてもよい。
- [0147] さらに、図22のレンズ401Iで示されるように、突出部401aそのものを含まず、側面は、ガラス基板12に対して所定の角をなす直線状のテーパ形状を含む構成とするようにしてもよい。
- [0148] また、図22のレンズ401Jで示されるように、突出部401aそのものを含まず、側面は、ガラス基板12に対して直角をなす構成として、テーパ形状を含まない構成とするようにしてもよい。
- [0149] さらに、図22のレンズ401Kで示されるように、突出部401aそのものを含まず、側面は、ガラス基板12に対してラウンド状のテーパ形状を含む構成とするようにしてもよい。
- [0150] また、図22のレンズ401Lで示されるように、突出部401aそのものを含まず、レンズの側面は、2つの変曲点を有する2段構成とするようにしてもよい。また、レンズ401Lの側面については、2つの変曲点を有する2段構成であるので、2段側面型レンズと称してもよい。
- [0151] さらに、図22のレンズ401Mで示されるように、側面は、突出部401aを含み、かつ、外形側面に2つの変曲点を有する2段構成とするようにしてもよい。
- [0152] また、図22のレンズ401Nで示されるように、突出部401aを含み、側面は、ガラス基板12に対して直角をなす構成として、さらに、ガラス基板12との境界付近に方形状の裾引き部401bを付加するようにしてもよい。
- [0153] さらに、図22のレンズ401Nで示されるように、突出部401aを含み、ガラス基板12に対して直角をなす構成として、さらに、ガラス基板1

2との境界付近にラウンド形状の裾引き部401b'を付加するようにしてもよい。

[0154] また、レンズ401の突出部401aや側面を覆うように遮光膜が形成されるようにして、側面フレアの発生を抑制するようにしてもよい。

[0155] 図23は、凹型のレンズ401の側面等に配置される遮光膜521の構成例を示す図である。例えば、図23の最上段で示されるように、ガラス基板12上において、レンズ401の側面、及び突出部401aの上面の平面部の高さまでの全範囲、すなわち、有効領域以外の範囲に遮光膜521が形成されるようにしてもよい。

[0156] また、図23の上から2番目で示されるように、ガラス基板12上からレンズ401の側面、及び突出部401aの上面の平面部までの全面、すなわち、有効領域以外の表面部分の全体に遮光膜521が形成されるようにしてもよい。

[0157] さらに、図23の上から3番目で示されるように、ガラス基板12上からレンズ401の突出部401aの側面に遮光膜521が形成されるようにしてもよい。

[0158] また、図23の上から4番目で示されるように、ガラス基板12上からレンズ401の突出部401aの側面における、ガラス基板12から所定の高さまでの範囲に遮光膜521が形成されるようにしてもよい。

[0159] さらに、図23の上から5番目で示されるように、レンズ401の突出部401aの側面のみに遮光膜521が形成されるようにしてもよい。

[0160] また、図23の上から6番目で示されるように、ガラス基板12上の2段側面型レンズ401の2つの側面の最高位置までの範囲に遮光膜521が形成されるようにしてもよい。

[0161] さらに、図23の上から7番目で示されるように、ガラス基板12上の2段側面型レンズ401の2つの側面の最高位置までの表面の全体、及び、固体撮像素子11の外周部分を覆うように遮光膜521が形成されるようにしてもよい。

[0162] 遮光膜 5 2 1 は、部分成膜により形成してもよいし、成膜後リソグラフィすることで形成してもよいし、レジストを形成した後、成膜し、レジストをリフトオフすることで形成してもよい。

[0163] (実施形態 1 の効果)

以上説明したように、本開示の実施形態 1 に係る撮像装置 1 は、シリコン基板 1 0 1 (本開示の「半導体基板」の一例) と、シリコン基板 1 0 1 に設けられ、シリコン基板 1 0 1 の一方の面 (例えば、裏面) に平行な方向に並んで配置される複数の画素 3 2 と、シリコン基板 1 0 1 に設けられ、複数の画素 3 2 のうちの隣り合う画素 3 2 間を分離する画素間分離部 2 1 9 と、シリコン基板 1 0 1 の一方の面側に設けられるカラーフィルタ 1 1 c と、カラーフィルタ 1 1 c を介してシリコン基板 1 0 1 の一方の面側に設けられ、一方の面に平行な方向に並んで配置される複数のオンチップレンズ 1 1 d と、カラーフィルタ及び複数のオンチップレンズ 1 1 d を介してシリコン基板 1 0 1 の一方の面側に設けられた WL レンズ 3 0 (または、レンズ 4 0 1) と、を備える。

[0164] カラーフィルタ 1 1 c は、緑色の光を透過する G フィルタと、赤色の光を透過する R フィルタと、青色の光を透過する B フィルタと、を有する。複数の画素 3 2 は、G フィルタが配置される緑色画素 3 2 G と、R フィルタが配置される赤色画素 3 2 R と、B フィルタが配置される青色画素 3 2 B と、を有する。

[0165] 画素間分離部 2 1 9 は、緑色画素 3 2 G、赤色画素 3 2 R、青色画素 3 2 B のうち、隣接する同色の画素 3 2 間に配置される同色画素間分離部 2 1 9 1 と、緑色画素 3 2 G、赤色画素 3 2 R、青色画素 3 2 B のうち、隣接する異色の画素 3 2 間に配置される異色画素間分離部 2 1 9 2 と、を有する。異色画素間分離部 2 1 9 2 は、トレンチアイソレーション構造を有する。

[0166] これによれば、WL レンズ 3 0 は、高像高側の画素 3 2 (すなわち、画素領域 2 1 の中心部から離れた位置に配置された画素 3 2) に入射する光の入射角を緩和することができ、高像高側の入射角を 0° (すなわち、受光面で

あるシリコン基板 101 の裏面に対して垂直) に近づけることができる。これにより、高像高側において、隣接する画素間の混色を抑制することができる。また、隣接する異色画素間は、トレンチアイソレーション構造で分離されるため、混色をさらに抑制することができる。これにより、隣接する同色画素間の出力差を低減することが可能となるため、例えば、入力画像の画素配列を異なる画素配列に変換するリモザイク時に、画質の劣化を抑制することが可能となる。

[0167] また、同色画素間分離部 2191 の少なくとも一部（すなわち、一部又は全部）は、トレンチアイソレーション構造を有してもよい。これによれば、隣接する異色画素間だけでなく、隣接する同色画素間も、トレンチアイソレーション構造で分離されるため、混色をさらに抑制することができる。

[0168] （実施形態 2）

上記の実施形態 1 では、図 7 に示したように、画素間分離部 219 を構成するトレンチが、シリコン基板 101 の裏面（図 7 では、上面）に開口し、かつシリコン基板 101 内に底面を有することを説明した。つまり、画素間分離部 219 は、シリコン基板 101 の厚さ方向における途中の位置まで形成されており、シリコン基板 101 を貫通していないことを説明した。しかしながら、本開示の実施形態はこれに限定されない。画素間分離部を構成するトレンチは、半導体基板の一方の面（例えば、裏面）と、一方の面の反対側に位置する他方の面（例えば、表面）との間を貫通していてもよい。つまり、画素間分離部は、半導体基板を貫通していてもよい。

[0169] 図 24 は、本開示の実施形態 2 に係る画素センサ基板 11b の構成例を示す断面図である。図 24 に示すように、実施形態 2 に係る画素センサ基板 11b は、裏面照射型であり、シリコン基板 101 にフォトダイオード 51 と、フォトダイオード 51 を取り囲む画素間分離部 219A とが設けられている。画素間分離部 219 は、トレンチアイソレーション構造を有し、シリコン基板 101 を貫通している。

[0170] 例えば、画素間分離部 219 は、p 型領域 218 に設けられたトレンチ 2

39Aと、トレンチ239Aの内壁に設けられた絶縁膜230と、絶縁膜230を介してトレンチ239A内に埋め込まれたポリシリコン膜221A（本開示の「充填膜」の一例）と、を有する。絶縁膜230は、例えばシリコン酸化膜（ SiO_2 膜）である。トレンチ239Aは、シリコン基板101の裏面232と表面233との間を貫通している。これにより、画素間分離部219は、シリコン基板101を貫通している。

[0171] フォトダイオード51と画素間分離部219Aとの間には、画素間分離部219A側からフォトダイオード51に向かって順にp型領域218とn型領域231とが形成されている。また、p型領域218はシリコン基板101の裏面232に接しているが、n型領域231は裏面232に接していない。n型領域231と裏面232との間にはp型領域224が介在している。これにより、裏面232におけるピニングの弱体化が抑制され、発生した電荷がフォトダイオード51に流れ込んでDark特性が悪化すること（例えば、白点が生じたり、暗電流が発生したりすること）を抑制することができる。

[0172] なお、画素間分離部219Aでは、絶縁膜230として、 SiO_2 膜でなく SiN を用いてもよい。また、絶縁膜230は、固定電荷膜でよく、その具体的材料としては上述の固定電荷膜220（例えば、図7参照）と同様の材料を用いることができる。また、充填膜として、ポリシリコン膜221Aの代わりにドーピングポリシリコンを用いてもよい。充填膜として、ドーピングポリシリコンを用いた場合、又は、ポリシリコン膜を形成した後にn型不純物またはp型不純物をドーピングした場合には、充填膜に負バイアスを印加することで、画素間分離部219Aの側壁のピニングを強化することができるので、Dark特性をさらに改善することができる。

[0173] 実施形態2においても、WLレンズ30は、高像高側の画素32に入射する光の入射角を緩和することができ、高像高側の入射角を 0° に近づけることができる。これにより、高像高側において、隣接する画素間の混色を抑制することができる。また、実施形態2では、異色画素間分離部2192（図

8 Aから図15参照)に、シリコン基板101を貫通する画素間分離部219 Aの構造が用いられる。隣接する異色画素間は、シリコン基板101を貫通するトレンチアイソレーション構造で分離されるため、混色をさらに抑制することができる。これにより、隣接する同色画素間の出力差を低減することが可能となるため、例えば、入力画像の画素配列を異なる画素配列に変換するリモザイク時に、画質の劣化を抑制することが可能となる。

[0174] また、異色画素間分離部2192だけでなく、同色画素間分離部2191 (図8Aから

図15参照)の少なくとも一部についても、シリコン基板101を貫通する画素間分離部219Aの構造が用いられてよい。これにより、隣接する異色画素間だけでなく、隣接する同色画素間も、シリコン基板101を貫通するトレンチアイソレーション構造で分離されるため、混色をさらに抑制することができる。

[0175] <電子機器への適用例>

上述した撮像装置1 (例えば、図1参照)は、例えば、デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラなどの撮像装置、撮像機能を備えた携帯電話機、または、撮像機能を備えた他の機器といった各種の電子機器に適用することができる。

[0176] 図25は、本技術を適用した電子機器としての撮像装置の構成例を示すブロック図である。図25に示される撮像装置1001は、光学系1002、シャッタ装置1003、固体撮像素子1004、駆動回路1005、信号処理回路1006、モニタ1007、及びメモリ1008を備えて構成され、静止画像及び動画像を撮像可能である。

[0177] 光学系1002は、1枚または複数枚のレンズを有して構成され、被写体からの光(入射光)を固体撮像素子1004に導き、固体撮像素子1004の受光面に結像させる。

[0178] シャッタ装置1003は、光学系1002及び固体撮像素子1004の間に配置され、駆動回路1005の制御に従って、固体撮像素子1004への

光照射期間及び遮光期間を制御する。

[0179] 固体撮像素子 1004 は、上述した固体撮像素子を含むパッケージにより構成される。固体撮像素子 1004 は、光学系 1002 及びシャッタ装置 1003 を介して受光面に結像される光に応じて、一定期間、信号電荷を蓄積する。固体撮像素子 1004 に蓄積された信号電荷は、駆動回路 1005 から供給される駆動信号（タイミング信号）に従って転送される。

[0180] 駆動回路 1005 は、固体撮像素子 1004 の転送動作、及び、シャッタ装置 1003 のシャッタ動作を制御する駆動信号を出力して、固体撮像素子 1004 及びシャッタ装置 1003 を駆動する。

[0181] 信号処理回路 1006 は、固体撮像素子 1004 から出力された信号電荷に対して各種の信号処理を施す。信号処理回路 1006 が信号処理を施すことにより得られた画像（画像データ）は、モニタ 1007 に供給されて表示されたり、メモリ 1008 に供給されて記憶（記録）されたりする。

[0182] このように構成されている撮像装置 1001 においても、上述した光学系 1002、及び固体撮像素子 1004 に代えて、撮像装置 1 を適用することにより、装置構成の小型化及び低背化を実現しつつ、隣接する画素間の混色を抑制することが可能となる。

[0183] <撮像装置の使用例>

図 26 は、上述の撮像装置 1 を使用する使用例を示す図である。上述した撮像装置 1 は、例えば、以下のように、可視光や、赤外光、紫外光、X線等の光をセンシングする様々なケースに使用することができる。

- ・デジタルカメラや、カメラ機能付きの携帯機器等の、鑑賞の用に供される画像を撮影する装置

- ・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

- ・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、ＴＶや、冷蔵庫、エアコンディショナ等の家電に供される装置

- ・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
- ・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
- ・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
- ・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
- ・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

[0184] ＜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。

[0185] 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。

[0186] 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。

[0187] 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。

- [0188] 鏡筒 1 1 1 0 1 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 1 1 1 0 0 には光源装置 1 1 2 0 3 が接続されており、当該光源装置 1 1 2 0 3 によって生成された光が、鏡筒 1 1 1 0 1 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 1 1 1 3 2 の体腔内の観察対象に向かって照射される。なお、内視鏡 1 1 1 0 0 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。
- [0189] カメラヘッド 1 1 1 0 2 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）1 1 2 0 1 に送信される。
- [0190] CCU 1 1 2 0 1 は、CPU（Central Processing Unit）やGPU（Graphics Processing Unit）等によって構成され、内視鏡 1 1 1 0 0 及び表示装置 1 1 2 0 2 の動作を統括的に制御する。さらに、CCU 1 1 2 0 1 は、カメラヘッド 1 1 1 0 2 から画像信号を受け取り、その画像信号に対して、例えば現像処理（デモザイク処理）等の、当該画像信号に基づく画像を表示するための各種の画像処理を施す。
- [0191] 表示装置 1 1 2 0 2 は、CCU 1 1 2 0 1 からの制御により、当該CCU 1 1 2 0 1 によって画像処理が施された画像信号に基づく画像を表示する。
- [0192] 光源装置 1 1 2 0 3 は、例えばLED（Light Emitting Diode）等の光源から構成され、術部等を撮影する際の照射光を内視鏡 1 1 1 0 0 に供給する。
- [0193] 入力装置 1 1 2 0 4 は、内視鏡手術システム 1 1 0 0 0 に対する入力インタフェースである。ユーザは、入力装置 1 1 2 0 4 を介して、内視鏡手術システム 1 1 0 0 0 に対して各種の情報の入力や指示入力を行うことができる。

。例えば、ユーザは、内視鏡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。

[0194] 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。

[0195] 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。

[0196] 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。

[0197] 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（N a r r o w B a n d I m a g i n g）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（I C G）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 1 1 2 0 3 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。

[0198] 図 2 8 は、図 2 7 に示すカメラヘッド 1 1 1 0 2 及び C C U 1 1 2 0 1 の機能構成の一例を示すブロック図である。

[0199] カメラヘッド 1 1 1 0 2 は、レンズユニット 1 1 4 0 1 と、撮像部 1 1 4 0 2 と、駆動部 1 1 4 0 3 と、通信部 1 1 4 0 4 と、カメラヘッド制御部 1 1 4 0 5 と、を有する。C C U 1 1 2 0 1 は、通信部 1 1 4 1 1 と、画像処理部 1 1 4 1 2 と、制御部 1 1 4 1 3 と、を有する。カメラヘッド 1 1 1 0 2 と C C U 1 1 2 0 1 とは、伝送ケーブル 1 1 4 0 0 によって互いに通信可能に接続されている。

[0200] レンズユニット 1 1 4 0 1 は、鏡筒 1 1 1 0 1 との接続部に設けられる光学系である。鏡筒 1 1 1 0 1 の先端から取り込まれた観察光は、カメラヘッド 1 1 1 0 2 まで導光され、当該レンズユニット 1 1 4 0 1 に入射する。レンズユニット 1 1 4 0 1 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。

[0201] 撮像部 1 1 4 0 2 は、撮像素子で構成される。撮像部 1 1 4 0 2 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 1 1 4 0 2 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 R G B 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。

[0202] 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。

[0203] 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。

[0204] 通信部 11404 は、CCU 11201 との間で各種の情報を送受信するための通信装置によって構成される。通信部 11404 は、撮像部 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 CCU 11201 に送信する。

[0205] また、通信部 11404 は、CCU 11201 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。

[0206] 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 (Au

to 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。

[0207] カメラヘッド制御部11405は、通信部11404を介して受信したC U 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。

[0208] 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。

[0209] 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。

[0210] 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。

[0211] 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。

[0212] 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。

[0213] 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。

[0214] 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。

[0215] 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、ＣＣＵ１１２０１の画像処理部１１４１２等に適用され得る。具体的には、上述した撮像装置１を撮像部１０４０２に適用することができる。内視鏡１１１００や、カメラヘッド１１１０２の撮像部１１４０２、ＣＣＵ１１２０１の画像処理部１１４１２等に本開示に係る技術を適用することにより、隣接する画素間の混色を抑制することができ、より鮮明な術部画像を得ることができるため、術者が術部を確実に確認することが可能になる。また、内視鏡１１１００や、カメラヘッド１１１０２の撮像部１１４０２、ＣＣＵ１１２０１の画像処理部１１４１２等に本開示に係る技術を適用することにより、より低レイテンシで術部画像を得ることができるため、術者が術部を触接観察している場合と同様の感覚で処置を行うことが可能になる。

[0216] なお、ここでは、一例として内視鏡手術システムについて説明したが、本開示に係る技術は、その他、例えば、顕微鏡手術システム等に適用されてもよい。

[0217] ＜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。

[0218] 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。

[0219] 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。

[0220] 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。

[0221] 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。

[0222] 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1203

0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。

[0223] 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。

[0224] 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。

[0225] 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。

[0226] 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。

[0227] 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。

[0228] 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。

[0229] 図 30 は、撮像部 12031 の設置位置の例を示す図である。

[0230] 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。

[0231] 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。

[0232] 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。

[0233] 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。

[0234] 例えば、マイクロコンピュータ12051は、撮像部12101ないし12104から得られた距離情報を基に、撮像範囲12111ないし12114内における各立体物までの距離と、この距離の時間的变化（車両12100に対する相対速度）を求めることにより、特に車両12100の進行路上にある最も近い立体物で、車両12100と略同じ方向に所定の速度（例えば、0km/h以上）で走行する立体物を先行車として抽出することができる。さらに、マイクロコンピュータ12051は、先行車の手前に予め確保すべき車間距離を設定し、自動ブレーキ制御（追従停止制御も含む）や自動加速制御（追従発進制御も含む）等を行うことができる。このように運転者の操作に拠らずに自律的に走行する自動運転等を目的とした協調制御を行うことができる。

[0235] 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。

[0236] 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。

[0237] 以上、本開示に係る技術が適用され得る車両制御システムの一例について説明した。本開示に係る技術は、以上説明した構成のうち、撮像部 12031 等に適用され得る。具体的には、上述した撮像装置 1 を撮像部 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、隣接する画素間の混色を抑制することができ、より見やすい撮影画像を得ることができるため、ドライバの疲労を軽減することが可能になる。

[0238] <その他の実施形態>

上記のように、本開示は実施形態及び変形例によって記載したが、この開示の一部をなす論述及び図面は本開示を限定するものであると理解すべきではない。この開示から当業者には様々な代替実施の形態、実施例及び運用技術が明らかとなろう。例えば、図1及び図2に示した一体化構成部10において、ガラス基板12及びIRCF14の少なくとも一方を、必要に応じて省略してもよい。また、図2、図6、図7、図24では、1つの画素32に1つのオンチップレンズ11dが配置される態様を示したが、これはあくまで一例であり、図8B等のように、平面視で4つの画素32に1つのオンチップレンズ11dが配置されていてもよく、断面視では2つの画素32に1つのオンチップレンズ11dが配置されていてもよい。

[0239] このように、本技術はここでは記載していない様々な実施形態等を含むことは勿論である。上述した実施形態及び変形例の要旨を逸脱しない範囲で、構成要素の種々の省略、置換及び変更のうち少なくとも1つを行うことができる。また、本明細書に記載された効果はあくまでも例示であって限定されるものではなく、また他の効果があってもよい。

[0240] なお、本開示は以下のような構成も取ることができる。

(1)

半導体基板と、

前記半導体基板に設けられ、前記半導体基板の一方の面に平行な方向に並んで配置される複数の画素と、

前記半導体基板に設けられ、複数の画素のうちの隣り合う画素間を分離する画素間分離部と、

前記半導体基板の前記一方の面側に設けられるカラーフィルタと、

前記カラーフィルタを介して前記半導体基板の前記一方の面側に設けられ、前記一方の面に平行な方向に並んで配置される複数の凸型レンズと、

前記カラーフィルタ及び前記複数の凸型レンズを介して前記半導体基板の

前記一方の面側に設けられた凹型レンズと、を備え、

前記複数の画素は、

前記カラーフィルタのうちの第1色フィルタが配置される第1色画素と、

前記カラーフィルタのうちの第2色フィルタが配置される第2色画素と、

前記カラーフィルタのうちの第3色フィルタが配置される第3色画素と、

を有し、

前記画素間分離部は、

前記第1色画素、前記第2色画素及び前記第3色画素のうち、隣接する同色の画素間に配置される同色画素間分離部と、

前記第1色画素、前記第2色画素及び前記第3色画素のうち、隣接する異色の画素間に配置される異色画素間分離部と、を有し、

前記異色画素間分離部は、トレンチアイソレーション構造を有する、撮像装置。

(2)

前記同色画素間分離部の少なくとも一部は、前記トレンチアイソレーション構造を有する、前記(1)に記載の撮像装置。

(3)

前記トレンチアイソレーション構造は、

前記半導体基板に設けられたトレンチと、

前記トレンチに埋め込まれた充填膜と、を有する前記(1)又は(2)に記載の撮像装置。

(4)

前記トレンチは、

前記半導体基板の前記一方の面側に開口し、かつ前記半導体基板内に底面を有する、前記(3)に記載の撮像装置。

(5)

前記トレンチは、前記半導体基板の前記一方の面と、前記一方の面の反対側に位置する他方の面との間を貫通する、前記(3)に記載の撮像装置。

(6)

前記複数の画素は、

前記第1色画素が第1方向と、前記第1方向と直交する第2方向とに2画素ずつ並べられた4画素を有する第1色画素群と、

前記第2色画素が前記第1方向と前記第2方向とに2画素ずつ並べられた4画素を有する第2色画素群と、

前記第3色画素が前記第1方向と前記第2方向とに2画素ずつ並べられた4画素を有する第3色画素群と、を有し、

前記第1色画素群、前記第2色画素群及び前記第3色画素群にそれぞれ、前記凸型レンズが1つずつ配置されている、前記(1)から(5)のいずれか1項に記載の撮像装置。(7)

前記第1色画素群、前記第2色画素群及び前記第3色画素群は、前記第1方向及び前記第2方向で異色の画素群同士が隣接している、前記(6)に記載の撮像装置。

(8)

前記凹型レンズを挟んで前記半導体基板の反対側に配置され、前記凹型レンズに光を入射させるレンズ群と、

前記レンズ群を保持する保持部と、をさらに備える前記(1)から(7)のいずれか1項に記載の撮像装置。

符号の説明

[0241] 1、1001 撮像装置

5 カラム信号処理回路

10 一体化構成部

11、1004 固体撮像素子

11a 下側基板（ロジック基板）

11b 上側基板（画素センサ基板）

11c カラーフィルタ

11d オンチップレンズ

- 1 1 e ボール（裏面電極）
- 1 1 e ボール
- 1 2 ガラス基板
- 1 3、1 5、2 5 接着剤
- 1 6 レンズ群
- 1 7 回路基板
- 1 8 アクチュエータ
- 1 9 コネクタ
- 2 0 スペーサ
- 2 1 画素領域
- 2 2 制御回路
- 2 3 ロジック回路
- 2 9 ウェル層
- 3 0 ウェーハレベルレンズ（WL レンズ）
- 3 0 a 有効領域
- 3 0 b 非有効領域
- 3 2 画素
- 3 2 B 青色画素
- 3 2 B G 青色画素群
- 3 2 G 緑色画素
- 3 2 G G 緑色画素群
- 3 2 R 赤色画素
- 3 2 R G 赤色画素群
- 3 3 画素アレイ部
- 3 4 垂直駆動回路
- 3 5 カラム信号処理回路
- 3 6 水平駆動回路
- 3 7 出力回路

- 3 8 制御回路
- 3 9 入出力端子
- 4 0 画素駆動配線
- 4 1 垂直信号線
- 4 2 水平信号線
- 5 1 フォトダイオード
- 5 2 第 1 転送トランジスタ
- 5 3 メモリ部
- 5 4 第 2 転送トランジスタ
- 5 6 リセットトランジスタ
- 5 7 増幅トランジスタ
- 5 8 選択トランジスタ
- 5 9 排出トランジスタ
- 8 1、1 0 1 半導体基板（シリコン基板）
- 8 2、1 0 2 多層配線層
- 8 3、1 0 3、1 0 3 a、1 0 3 b、1 0 3 c 配線層
- 8 3 a、8 3 b、8 3 c 配線層
- 8 4、1 0 4 層間絶縁膜
- 8 5 シリコン貫通孔
- 8 6、1 0 7、2 2 1、2 3 0 絶縁膜
- 8 7 接続導体
- 8 8、1 0 9 シリコン貫通電極
- 9 0 再配線
- 9 1 ソルダマスク（ソルダレジスト）
- 1 0 5 チップ貫通電極
- 1 0 6 接続用配線
- 1 0 8 平坦化膜（絶縁膜）
- 2 1 6 転送ゲート電極

217 ゲート絶縁膜

218、223、224 p型領域

219、219A 画素間分離部

220 絶縁膜（固定電荷膜）

221A ポリシリコン膜

222、231 n型領域

225、521 遮光膜

229 ウェル層

232 裏面

233 表面

239、239A トレンチ

351 屈折膜

401、401G、401H、401I、401J、401K、401L、
401M、401N レンズ

401a 突出部

401b、401b' 裾引き部

402 ARコート

1002 光学系

1003 シャッタ装置

1005 駆動回路

1006 信号処理回路

1007 モニタ

1008 メモリ

2191 同色画素間分離部

2192 異色画素間分離部

10402 撮像部

11000 内視鏡手術システム

11100 内視鏡

1 1 1 0 1	鏡筒
1 1 1 0 2	カメラヘッド
1 1 1 1 0	術具
1 1 1 1 1	気腹チューブ
1 1 1 1 2	エネルギー処置具
1 1 1 2 0	支持アーム装置
1 1 1 3 1	術者（医師）
1 1 1 3 2	患者
1 1 1 3 3	患者ベッド
1 1 2 0 0	カート
1 1 2 0 1	カメラコントロールユニット
1 1 2 0 2	表示装置
1 1 2 0 3	光源装置
1 1 2 0 4	入力装置
1 1 2 0 5	処置具制御装置
1 1 2 0 6	気腹装置
1 1 2 0 7	レコーダ
1 1 2 0 8	プリンタ
1 1 4 0 0	伝送ケーブル
1 1 4 0 1	レンズユニット
1 1 4 0 2	撮像部
1 1 4 0 3	駆動部
1 1 4 0 4	通信部
1 1 4 0 5	カメラヘッド制御部
1 1 4 1 1	通信部
1 1 4 1 2	画像処理部
1 1 4 1 3	制御部
1 2 0 0 0	車両制御システム

1 2 0 0 1 通信ネットワーク
1 2 0 1 0 駆動系制御ユニット
1 2 0 2 0 ボディ系制御ユニット
1 2 0 3 0 車外情報検出ユニット
1 2 0 3 1 撮像部
1 2 0 4 0 車内情報検出ユニット
1 2 0 4 1 運転者状態検出部
1 2 0 5 0 統合制御ユニット
1 2 0 5 1 マイクロコンピュータ
1 2 0 5 2 音声画像出力部
1 2 0 6 1 オーディオスピーカ
1 2 0 6 2 表示部
1 2 0 6 3 インストルメントパネル
1 2 1 0 0 車両
1 2 1 0 1、1 2 1 0 2、1 2 1 0 3、1 2 1 0 4、1 2 1 0 5 撮像部
1 2 1 1 1、1 2 1 1 2、1 2 1 1 3、1 2 1 1 4 撮像範囲
C C U 1 1 2 0 1 撮像部
E r、E s 境界構造
F D 第2転送トランジスタ
I 車載ネットワーク
I C G インドシアニンググリーン
O F G 排出信号
Q s 飽和電荷量
R S T リセット信号
S E L 選択信号
T R G、T R X 転送信号
V D D 定電圧源
Z 3 3 1、Z 3 3 2、Z 3 3 3、Z 3 3 4、Z 3 3 5、Z 3 3 6、Z 3 3 7

、Z 3 3 8、Z 3 5 1、Z 3 5 2、Z 3 7 1 端部

Z 3 9 1、Z 3 9 2、Z 3 9 3、Z 3 9 4、Z 3 9 5 領域

Z e 範圍

請求の範囲

[請求項1]

半導体基板と、

前記半導体基板に設けられ、前記半導体基板の一方の面に平行な方向に並んで配置される複数の画素と、

前記半導体基板に設けられ、複数の画素のうちの隣り合う画素間を分離する画素間分離部と、

前記半導体基板の前記一方の面側に設けられるカラーフィルタと、

前記カラーフィルタを介して前記半導体基板の前記一方の面側に設けられ、前記一方の面に平行な方向に並んで配置される複数の凸型レンズと、

前記カラーフィルタ及び前記複数の凸型レンズを介して前記半導体基板の前記一方の面側に設けられた凹型レンズと、を備え、

前記複数の画素は、

前記カラーフィルタのうちの第1色フィルタが配置される第1色画素と、

前記カラーフィルタのうちの第2色フィルタが配置される第2色画素と、

前記カラーフィルタのうちの第3色フィルタが配置される第3色画素と、を有し、

前記画素間分離部は、

前記第1色画素、前記第2色画素及び前記第3色画素のうち、隣接する同色の画素間に配置される同色画素間分離部と、

前記第1色画素、前記第2色画素及び前記第3色画素のうち、隣接する異色の画素間に配置される異色画素間分離部と、を有し、

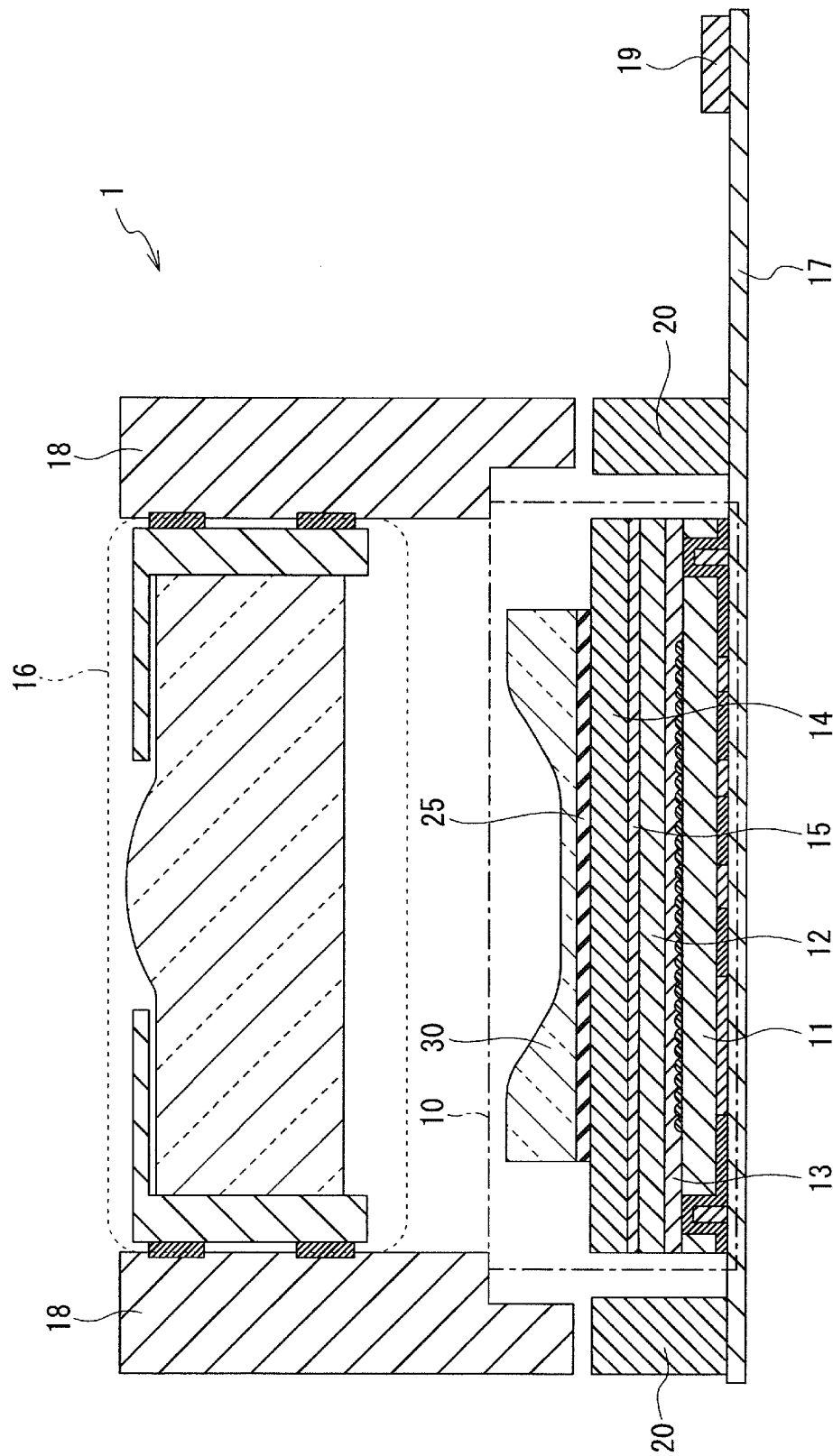
前記異色画素間分離部は、トレンチアイソレーション構造を有する、撮像装置。

[請求項2]

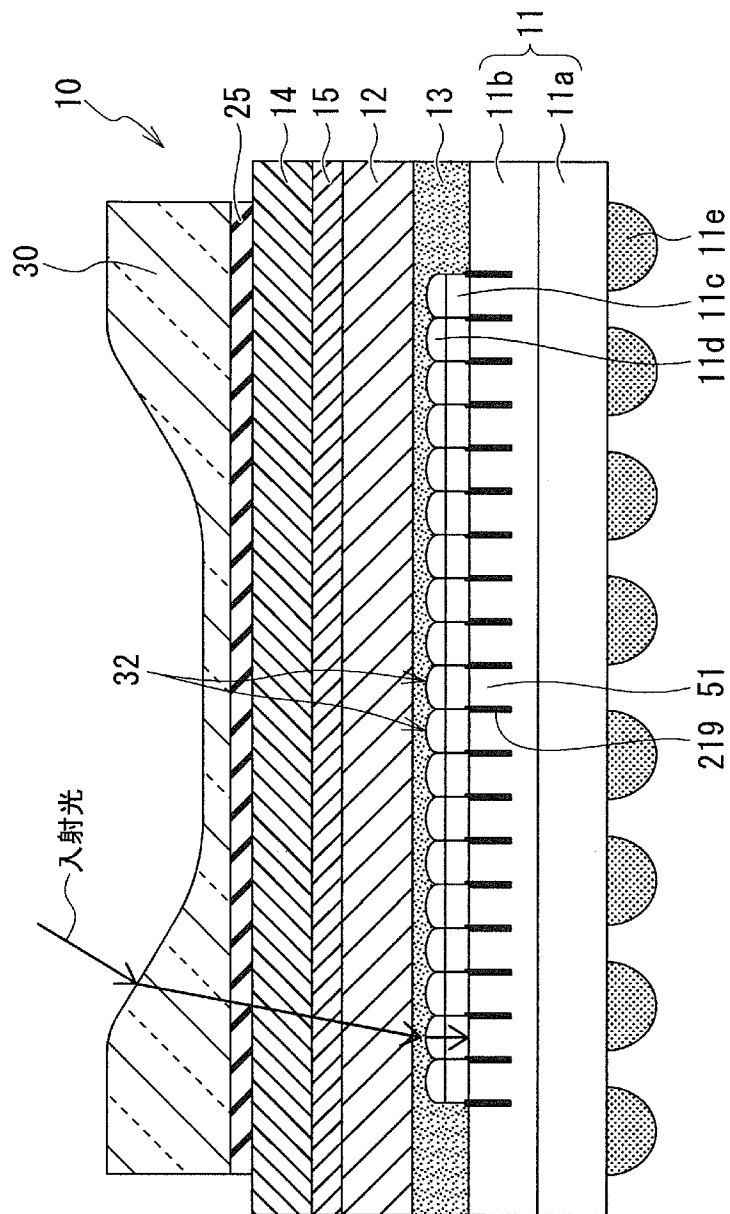
前記同色画素間分離部の少なくとも一部は、前記トレンチアイソレーション構造を有する、請求項1に記載の撮像装置。

- [請求項3] 前記トレンチアイソレーション構造は、
前記半導体基板に設けられたトレンチと、
前記トレンチに埋め込まれた充填膜と、を有する請求項1に記載の撮像装置。
- [請求項4] 前記トレンチは、
前記半導体基板の前記一方の面側に開口し、かつ前記半導体基板内に底面を有する、請求項3に記載の撮像装置。
- [請求項5] 前記トレンチは、前記半導体基板の前記一方の面と、前記一方の面の反対側に位置する他方の面との間を貫通する、請求項3に記載の撮像装置。
- [請求項6] 前記複数の画素は、
前記第1色画素が第1方向と、前記第1方向と直交する第2方向とに2画素ずつ並べられた4画素を有する第1色画素群と、
前記第2色画素が前記第1方向と前記第2方向とに2画素ずつ並べられた4画素を有する第2色画素群と、
前記第3色画素が前記第1方向と前記第2方向とに2画素ずつ並べられた4画素を有する第3色画素群と、を有し、
前記第1色画素群、前記第2色画素群及び前記第3色画素群にそれぞれ、前記凸型レンズが1つずつ配置されている、請求項1に記載の撮像装置。
- [請求項7] 前記第1色画素群、前記第2色画素群及び前記第3色画素群は、前記第1方向及び前記第2方向で異色の画素群同士が隣接している、請求項6に記載の撮像装置。
- [請求項8] 前記凹型レンズを挟んで前記半導体基板の反対側に配置され、前記凹型レンズに光を入射させるレンズ群と、
前記レンズ群を保持する保持部と、をさらに備える請求項1に記載の撮像装置。

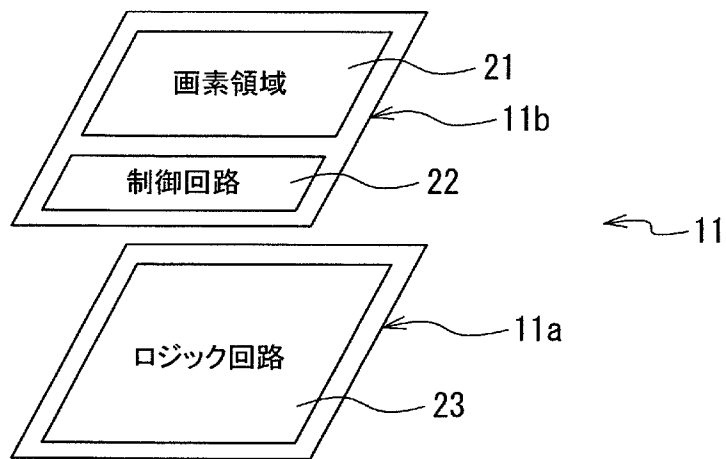
[図1]



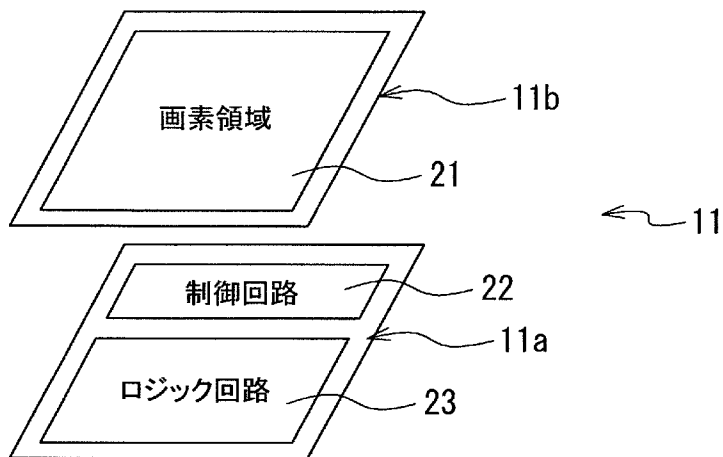
[図2]

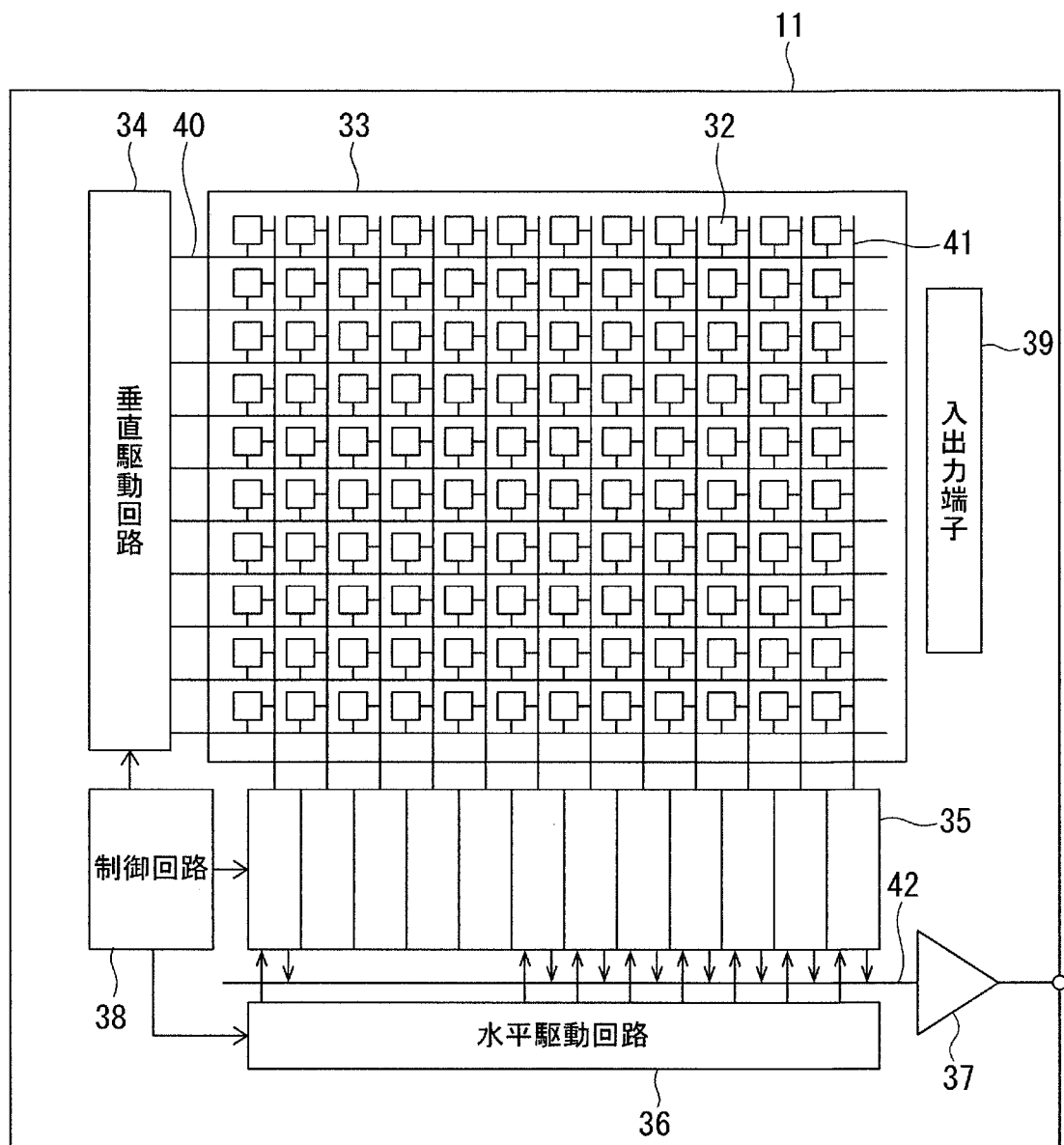


[図3A]

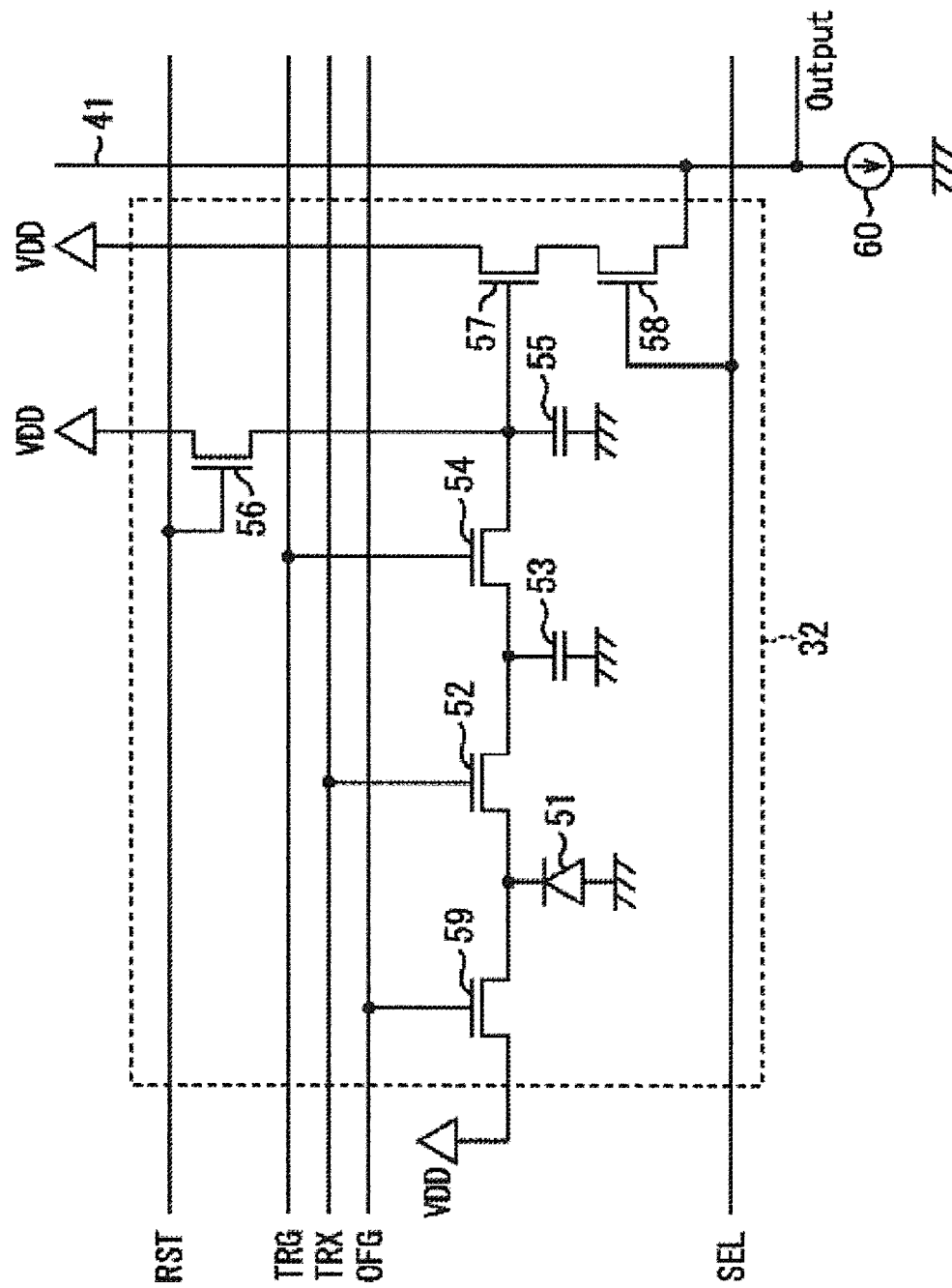


[図3B]

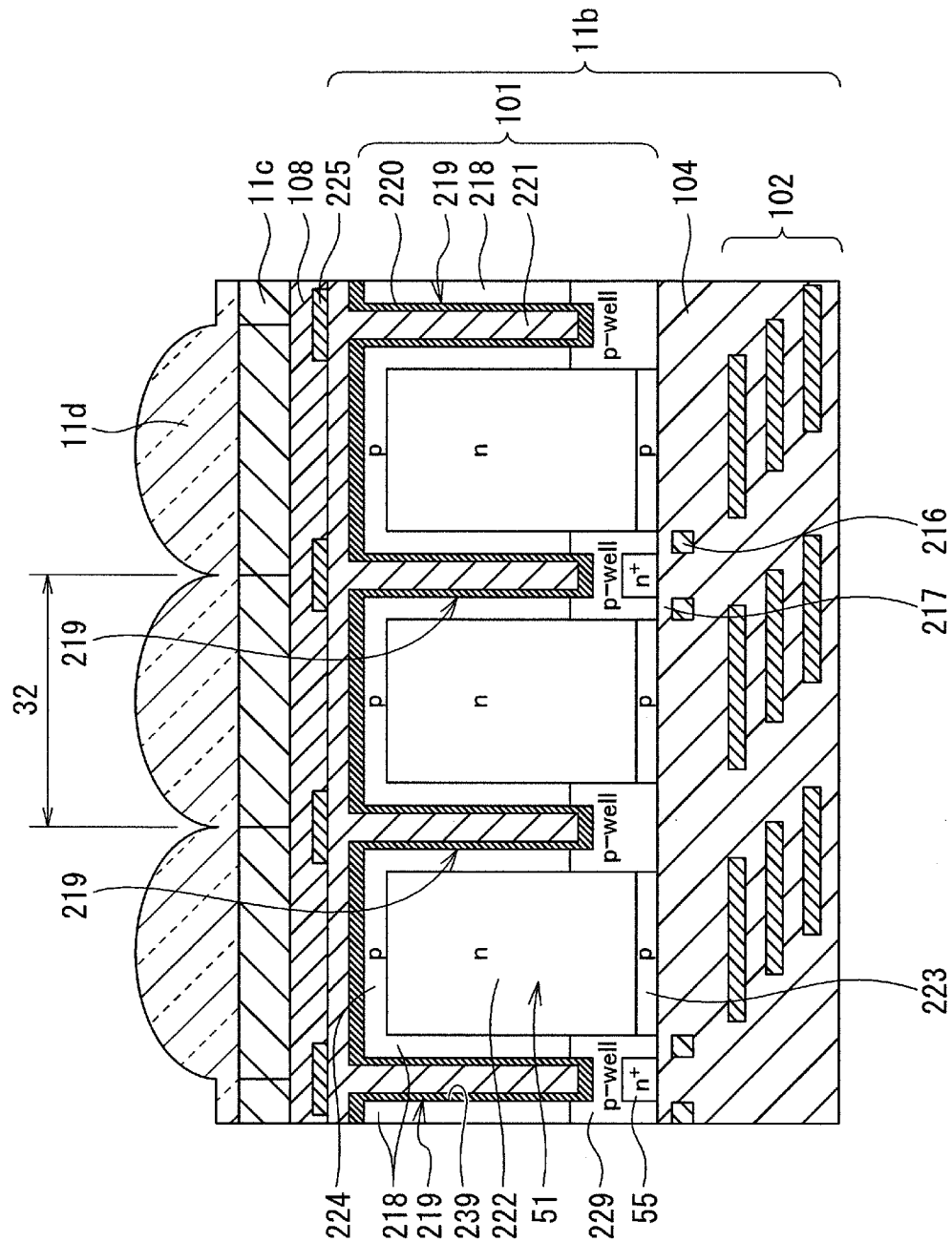




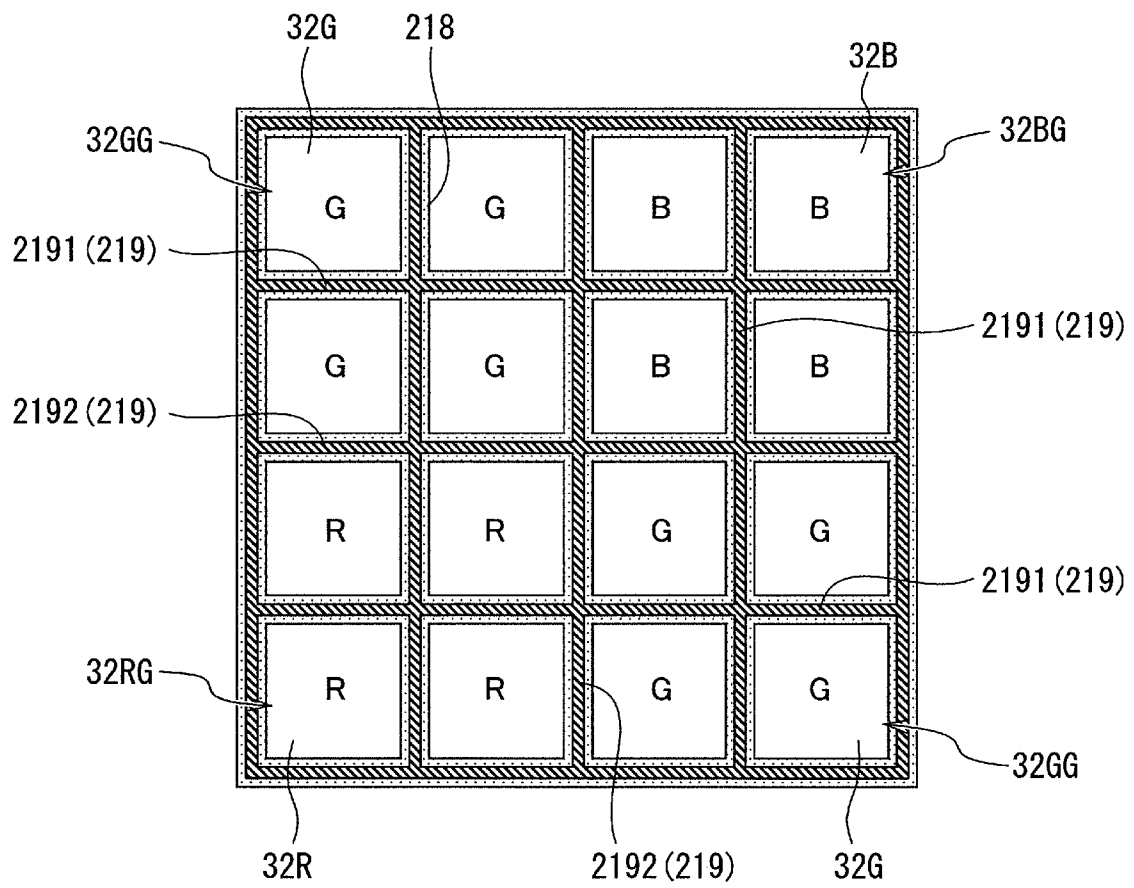
[図5]



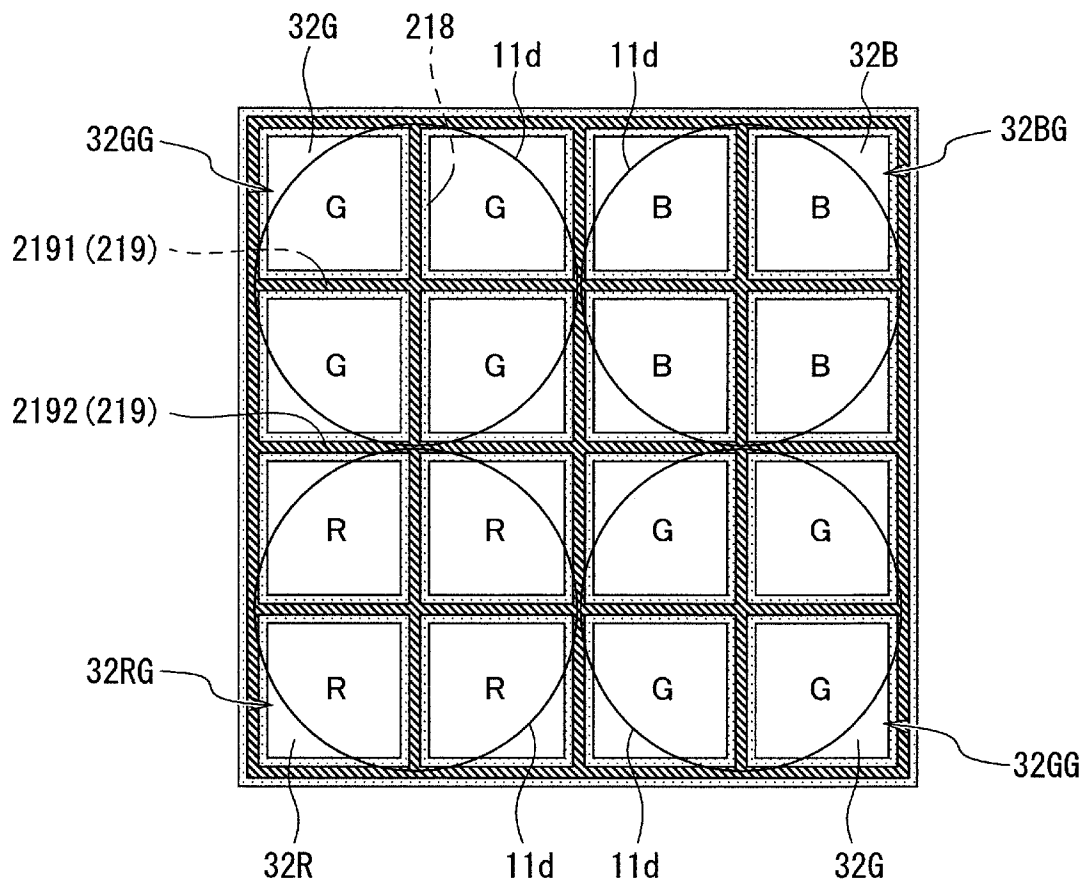
[図7]



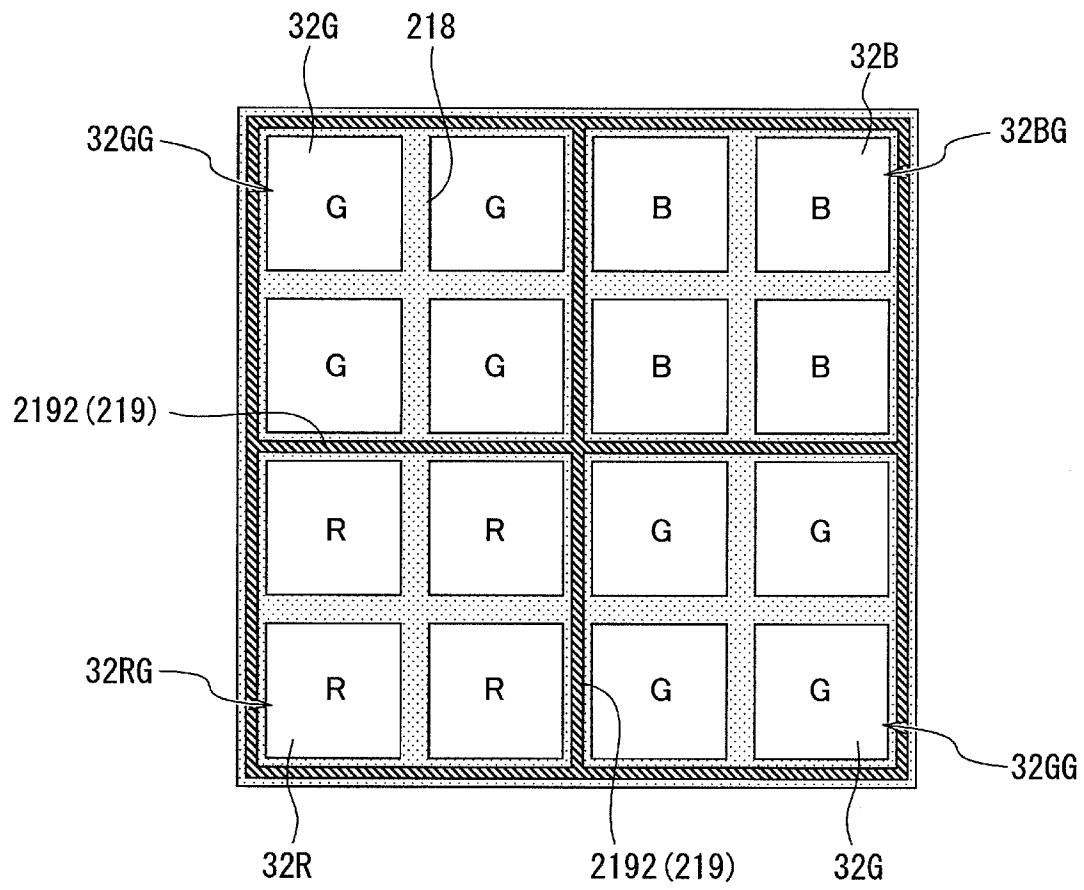
[図8A]



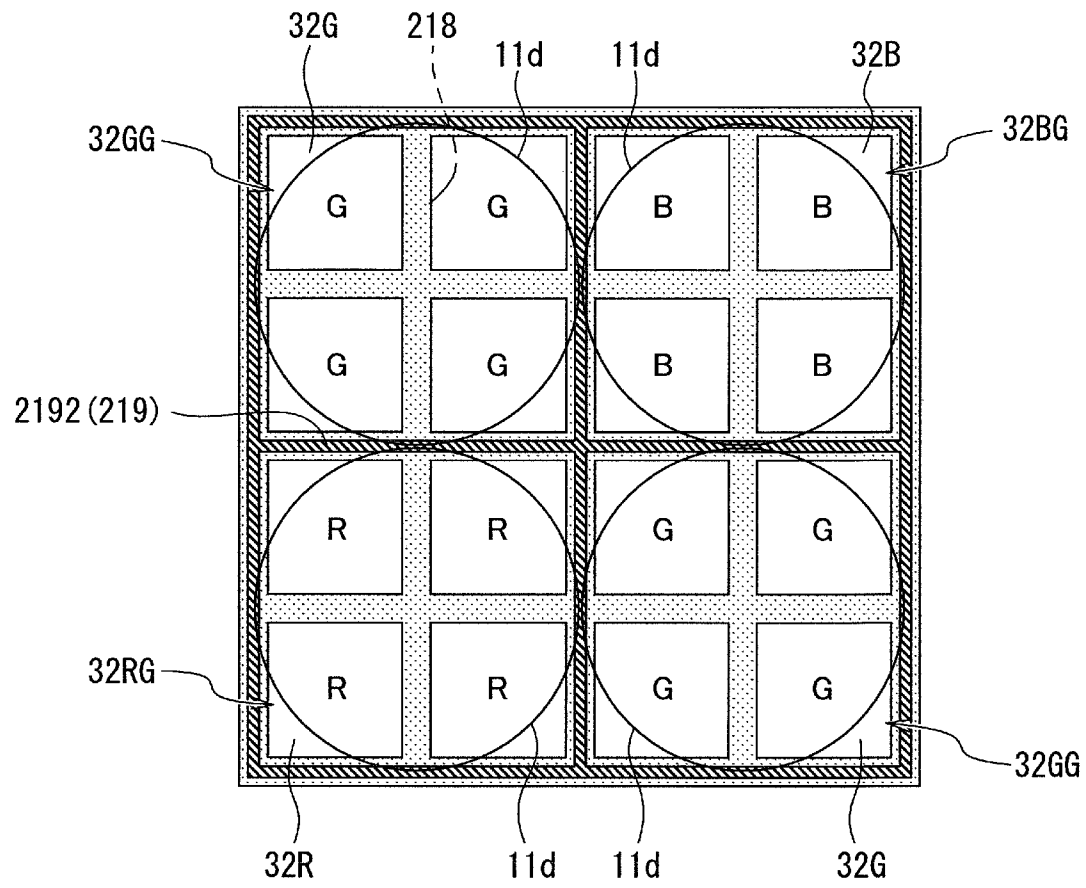
[図8B]



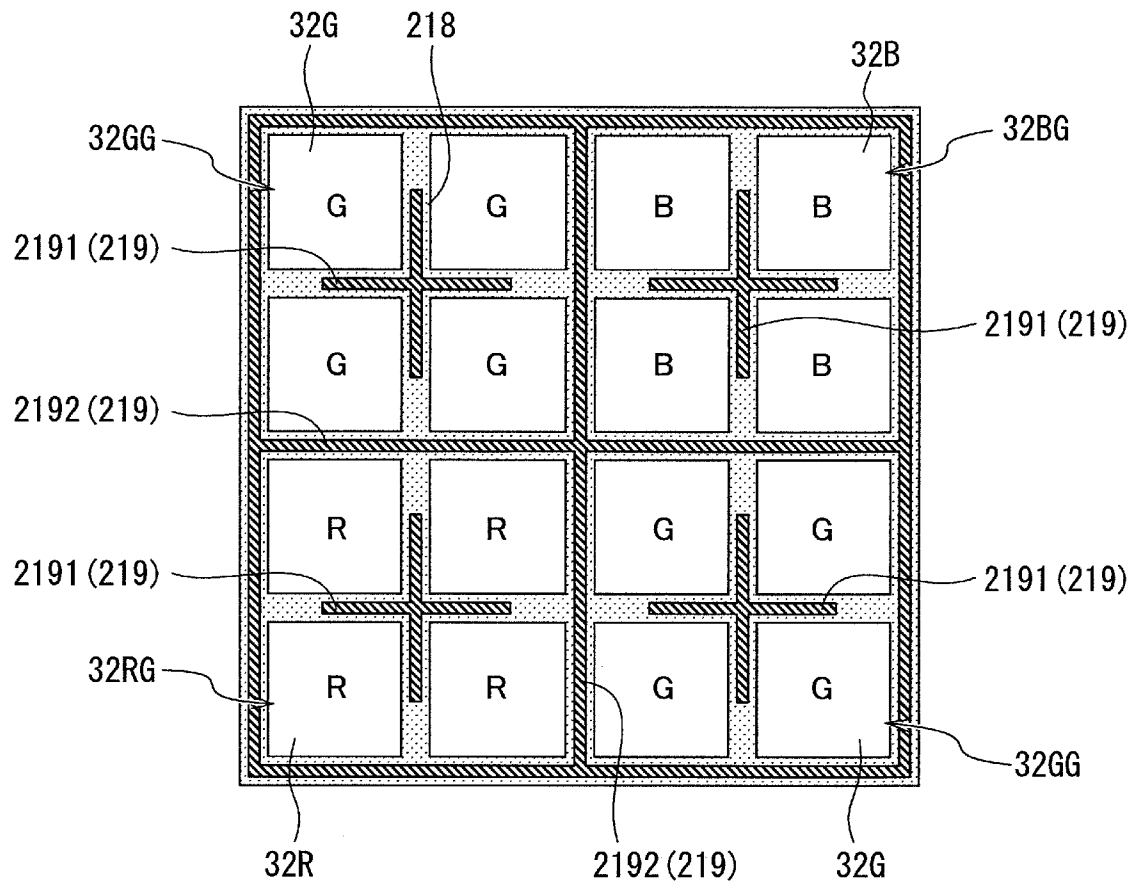
[図9A]



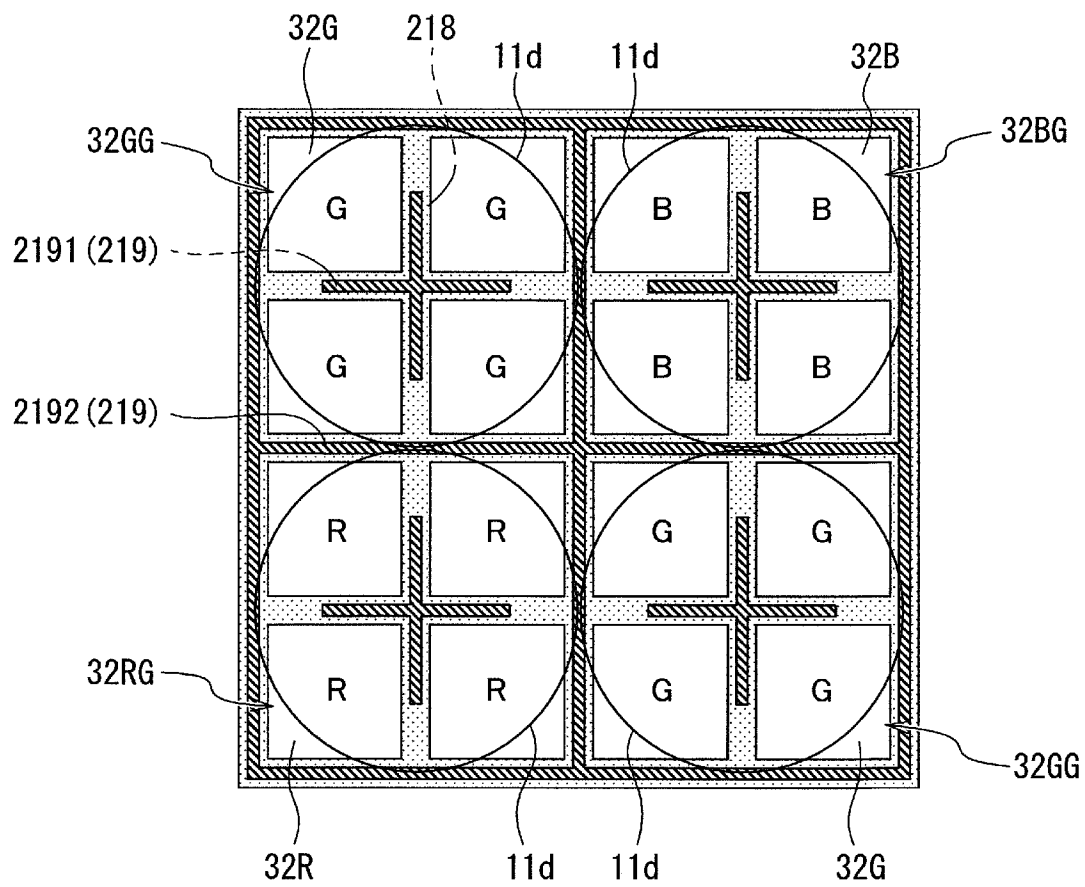
[図9B]



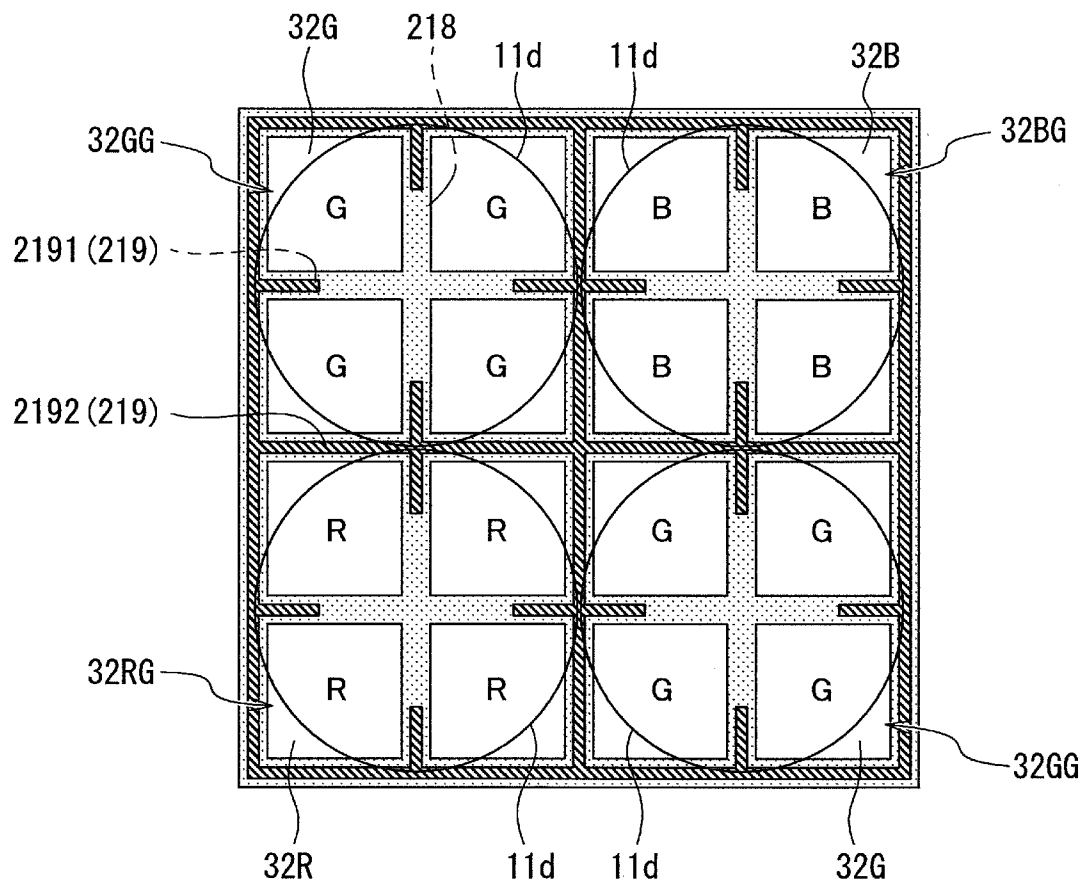
[図10A]



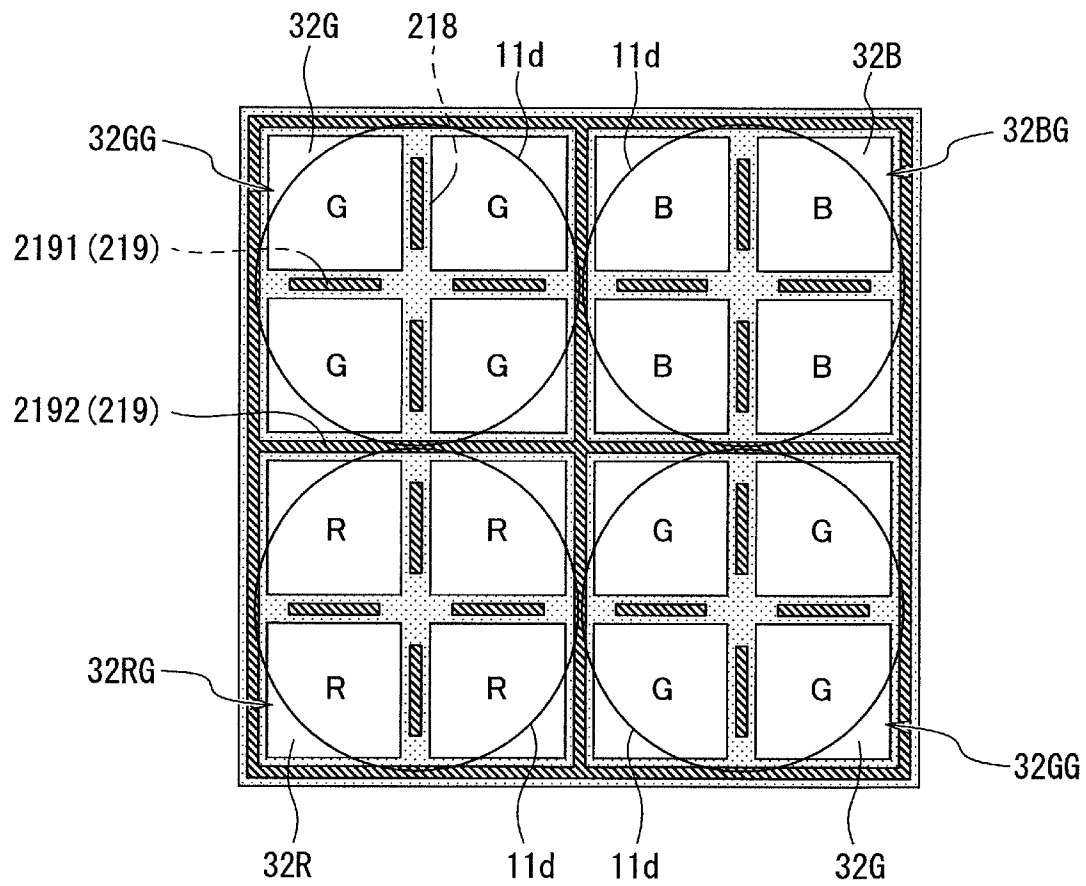
[図10B]



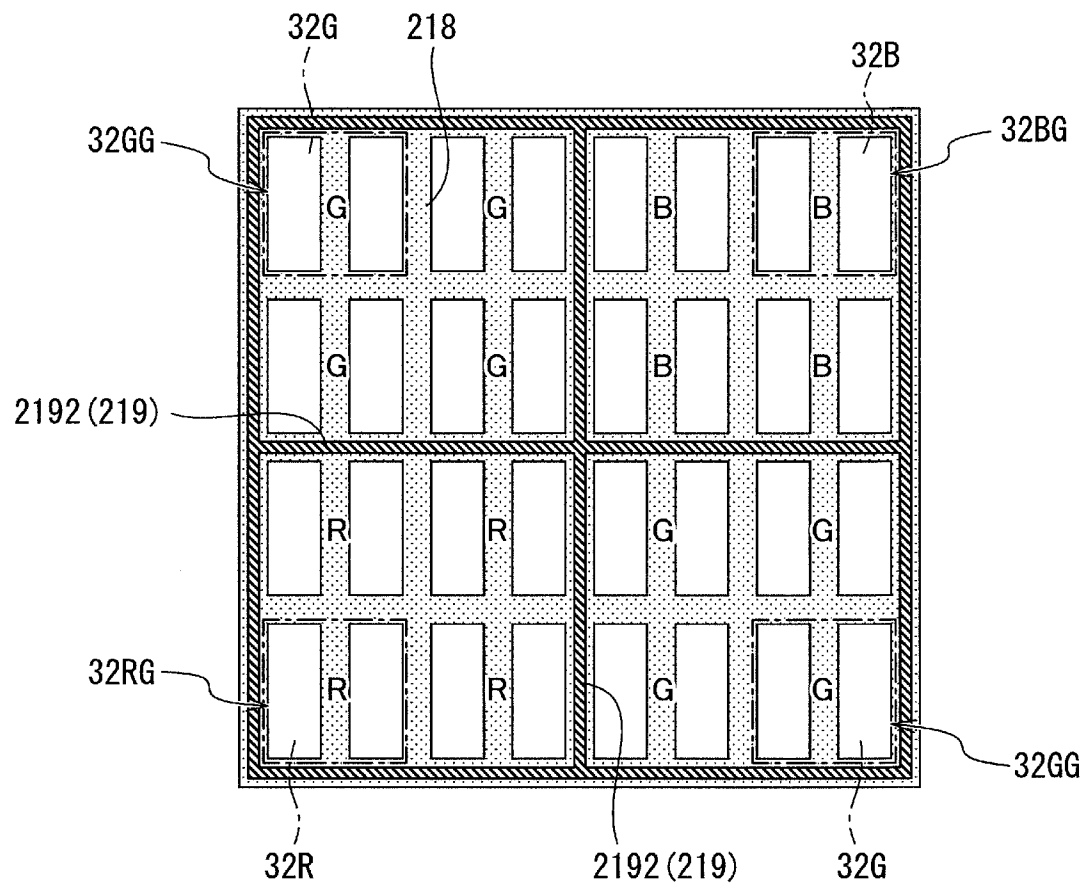
[図11]



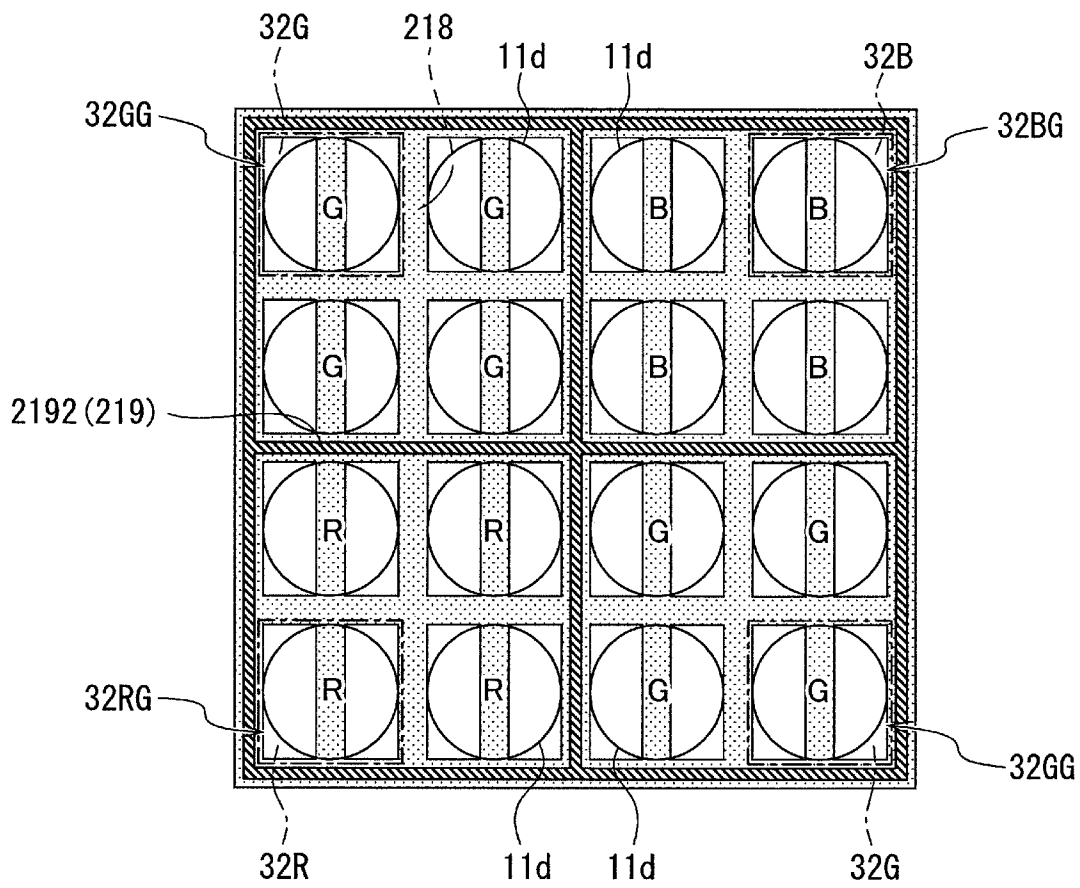
[図12]



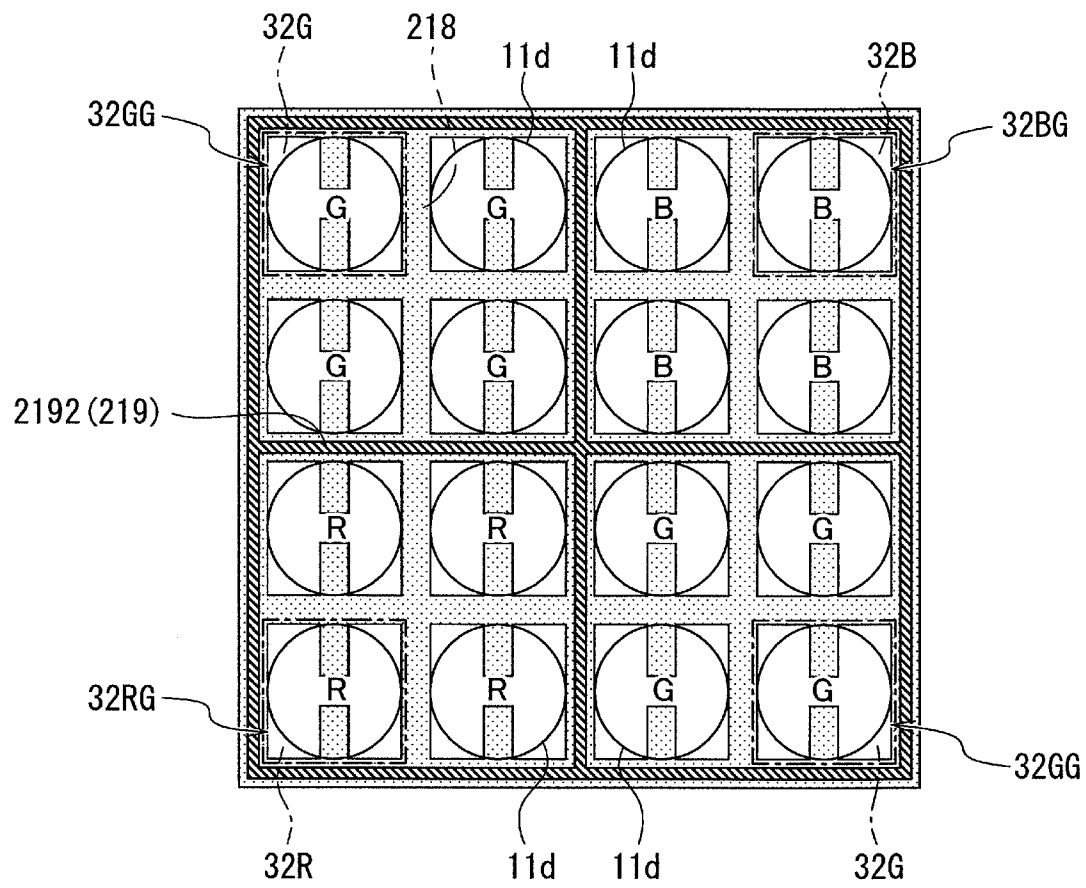
[図13A]



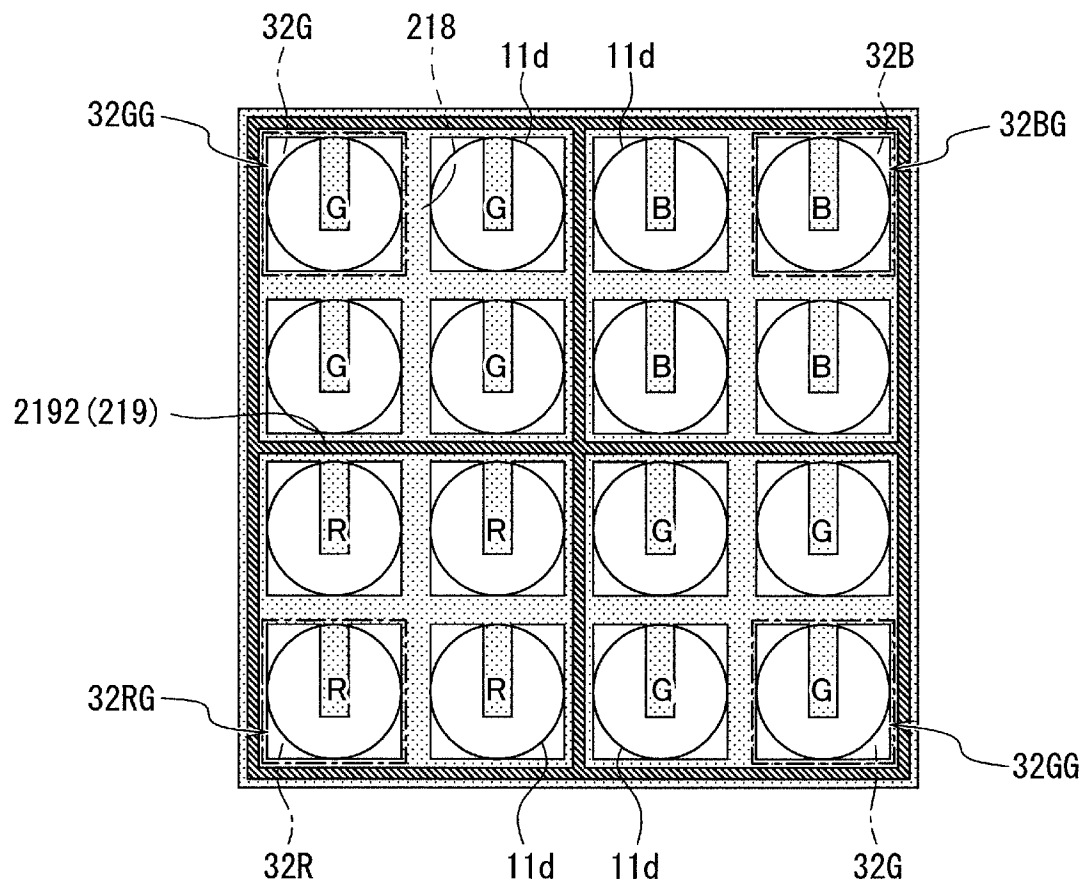
[図13B]



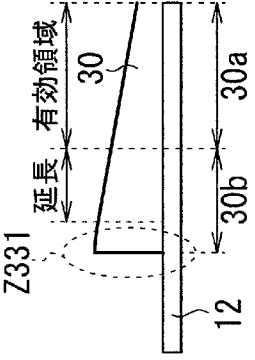
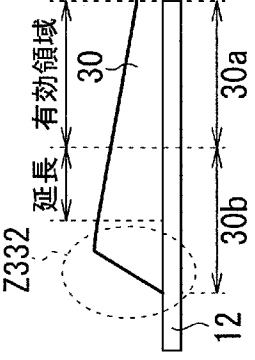
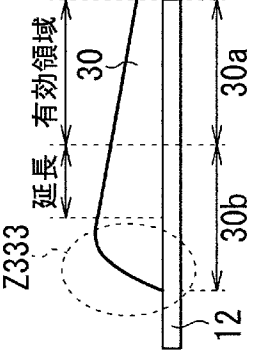
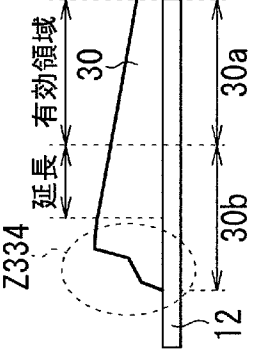
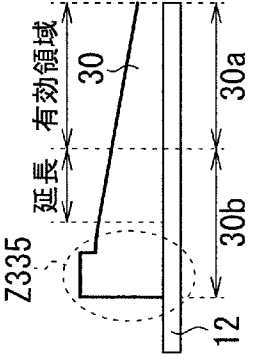
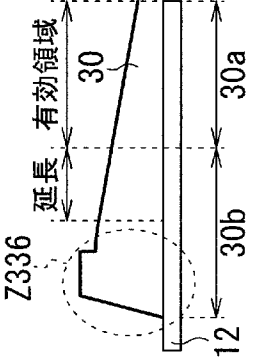
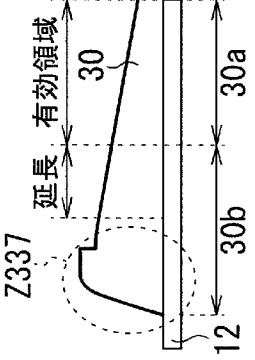
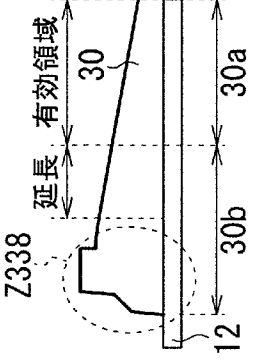
[図14]



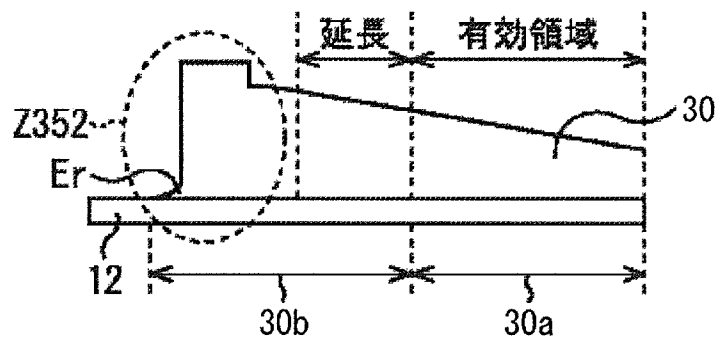
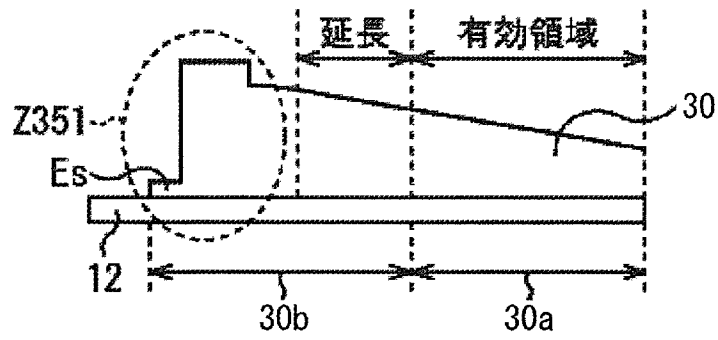
[図15]



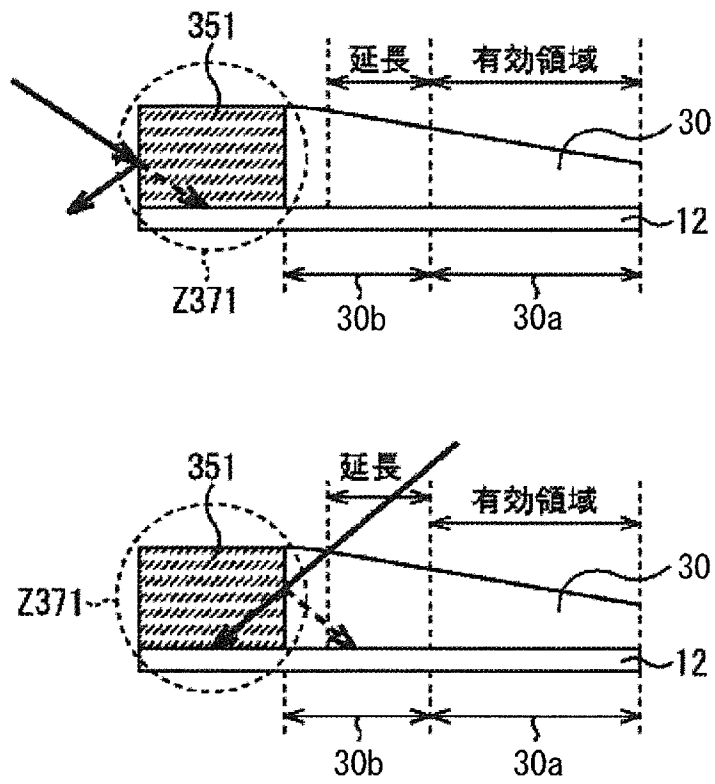
[図16]

	垂直	テーパ	ラウンド	多段
突出なし	Z331 	Z332 	Z333 	Z334 
突出あり	Z335 	Z336 	Z337 	Z338 

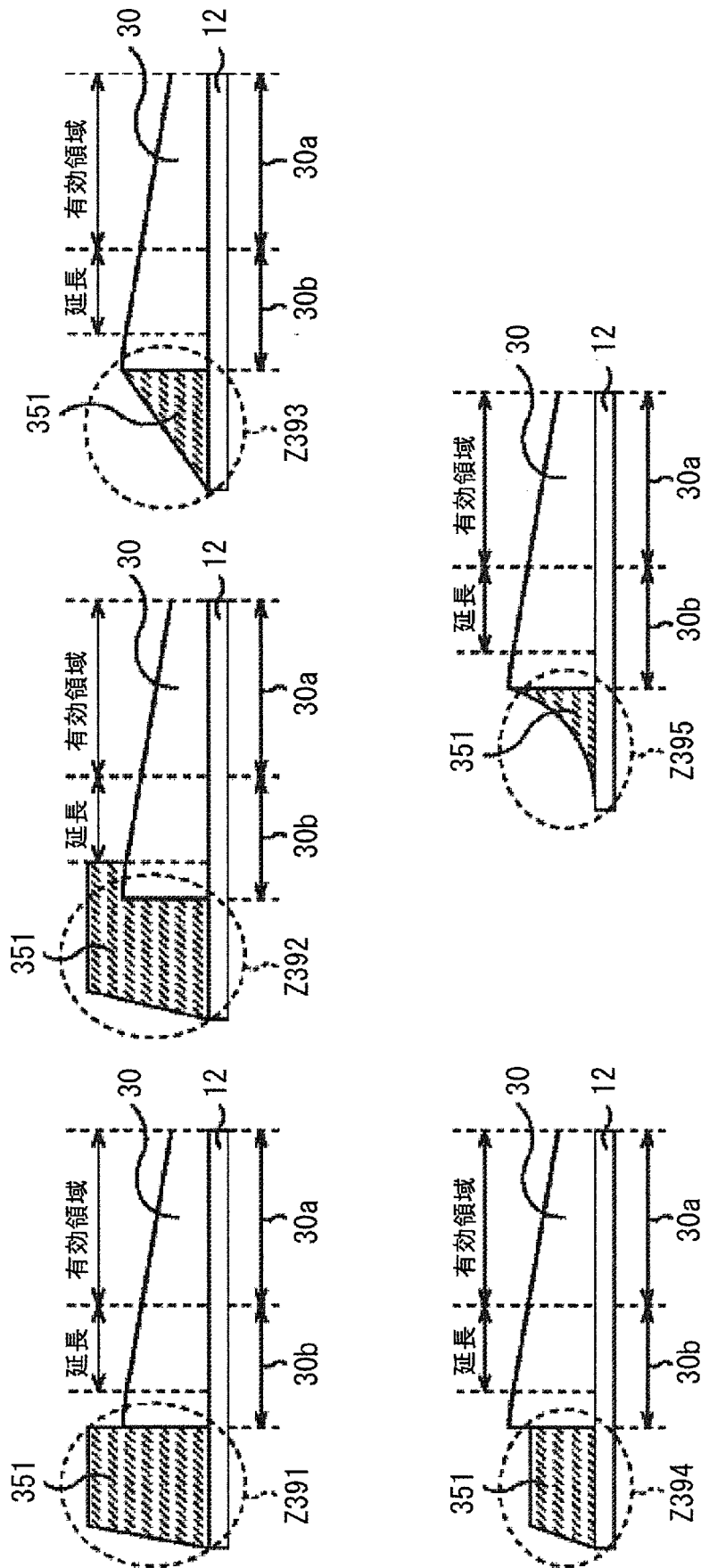
[図17]



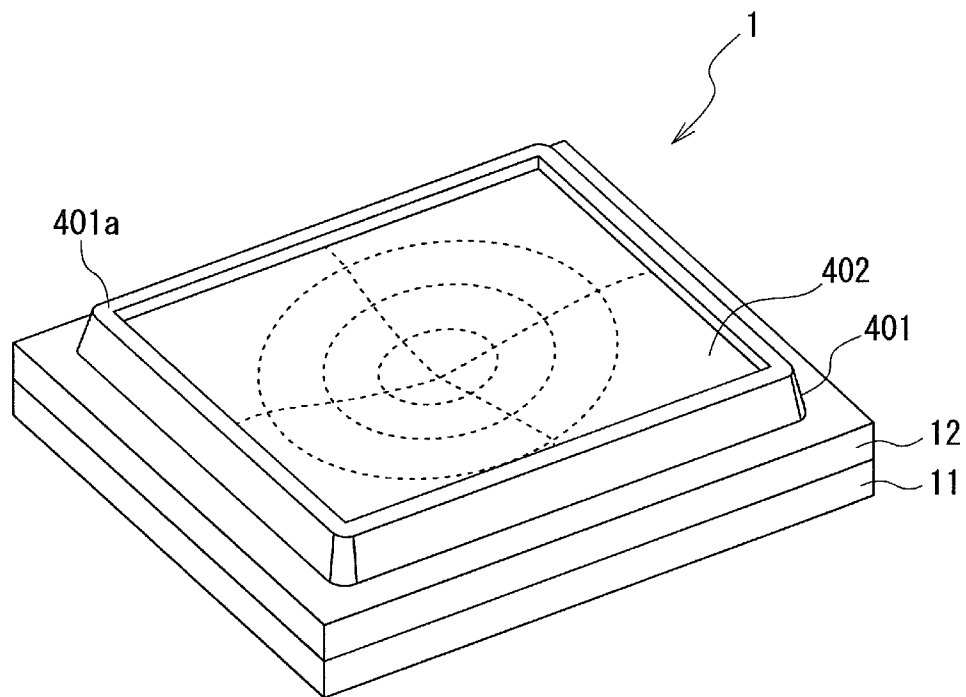
[図18]



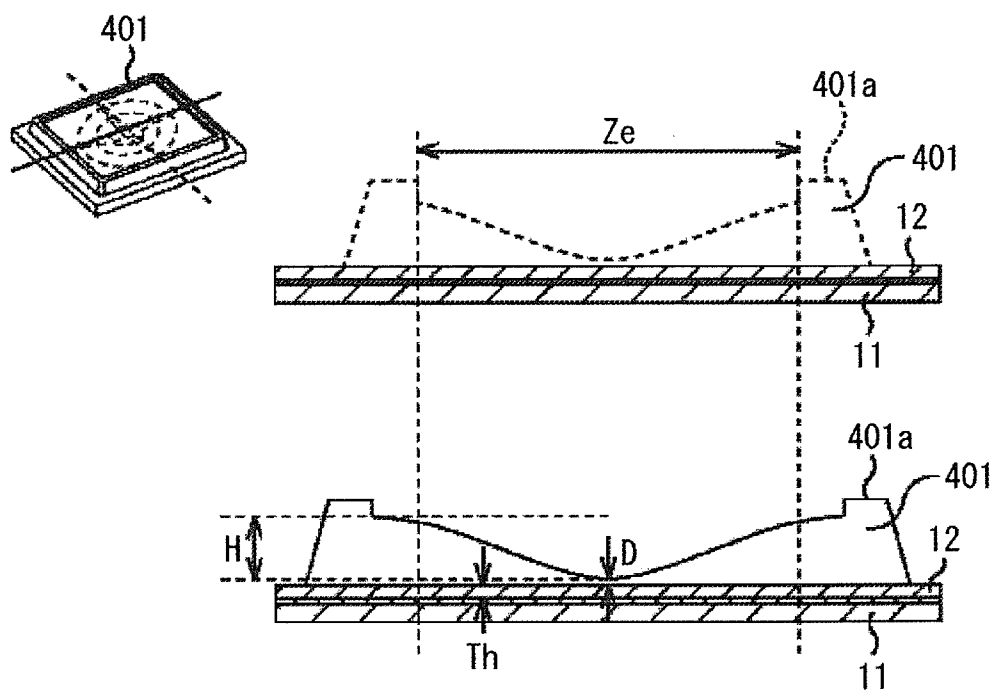
[図19]



[図20]



[図21]



[図22]

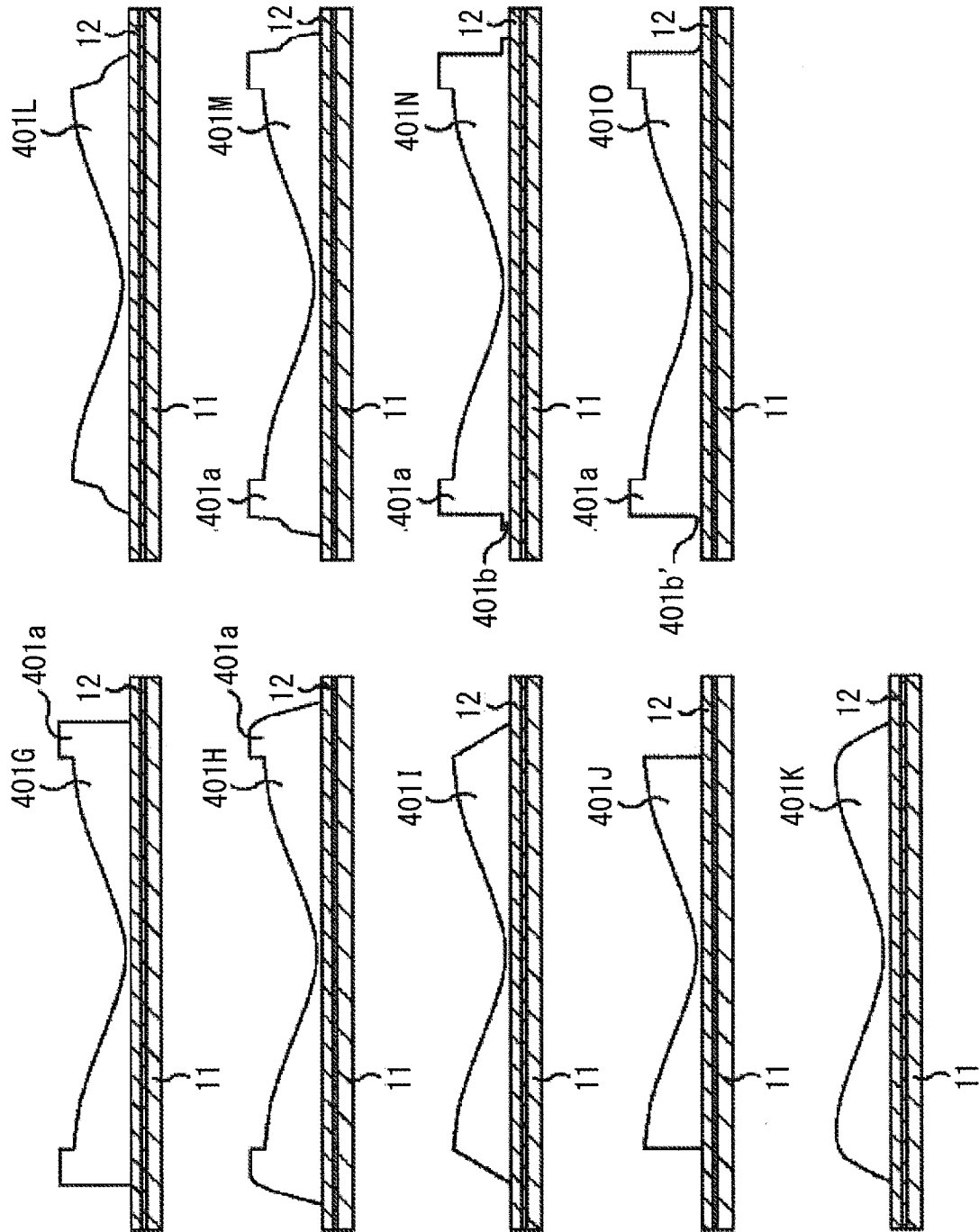
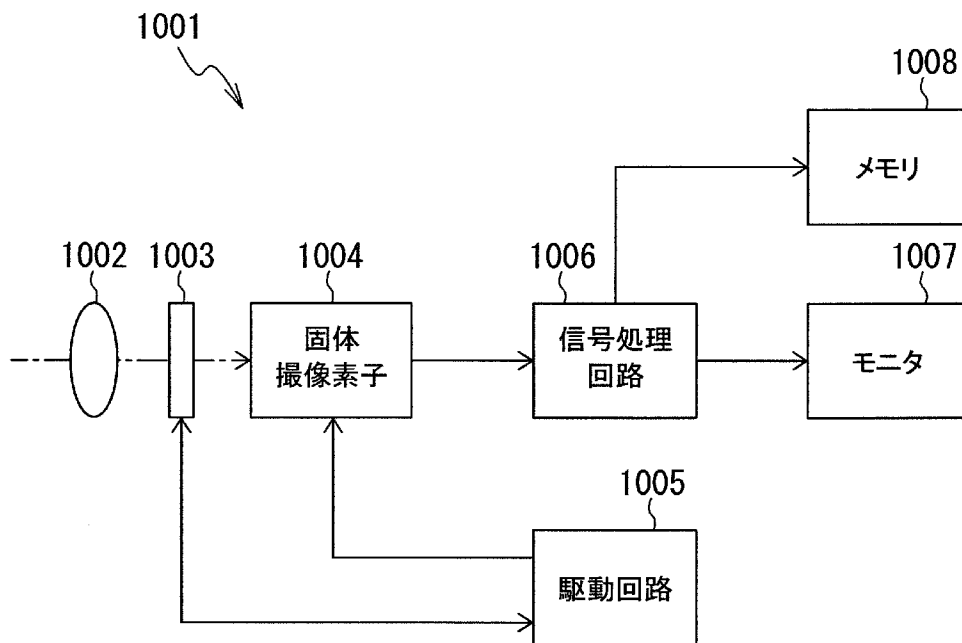
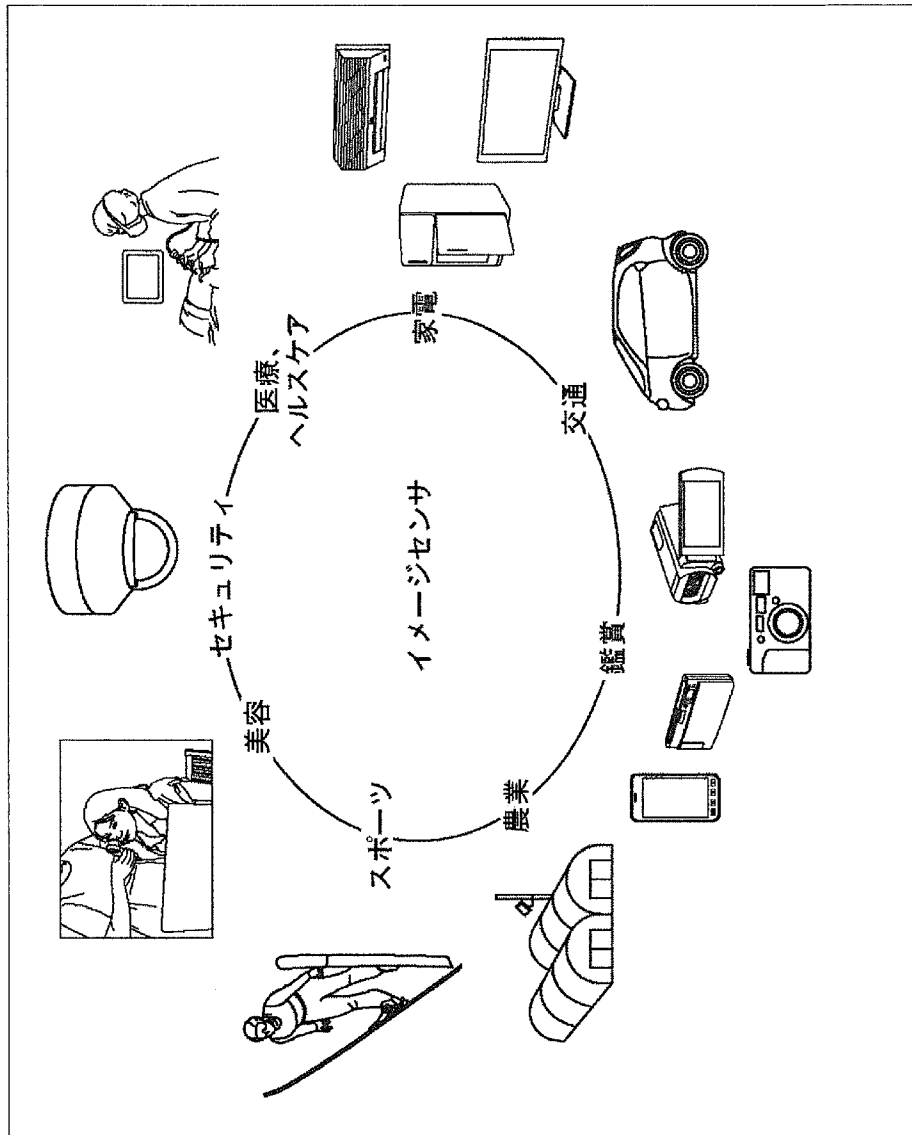


Figure 1 shows seven cross-sectional views of a semiconductor device, illustrating a manufacturing process. The device consists of a substrate with layers 11 and 12, a central region 401, and side regions 521. The views show the progression of a material being deposited or etched onto the central region 401.

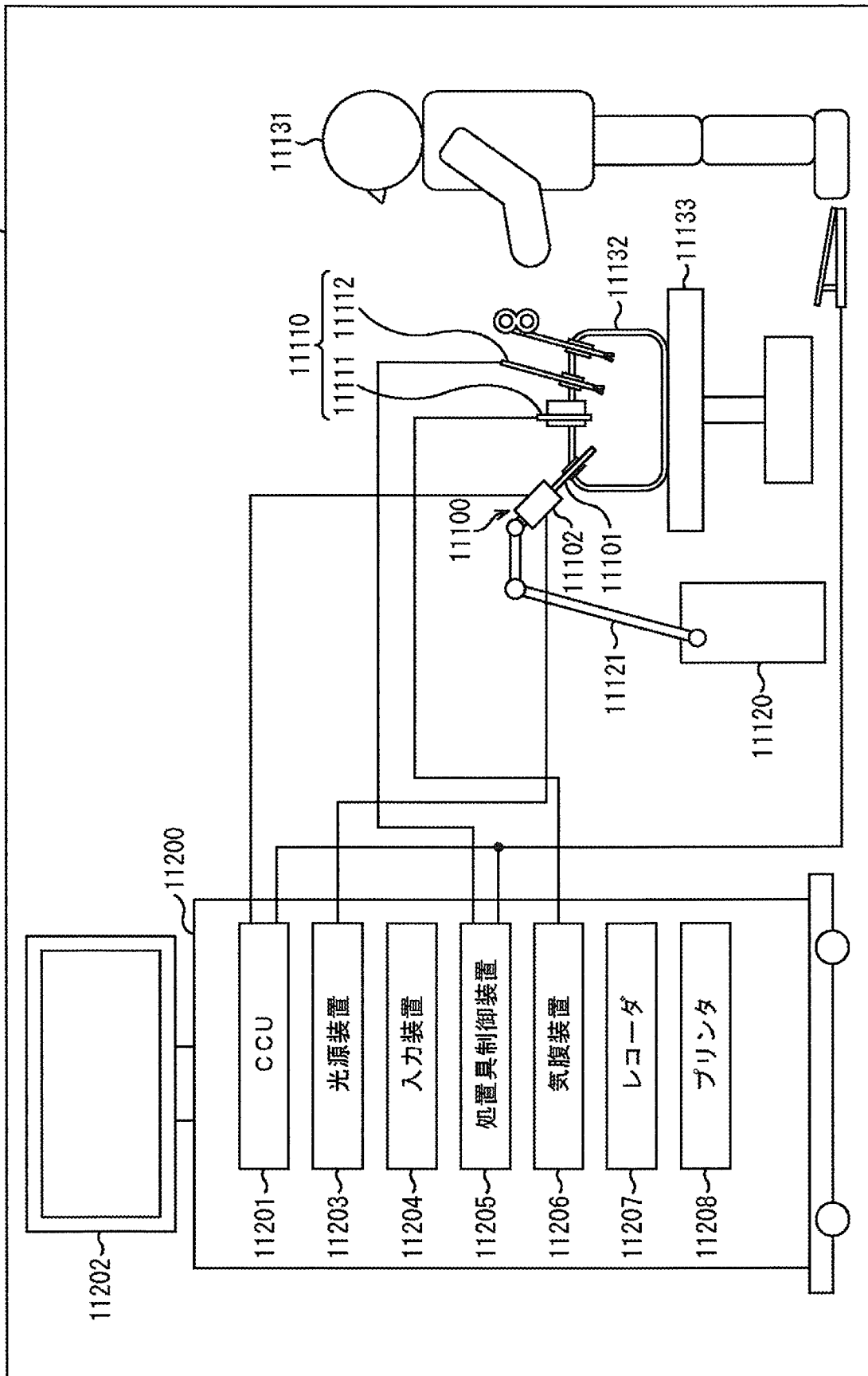
[図25]



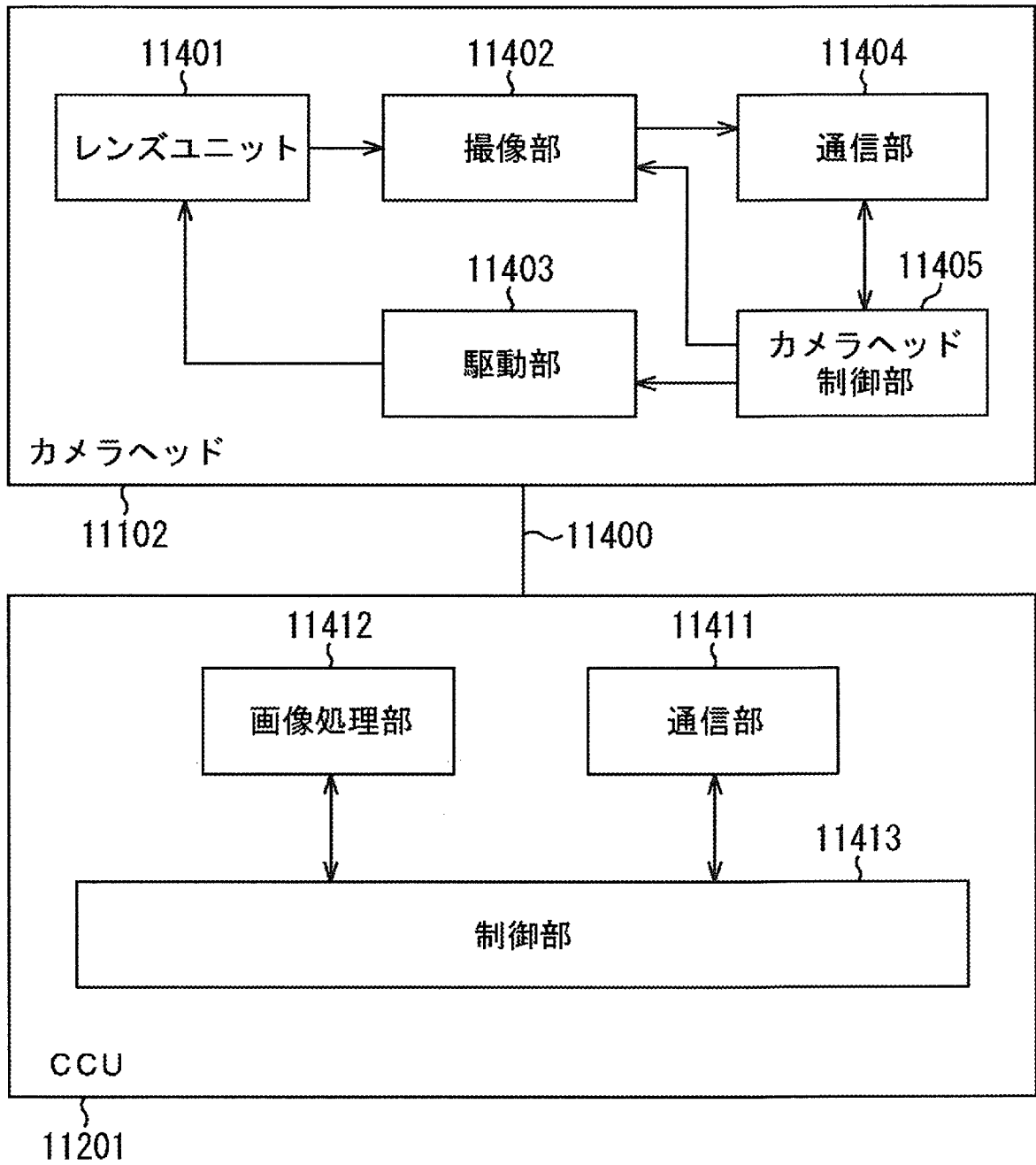
[図26]



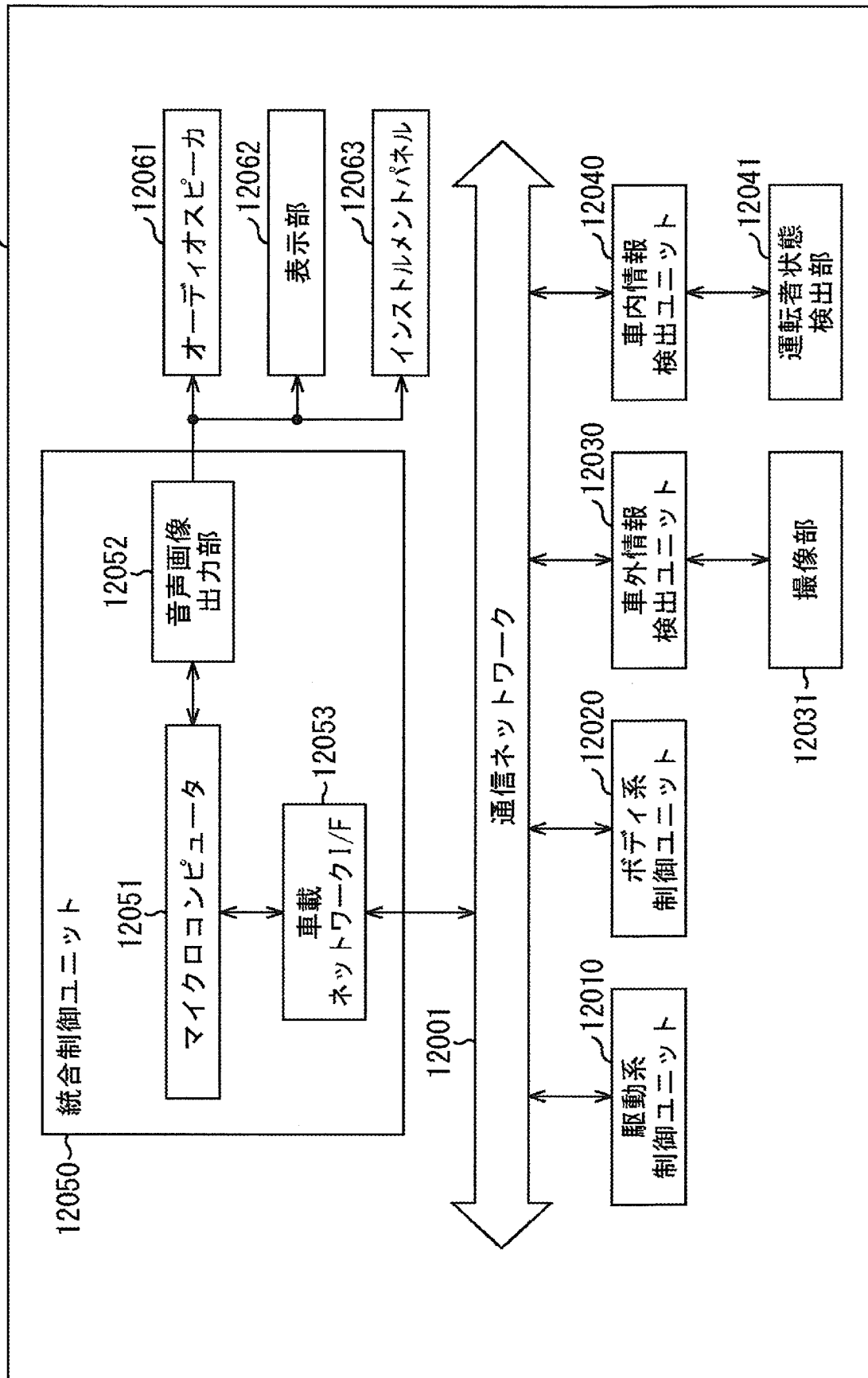
[図27]



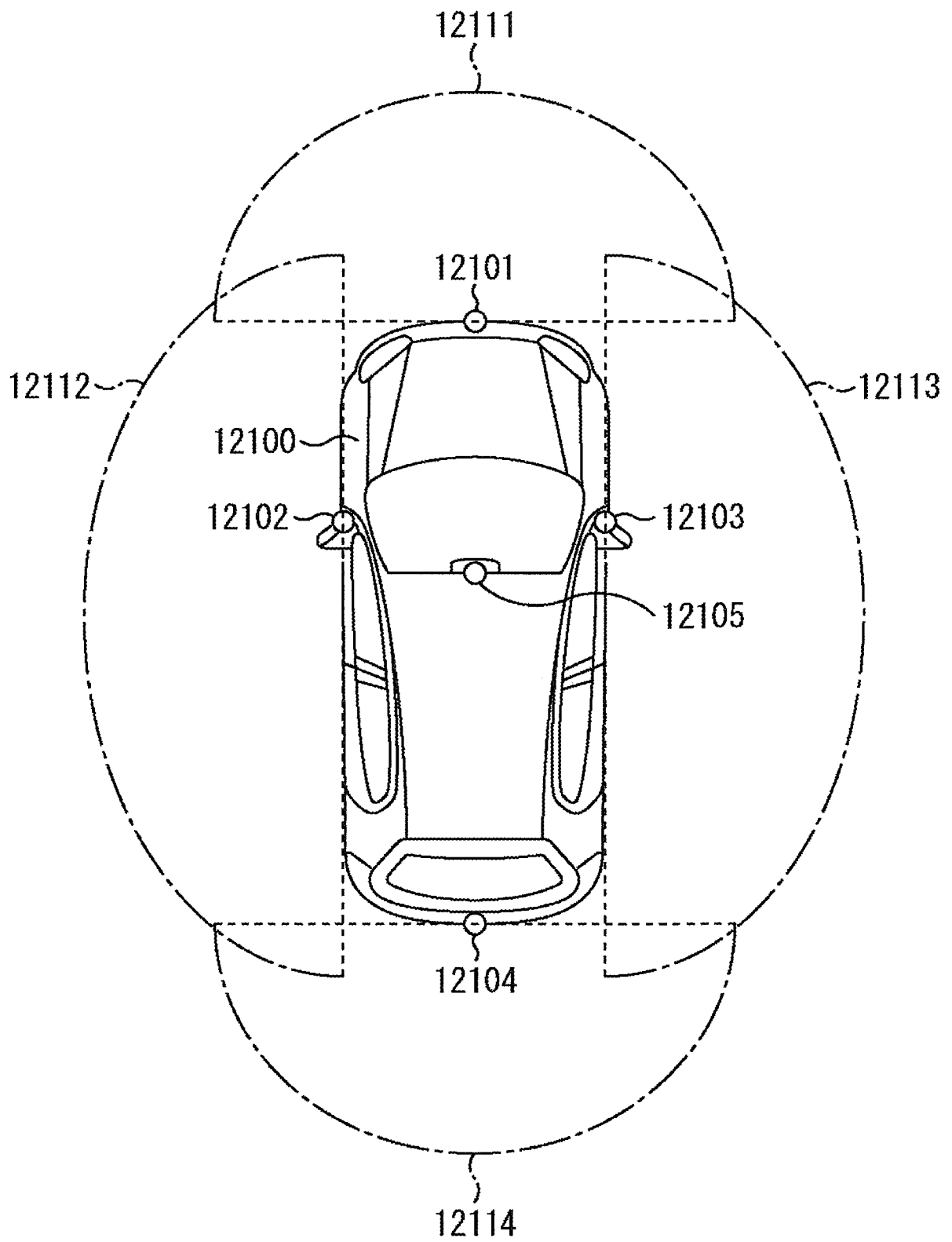
[図28]



[図29]



[図30]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/048888

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01L 27/146**(2006.01)i; **H04N 5/369**(2011.01)i; **H04N 9/07**(2006.01)i

FI: H01L27/146 A; H01L27/146 D; H04N5/369; H04N9/07 A

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; 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 1971-2022

Registered utility model specifications of Japan 1996-2022

Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2020-174158 A (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORP) 22 October 2020 (2020-10-22) paragraphs [0027]-[0042], [0074]-[0084], [0098]-[0101], fig. 2, 7-10, 15, 16, 25	1-8
Y	JP 2020-31127 A (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORP) 27 February 2020 (2020-02-27) paragraphs [0014]-[0022], [0153]-[0159], fig. 1, 14	1-8
Y	JP 2018-201015 A (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORP) 20 December 2018 (2018-12-20) fig. 4, 5	4
Y	JP 2012-114479 A (TOSHIBA CORP) 14 June 2012 (2012-06-14) fig. 11	4
Y	JP 2016-139988 A (TOSHIBA CORP) 04 August 2016 (2016-08-04) paragraph [0020], fig. 8	6, 7

☐ 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

24 January 2022

Date of mailing of the international search report

01 February 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/048888

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2020-174158	A	22 October 2020	WO	2020/209126	A1	
JP	2020-31127	A	27 February 2020	WO	2020/039958	A1	
JP	2018-201015	A	20 December 2018	US	2020/0235149	A1	
				fig. 4, 5			
				WO	2018/221443	A1	
				CN	110383479	A	
				KR	10-2020-0014722	A	
JP	2012-114479	A	14 June 2012	(Family: none)			
JP	2016-139988	A	04 August 2016	(Family: none)			

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 9/07(2006.01)i FI: H01L27/146 A; H01L27/146 D; H04N5/369; H04N9/07 A		
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; 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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022年 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 2020-174158 A（ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社）22.10.2020 （2020-10-22） [0027] - [0042], [0074] - [0084], [0098] - [0101], 図2, 7-10, 15, 16, 25	1-8
Y	JP 2020-31127 A（ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社）27.02.2020 （2020-02-27） [0014] - [0022], [0153] - [0159], 図1, 14	1-8
Y	JP 2018-201015 A（ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社）20.12.2018 （2018-12-20） 図4, 5	4
Y	JP 2012-114479 A（株式会社東芝）14.06.2012（2012-06-14） 図11	4
Y	JP 2016-139988 A（株式会社東芝）04.08.2016（2016-08-04） [0020], 図8	6, 7
☐ 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 24.01.2022		国際調査報告の発送日 01.02.2022
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 柴山 将隆 5F 3035 電話番号 03-3581-1101 内線 3559

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/JP2021/048888

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2020-174158	A	22.10.2020	WO	2020/209126	A1	
JP	2020-31127	A	27.02.2020	WO	2020/039958	A1	
JP	2018-201015	A	20.12.2018	US	2020/0235149	A1	
				Figs. 4, 5			
				WO	2018/221443	A1	
				CN	110383479	A	
				KR	10-2020-0014722	A	
JP	2012-114479	A	14.06.2012	(ファミリーなし)			
JP	2016-139988	A	04.08.2016	(ファミリーなし)			