(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
2019年9月19日(19.09.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/176302 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 27/146 (2006.01) *H04N 5/369* (2011.01)
G02B 3/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/002025

(22) 国際出願日： 2019年1月23日(23.01.2019)

(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 2018-045137 2018年3月13日(13.03.2018) JP

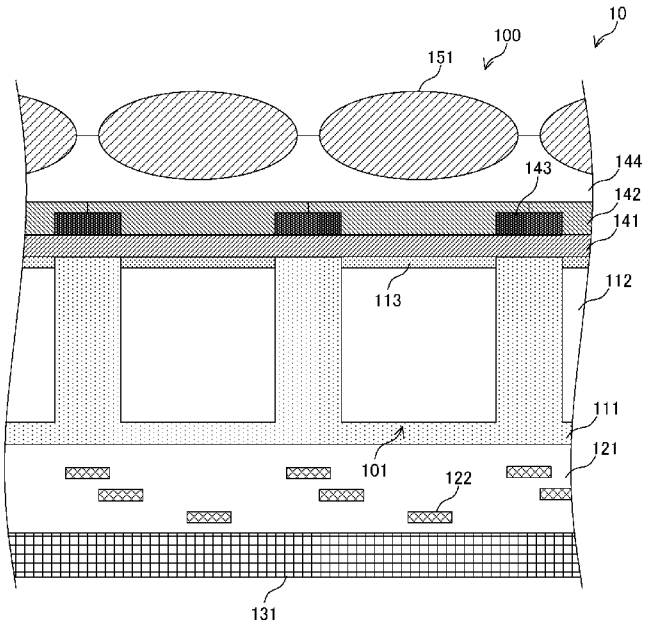
(71) 出願人: ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社(**SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION**) [JP/JP]; 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 七條 真衣(**SHICHIJO Mai**); 〒8691102 熊本県菊池郡菊陽町大字原水4000番地1 ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング株式会社内 Kumamoto (JP). 堂福 忠幸(**DOFUKU Tadayuki**); 〒8691102 熊本県菊池郡菊陽町大字原水4000番地1 ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング株式会社内 Kumamoto (JP).

(74) 代理人: 松尾 憲一郎 (**MATSUO Kenichiro**); 〒8100042 福岡県福岡市中央区赤坂1丁目10番17号 しんくみ赤坂ビル7階 Fukuoka (JP).

(54) **Title:** IMAGING ELEMENT AND METHOD FOR MANUFACTURING IMAGING ELEMENT

(54) 発明の名称： 撮像素子および撮像素子の製造方法



(57) **Abstract:** In order to simplify a manufacturing process for a lens having convex parts on both surfaces in a pixel, this imaging element is provided with pixels, a base layer, and lenses. The pixels generate image signals in response to incident light. The base layer is arranged on the pixels, passes the incident light therethrough, and is provided with recessed parts. The lenses are provided with protruding parts that are arranged adjacent to the recessed parts of the base layer for each pixel and are formed on the basis of the respective recessed parts of the base layer, and the lenses collect emitted light and

WO 2019/176302 A1

[続葉有]

(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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

cause the light to enter respective pixels through the base layer.

(57) 要約: 画素における両側に凸部を有するレンズの製造工程を簡略化する。 撮像素子は、画素、下地層およびレンズを具備する。画素は、入射光に応じた画像信号を生成する。下地層は、その画素に配置されてその入射光を透過させるとともに凹部を備える。レンズは、画素毎のその下地層の凹部に隣接して配置されてその下地層の凹部に基づいて形成された凸部を備え、照射された光を集光してその下地層を介してその画素に入射させる。

明　細　書

発明の名称 ： 撮像素子および撮像素子の製造方法

技術分野

[0001] 本技術は、撮像素子および撮像素子の製造方法に関する。詳しくは、入射光を集光するレンズが配置される撮像素子および当該撮像素子の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、被写体を撮像する撮像素子は、被写体からの入射光を集光するオンチップレンズと集光された入射光のうち所定の波長の光を透過させるカラーフィルタとカラーフィルタを透過した入射光を電気信号に変換する光電変換部とを有する画素を備える。この画素が２次元格子状に配置されて撮像素子が構成される。また、それぞれの画素の周囲には、遮光体が配置される。この遮光体は、隣接する画素から斜めに入射する光を遮光するものである。また、上述のカラーフィルタは、画素毎に異なる波長の光を透過させる。例えば、赤色光、緑色光および青色光に対応するカラーフィルタが各画素に配置される。画素のカラーフィルタを斜めに透過した入射光が隣接する画素のカラーフィルタを経由せずに光電変換部に到達すると、自身のカラーフィルタとは異なる波長の入射光に基づく電気信号が生成され、画像信号に誤差を生じる。この現象は、混色と称される。上述の遮光体を画素の周囲に配置することにより、混色の発生を防止することができる。

[0003] 近年、撮像素子の解像度の向上に伴い、画素の小型化が進んでいる。小型化された画素において集光率を向上させるため、オンチップレンズにより集光されてカラーフィルタを透過した入射光をさらに集光する第２のレンズが配置された画素を備える撮像素子が使用されている。この第２のレンズは、層内レンズと称され、凸形状に構成される。この層内レンズを形成する方法として、例えば、上述の遮光体をマスクとして自己整合（セルフアライン）により形成する方法が提案されている（例えば、特許文献１参照。）。この

方法では、下地層の上に遮光体を形成し、形成された遮光体をマスクとして下地層を選択的にエッチングして凹部を形成する。次に、この凹部内に高密度プラズマ成膜法により絶縁物を堆積させる。この堆積された絶縁膜は、遮光体近傍の膜厚が厚くなり、遮光体から離れるに従って膜厚が薄くなる下凸の形状となる。この絶縁膜に表面が平坦化された第２の絶縁物の膜を形成することにより、下凸の形状を有する第２の絶縁物からなる層内レンズを形成することができる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１０－２３９０７６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上述の従来技術は、集光率が低いという問題がある。レンズが下凸に構成された半球形状であり、入射光を屈折させる曲面が１面のみとなるためである。レンズの両面に凸部を形成することにより、集光率を向上させることが可能となる。しかし、両面に凸部を有するレンズは、片面に凸部を有するレンズと比較して、形成が困難になるという問題がある。

[0006] 本技術は、上述の問題点を解消するためになされたものであり、その第１の態様は、入射光に応じた画像信号を生成する画素と、上記画素に配置されて上記入射光を透過させるとともに凹部を備える下地層と、上記画素毎の上記下地層の凹部に隣接して配置されて上記下地層の凹部に基づいて形成された凸部を備え、照射された光を集光して上記下地層を介して上記画素に入射させるレンズとを具備する撮像素子である。これにより、レンズの凸部が下地層の凹部に基づいて形成されるという作用をもたらす。下地層の凹部の位置への自己整合に基づくレンズの凸部の作成が想定される。

[0007] また、この第１の態様において、上記レンズは、上記下地層に隣接して配置されて表面に上記下地層の凹部に基づく第２の凹部が形成された光透過性

部材と上記第２の凹部にさらに配置されたレジストとにおいて、上記光透過性部材および上記レジストが異なるエッチング速度によりエッチングされて上記下地層の凹部に基づく上記凸部が形成されてもよい。これにより、エッチングの際の下地層および光透過性部材のエッチング速度の差に応じてレンズの凸部が形成されるという作用をもたらす。

[0008] また、この第１の態様において、上記下地層は、等方性のエッチングにより形成された上記凹部を備えてもよい。これにより、下地層の凹部が等方性のエッチングにより形成されるという作用をもたらす。

[0009] また、この第１の態様において、上記画素の周囲に配置される遮光壁をさらに具備し、上記下地層は、上記遮光壁に囲まれた領域の形状に基づく上記凹部を備えてもよい。これにより、下地層の凹部が遮光壁の形状に基づいて形成されるという作用をもたらす。

[0010] また、この第１の態様において、上記集光された入射光のうち所定の波長の光を透過させるカラーフィルタをさらに具備してもよい。これにより、被写体とカラーフィルタとの間にレンズが配置されるという作用をもたらす。

[0011] また、この第１の態様において、上記入射光のうち所定の波長の光を透過させるカラーフィルタをさらに具備し、上記レンズは、上記カラーフィルタを透過した光を上記集光してもよい。これにより、被写体とレンズとの間にカラーフィルタが配置されるという作用をもたらす。

[0012] また、本技術の第２の態様は、入射光に応じた画像信号を生成する画素に上記入射光を透過させるとともに凹部を備える下地層を形成する下地層凹部形成工程と、照射された光を集光して上記下地層を介して上記画素に入射させるレンズを上記画素毎の上記下地層の凹部に隣接して配置するレンズ配置工程と、上記下地層の凹部に基づいて形成された凸部を上記配置されたレンズの表面に形成するレンズ凸部形成工程とを具備する撮像素子の製造方法である。これにより、レンズの凸部が下地層の凹部に基づいて形成されるという作用をもたらす。下地層の凹部の位置への自己整合に基づくレンズの凸部の作成が想定される。

発明の効果

[0013] 本技術によれば、画素における両側に凸部を有するレンズの製造工程を簡略化するという優れた効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本技術の実施の形態に係る撮像素子の構成例を示す図である。

[図2]本技術の実施の形態に係る画素の構成例を示す図である。

[図3]本技術の第１の実施の形態に係る画素の構成例を示す断面図である。

[図4]本技術の第１の実施の形態に係るオンチップレンズによる集光を説明する図である。

[図5]本技術の第１の実施の形態に係る撮像素子の製造方法の一例を示す図である。

[図6]本技術の第１の実施の形態に係る撮像素子の製造方法の一例を示す図である。

[図7]本技術の第２の実施の形態に係る画素の構成例を示す断面図である。

[図8]本技術の第２の実施の形態に係る撮像素子の製造方法の一例を示す図である。

[図9]本技術の第２の実施の形態に係る撮像素子の製造方法の一例を示す図である。

[図10]本技術の第３の実施の形態に係る画素の構成例を示す断面図である。

[図11]本技術の第４の実施の形態に係る画素アレイ部の構成例を示す図である。

[図12]本技術の第４の実施の形態に係る画素の構成例を示す断面図である。

[図13]本技術の第４の実施の形態に係る撮像素子の製造方法の一例を示す図である。

[図14]本技術の第４の実施の形態に係る撮像素子の製造方法の一例を示す図である。

[図15]本技術の実施の形態の変形例に係る画素の構成例を示す断面図である。

[図16]本技術が適用され得る撮像装置の一例であるカメラの概略的な構成例を示すブロック図である。

[図17]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18]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19]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20]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

[0015] 次に、図面を参照して、本技術を実施するための形態（以下、実施の形態と称する）を説明する。以下の図面において、同一または類似の部分には同一また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、各部の寸法の比率等は現実のものとは必ずしも一致しない。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ることは勿論である。また、以下の順序で実施の形態の説明を行う。

１．第１の実施の形態

２．第２の実施の形態

３．第３の実施の形態

４．第４の実施の形態

５．変形例

６．カメラへの応用例

７．内視鏡手術システムへの応用例

８．移動体への応用例

[0016] ＜１．第１の実施の形態＞

［撮像素子の構成］

図１は、本技術の実施の形態に係る撮像素子の構成例を示す図である。同図の撮像素子１は、画素アレイ部１０と、垂直駆動部２０と、カラム信号処理部３０と、制御部４０とを備える。

[0017] 画素アレイ部１０は、画素１００が２次元格子状に配置されて構成されたものである。ここで、画素１００は、照射された光に応じた画像信号を生成

するものである。この画素１００は、照射された光に応じた電荷を生成する光電変換部を有する。また画素１００は、画素回路をさらに有する。この画素回路は、光電変換部により生成された電荷に基づく画像信号を生成する。画像信号の生成は、後述する垂直駆動部２０により生成された制御信号により制御される。画素アレイ部１０には、信号線１１および１２がＸＹマトリクス状に配置される。信号線１１は、画素１００における画素回路の制御信号を伝達する信号線であり、画素アレイ部１０の行毎に配置され、各行に配置される画素１００に対して共通に配線される。信号線１２は、画素１００の画素回路により生成された画像信号を伝達する信号線であり、画素アレイ部１０の列毎に配置され、各列に配置される画素１００に対して共通に配線される。これら光電変換部および画素回路は、半導体基板に形成される。

[0018] 垂直駆動部２０は、画素１００の画素回路の制御信号を生成するものである。この垂直駆動部２０は、生成した制御信号を同図の信号線１１を介して画素１００に伝達する。カラム信号処理部３０は、画素１００により生成された画像信号を処理するものである。このカラム信号処理部３０は、同図の信号線１２を介して画素１００から伝達された画像信号の処理を行う。カラム信号処理部３０における処理には、例えば、画素１００において生成されたアナログの画像信号をデジタルの画像信号に変換するアナログデジタル変換が該当する。カラム信号処理部３０により処理された画像信号は、撮像素子１の画像信号として出力される。制御部４０は、撮像素子１の全体を制御するものである。この制御部４０は、垂直駆動部２０およびカラム信号処理部３０を制御する制御信号を生成して出力することにより、撮像素子１の制御を行う。制御部４０により生成された制御信号は、信号線４１および４２により垂直駆動部２０およびカラム信号処理部３０に対してそれぞれ伝達される。

[0019] ［画素の構成］

図２は、本技術の実施の形態に係る画素の構成例を示す図である。同図は、画素１００の構成例を表す回路図である。同図の画素１００は、光電変換

部１０１と、電荷保持部１０２と、ＭＯＳトランジスタ１０３乃至１０６とを備える。

[0020] 光電変換部１０１のアノードは接地され、カソードはＭＯＳトランジスタ１０３のソースに接続される。ＭＯＳトランジスタ１０３のドレインは、ＭＯＳトランジスタ１０４のソース、ＭＯＳトランジスタ１０５のゲートおよび電荷保持部１０２の一端に接続される。電荷保持部１０２の他の一端は、接地される。ＭＯＳトランジスタ１０４および１０５のドレインは電源線Ｖｄｄに共通に接続され、ＭＯＳトランジスタ１０５のソースはＭＯＳトランジスタ１０６のドレインに接続される。ＭＯＳトランジスタ１０６のソースは、信号線１２に接続される。ＭＯＳトランジスタ１０３、１０４および１０６のゲートは、それぞれ転送信号線ＴＲ、リセット信号線ＲＳＴおよび選択信号線ＳＥＬに接続される。なお、転送信号線ＴＲ、リセット信号線ＲＳＴおよび選択信号線ＳＥＬは、信号線１１を構成する。

[0021] 光電変換部１０１は、前述のように照射された光に応じた電荷を生成するものである。この光電変換部１０１には、フォトダイオードを使用することができる。また、電荷保持部１０２およびＭＯＳトランジスタ１０３乃至１０６は、画素回路を構成する。

[0022] ＭＯＳトランジスタ１０３は、光電変換部１０１の光電変換により生成された電荷を電荷保持部１０２に転送するトランジスタである。ＭＯＳトランジスタ１０３における電荷の転送は、転送信号線ＴＲにより伝達される信号により制御される。電荷保持部１０２は、ＭＯＳトランジスタ１０３により転送された電荷を保持するキャパシタである。ＭＯＳトランジスタ１０５は、電荷保持部１０２に保持された電荷に基づく信号を生成するトランジスタである。ＭＯＳトランジスタ１０６は、ＭＯＳトランジスタ１０５により生成された信号を画像信号として信号線１２に出力するトランジスタである。このＭＯＳトランジスタ１０６は、選択信号線ＳＥＬにより伝達される信号により制御される。

[0023] ＭＯＳトランジスタ１０４は、電荷保持部１０２に保持された電荷を電源

線Ｖｄｄに排出することにより電荷保持部１０２をリセットするトランジスタである。このＭＯＳトランジスタ１０４によるリセットは、リセット信号線ＲＳＴにより伝達される信号により制御され、ＭＯＳトランジスタ１０３による電荷の転送の前に実行される。なお、このリセットの際、ＭＯＳトランジスタ１０３を導通させることにより、光電変換部１０１のリセットも行うことができる。このように、画素回路は、光電変換部１０１により生成された電荷を画像信号に変換する。

[0024] ［画素の断面の構成］

図３は、本技術の第１の実施の形態に係る画素の構成例を示す断面図である。同図は、画素アレイ部１０に配置された画素１００の構成例を表す模式断面図である。画素１００は、オンチップレンズ１５１と、下地層１４４と、遮光壁１４３と、カラーフィルタ１４２と、絶縁膜１４１と、半導体基板１１１と、配線層１２２および絶縁層１２１からなる配線領域と、支持基板１３１とを備える。

[0025] 半導体基板１１１は、図１において説明した画素１００の光電変換部や画素回路の半導体部分が形成される半導体の基板である。また、半導体基板１１１には、垂直駆動部２０、カラム信号処理部３０および制御部４０の半導体部分がさらに形成される。半導体基板１１１には、例えば、ｐ型のウェル領域が形成され、このウェル領域に画素１００の光電変換部等が形成される。便宜上、同図の半導体基板１１１は、ｐ型のウェル領域として構成されるものと想定する。また、同図には、画素回路のうち光電変換部１０１を記載した。同図の光電変換部１０１は、ｎ型半導体領域１１２とこのｎ型半導体領域１１２の周囲のｐ型ウェル領域とにより構成される。ｎ型半導体領域１１２およびｐ型ウェル領域の界面に形成されたｐｎ接合によりフォトダイオードが構成され、光電変換が行われる。

[0026] 半導体基板１１１には、ｎ型半導体領域１１２に隣接してｐ型半導体領域１１３が配置される。このｐ型半導体領域１１３は、比較的高い不純物濃度に構成された領域であり、半導体基板１１１の表面の界面準位をピニングす

る領域である。これにより、半導体基板１１１の表面の界面準位の影響を軽減することができる。なお、ピニングのためのｐ型半導体領域は、半導体基板１１１の他の面にも配置することができる。

[0027] 配線層１２２は、画素１００において生成された画像信号や画素回路を制御する制御信号を伝達する配線である。図１において説明した信号線１１および１２は、配線層１２２により構成される。この配線層１２２は、銅（Ｃｕ）等の金属により構成することができる。絶縁層１２１は、配線層１２２を絶縁するものである。この絶縁層１２１は、例えば、酸化シリコン（SiO_2）等の酸化物により構成することができる。なお、同図の画素１００を備える撮像素子１は、半導体基板１１１における光が入射される面とは異なる面（裏面）に配線領域が形成される裏面照射型の撮像素子である。なお、支持基板１３１は、撮像素子１を支持する基板であり、製造工程において撮像素子１の強度を向上させるために使用される基板である。

[0028] オンチップレンズ１５１は、被写体からの光を集光するレンズである。同図のオンチップレンズ１５１は、断面が楕円形状に構成される。すなわち、上下に凸部を有する形状に構成される。これにより、入射光の集光率を向上させることができる。オンチップレンズ１５１は、光透過性の部材、例えば、窒化シリコン（ＳｉＮ）により構成することができる。下地層１４４は、オンチップレンズ１５１の下層に配置され、オンチップレンズ１５１の形成の際の下地となる膜である。この下地層１４４は、オンチップレンズ１５１より屈折率が低いとともに光透過性の部材、例えば、酸化シリコン（SiO_2）により構成することができる。

[0029] 同図に表したように、オンチップレンズ１５１は、その半分が下地層１４４に埋め込まれた形状に構成される。これは、下地層１４４に形成された凹部に隣接して形成されることにより裏面にオンチップレンズ１５１の凸部が形成され、下地層１４４の凹部の形状に基づいて形成された凸部がオンチップレンズ１５１の表面に形成されるためである。このような形状のオンチップレンズ１５１は、例えば、次のように形成することができる。まず、下地

層１４４に隣接してオンチップレンズ１５１の材料となる光透過性部材を配置する。この際、配置された光透過性部材の表面には、下地層１４４の凹部の形状が転写された第２の凹部が形成される。

[0030] この第２の凹部にレジストを配置して光透過性部材およびレジストをエッチングする。このエッチングには、ドライエッチングを使用することができる。この際、光透過性部材およびレジストについて異なるエッチング速度によりエッチングを行う。具体的には、レジストより光透過性部材の方が速くエッチングされる条件によりエッチングを行う。すると、レジストの厚さが厚い領域ほど光透過性部材のエッチング量が減少することとなり、光透過性部材に凸部が形成される。すなわち、下地層１４４の凹部に基づく凸部を備えるオンチップレンズ１５１を形成することができる。このように、オンチップレンズ１５１は、下地層１４４の凹部に自己整合して形成される。オンチップレンズ１５１の製造方法の詳細については後述する。なお、オンチップレンズ１５１は、請求の範囲に記載のレンズの一例である。

[0031] カラーフィルタ１４２は、オンチップレンズ１５１により集光された光のうち所定の波長の光を透過させる光学的なフィルタである。このカラーフィルタ１４２には、例えば、赤色光、緑色光および青色光の可視光や赤外光の何れかを透過するカラーフィルタ１４２を使用することができる。遮光壁１４３は、隣接する画素１００から斜めに入射する光を遮蔽する壁状の膜である。この遮光壁１４３により、隣接する画素１００のカラーフィルタ１４２を透過した光の入射を防止することができ、混色の発生を防ぐことができる。遮光壁１４３は、例えば、アルミニウム（Ａｌ）やタングステン（Ｗ）により構成することができる。絶縁膜１４１は、半導体基板１１１を絶縁する膜である。この絶縁膜１４１は、例えば、SiO_2により構成することができる。

[0032] ［オンチップレンズによる集光］

図４は、本技術の第１の実施の形態に係るオンチップレンズによる集光を説明する図である。同図におけるａは、図３において説明した画素１００を

簡略化した図であり、入射光３０１が画素１００のｎ型半導体領域１１２に入射する様子を表した図である。同図におけるａに表したように、オンチップレンズ１５１は、楕円形状の断面に構成される。画素１００の入射光３０１は、オンチップレンズ１５１の２つの凸部により屈折する。このため、画素１００の入射光の入射角が比較的大きい場合であっても、ｎ型半導体領域１１２に照射させることができる。このため、像高が大きい撮影レンズを使用した撮像に適用することができる。

[0033] 同図におけるｂは、比較例として半球形状のオンチップレンズ３１１を使用した場合の例を表した図である。同図におけるｂのオンチップレンズ３１１では、同図におけるａと同じ入射角度の入射光３０１に対して、ｎ型半導体領域１１２に集光させることができず、集光率が低くなる。

[0034] また、同図におけるｃは、オンチップレンズ１５１とは異なる方法により、上面側の凸部が形成されたオンチップレンズ３１２の例を表した図である。具体的には、ドライエッチング法により形成されたオンチップレンズ３１２の例を表したものである。ここで、ドライエッチング法とは、オンチップレンズの材料となる光透過性の部材の膜を形成し、その上に凸部を有する形状に構成されたレジストを配置し、レジストおよび光透過性の部材の膜をドライエッチングすることにより、レジストの凸部を光透過性の部材の表面に転写する方法である。このドライエッチング法では、レジストの位置ずれやエッチング残りを生じる場合がある。同図におけるｃの領域３１３は、エッチング残りを生じて隣接するオンチップレンズ３１２と連結した領域を表したものである。この領域３１３に入射光３０２が侵入すると、隣接する画素１００に入射光が伝達されて混色を生じることとなる。

[0035] 同図におけるａに表したように、楕円形状の断面のオンチップレンズ１５１を使用することにより、集光率を向上させることができる。このため、画素１００に入射した後に当該画素１００における光電変換に寄与しない迷光の発生を軽減することができ、迷光の画素１００への入射を防ぐ遮光壁等を省略することができる。また、焦点距離を短くすることができるため、撮像

素子１を薄型化することもできる。

[0036] ［撮像素子の製造方法］

図５および６は、本技術の第１の実施の形態に係る撮像素子の製造方法の一例を示す図である。まず、半導体基板１１１にｎ型半導体領域１１２等の半導体領域を形成し、配線領域を積層し、支持基板１３１を接着する。次に、半導体基板１１１の裏面を研削して薄肉化する。この半導体基板１１１の裏面に、絶縁膜１４１、遮光壁１４３およびカラーフィルタ１４２を形成する。このカラーフィルタ１４２の表面に下地層１４４の材料となる絶縁物膜４０１を成膜する。絶縁物膜４０１には、例えばSiO_2を使用することができる。絶縁物膜４０１の成膜には、例えば、ＣＶＤ（Chemical Vapor Deposition）を使用することができる（図５におけるａ）。次に、レジスト４０２を形成する。このレジスト４０２には、下地層１４４の凹部を形成する位置に開口部４０３が形成される。この開口部４０３が形成される位置は、オンチップレンズ１５１を配置する位置に該当する。（図５におけるｂ）。

[0037] 次に、絶縁物膜４０１のエッチングを行う。このエッチングは、等方性のドライエッチングにより行うことができる。エッチングガスとしてNF_3およびSF_6を使用することにより、等方性のドライエッチングを行うことができる。この等方性のドライエッチングにより、絶縁物膜４０１に凹部４０４が形成される。その後、レジスト４０２を除去する。図５におけるｃの破線の矩形は、除去される前のレジスト４０２を表す。この工程により、下地層１４４を形成することができる（図５におけるｃ）。なお、絶縁物膜４０１のエッチング方法はこの例に限定されない。例えば、等方性のウェットエッチングを行うこともできる。なお、当該工程は、請求の範囲に記載の下地層凹部形成工程の一例である。

[0038] 次に、下地層１４４の表面にオンチップレンズ１５１の材料となる光透過性部材４０５を成膜する。この成膜された光透過性部材４０５の表面には下地層１４４の凹部４０４の形状が転写された凹部４０６が形成される。この凹部４０６は、図３において説明した第２の凹部に該当する。光透過性部材

４０５には、例えばＳｉＮを使用することができる。光透過性部材４０５の成膜には、例えば、ＣＶＤを使用することができる（図６におけるｄ）。なお、当該工程は、請求の範囲に記載のレンズ配置工程の一例である。

[0039] 次に、光透過性部材４０５の表面にレジスト４０７を配置する。このレジスト４０７は、平坦な表面に構成する。例えば、表面をレベリングさせることにより平坦な表面のレジスト４０７を配置することができる（図６におけるｅ）。図６におけるｅに表したように、レジスト４０７は、光透過性部材４０５の凹部４０６の形状に応じた厚さに構成される。

[0040] 次に、レジスト４０７および光透過性部材４０５のエッチングを行う。このエッチングは、異方性のドライエッチングにより行うことができる。エッチングガスとしてCH_2F_2等を添加したNF_3およびSF_6を使用することにより、異方性のドライエッチングを行うことができる。また、この異方性のドライエッチングにおいて、レジスト４０７のエッチング速度より光透過性部材４０５のエッチング速度が速くなる条件においてエッチングを行う。また、エッチングは、レジスト４０７が消失するまで行う。

[0041] これにより、光透過性部材４０５の凹部４０６の中央部のようにレジスト４０７の厚さが厚い領域では、レジスト４０７の消失に時間が掛かり、光透過性部材４０５のエッチング量が比較的少なくなる。一方、光透過性部材４０５の凹部４０６の端部近傍のようにレジスト４０７の厚さが薄い領域では、エッチング工程の早期にレジスト４０７が除去される。その後は、光透過性部材４０５のエッチング速度が速いため、光透過性部材４０５のエッチング量が多くなる。このため、レジスト４０７の下向きの凸部が反転して転写された形状の凸部が光透過性部材４０５の表面に形成され、断面が楕円形状のオンチップレンズ１５１が形成される（図６におけるｆ）。下地層１４４の凹部４０４の位置に基づいてオンチップレンズ１５１が自己整合により形成されるため、製造時の位置ずれ等の不具合を生じることなくオンチップレンズ１５１を形成することができる。なお、レジスト４０７および光透過性部材４０５のエッチング方法はこの例に限定されない。例えば、ウェットエ

ッチングを行うこともできる。なお、当該工程は、請求の範囲に記載のレンズ凸部形成工程の一例である。

[0042] このように、本技術の第１の実施の形態の撮像素子１では、下地層１４４の凹部４０４の形状に基づく凸部を両面（表面および裏面）に備えるオンチップレンズ１５１が形成される。下地層１４４の凹部４０４の位置に基づいてオンチップレンズ１５１が自己整合により形成されるため、オンチップレンズ１５１の製造工程を簡略化することができる。

[0043] ＜２．第２の実施の形態＞

上述の第１の実施の形態の撮像素子１は、下地層１４４の凹部に基づいて形成された凸部を備えるオンチップレンズ１５１を使用していた。これに対し、本技術の第２の実施の形態の撮像素子１は、下地層の凹部に基づいて形成された凸部を備える層内レンズをさらに備える点で、上述の第１の実施の形態と異なる。

[0044] ［画素の断面の構成］

図７は、本技術の第２の実施の形態に係る画素の構成例を示す断面図である。同図の画素１００は、下地層１４６、層内レンズ１５２および平坦化膜１４７をさらに備える点で図３において説明した画素１００と異なる。また、同図の画素１００は、遮光壁１４３の代わりに遮光壁１４５を備える。

[0045] 層内レンズ１５２は、画素１００の内層に配置されるレンズであり、カラーフィルタ１４２と半導体基板１１１の間に配置されるレンズである。この層内レンズ１５２は、例えば、ＳｉＮにより構成することができる。同図の画素１００は、オンチップレンズ１５１および層内レンズ１５２の２つのレンズを備えるため、図３において説明した画素１００と比較して高い集光率にすることができる。すなわち、図４におけるａの入射光３０１よりも大きな入射角の入射光であっても、ｎ型半導体領域１１２に照射させることができる。

[0046] 下地層１４６は、下地層１４４と同様に、層内レンズ１５２の下層に配置され、層内レンズ１５２の製造の際の下地となる膜である。下地層１４６は

、例えば、SiO_2により構成することができる。平坦化膜１４７は、遮光壁１４５および層内レンズ１５２に隣接して配置され、カラーフィルタ１４２が形成される面を平坦化する膜である。この平坦化膜１４７は、例えば、SiO_2により構成することができる。

[0047] 遮光壁１４５は、カラーフィルタ１４２および層内レンズ１５２が配置される領域を囲うように配置される。この遮光壁１４５は、遮光壁１４３と同様にＡｌやWにより構成することができる。

[0048] 下地層１４６には、遮光壁１４５に囲まれた領域の形状に基づく凹部が形成される。また、層内レンズ１５２は、下地層１４６に形成された凹部に隣接して裏面が形成されるとともに下地層１４６の凹部の形状に基づいて形成された凸部が表面に形成される。この層内レンズ１５２もオンチップレンズ１５１と同様の方法により形成することができる。まず、下地層１４６に隣接して光透過性部材を配置する。この際、配置された光透過性部材の表面には、下地層１４６の凹部の形状が転写された第２の凹部が形成される。この第２の凹部にレジストを配置して光透過性部材およびレジストを異なるエッチング速度によりエッチングすることにより、層内レンズ１５２を形成することができる。なお、層内レンズ１５２は、請求の範囲に記載のレンズの一例である。

[0049] ［撮像素子の製造方法］

図８および９は、本技術の第２の実施の形態に係る撮像素子の製造方法の一例を示す図である。まず、配線領域や絶縁膜１４１が形成された半導体基板１１１の表面に遮光壁１４５を形成する。これは、例えば、遮光壁１４５の材料となるW等の膜を成膜し、画素１００の境界以外の領域のWをエッチングして除去することにより、行うことができる（図８におけるａ）。次に、下地層１４６の材料となる絶縁物膜４１１を成膜する（図８におけるｂ）。次に、異方性のドライエッチングを行い、絶縁物膜４１１をエッチングする。この際、遮光壁１４５の壁面に隣接する絶縁物膜４１１がエッチングされず残留する。これにより、サイドウォール形状に構成されて凹部４１３を

備える下地層１４６を形成することができる（図８におけるｃ）。なお、当該工程は、請求の範囲に記載の下地層凹部形成工程の一例である。

[0050] 次に、下地層１４６の表面に光透過性部材４１４を成膜する。この成膜された光透過性部材４１４の表面には下地層１４６の凹部４１３の形状が転写された凹部４１５が形成される。この凹部４１５は、第２の凹部に該当する（図８におけるｄ）。なお、当該工程は、請求の範囲に記載のレンズ配置工程の一例である。

[0051] 次に、平坦な表面形状のレジスト４１６を光透過性部材４１４の表面に配置する（図９におけるｅ）。次に、レジスト４１６および光透過性部材４１４のエッチングを異方性のドライエッチングにより行う。また、この異方性のドライエッチングにおいて、レジスト４１６のエッチング速度より光透過性部材４１４のエッチング速度が速くなる条件においてエッチングを行う。これにより、凸部が光透過性部材４１４の表面に形成され、下地層１４６の凹部４１３の位置に基づいて層内レンズ１５２の凸部が自己整合により形成される（図９におけるｆ）。なお、当該工程は、請求の範囲に記載のレンズ凸部形成工程の一例である。

[0052] 次に、平坦化膜１４７を配置する（図９におけるｇ）。その後、カラーフィルタ１４２やオンチップレンズ１５１を形成する。

[0053] これ以外の撮像素子１の構成は本技術の第１の実施の形態において説明した撮像素子１の構成と同様であるため、説明を省略する。

[0054] 以上説明したように、本技術の第２の実施の形態の撮像素子１は、層内レンズ１５２を備えることにより、集光率をさらに向上させることができる。

[0055] ＜３．第３の実施の形態＞

上述の第１の実施の形態の撮像素子１は、等方性のドライエッチングにより下地層１４４の凹部４０４が形成されていた。これに対し、本技術の第３の実施の形態の撮像素子１は、遮光壁に囲まれた領域の形状に基づく凹部が下地層に形成される点で、上述の第１の実施の形態と異なる。

[0056] ［画素の断面の構成］

図１０は、本技術の第３の実施の形態に係る画素の構成例を示す断面図である。同図の画素１００は、オンチップレンズ１５１、下地層１４４および遮光壁１４３の代わりにオンチップレンズ１５３、下地層１４８および遮光壁１４９を備える点で、図３において説明した画素１００と異なる。

[0057] 遮光壁１４９は、絶縁膜１４１の表面からオンチップレンズ１５３に隣接する領域に配置される。下地層１４８およびオンチップレンズ１５３は、図７において説明した画素１００と同様の製造方法により形成される。すなわち、カラーフィルタ１４２の表面に隣接して形成される点を除いて、下地層１４８およびオンチップレンズ１５３は、図８および９において説明した製造工程により形成することができる。遮光壁１４９を利用して下地層１４８の凹部を形成することができるため、オンチップレンズ１５３の製造方法を簡略化することができる。なお、オンチップレンズ１５３は、請求の範囲に記載のレンズの一例である。

[0058] これ以外の撮像素子１の構成は本技術の第１の実施の形態において説明した撮像素子１の構成と同様であるため、説明を省略する。

[0059] 以上説明したように、本技術の第３の実施の形態の撮像素子１は、遮光壁１４９を利用して下地層１４８の凹部を形成することにより撮像素子１の製造工程をより簡略化することができる。

[0060] ＜４．第４の実施の形態＞

上述の第１の実施の形態の撮像素子１には、同一の構成の画素１００が配置されていた。これに対し、本技術の第４の実施の形態の撮像素子１には、オートフォーカスのための位相差画素がさらに配置される点で、上述の第１の実施の形態と異なる。

[0061] ［画素アレイ部の構成］

図１１は、本技術の第４の実施の形態に係る画素アレイ部の構成例を示す図である。同図は、画素アレイ部１０における画素１００の配置を表す上面図である。同図において、画素１００ａおよび画素１００ｂは、位相差画素に該当する。ここで、位相差画素とは、撮像素子１の画素アレイ部１０に被

写体からの光を集光する撮影レンズの異なる領域を通過した光による画像のずれを位相差として検出するための画素であり、オートフォーカスに利用される画素である。また、同図において、実線の円はオンチップレンズ１５１を表し、点線の矩形は半導体基板１１１に形成されたｎ型半導体領域１１２のうちの有効な領域を表す。このような画素１００ａおよび画素１００ｂは、画素アレイ部１０の特定の行に複数配置される。

[0062] 画素１００においては、ｎ型半導体領域１１２が形成された領域全体が有効な領域となる。一方、画素１００ａおよび１００ｂにおいては、ｎ型半導体領域１１２が形成された領域の略半分の領域が有効な領域となる。具体的には、画素１００ａでは同図の右側半分が有効な領域となり、画素１００ｂでは同図の左側半分が有効な領域となる。これらの画素１００ａおよび１００ｂには、それぞれ撮影レンズの左側および右側を通った光が入射する。複数の画素１００ａにより生成された画像信号に基づく画像と複数の画素１００ｂにより生成された画像信号に基づく画像との位相差を検出することにより、被写体に対する撮影レンズの焦点位置を検出することができる。検出した焦点位置に基づいて撮影レンズの位置を調整することにより、オートフォーカスを行うことが可能となる。

[0063] ［画素の断面の構成］ 図１２は、本技術の第４の実施の形態に係る画素の構成例を示す断面図である。同図は、画素１００および画素１００ａの構成例を表した図である。同図の画素１００および画素１００ａは、カラーフィルタ１４２と絶縁膜１４１との間に下地層１６１および平坦化膜１６２を備える点で図３において説明した画素１００と異なる。また、遮光壁１４３は、下地層１６１の下層に配置される。画素１００ａにおける遮光壁１４３は、ｎ型半導体領域１１２の左半分を覆う位置に配置され、ｎ型半導体領域１１２の半分の領域を遮光する。これにより、図１１において説明したｎ型半導体領域１１２の右側半分の有効な領域を設定することができる。

[0064] また、画素１００ａは、層内レンズ１５４をさらに備える。画素１００においては、オンチップレンズ１５１により入射光がｎ型半導体領域１１２に

集光される。一方、画素１００ａにおいては、位相差を検出するため、ｎ型半導体領域１１２を遮光する遮光壁１４３の端部（同図における端部３２１）に入射光を集光する必要がある。このため、画素１００ａには層内レンズ１５４が配置され、集光位置が端部３２１になるように調整される。なお、層内レンズ１５４は、請求の範囲に記載のレンズの一例である。

[0065] ［撮像素子の製造方法］

図１３および１４は、本技術の第４の実施の形態に係る撮像素子の製造方法の一例を示す図である。まず、半導体基板１１１の表面に絶縁膜１４１を成膜し、遮光壁１４３を形成する。この際、ｎ型半導体領域１１２を遮光する領域に応じて遮光壁１４３の形状を変更する（図１３におけるａ）。次に、下地層１６１の材料となる絶縁物膜４２１を成膜する（図１３におけるｂ）。次に、絶縁物膜４２１の表面にレジスト４２２を形成する。レジスト４２２には、層内レンズ１５４を形成する領域に開口部４２３が形成される（図１３におけるｃ）。次に、絶縁物膜４２１に対して等方性のドライエッチングを行い、絶縁物膜４２１に凹部４２５を形成する。これにより、凹部４２５を備える下地層１６１を形成することができる。その後レジスト４２２を除去する（図１３におけるｄ）。なお、当該工程は、請求の範囲に記載の下地層凹部形成工程の一例である。

[0066] 次に下地層１６１の表面に光透過性部材４２６を成膜する。この成膜された光透過性部材４２６の表面には下地層１６１の凹部４２５の形状が転写された凹部４２７が形成される（図１４におけるｅ）。なお、当該工程は、請求の範囲に記載のレンズ配置工程の一例である。

[0067] 次に、平坦な表面のレジスト４２８を形成し（図１４におけるｆ）、異方性のドライエッチングを行う。この異方性のドライエッチングは、図６におけるｆにおいて説明したドライエッチングと同様に行うことができる。これにより、画素１００ａに対して選択的に層内レンズ１５４を形成することができる（図１４におけるｇ）。なお、当該工程は、請求の範囲に記載のレンズ凸部形成工程の一例である。その後、平坦化膜１６２等を形成することに

より撮像素子１を製造することができる。

[0068] このように、位相差画素である画素１００ａおよび１００ｂに層内レンズ１５４を配置することができる。画素１００ａ等の他の領域の製造工程、例えば、オンチップレンズ１５１の製造工程は、画素１００と共通にすることができ、製造プロセスのばらつきの影響を軽減することができる。

[0069] なお、本技術の第４の実施の形態における撮像素子１の構成は、この例に限定されない。例えば、赤色光や赤外光を透過させるカラーフィルタ１４２が配置されて、赤色光および赤外光を検出する画素１００に層内レンズ１５４を配置する構成にすることもできる。これにより赤色光や赤外光を検出する画素１００の焦点位置を変更することが可能となる。

[0070] これ以外の撮像素子１の構成は本技術の第１の実施の形態において説明した撮像素子１の構成と同様であるため、説明を省略する。

[0071] 以上説明したように、本技術の第４の実施の形態の撮像素子１は、画素アレイ部１０の一部の画素１００に層内レンズ１５４を選択的に配置する。これにより、位相差画素を備える撮像素子１の製造工程を簡略化することができる。

[0072] ＜５．変形例＞

上述の撮像素子１は、裏面照射型の撮像素子を使用していたが、表面照射型の撮像素子に適用してもよい。

[0073] ［画素の断面の構成］

図１５は、本技術の実施の形態の変形例に係る画素の構成例を示す断面図である。同図の画素１００は、オンチップレンズ１５１、下地層１４４、遮光壁１４３、カラーフィルタ１４２および絶縁膜１４１が配線層１２２および絶縁層１２１からなる配線領域に隣接して配置される点で、図３において説明した画素１００と異なる。同図の画素１００が配置された撮像素子１は、半導体基板１１１の配線領域が形成された面である表面から入射光がｎ型半導体領域１１２に照射される。同図のオンチップレンズ１５１は、図３において説明したオンチップレンズ１５１と同様の方法により形成することが

できる。このような表面照射型の撮像素子１においても、楕円形状の断面のオンチップレンズ１５１を容易に形成することができる。

[0074] これ以外の撮像素子１の構成は本技術の第１の実施の形態において説明した撮像素子１の構成と同様であるため、説明を省略する。

[0075] 以上説明したように、本技術の実施の形態の変形例の撮像素子１は、表面照射型に構成された撮像素子においてオンチップレンズの製造方法を簡略化することができる。

[0076] ＜６．カメラへの応用例＞

本技術は、様々な製品に応用することができる。例えば、本技術は、カメラ等の撮像装置に搭載される撮像素子として実現されてもよい。

[0077] 図１６は、本技術が適用され得る撮像装置の一例であるカメラの概略的な構成例を示すブロック図である。同図のカメラ１０００は、レンズ１００１と、撮像素子１００２と、撮像制御部１００３と、レンズ駆動部１００４と、画像処理部１００５と、操作入力部１００６と、フレームメモリ１００７と、表示部１００８と、記録部１００９とを備える。

[0078] レンズ１００１は、カメラ１０００の撮影レンズである。このレンズ１００１は、被写体からの光を集光し、後述する撮像素子１００２に入射させて被写体を結像させる。

[0079] 撮像素子１００２は、レンズ１００１により集光された被写体からの光を撮像する半導体素子である。この撮像素子１００２は、照射された光に応じたアナログの画像信号を生成し、デジタルの画像信号に変換して出力する。

[0080] 撮像制御部１００３は、撮像素子１００２における撮像を制御するものである。この撮像制御部１００３は、制御信号を生成して撮像素子１００２に対して出力することにより、撮像素子１００２の制御を行う。また、撮像制御部１００３は、撮像素子１００２から出力された画像信号に基づいてカメラ１０００におけるオートフォーカスを行うことができる。ここでオートフォーカスとは、レンズ１００１の焦点位置を検出して、自動的に調整するシステムである。このオートフォーカスとして、撮像素子１００２に配置され

た位相差画素により像面位相差を検出して焦点位置を検出する方式（像面位相差オートフォーカス）を使用することができる。また、画像のコントラストが最も高くなる位置を焦点位置として検出する方式（コントラストオートフォーカス）を適用することもできる。撮像制御部１００３は、検出した焦点位置に基づいてレンズ駆動部１００４を介してレンズ１００１の位置を調整し、オートフォーカスを行う。なお、撮像制御部１００３は、例えば、ファームウェアを搭載したＤＳＰ（Digital Signal Processor）により構成することができる。

[0081] レンズ駆動部１００４は、撮像制御部１００３の制御に基づいて、レンズ１００１を駆動するものである。このレンズ駆動部１００４は、内蔵するモータを使用してレンズ１００１の位置を変更することによりレンズ１００１を駆動することができる。

[0082] 画像処理部１００５は、撮像素子１００２により生成された画像信号を処理するものである。この処理には、例えば、画素毎の赤色、緑色および青色に対応する画像信号のうち不足する色の画像信号を生成するデモザイク、画像信号のノイズを除去するノイズリダクションおよび画像信号の符号化等が該当する。画像処理部１００５は、例えば、ファームウェアを搭載したマイコンにより構成することができる。

[0083] 操作入力部１００６は、カメラ１０００の使用者からの操作入力を受け付けるものである。この操作入力部１００６には、例えば、押しボタンやタッチパネルを使用することができる。操作入力部１００６により受け付けられた操作入力は、撮像制御部１００３や画像処理部１００５に伝達される。その後、操作入力に応じた処理、例えば、被写体の撮像等の処理が起動される。

[0084] フレームメモリ１００７は、１画面分の画像信号であるフレームを記憶するメモリである。このフレームメモリ１００７は、画像処理部１００５により制御され、画像処理の過程におけるフレームの保持を行う。

[0085] 表示部１００８は、画像処理部１００５により処理された画像を表示する

ものである。この表示部１００８には、例えば、液晶パネルを使用することができる。

[0086] 記録部１００９は、画像処理部１００５により処理された画像を記録するものである。この記録部１００９には、例えば、メモリカードやハードディスクを使用することができる。

[0087] 以上、本発明が適用され得るカメラについて説明した。本技術は以上において説明した構成のうち、撮像素子１００２に適用され得る。具体的には、図１において説明した撮像素子１は、撮像素子１００２に適用することができる。撮像素子１００２に撮像素子１を適用することにより楕円形状の断面のオンチップレンズを備える画素が配置された撮像素子１００２の製造方法を簡略化することができる。

[0088] なお、ここでは、一例としてカメラについて説明したが、本発明に係る技術は、その他、例えば監視装置等に適用されてもよい。

[0089] ＜７．内視鏡手術システムへの応用例＞

本開示に係る技術（本技術）は、様々な製品へ応用することができる。例えば、本開示に係る技術は、内視鏡手術システムに適用されてもよい。

[0090] 図１７は、本開示に係る技術（本技術）が適用され得る内視鏡手術システムの概略的な構成の一例を示す図である。

[0091] 図１７では、術者（医師）１１１３１が、内視鏡手術システム１１０００を用いて、患者ベッド１１１３３上の患者１１１３２に手術を行っている様子が図示されている。図示するように、内視鏡手術システム１１０００は、内視鏡１１１００と、気腹チューブ１１１１１やエネルギー処置具１１１１２等の、その他の術具１１１１０と、内視鏡１１１００を支持する支持アーム装置１１１２０と、内視鏡下手術のための各種の装置が搭載されたカート１１２００と、から構成される。

[0092] 内視鏡１１１００は、先端から所定の長さの領域が患者１１１３２の体腔内に挿入される鏡筒１１１０１と、鏡筒１１１０１の基端に接続されるカメラヘッド１１１０２と、から構成される。図示する例では、硬性の鏡筒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。

[0093] 鏡筒１１１０１の先端には、対物レンズが嵌め込まれた開口部が設けられている。内視鏡１１１００には光源装置１１２０３が接続されており、当該光源装置１１２０３によって生成された光が、鏡筒１１１０１の内部に延設されるライトガイドによって当該鏡筒の先端まで導光され、対物レンズを介して患者１１１３２の体腔内の観察対象に向かって照射される。なお、内視鏡１１１００は、直視鏡であってもよいし、斜視鏡又は側視鏡であってもよい。

[0094] カメラヘッド１１１０２の内部には光学系及び撮像素子が設けられており、観察対象からの反射光（観察光）は当該光学系によって当該撮像素子に集光される。当該撮像素子によって観察光が光電変換され、観察光に対応する電気信号、すなわち観察像に対応する画像信号が生成される。当該画像信号は、ＲＡＷデータとしてカメラコントロールユニット（ＣＣＵ： Ｃａｍｅｒａ Ｃｏｎｔｒｏｌ Ｕｎｉｔ）１１２０１に送信される。

[0095] ＣＣＵ１１２０１は、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ Ｕｎｉｔ）やＧＰＵ（Ｇｒａｐｈｉｃｓ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ Ｕｎｉｔ）等によって構成され、内視鏡１１１００及び表示装置１１２０２の動作を統括的に制御する。さらに、ＣＣＵ１１２０１は、カメラヘッド１１１０２から画像信号を受け取り、その画像信号に対して、例えば現像処理（デモザイク処理）等の、当該画像信号に基づく画像を表示するための各種の画像処理を施す。

[0096] 表示装置１１２０２は、ＣＣＵ１１２０１からの制御により、当該ＣＣＵ１１２０１によって画像処理が施された画像信号に基づく画像を表示する。

[0097] 光源装置１１２０３は、例えばＬＥＤ（Ｌｉｇｈｔ Ｅｍｉｔｔｉｎｇ Ｄｉｏｄｅ）等の光源から構成され、術部等を撮影する際の照射光を内視鏡１１１００に供給する。

[0098] 入力装置１１２０４は、内視鏡手術システム１１０００に対する入力インタフェースである。ユーザは、入力装置１１２０４を介して、内視鏡手術システム１１０００に対して各種の情報の入力や指示入力を行うことができる。例えば、ユーザは、内視鏡１１１００による撮像条件（照射光の種類、倍率及び焦点距離等）を変更する旨の指示等を入力する。

[0099] 処置具制御装置１１２０５は、組織の焼灼、切開又は血管の封止等のためのエネルギー処置具１１１１２の駆動を制御する。気腹装置１１２０６は、内視鏡１１１００による視野の確保及び術者の作業空間の確保の目的で、患者１１１３２の体腔を膨らめるために、気腹チューブ１１１１１を介して当該体腔内にガスを送り込む。レコーダ１１２０７は、手術に関する各種の情報を記録可能な装置である。プリンタ１１２０８は、手術に関する各種の情報を、テキスト、画像又はグラフ等各種の形式で印刷可能な装置である。

[0100] なお、内視鏡１１１００に術部を撮影する際の照射光を供給する光源装置１１２０３は、例えばＬＥＤ、レーザ光源又はこれらの組み合わせによって構成される白色光源から構成することができる。ＲＧＢレーザ光源の組み合わせにより白色光源が構成される場合には、各色（各波長）の出力強度及び出力タイミングを高精度に制御することができるため、光源装置１１２０３において撮像画像のホワイトバランスの調整を行うことができる。また、この場合には、ＲＧＢレーザ光源それぞれからのレーザ光を時分割で観察対象に照射し、その照射タイミングに同期してカメラヘッド１１１０２の撮像素子の駆動を制御することにより、ＲＧＢそれぞれに対応した画像を時分割で撮像することも可能である。当該方法によれば、当該撮像素子にカラーフィルタを設けなくても、カラー画像を得ることができる。

[0101] また、光源装置１１２０３は、出力する光の強度を所定の時間ごとに変更するようにその駆動が制御されてもよい。その光の強度の変更のタイミングに同期してカメラヘッド１１１０２の撮像素子の駆動を制御して時分割で画像を取得し、その画像を合成することにより、いわゆる黒つぶれ及び白とびのない高ダイナミックレンジの画像を生成することができる。

[0102] また、光源装置１１２０３は、特殊光観察に対応した所定の波長帯域の光を供給可能に構成されてもよい。特殊光観察では、例えば、体組織における光の吸収の波長依存性を利用して、通常の観察時における照射光（すなわち、白色光）に比べて狭帯域の光を照射することにより、粘膜表層の血管等の所定の組織を高コントラストで撮影する、いわゆる狭帯域光観察（Ｎａｒｒｏｗ　Ｂａｎｄ　Ｉｍａｇｉｎｇ）が行われる。あるいは、特殊光観察では、励起光を照射することにより発生する蛍光により画像を得る蛍光観察が行われてもよい。蛍光観察では、体組織に励起光を照射し当該体組織からの蛍光を観察すること（自家蛍光観察）、又はインドシアニングリーン（ＩＣＧ）等の試薬を体組織に局注するとともに当該体組織にその試薬の蛍光波長に対応した励起光を照射し蛍光像を得ること等を行うことができる。光源装置１１２０３は、このような特殊光観察に対応した狭帯域光及び／又は励起光を供給可能に構成され得る。

[0103] 図１８は、図１７に示すカメラヘッド１１１０２及びＣＣＵ１１２０１の機能構成の一例を示すブロック図である。

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

[0105] レンズユニット１１４０１は、鏡筒１１１０１との接続部に設けられる光学系である。鏡筒１１１０１の先端から取り込まれた観察光は、カメラヘッド１１１０２まで導光され、当該レンズユニット１１４０１に入射する。レンズユニット１１４０１は、ズームレンズ及びフォーカスレンズを含む複数のレンズが組み合わされて構成される。

[0106] 撮像部１１４０２は、撮像素子で構成される。撮像部１１４０２を構成する撮像素子は、１つ（いわゆる単板式）であってもよいし、複数（いわゆる

多板式）であってもよい。撮像部１１４０２が多板式で構成される場合には、例えば各撮像素子によってＲＧＢそれぞれに対応する画像信号が生成され、それらが合成されることによりカラー画像が得られてもよい。あるいは、撮像部１１４０２は、３Ｄ（Ｄｉｍｅｎｓｉｏｎａｌ）表示に対応する右目用及び左目用の画像信号をそれぞれ取得するための１対の撮像素子を有するように構成されてもよい。３Ｄ表示が行われることにより、術者１１１３１は術部における生体組織の奥行きをより正確に把握することが可能になる。なお、撮像部１１４０２が多板式で構成される場合には、各撮像素子に対応して、レンズユニット１１４０１も複数系統設けられ得る。

[0107] また、撮像部１１４０２は、必ずしもカメラヘッド１１１０２に設けられなくてもよい。例えば、撮像部１１４０２は、鏡筒１１１０１の内部に、対物レンズの直後に設けられてもよい。

[0108] 駆動部１１４０３は、アクチュエータによって構成され、カメラヘッド制御部１１４０５からの制御により、レンズユニット１１４０１のズームレンズ及びフォーカスレンズを光軸に沿って所定の距離だけ移動させる。これにより、撮像部１１４０２による撮像画像の倍率及び焦点が適宜調整され得る。

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

[0110] また、通信部１１４０４は、ＣＣＵ１１２０１から、カメラヘッド１１１０２の駆動を制御するための制御信号を受信し、カメラヘッド制御部１１４０５に供給する。当該制御信号には、例えば、撮像画像のフレームレートを指定する旨の情報、撮像時の露出値を指定する旨の情報、並びに／又は撮像画像の倍率及び焦点を指定する旨の情報等、撮像条件に関する情報が含まれる。

[0111] なお、上記のフレームレートや露出値、倍率、焦点等の撮像条件は、ユー

ザによって適宜指定されてもよいし、取得された画像信号に基づいてＣＣＵ１１２０１の制御部１１４１３によって自動的に設定されてもよい。後者の場合には、いわゆるＡＥ（Ａｕｔｏ　Ｅｘｐｏｓｕｒｅ）機能、ＡＦ（Ａｕｔｏ　Ｆｏｃｕｓ）機能及びＡＷＢ（Ａｕｔｏ　Ｗｈｉｔｅ　Ｂａｌａｎｃｅ）機能が内視鏡１１１００に搭載されていることになる。

[0112] カメラヘッド制御部１１４０５は、通信部１１４０４を介して受信したＣＣＵ１１２０１からの制御信号に基づいて、カメラヘッド１１１０２の駆動を制御する。

[0113] 通信部１１４１１は、カメラヘッド１１１０２との間で各種の情報を送受信するための通信装置によって構成される。通信部１１４１１は、カメラヘッド１１１０２から、伝送ケーブル１１４００を介して送信される画像信号を受信する。

[0114] また、通信部１１４１１は、カメラヘッド１１１０２に対して、カメラヘッド１１１０２の駆動を制御するための制御信号を送信する。画像信号や制御信号は、電気通信や光通信等によって送信することができる。

[0115] 画像処理部１１４１２は、カメラヘッド１１１０２から送信されたＲＡＷデータである画像信号に対して各種の画像処理を施す。

[0116] 制御部１１４１３は、内視鏡１１１００による術部等の撮像、及び、術部等の撮像により得られる撮像画像の表示に関する各種の制御を行う。例えば、制御部１１４１３は、カメラヘッド１１１０２の駆動を制御するための制御信号を生成する。

[0117] また、制御部１１４１３は、画像処理部１１４１２によって画像処理が施された画像信号に基づいて、術部等が映った撮像画像を表示装置１１２０２に表示させる。この際、制御部１１４１３は、各種の画像認識技術を用いて撮像画像内における各種の物体を認識してもよい。例えば、制御部１１４１３は、撮像画像に含まれる物体のエッジの形状や色等を検出することにより、鉗子等の術具、特定の生体部位、出血、エネルギー処置具１１１１２の使用時のミスト等を認識することができる。制御部１１４１３は、表示装置１

１２０２に撮像画像を表示させる際に、その認識結果を用いて、各種の手術支援情報を当該術部の画像に重畳表示させてもよい。手術支援情報が重畳表示され、術者１１１３１に提示されることにより、術者１１１３１の負担を軽減することや、術者１１１３１が確実に手術を進めることが可能になる。

[0118] カメラヘッド１１１０２及びＣＣＵ１１２０１を接続する伝送ケーブル１１４００は、電気信号の通信に対応した電気信号ケーブル、光通信に対応した光ファイバ、又はこれらの複合ケーブルである。

[0119] ここで、図示する例では、伝送ケーブル１１４００を用いて有線で通信が行われていたが、カメラヘッド１１１０２とＣＣＵ１１２０１との間の通信は無線で行われてもよい。

[0120] 以上、本開示に係る技術が適用され得る内視鏡手術システムの一例について説明した。本開示に係る技術は、以上説明した構成のうち、撮像部１１４０２に適用され得る。具体的には、図１の撮像素子１は、撮像部１１４０２に適用することができる。撮像部１１４０２に本開示に係る技術を適用することにより、内視鏡手術システムを低価格化することができる。

[0121] なお、ここでは、一例として内視鏡手術システムについて説明したが、本開示に係る技術は、その他、例えば、顕微鏡手術システム等に適用されてもよい。

[0122] ＜８．移動体への応用例＞

本開示に係る技術（本技術）は、様々な製品へ応用することができる。例えば、本開示に係る技術は、自動車、電気自動車、ハイブリッド電気自動車、自動二輪車、自転車、パーソナルモビリティ、飛行機、ドローン、船舶、ロボット等のいずれかの種類の移動体に搭載される装置として実現されてもよい。

[0123] 図１９は、本開示に係る技術が適用され得る移動体制御システムの一例である車両制御システムの概略的な構成例を示すブロック図である。

[0124] 車両制御システム１２０００は、通信ネットワーク１２００１を介して接続された複数の電子制御ユニットを備える。図１９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。

[0125] 駆動系制御ユニット１２０１０は、各種プログラムにしたがって車両の駆動系に関連する装置の動作を制御する。例えば、駆動系制御ユニット１２０１０は、内燃機関又は駆動用モータ等の車両の駆動力を発生させるための駆動力発生装置、駆動力を車輪に伝達するための駆動力伝達機構、車両の舵角を調節するステアリング機構、及び、車両の制動力を発生させる制動装置等の制御装置として機能する。

[0126] ボディ系制御ユニット１２０２０は、各種プログラムにしたがって車体に装備された各種装置の動作を制御する。例えば、ボディ系制御ユニット１２０２０は、キーレスエントリシステム、スマートキーシステム、パワーウィンドウ装置、あるいは、ヘッドランプ、バックランプ、ブレーキランプ、ウィンカー又はフォグランプ等の各種ランプの制御装置として機能する。この場合、ボディ系制御ユニット１２０２０には、鍵を代替する携帯機から発信される電波又は各種スイッチの信号が入力され得る。ボディ系制御ユニット１２０２０は、これらの電波又は信号の入力を受け付け、車両のドアロック装置、パワーウィンドウ装置、ランプ等を制御する。

[0127] 車外情報検出ユニット１２０３０は、車両制御システム１２０００を搭載した車両の外部の情報を検出する。例えば、車外情報検出ユニット１２０３０には、撮像部１２０３１が接続される。車外情報検出ユニット１２０３０は、撮像部１２０３１に車外の画像を撮像させるとともに、撮像された画像を受信する。車外情報検出ユニット１２０３０は、受信した画像に基づいて、人、車、障害物、標識又は路面上の文字等の物体検出処理又は距離検出処理を行ってもよい。

[0128] 撮像部１２０３１は、光を受光し、その光の受光量に応じた電気信号を出力する光センサである。撮像部１２０３１は、電気信号を画像として出力することもできるし、測距の情報として出力することもできる。また、撮像部１２０３１が受光する光は、可視光であっても良いし、赤外線等の非可視光であっても良い。

[0129] 車内情報検出ユニット１２０４０は、車内の情報を検出する。車内情報検出ユニット１２０４０には、例えば、運転者の状態を検出する運転者状態検出部１２０４１が接続される。運転者状態検出部１２０４１は、例えば運転者を撮像するカメラを含み、車内情報検出ユニット１２０４０は、運転者状態検出部１２０４１から入力される検出情報に基づいて、運転者の疲労度合い又は集中度合いを算出してもよいし、運転者が居眠りをしていないかを判別してもよい。

[0130] マイクロコンピュータ１２０５１は、車外情報検出ユニット１２０３０又は車内情報検出ユニット１２０４０で取得される車内外の情報に基づいて、駆動力発生装置、ステアリング機構又は制動装置の制御目標値を演算し、駆動系制御ユニット１２０１０に対して制御指令を出力することができる。例えば、マイクロコンピュータ１２０５１は、車両の衝突回避あるいは衝撃緩和、車間距離に基づく追従走行、車速維持走行、車両の衝突警告、又は車両のレーン逸脱警告等を含むＡＤＡＳ（Ａｄｖａｎｃｅｄ　Ｄｒｉｖｅｒ　Ａｓｓｉｓｔａｎｃｅ　Ｓｙｓｔｅｍ）の機能実現を目的とした協調制御を行うことができる。

[0131] また、マイクロコンピュータ１２０５１は、車外情報検出ユニット１２０３０又は車内情報検出ユニット１２０４０で取得される車両の周囲の情報に基づいて駆動力発生装置、ステアリング機構又は制動装置等を制御することにより、運転者の操作に拠らずに自律的に走行する自動運転等を目的とした協調制御を行うことができる。

[0132] また、マイクロコンピュータ１２０５１は、車外情報検出ユニット１２０３０で取得される車外の情報に基づいて、ボディ系制御ユニット１２０２０

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

[0133] 音声画像出力部１２０５２は、車両の搭乗者又は車外に対して、視覚的又は聴覚的に情報を通知することが可能な出力装置へ音声及び画像のうちの少なくとも一方の出力信号を送信する。図１９の例では、出力装置として、オーディオスピーカ１２０６１、表示部１２０６２及びインストルメントパネル１２０６３が例示されている。表示部１２０６２は、例えば、オンボードディスプレイ及びヘッドアップディスプレイの少なくとも一つを含んでいてもよい。

[0134] 図２０は、撮像部１２０３１の設置位置の例を示す図である。

[0135] 図２０では、車両１２１００は、撮像部１２０３１として、撮像部１２１０１、１２１０２、１２１０３、１２１０４、１２１０５を有する。

[0136] 撮像部１２１０１、１２１０２、１２１０３、１２１０４、１２１０５は、例えば、車両１２１００のフロントノーズ、サイドミラー、リアバンパ、バックドア及び車室内のフロントガラスの上部等の位置に設けられる。フロントノーズに備えられる撮像部１２１０１及び車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部１２１０５は、主として車両１２１００の前方の画像を取得する。サイドミラーに備えられる撮像部１２１０２、１２１０３は、主として車両１２１００の側方の画像を取得する。リアバンパ又はバックドアに備えられる撮像部１２１０４は、主として車両１２１００の後方の画像を取得する。撮像部１２１０１及び１２１０５で取得される前方の画像は、主として先行車両又は、歩行者、障害物、信号機、交通標識又は車線等の検出に用いられる。

[0137] なお、図２０には、撮像部１２１０１ないし１２１０４の撮影範囲の一例が示されている。撮像範囲１２１１１は、フロントノーズに設けられた撮像部１２１０１の撮像範囲を示し、撮像範囲１２１１２、１２１１３は、それ

ぞれサイドミラーに設けられた撮像部１２１０２、１２１０３の撮像範囲を示し、撮像範囲１２１１４は、リアバンパ又はバックドアに設けられた撮像部１２１０４の撮像範囲を示す。例えば、撮像部１２１０１ないし１２１０４で撮像された画像データが重ね合わせられることにより、車両１２１００を上方から見た俯瞰画像が得られる。

[0138] 撮像部１２１０１ないし１２１０４の少なくとも１つは、距離情報を取得する機能を有していてもよい。例えば、撮像部１２１０１ないし１２１０４の少なくとも１つは、複数の撮像素子からなるステレオカメラであってもよいし、位相差検出用の画素を有する撮像素子であってもよい。

[0139] 例えば、マイクロコンピュータ１２０５１は、撮像部１２１０１ないし１２１０４から得られた距離情報を基に、撮像範囲１２１１１ないし１２１１４内における各立体物までの距離と、この距離の時間的変化（車両１２１００に対する相対速度）を求めることにより、特に車両１２１００の進行路上にある最も近い立体物で、車両１２１００と略同じ方向に所定の速度（例えば、０ｋｍ／ｈ以上）で走行する立体物を先行車として抽出することができる。さらに、マイクロコンピュータ１２０５１は、先行車の手前に予め確保すべき車間距離を設定し、自動ブレーキ制御（追従停止制御も含む）や自動加速制御（追従発進制御も含む）等を行うことができる。このように運転者の操作に拠らずに自律的に走行する自動運転等を目的とした協調制御を行うことができる。

[0140] 例えば、マイクロコンピュータ１２０５１は、撮像部１２１０１ないし１２１０４から得られた距離情報を元に、立体物に関する立体物データを、２輪車、普通車両、大型車両、歩行者、電柱等その他の立体物に分類して抽出し、障害物の自動回避に用いることができる。例えば、マイクロコンピュータ１２０５１は、車両１２１００の周辺の障害物を、車両１２１００のドライバが視認可能な障害物と視認困難な障害物とに識別する。そして、マイクロコンピュータ１２０５１は、各障害物との衝突の危険度を示す衝突リスクを判断し、衝突リスクが設定値以上で衝突可能性がある状況であるときには

、オーディオスピーカ１２０６１や表示部１２０６２を介してドライバに警報を出力することや、駆動系制御ユニット１２０１０を介して強制減速や回避操舵を行うことで、衝突回避のための運転支援を行うことができる。

[0141] 撮像部１２１０１ないし１２１０４の少なくとも１つは、赤外線を検出する赤外線カメラであってもよい。例えば、マイクロコンピュータ１２０５１は、撮像部１２１０１ないし１２１０４の撮像画像中に歩行者が存在するか否かを判定することで歩行者を認識することができる。かかる歩行者の認識は、例えば赤外線カメラとしての撮像部１２１０１ないし１２１０４の撮像画像における特徴点を抽出する手順と、物体の輪郭を示す一連の特徴点にパターンマッチング処理を行って歩行者か否かを判別する手順によって行われる。マイクロコンピュータ１２０５１が、撮像部１２１０１ないし１２１０４の撮像画像中に歩行者が存在すると判定し、歩行者を認識すると、音声画像出力部１２０５２は、当該認識された歩行者に強調のための方形輪郭線を重畳表示するように、表示部１２０６２を制御する。また、音声画像出力部１２０５２は、歩行者を示すアイコン等を所望の位置に表示するように表示部１２０６２を制御してもよい。

[0142] 以上、本開示に係る技術が適用され得る車両制御システムの一例について説明した。本開示に係る技術は、以上説明した構成のうち、撮像部１２０３１等に適用され得る。具体的には、図１の撮像素子１は、撮像部１２０３１に適用することができる。撮像部１２０３１に本開示に係る技術を適用することにより、車両制御システムを低価格化することができる。

[0143] 最後に、上述した各実施の形態の説明は本技術の一例であり、本技術は上述の実施の形態に限定されることはない。このため、上述した各実施の形態以外であっても、本技術に係る技術的思想を逸脱しない範囲であれば、設計等に応じて種々の変更が可能であることは勿論である。

[0144] なお、本技術は以下のような構成もとることができる。

（１）入射光に応じた画像信号を生成する画素と、

前記画素に配置されて前記入射光を透過させるとともに凹部を備える下地

層と、

前記画素毎の前記下地層の凹部に隣接して配置されて前記下地層の凹部に基づいて形成された凸部を備え、照射された光を集光して前記下地層を介して前記画素に入射させるレンズと

を具備する撮像素子。

（２）前記レンズは、前記下地層に隣接して配置されて表面に前記下地層の凹部に基づく第２の凹部が形成された光透過性部材と前記第２の凹部にさらに配置されたレジストとにおいて、前記光透過性部材および前記レジストが異なるエッチング速度によりエッチングされて前記下地層の凹部に基づく前記凸部が形成される前記（１）に記載の撮像素子。

（３）前記下地層は、等方性のエッチングにより形成された前記凹部を備える前記（１）または（２）に記載の撮像素子。

（４）前記画素の周囲に配置される遮光壁をさらに具備し、

前記下地層は、前記遮光壁に囲まれた領域の形状に基づく前記凹部を備える

前記（１）または（２）に記載の撮像素子。

（５）前記集光された入射光のうち所定の波長の光を透過させるカラーフィルタをさらに具備する前記（１）から（４）のいずれかに記載の撮像素子。

（６）前記入射光のうち所定の波長の光を透過させるカラーフィルタをさらに具備し、

前記レンズは、前記カラーフィルタを透過した光を前記集光する

前記（１）から（４）のいずれかに記載の撮像素子。

（７）入射光に応じた画像信号を生成する画素に前記入射光を透過させるとともに凹部を備える下地層を形成する下地層凹部形成工程と、

照射された光を集光して前記下地層を介して前記画素に入射させるレンズを前記画素毎の前記下地層の凹部に隣接して配置するレンズ配置工程と、

前記下地層の凹部に基づいて形成された凸部を前記配置されたレンズの表面に形成するレンズ凸部形成工程と

を具備する撮像素子の製造方法。

符号の説明

[0145] １　撮像素子

１００、１００ａ、１００ｂ　画素

１０１　光電変換部

１４２　カラーフィルタ

１４３、１４５、１４９　遮光壁

１４４、１４６、１４８、１６１　下地層

１５１、１５３　オンチップレンズ

１５２、１５４　層内レンズ

４０２、４０７、４１６、４２２、４２８　レジスト

４０５、４１４、４２６　光透過性部材

１００２　撮像素子

１１４０２、１２０３１　撮像部

請求の範囲

[請求項1] 入射光の光電変換を行う光電変換部を備える画素と、

前記画素に配置されて前記入射光を透過させるとともに凹部を備える下地層と、

前記下地層の凹部に隣接して配置されて前記下地層の凹部に基づいて形成される凸部を備え、前記入射光を集光して前記下地層を介して前記光電変換部に入射させるレンズと

を具備する撮像素子。

[請求項2] 前記レンズは、前記下地層に隣接して配置されて表面に前記下地層の凹部に基づく第２の凹部が形成された光透過性部材と前記第２の凹部にさらに配置されたレジストとにおいて、前記光透過性部材および前記レジストが異なるエッチング速度によりエッチングされて前記下地層の凹部に基づく前記凸部が形成される請求項１記載の撮像素子。

[請求項3] 前記下地層は、等方性のエッチングにより形成された前記凹部を備える請求項１記載の撮像素子。

[請求項4] 前記画素の周縁部に配置される遮光壁をさらに具備し、

前記下地層は、前記遮光壁に囲まれた領域の形状に基づく前記凹部を備える

請求項１記載の撮像素子。

[請求項5] 前記集光された入射光のうち所定の波長の光を透過させるカラーフィルタをさらに具備する請求項１記載の撮像素子。

[請求項6] 前記入射光のうち所定の波長の光を透過させるカラーフィルタをさらに具備し、

前記レンズは、前記カラーフィルタを透過した光を前記集光する

請求項１記載の撮像素子。

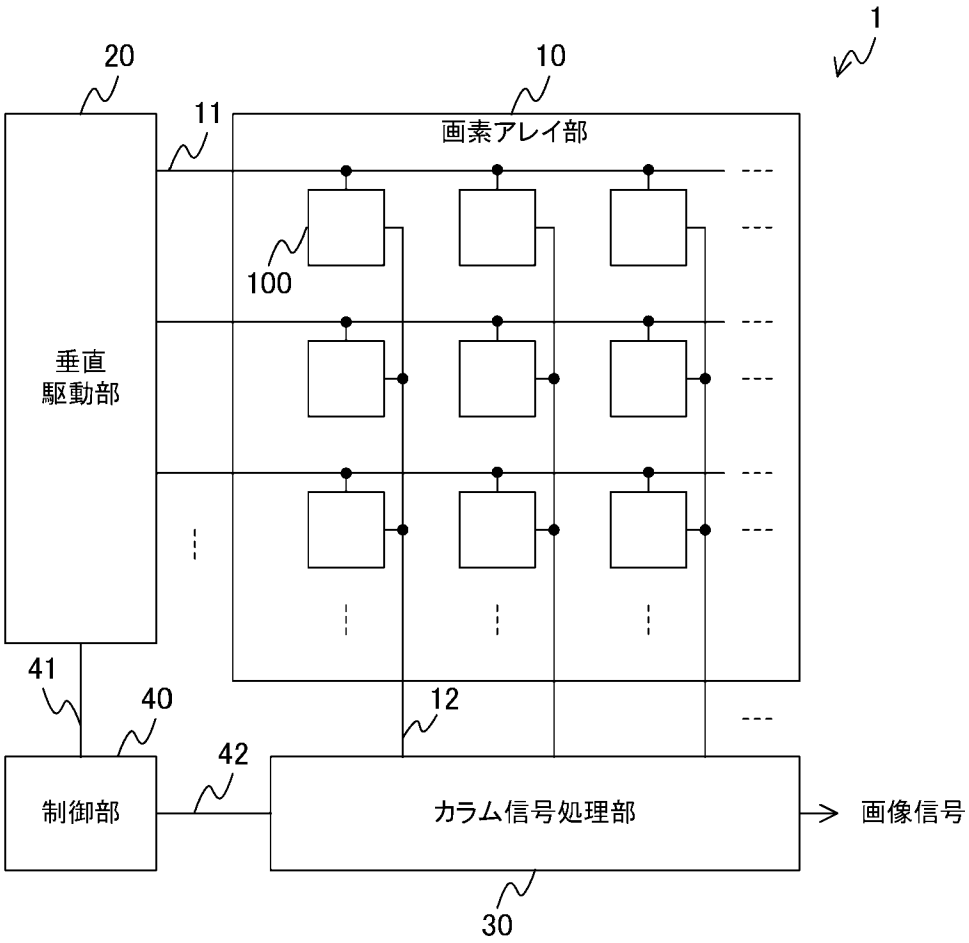
[請求項7] 入射光の光電変換を行う光電変換部を備える画素に前記入射光を透過させるとともに凹部を備える下地層を形成する下地層凹部形成工程と、

前記入射光を集光して前記下地層を介して前記光電変換部に入射させるレンズを前記下地層の凹部に隣接して配置するレンズ配置工程と、

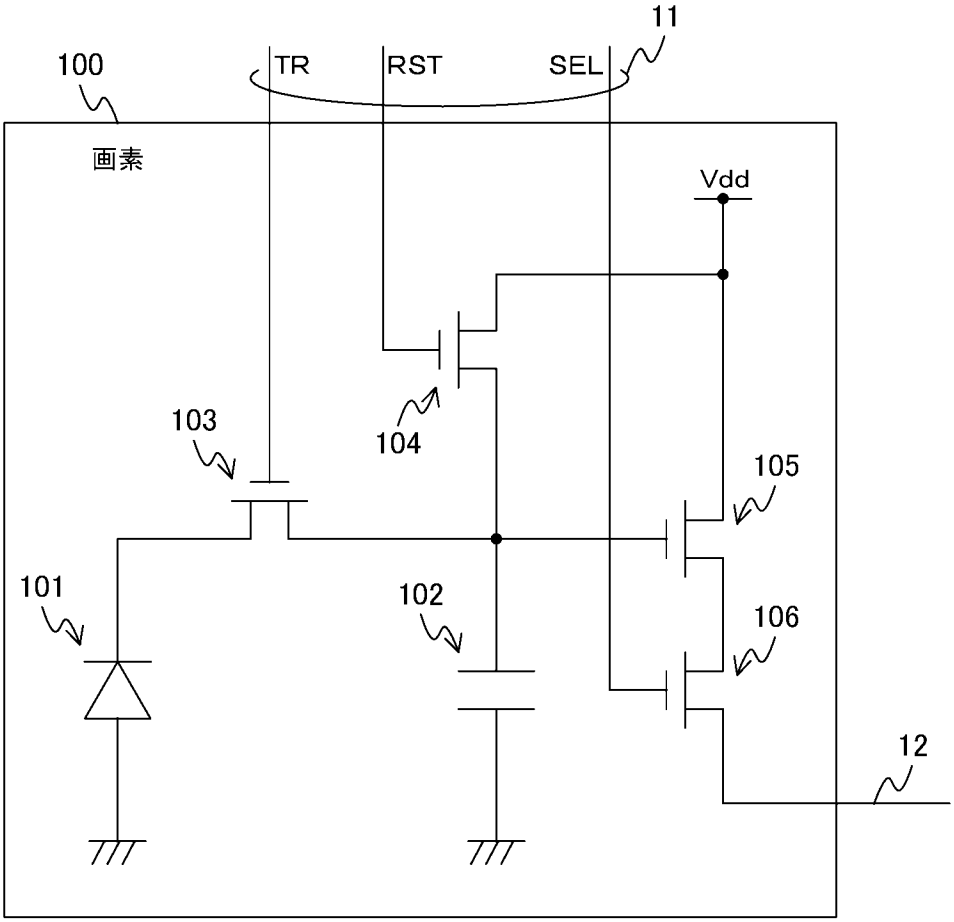
前記下地層の凹部に基づいて形成される凸部を前記配置されたレンズの表面に形成するレンズ凸部形成工程と

を具備する撮像素子の製造方法。

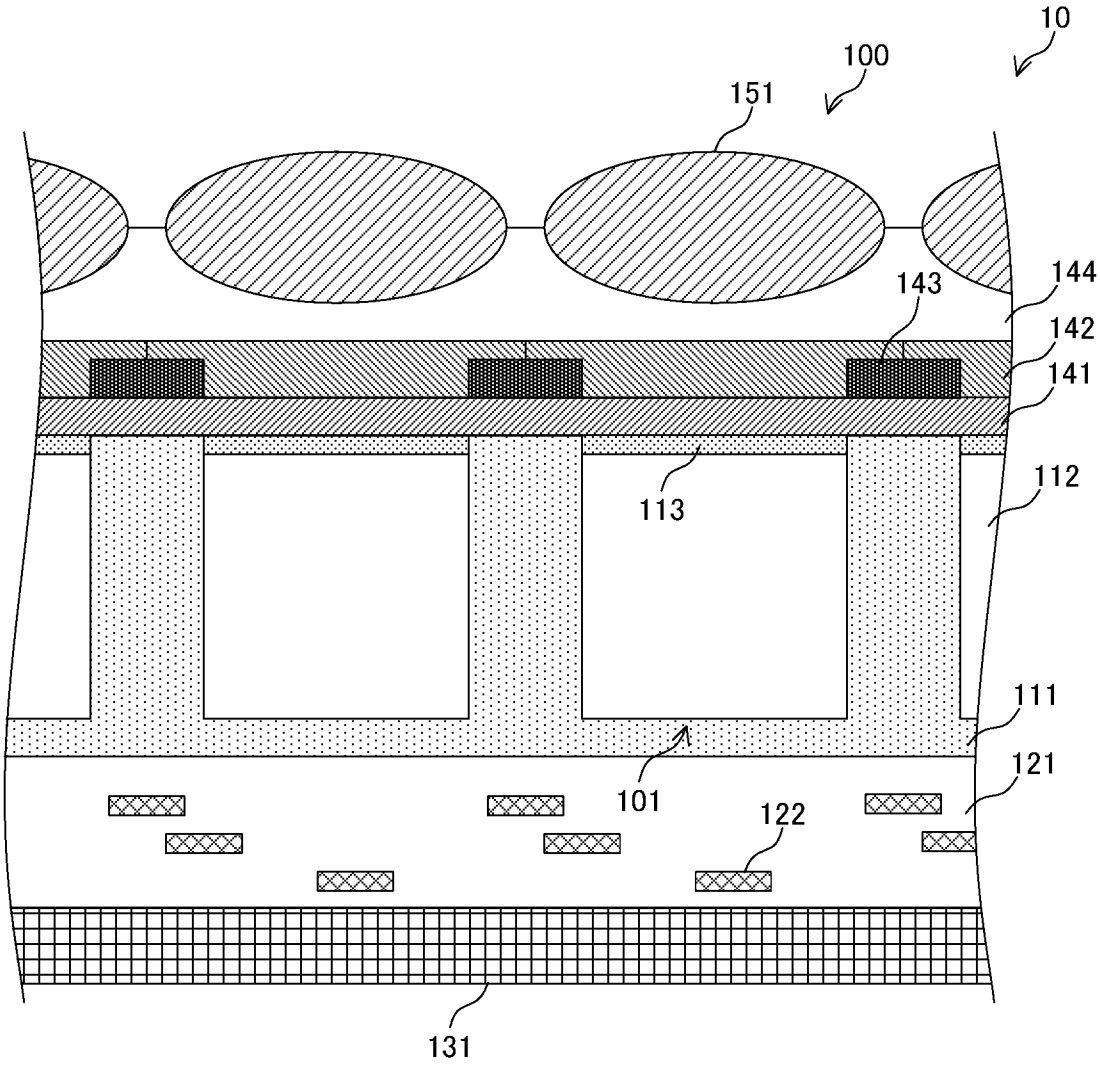
[図1]



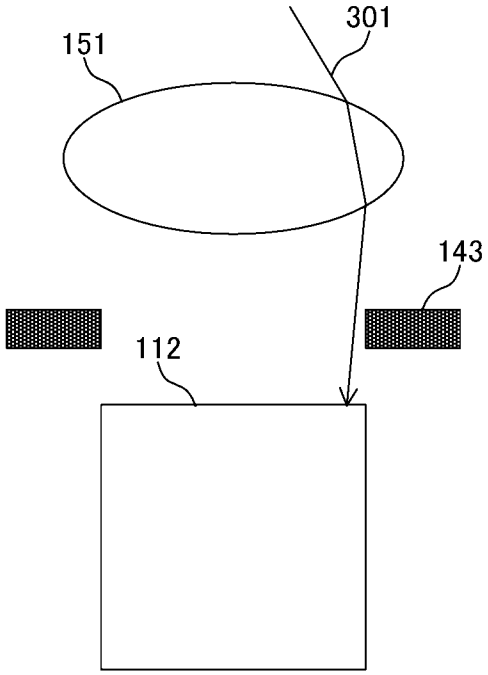
[図2]



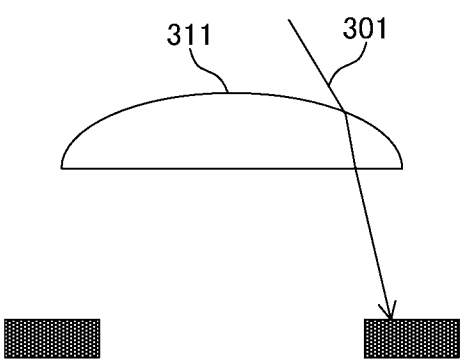
[図3]



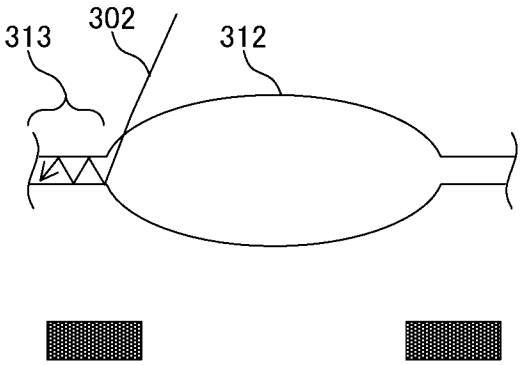
[図4]



a

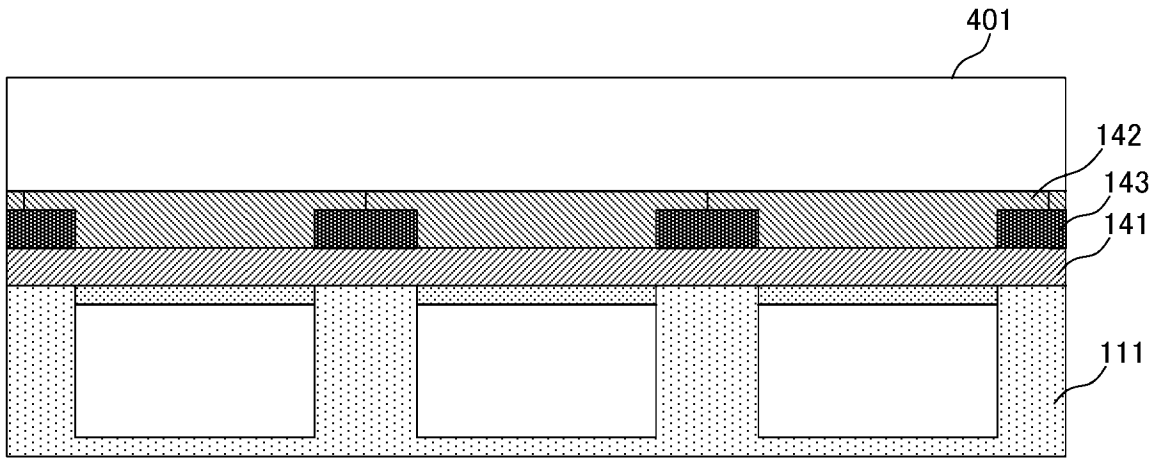


b

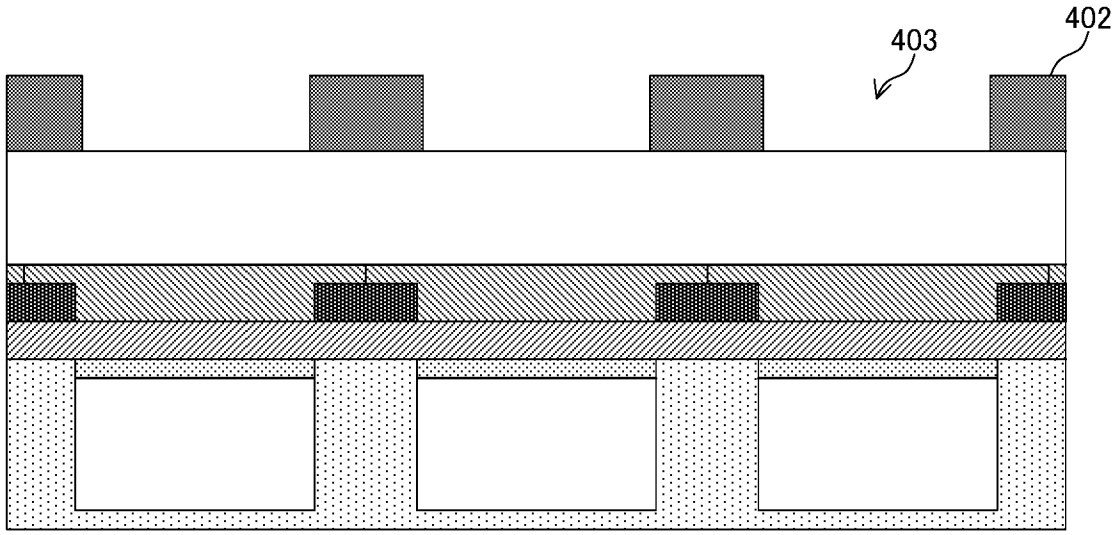


c

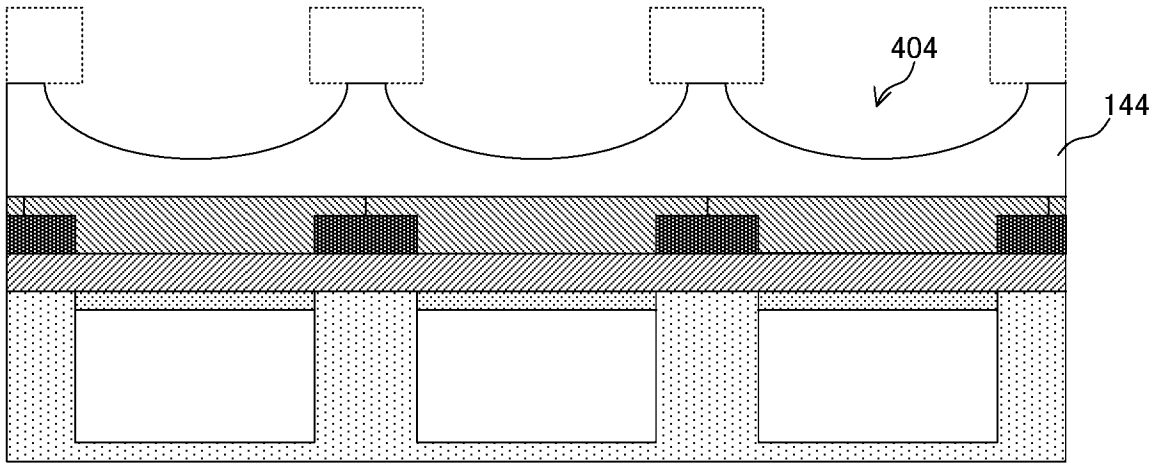
[図5]



a

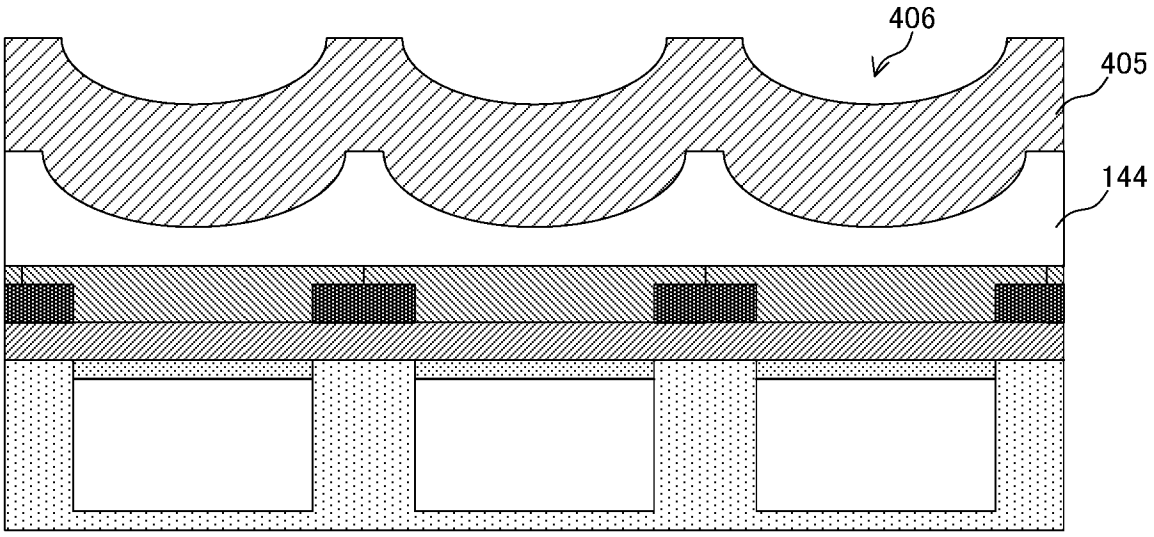


b

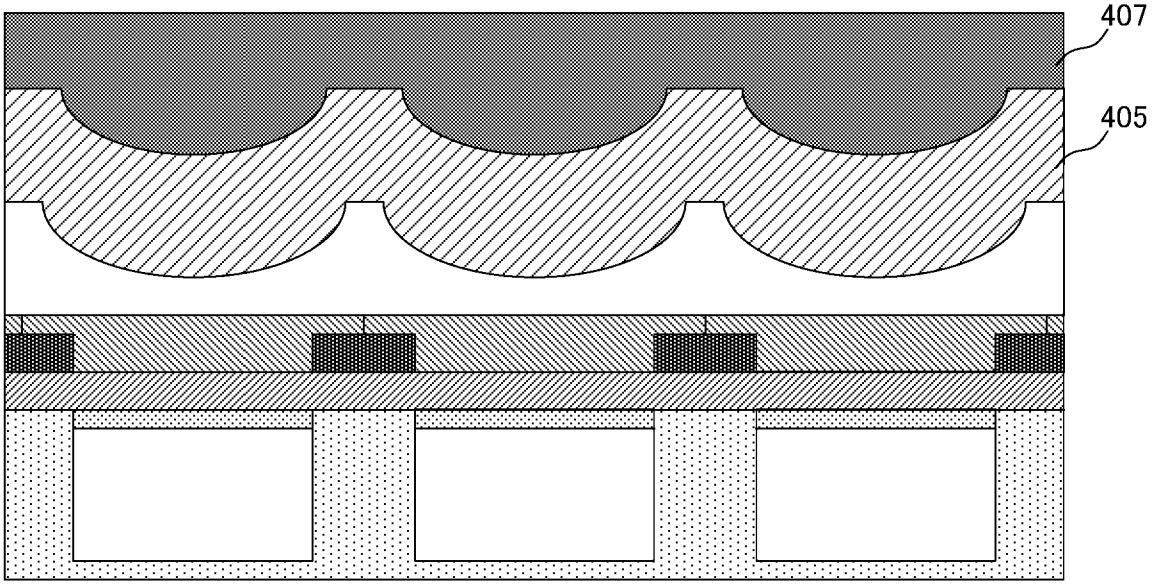


c

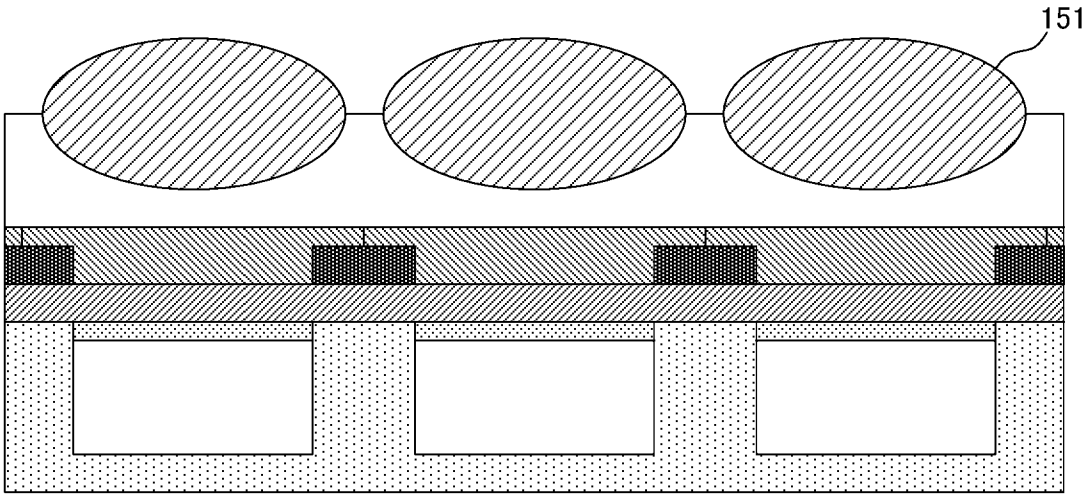
[図6]



d

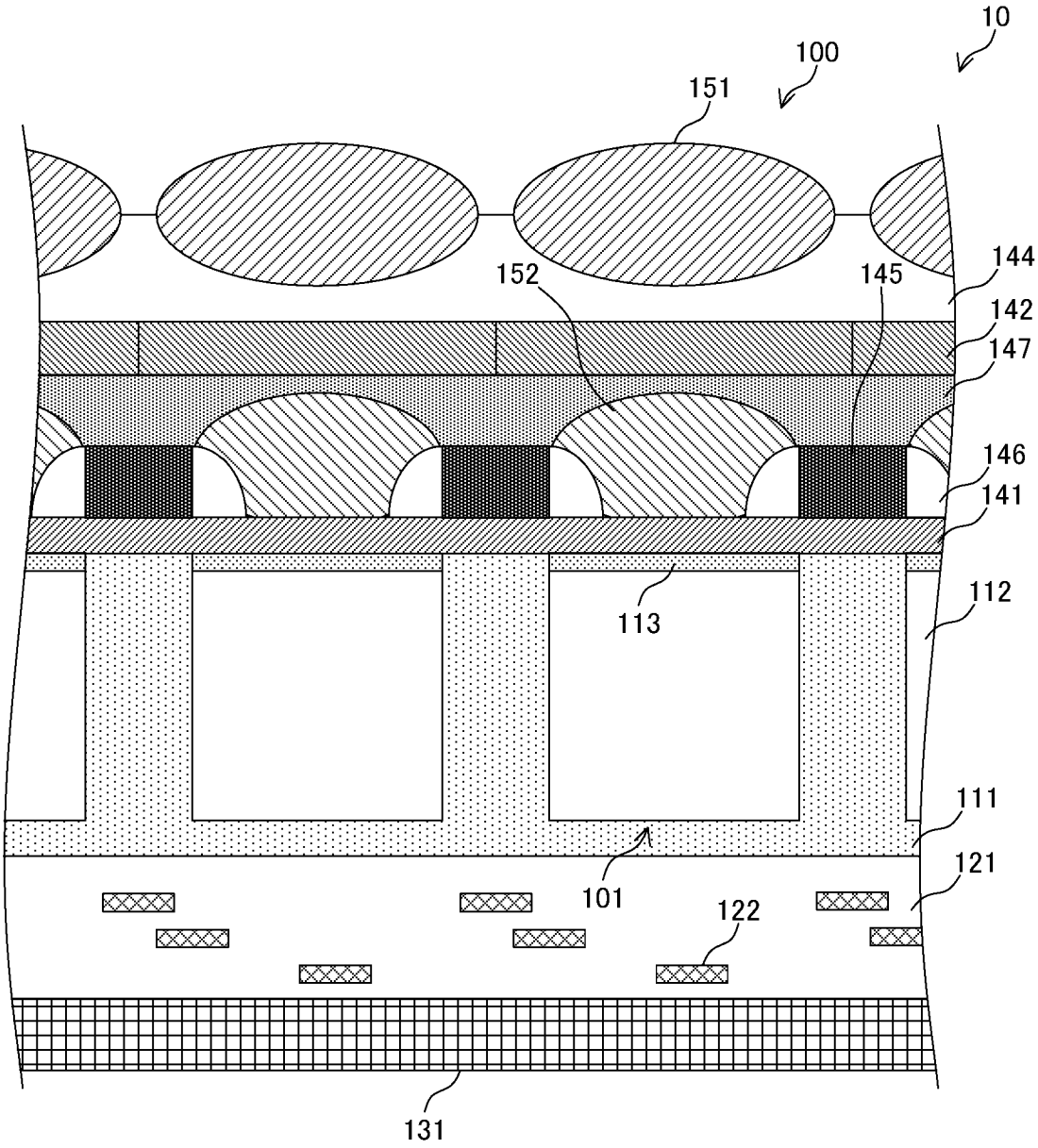


e

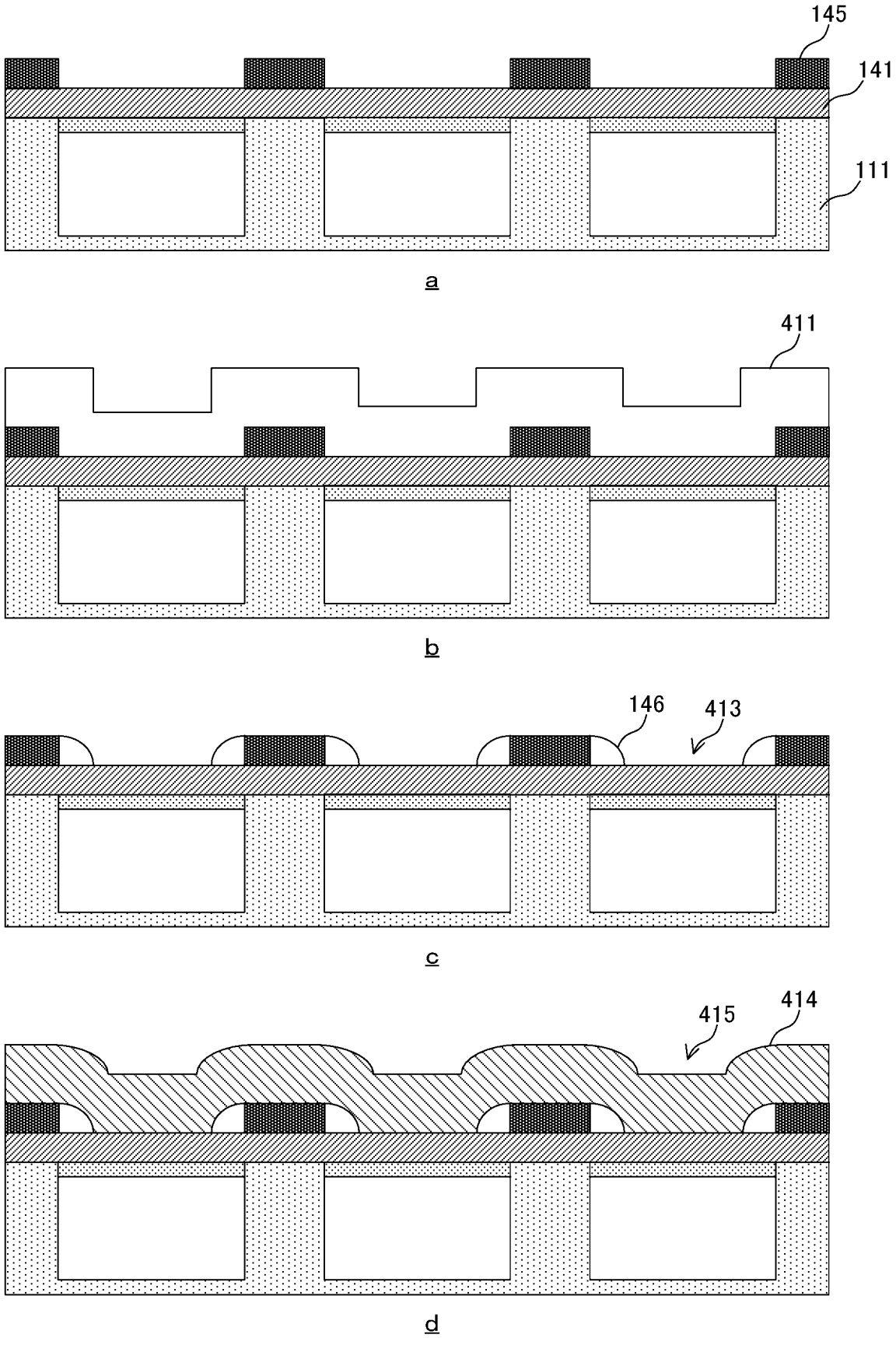


f

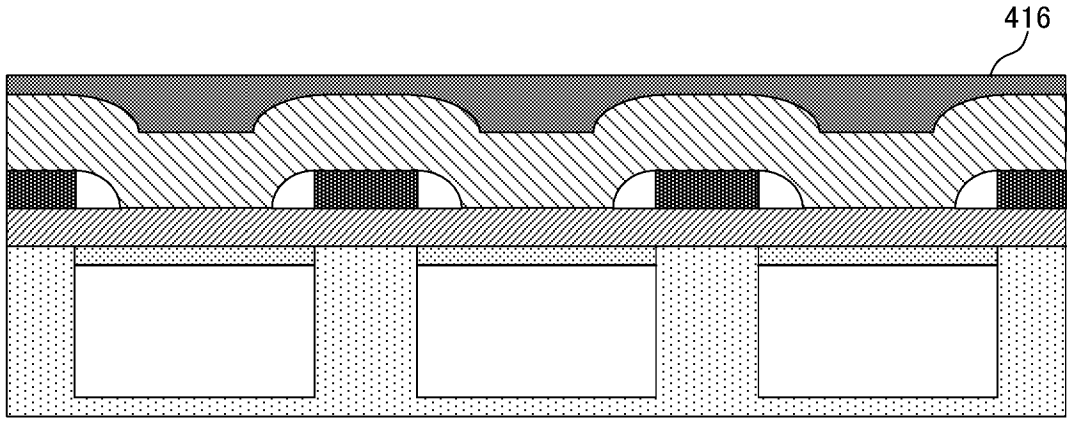
[図7]


10
100
151
144
152
145
142
147
146
141
113
112
111
101
121
122
131

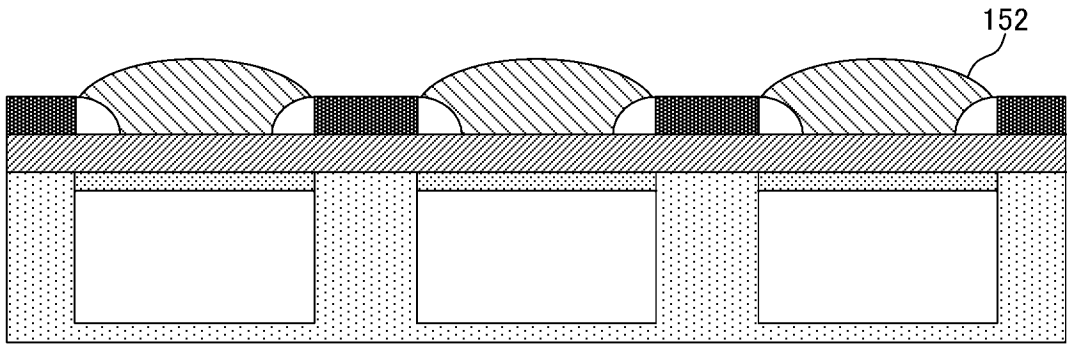
[図8]



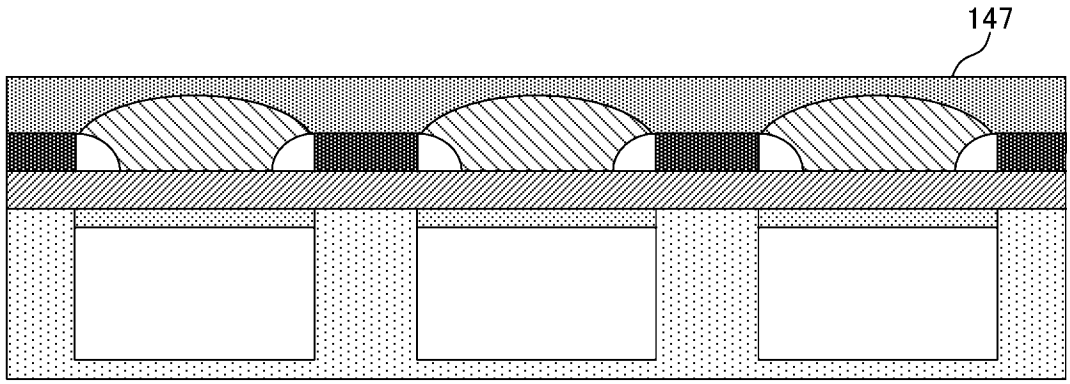
[図9]



e

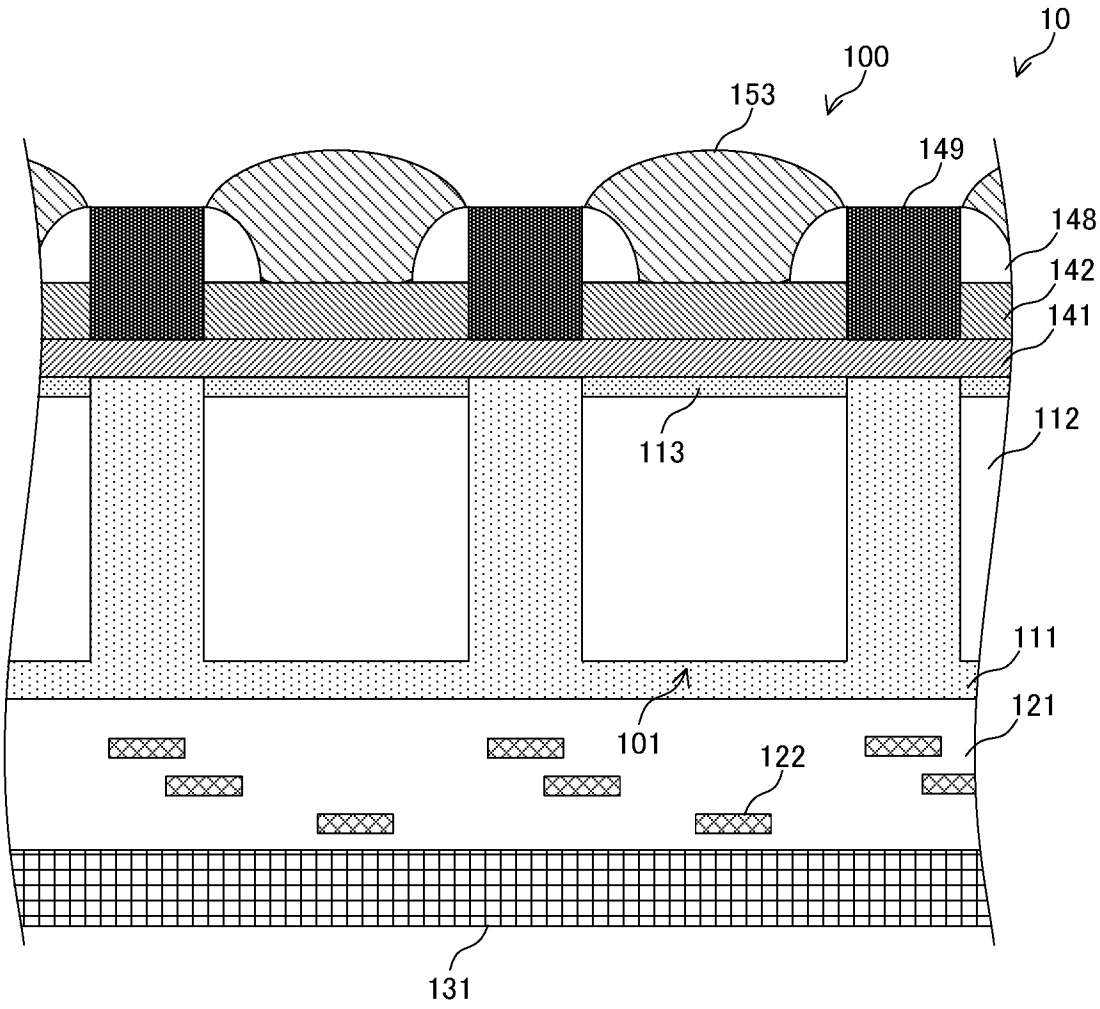


f

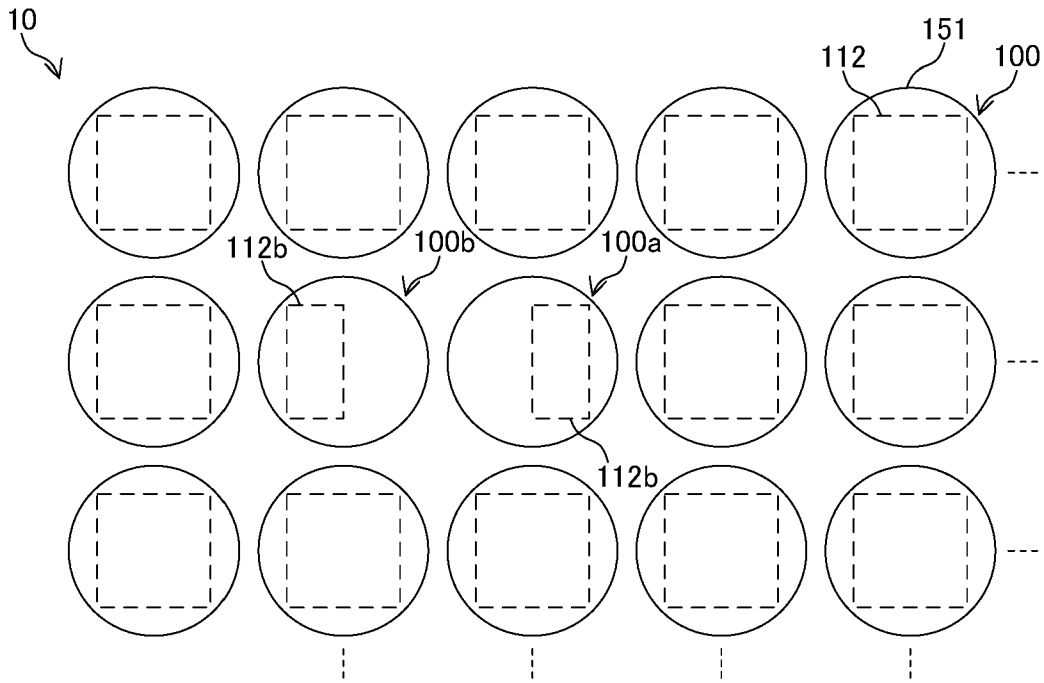


g

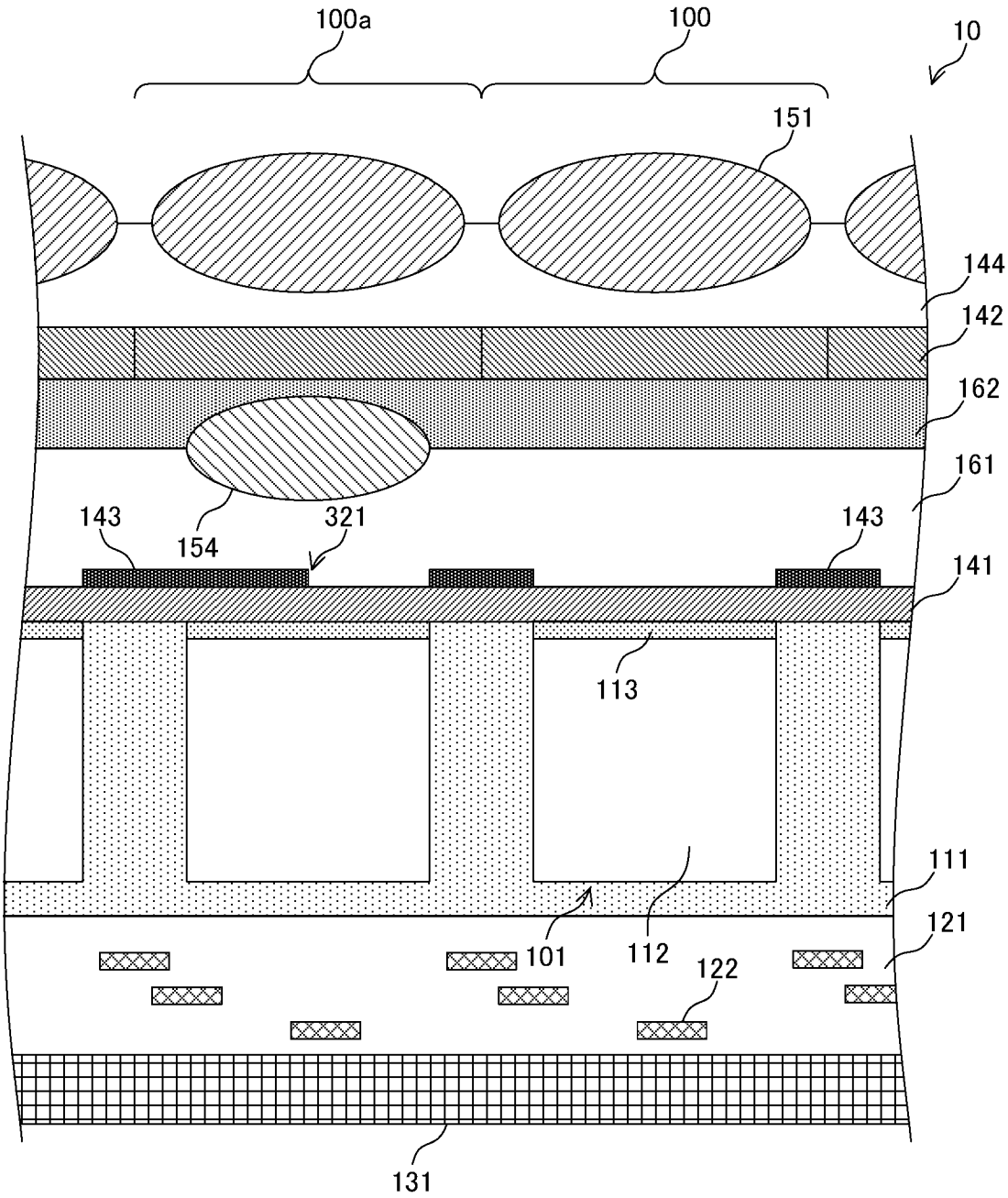
[図10]



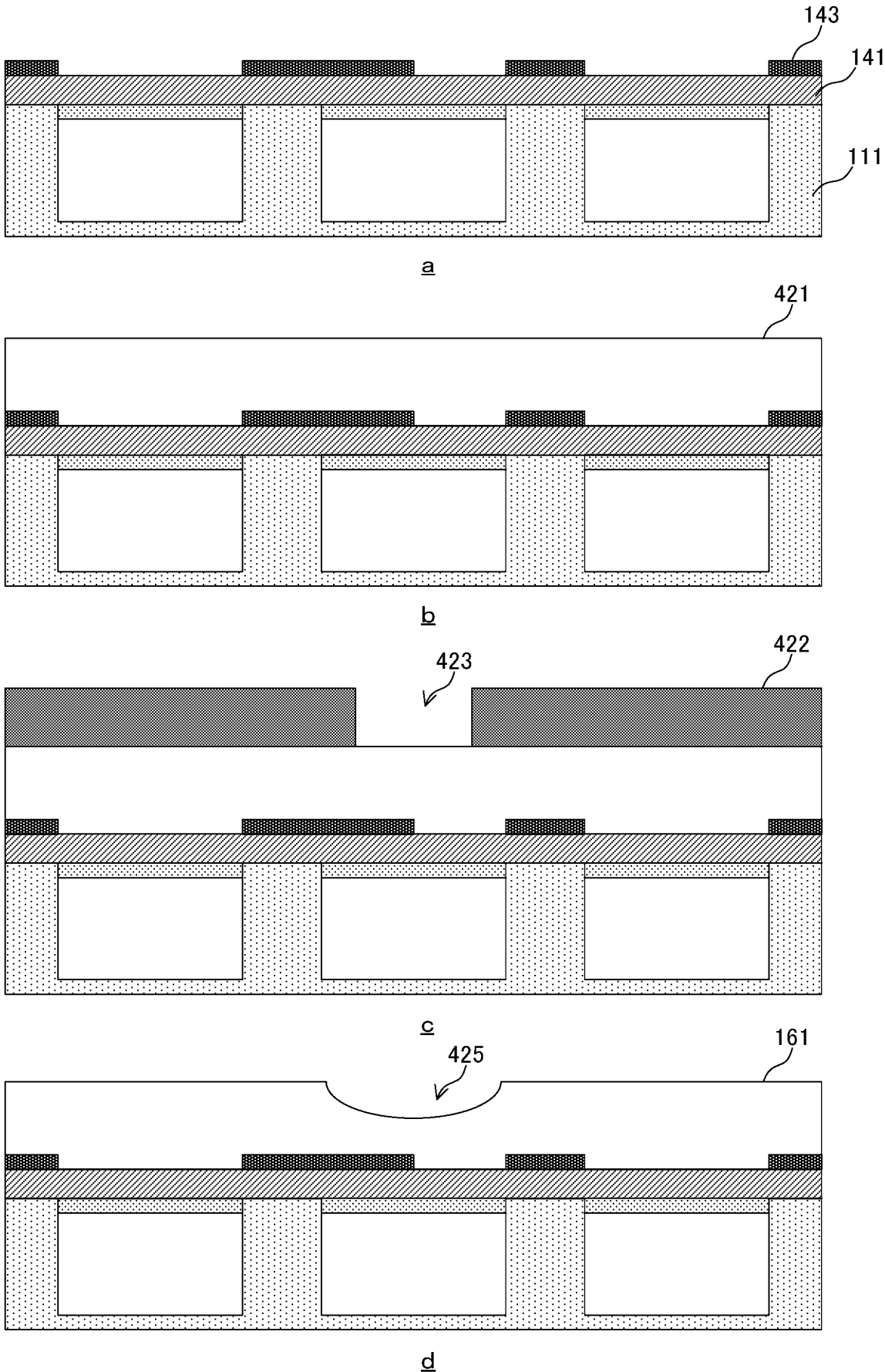
[図11]



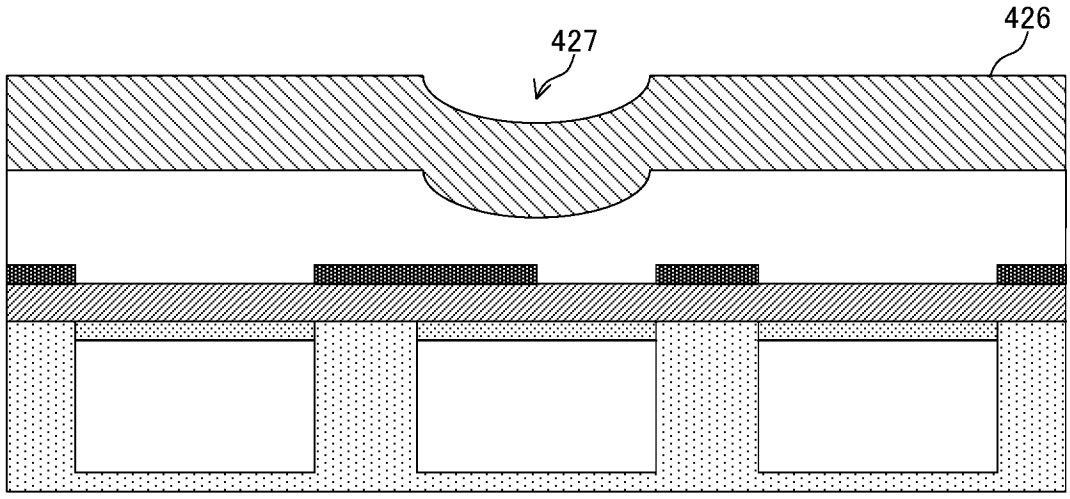
[図12]


100a
100
10
151
144
142
162
161
143
154
321
143
141
113
111
101
112
121
122
131

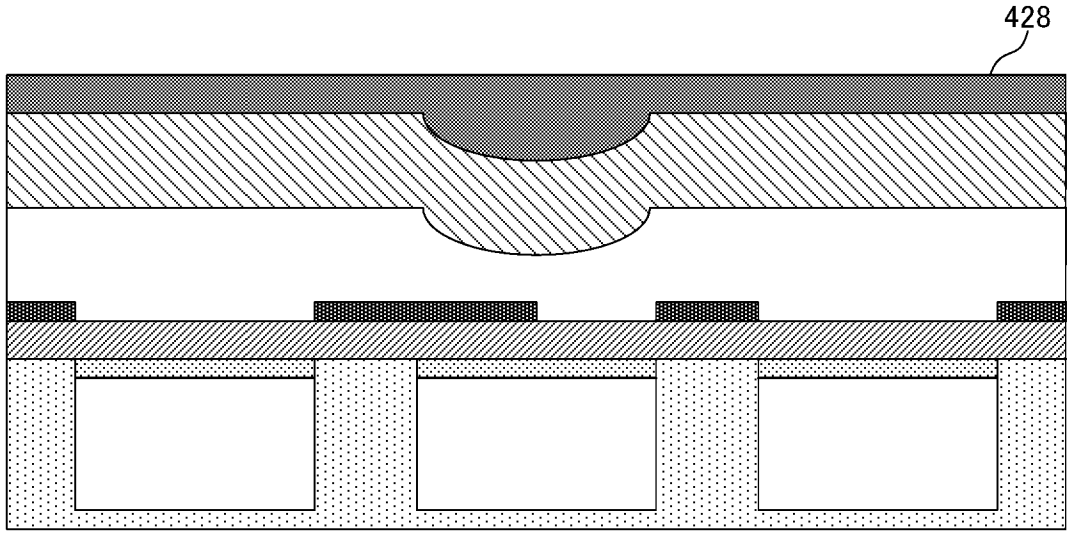
[図13]



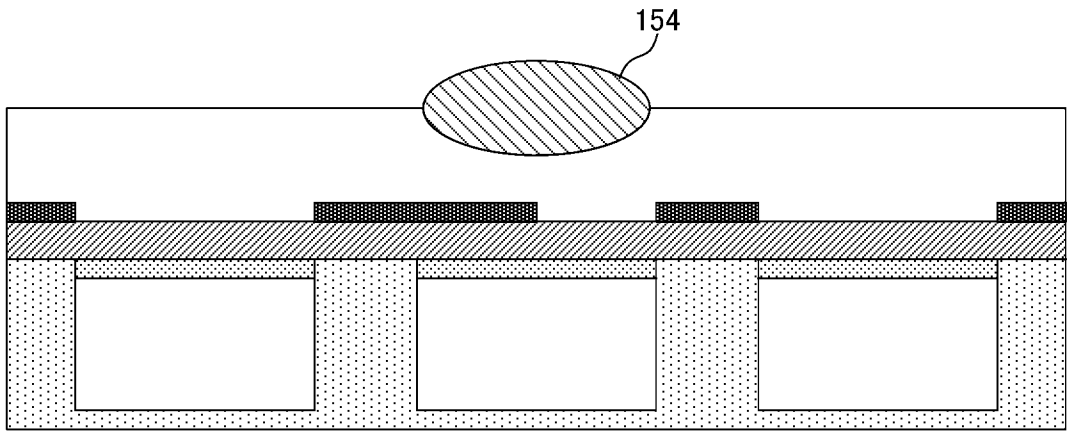
[図14]



e

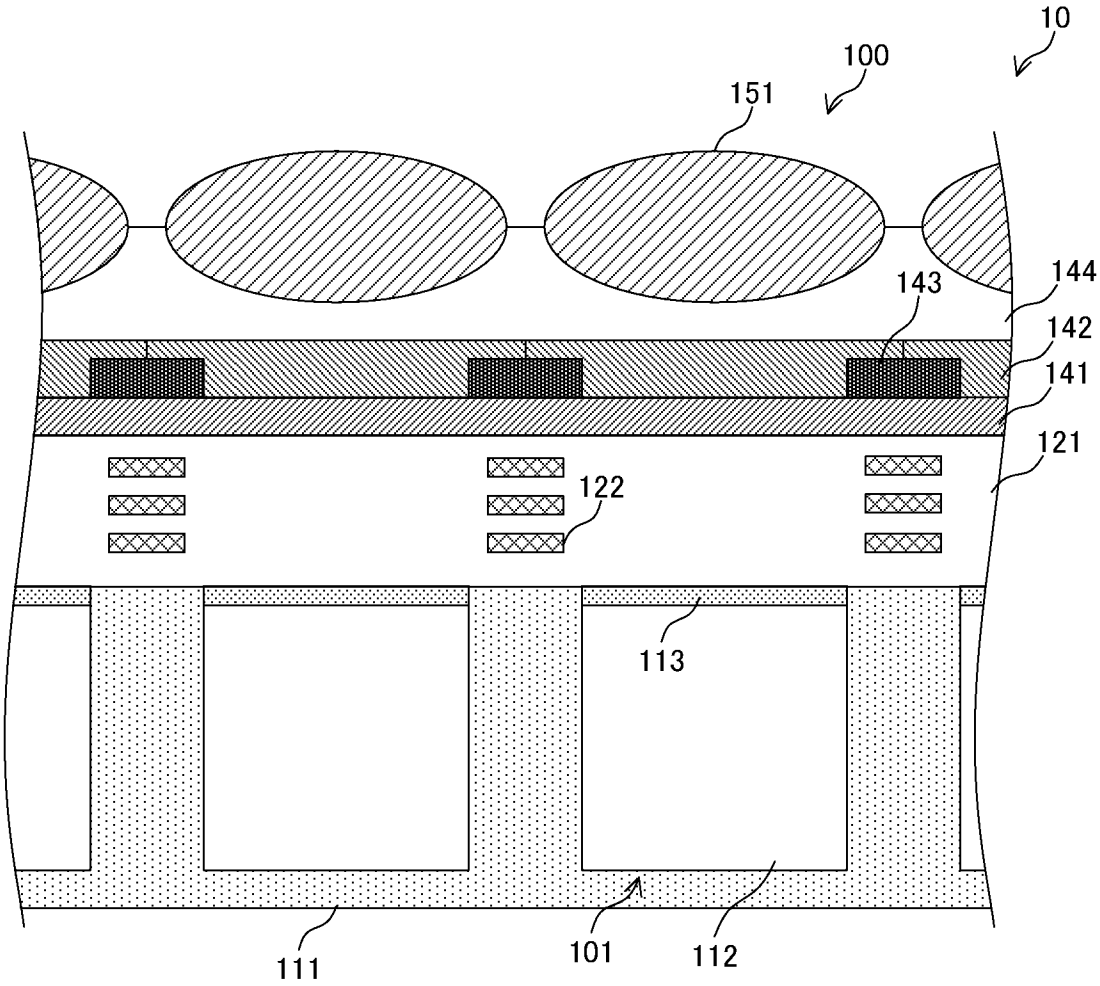


f

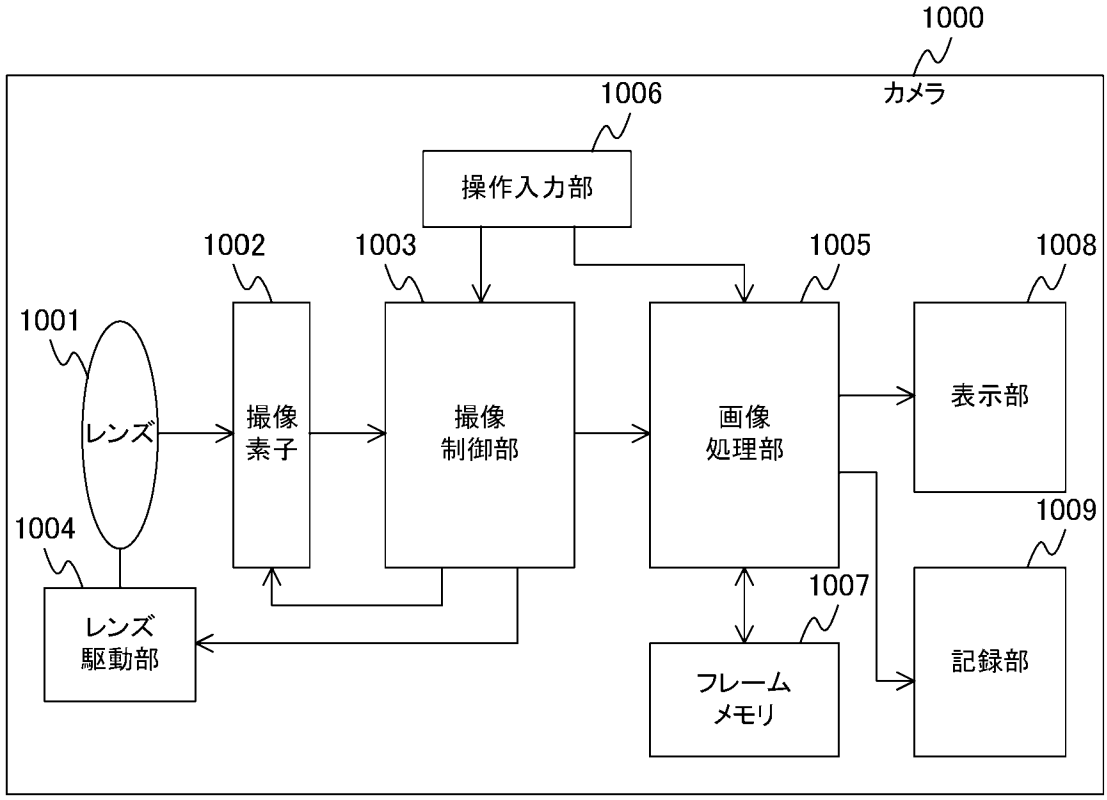


g

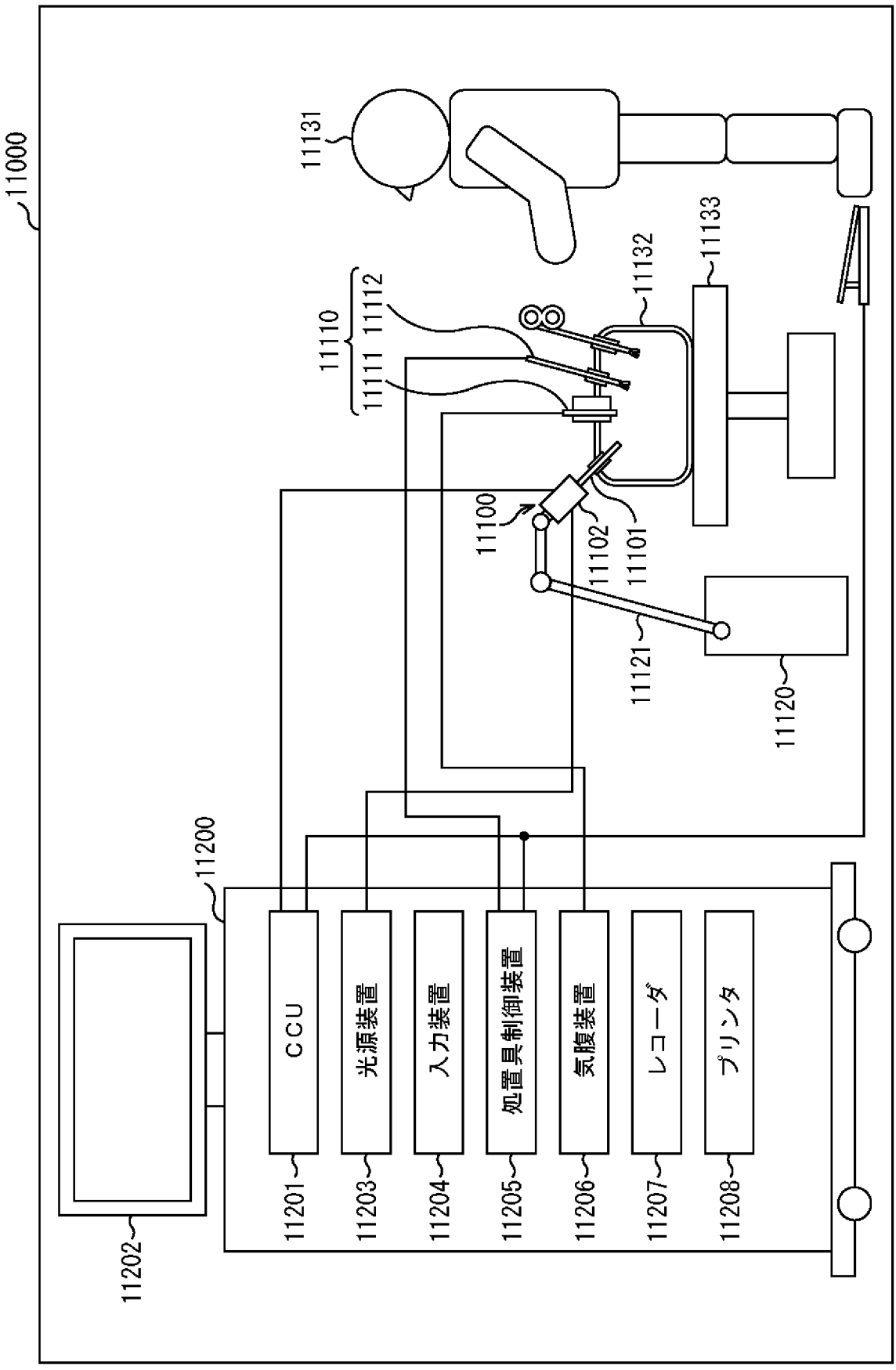
[図15]



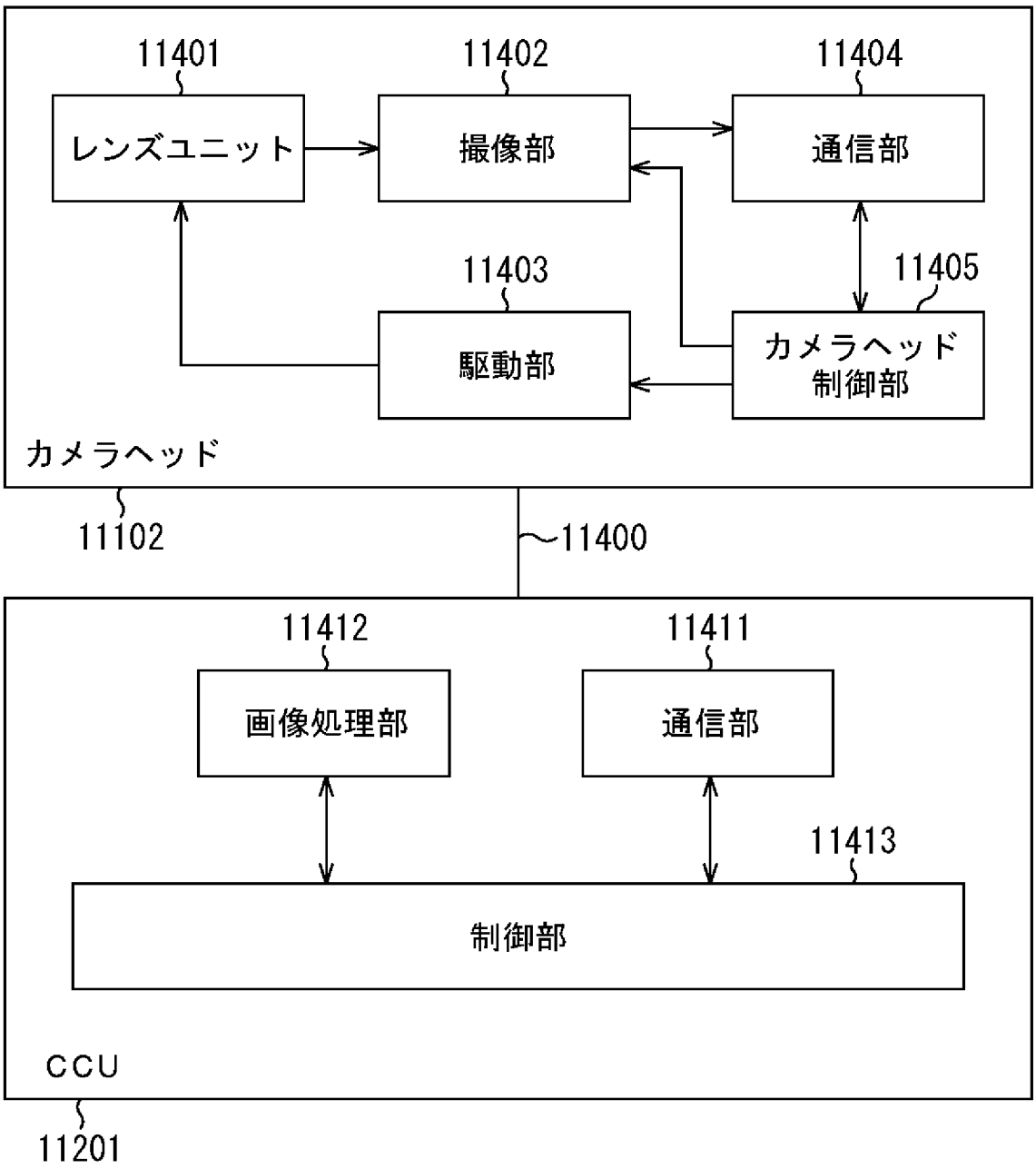
[図16]


1000
カメラ
1006
操作入力部
1002
1003
1005
1008
1001
レンズ
撮像
素子
撮像
制御部
画像
処理部
表示部
1004
1009
レンズ
駆動部
1007
フレーム
メモリ
記録部

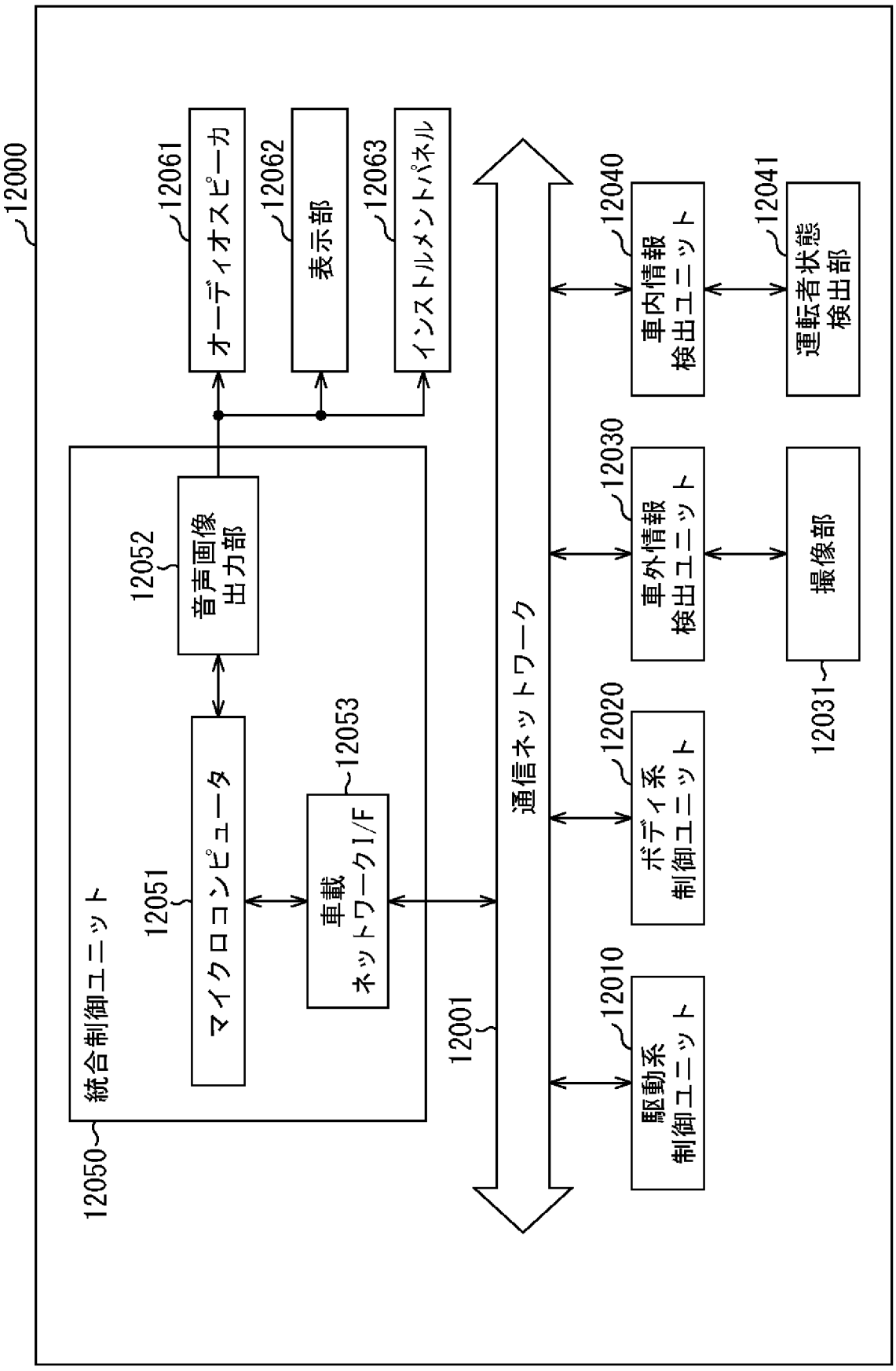
[図17]


11000
11131
11132
11133
11110
11111
11112
11100
11102
11101
11121
11120
11200
11202
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

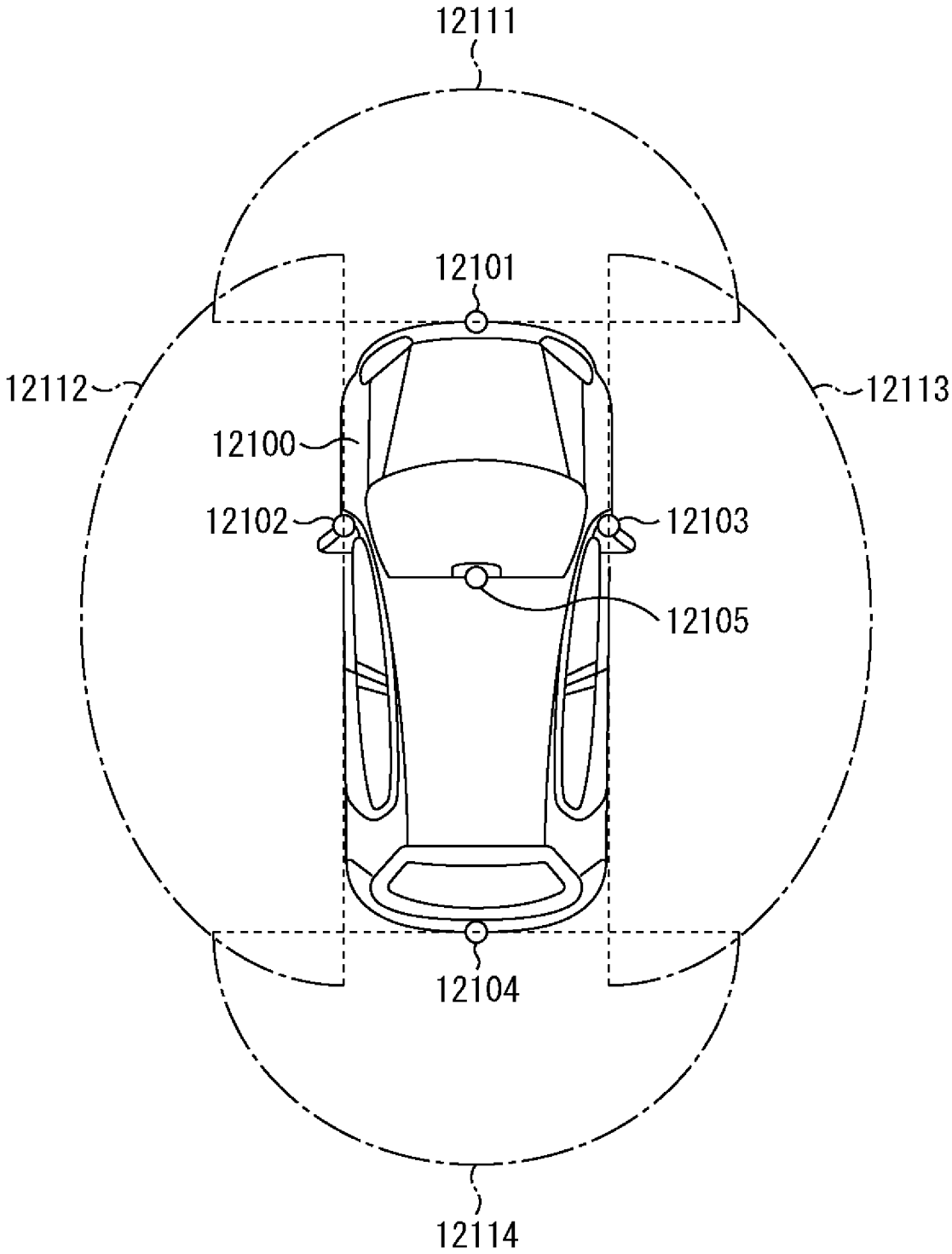
[図18]


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19]


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

[図20]


12111
12101
12112
12113
12100
12102
12103
12105
12104
12114

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/002025

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. H01L27/146(2006.01)i, G02B3/00(2006.01)i, H04N5/369(2011.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl. H01L27/146, G02B3/00, H04N5/369

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2004-253573 A (SHARP CORP.) 09 September 2004, paragraphs [0051]-[0086], fig. 1-2 & US 2004/0183086 A1, paragraphs [0072]-[0123], fig. 1-3E & TW 200425495 A & KR 10-0602882 B1 & KR 10-2004-0074634 A	1-3, 6-7 5
X Y	JP 2012-108327 A (SHARP CORP.) 07 June 2012, paragraphs [0110]-[0117], fig. 2, 8 (Family: none)	1-2, 4, 6-7 5

☒ 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
26 March 2019 (26.03.2019)	09 April 2019 (09.04.2019)

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/JP2019/002025

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2010-239076 A (SONY CORP.) 21 October 2010, paragraphs [0033]-[0065], [0111]-[0114], fig. 2-6, 19 & US 2010/0245637 A1, paragraphs [0057]-[0089], [0135]-[0138], fig. 2-6B, 19 & CN 101853871 A	1-7 5
P, X	JP 2018-072757 A (SEIKO EPSON CORP.) 10 May 2018, paragraphs [0045]-[0055], [0095]-[0118], [0138]-[0155], fig. 3, 6-15, 22-27 & US 2018/0143490 A1, paragraphs [0072]-[0082], [0122]-[0145], [0165]-[0182], fig. 3, 6-15, 22-27	1-3

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／００２０２５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L27/146(2006.01)i, G02B3/00(2006.01)i, H04N5/369(2011.01)i

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））

Int.Cl.　H01L27/146, G02B3/00, H04N5/369

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９年

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

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y	JP 2004-253573 A (シャープ株式会社) 2004.09.09, 段落 [0051] - [0086], [図 1] - [図 2] & US 2004/0183086 A1, 段落 [0072] - [0123], 図 1-3E & TW 200425495 A & KR 10-0602882 B1 & KR 10-2004-0074634 A	1-3, 6-7 5
X Y	JP 2012-108327 A (シャープ株式会社) 2012.06.07, 段落 [0110] - [0117], [図 2], [図 8] (ファミリーなし)	1-2, 4, 6-7 5

☑　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矛盾するものではなく、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
２６．０３．２０１９	０９．０４．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　５Ｆ　５８９４
田邊　顕人
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５１６

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y	JP 2010-239076 A (ソニー株式会社) 2010.10.21, 段落 [0033] - [0065], [0111] - [0114], [図 2] - [図 6], [図 19] & US 2010/0245637 A1, 段落 [0057] - [0089], [0135] - [0138], 図 2-6B, 19 & CN 101853871 A	1-7 5
P, X	JP 2018-072757 A (セイコーエプソン株式会社) 2018.05.10, 段落 [0045] - [0055], [0095] - [0118], [0138] - [0155], [図 3], [図 6] - [図 15], [図 22] - [図 27] & US 2018/0143490 A1, 段落 [0072] - [0082], [0122] - [0145], [0165] - [0182], 図 3, 6-15, 22-27	1-3