

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年5月7日(07.05.2020)



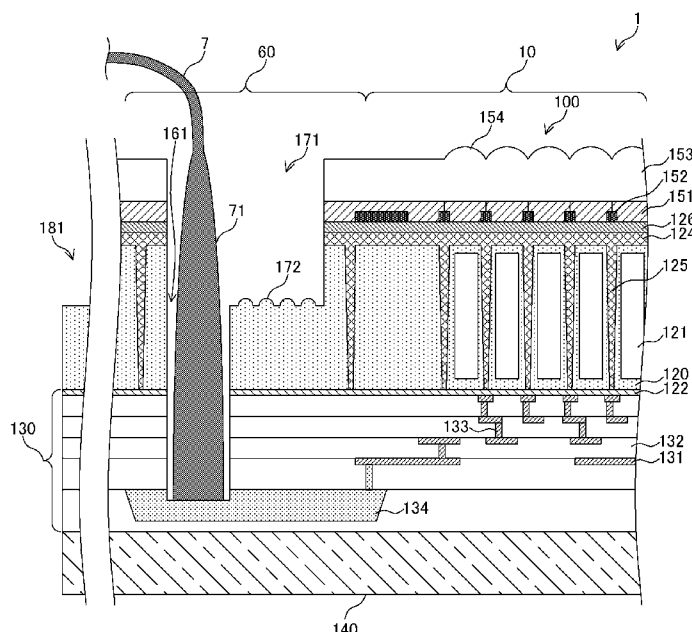
(10) 国際公開番号

WO 2020/090432 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 27/146 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/040414
- (22) 国際出願日: 2019年10月15日(15.10.2019)
- (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 2018-202985 2018年10月29日(29.10.2018) 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: 西木戸 健樹 (NISHIKIDO Kenju);
〒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).
- (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,

(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: The present invention mitigates the reflection of incident light in a peripheral edge section of an imaging element and prevents a degradation in image quality. This imaging element is provided with an imaging region, a wiring region, and a protective film which are arranged on a semiconductor substrate, and a protrusion which is arranged on the bottom section of an opening section formed in the semiconductor substrate. In the imaging region, arranged is a photoelectric conversion unit that is formed on the semiconductor substrate and performs photoelectric conversion of the

[続葉有]

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
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：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

incident light. The wiring region has wires for transmitting signals of the photoelectric conversion unit and is arranged adjacent to the surface of the semiconductor substrate. The protective film is arranged on the rear surface, which is a surface different from the surface of the semiconductor substrate, makes the incident light pass therethrough, and protects the rear surface of the semiconductor. The opening section is arranged in the outer peripheral region of the imaging region, and is open from the protective film to any one region among the semiconductor substrate and the wiring region. The protrusion is arranged on the bottom section of the opening section.

(57) 要約：撮像素子の周縁部における入射光の反射を軽減し、画質の低下を防止する。撮像素子は、半導体基板に配置される撮像領域、配線領域、保護膜および半導体基板に形成される開口部の底部に配置される凸部を具備する。撮像領域は、半導体基板に形成されて入射光の光電変換を行う光電変換部が配置される。配線領域は、光電変換部の信号を伝達する配線を有するとともに半導体基板の表面に隣接して配置される。保護膜は、半導体基板の表面とは異なる面である裏面に配置されて入射光を透過させるとともに半導体の裏面を保護する。開口部は、撮像領域の外周領域に配置されて保護膜から半導体基板および配線領域の何れかの領域までに開口する。凸部は、開口部の底部に配置される。

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] 本開示は、撮像素子および撮像素子の製造方法に関する。詳しくは、ボンディングワイヤ近傍またはスクライブ領域において開口部が形成された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、素子表面における入射光の反射を軽減する撮像素子が使用されている。反射光によるフレアの発生を軽減し、画質の低下を防止するためである。例えば、撮像素子を構成する半導体基板の受光面にモスアイ形状の凹凸を形成し、入射光の反射を防止する撮像素子が提案されている（例えば、特許文献1参照。）。この撮像素子は、光電変換機能を有する受光部を含む画素が複数配置される画素領域に凹凸が形成され、入射光の反射を防止する。この凹凸の形成は、半導体基板の表面における100面をウェットエッチングすることにより111面を析出させ、四角錐形状の凸部を形成することにより行うことができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2013-033864号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上述の従来技術では、画素領域以外の領域である周縁部に凹凸を形成することができず、当該領域における入射光の反射を軽減することができないという問題がある。半導体基板の裏面側に入射光が照射される裏面照射型の撮像素子においては、撮像素子および外部の基板等との接続を行うボンディングワイヤが撮像素子の深部に配置されたパッドに接続される。パッドの近傍には開口部が形成され、この開口部を介してボンディングワイヤが接続され

る。通常、パッドに接続されたボンディングワイヤの接着強度を測定する試験装置を挿入するため、パッドと略同等の深度の開口部が接続部に隣接して形成される。この試験用の開口部において、入射光の反射を生じると、反射光がボンディングワイヤによりさらに反射されて撮像素子に入射し、フレアを生じる。

[0005] また、撮像素子は、半導体ウェハに形成された複数の撮像素子が個片化されて製造される。この個片化は、複数の撮像素子の境界に形成された開口部（溝）に沿って半導体ウェハを切断することにより行うことができる。この開口部においても入射光の反射を生じる。このように、上述の従来技術では、撮像素子の周縁部における入射光の反射を防ぐことができず、画質の低下を防止することができないという問題がある。

[0006] 本開示は、上述した問題点に鑑みてなされたものであり、撮像素子の周縁部における入射光の反射を軽減し、画質の低下を防止することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示は、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、半導体基板に形成されて入射光の光電変換を行う光電変換部が配置される撮像領域と、上記光電変換部の信号を伝達する配線を有するとともに上記半導体基板の表面に隣接して配置される配線領域と、上記半導体基板の表面とは異なる面である裏面に配置されて上記入射光を透過させるとともに上記半導体の裏面を保護する保護膜と、上記撮像領域の外周領域に配置されて上記保護膜から上記半導体基板および上記配線領域の何れかの領域まで開口する開口部と、上記開口部の底部に配置される凸部とを具備する撮像素子である。

[0008] また、この第1の態様において、上記開口部は、上記配線領域に配置されて外部との接続に使用される接続部の近傍に配置されてもよい。

[0009] また、この第1の態様において、上記開口部は、半導体ウェハに形成された自身の撮像素子を個片化する際のスクライブ領域であってもよい。

- [0010] また、この第1の態様において、上記凸部は、上記半導体基板、上記配線領域および上記保護膜の少なくとも1つにより構成されてもよい。
- [0011] また、この第1の態様において、上記凸部は、パターニングされた上記保護膜の形状が上記半導体基板および上記配線領域の何れかに転写されて形成されてもよい。
- [0012] また、この第1の態様において、上記凸部は、上記パターニングされた保護膜をマスクとしてエッチングを行うことにより上記転写されて形成されてもよい。
- [0013] また、この第1の態様において、上記凸部は、上記保護膜が配置される前の上記半導体基板の裏面に形成され、上記配置された保護膜を上記半導体基板まで開口することにより上記開口部の底部に配置されてもよい。
- [0014] また、この第1の態様において、上記凸部は、上記保護膜に形成されたレジストをマスクとして上記保護膜および上記半導体基板をエッチングすることにより形成されてもよい。
- [0015] また、この第1の態様において、上記凸部は、上記配線領域が配置される前の上記半導体基板の表面に形成された凹部に配置される上記配線領域により構成されてもよい。
- [0016] また、この第1の態様において、上記保護膜に隣接して配置されて上記光電変換部に上記入射光を集光するオンチップレンズをさらに具備し、上記凸部は、上記オンチップレンズの形状が上記半導体基板および上記配線領域の何れかに転写されて形成されてもよい。
- [0017] また、この第1の態様において、上記凸部は、上記保護膜が配置される前の上記半導体基板の裏面に形成された凹部に配置される上記保護膜により構成されてもよい。
- [0018] また、本開示の第2の態様は、入射光の光電変換を行う光電変換部が配置される撮像領域を半導体基板に形成する撮像領域形成工程と、上記光電変換部の信号を伝達する配線を有する配線領域を上記半導体基板の表面に隣接して配置する配線領域配置工程と、上記半導体基板の表面とは異なる面である

裏面に配置されて上記入射光を透過させるとともに上記半導体の裏面を保護する保護膜を配置する保護膜配置工程と、上記撮像領域の外周領域に配置されて上記保護膜から上記半導体基板および上記配線領域の何れかの領域までに開口する開口部を形成する開口部形成工程と、上記開口部の底部に凸部を配置する凸部配置工程とを具備する撮像素子の製造方法である。

[0019] 上述の態様を採ることにより、開口部の底部に凸部が配置されるという作用をもたらす。凸部による入射光の散乱が想定される。

発明の効果

[0020] 本開示によれば、撮像素子の周縁部における入射光の反射を軽減し、画質の低下を防止するという優れた効果を奏する。

図面の簡単な説明

- [0021] [図1]本開示の実施の形態に係る撮像装置の構成例を示す図である。
- [図2]本開示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3]本開示の実施の形態に係る撮像素子の構成例を示す平面図である。
- [図4]本開示の第1の実施の形態に係る撮像素子の構成例を示す断面図である。
- [図5]本開示の第1の実施の形態に係る凸部の構成例を示す平面図である。
- [図6]本開示の第1の実施の形態に係る凸部における入射光の反射の一例を示す図である。
- [図7]本開示の第1の実施の形態に係る撮像素子の他の構成例を示す断面図である。
- [図8]本開示の第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9]本開示の第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10]本開示の第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11]本開示の第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12]本開示の第2の実施の形態に係る凸部の構成例を示す平面図である。

[図13]本開示の第2の実施の形態に係る凸部の他の構成例を示す平面図である。

[図14]本開示の第2の実施の形態に係る凸部の他の構成例を示す図である。

[図15]本開示の第2の実施の形態に係る凸部の他の構成例を示す平面図である。

[図16]本開示の第2の実施の形態に係る凸部の他の構成例を示す断面図である。

[図17]本開示の第3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18]本開示の第3の実施の形態に係る撮像素子の他の製造方法を示す図である。

[図19]本開示の第3の実施の形態に係る撮像素子の他の製造方法を示す図である。

[図20]本開示の第3の実施の形態に係る撮像素子の他の製造方法を示す図である。

[図21]本開示の第3の実施の形態に係る撮像素子の他の製造方法を示す図である。

[図22]本開示の第4の実施の形態に係る撮像素子の構成例を示す断面図である。

[図23]本開示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24]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25]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26]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27]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

[0022] 次に、図面を参照して、本開示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。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. カメラへの応用例
6. 内視鏡手術システムへの応用例
7. 移動体への応用例

[0023] <1. 第1の実施の形態>

[撮像素子の構成]

図1は、本開示の実施の形態に係る撮像装置の構成例を示す図である。同図の撮像装置9は、撮像素子1と、ボンディングワイヤ7と、接着剤2、4および6と、回路基板3と、フレーム5と、カバーガラス8とを備える。

[0024] 撮像素子1は、被写体からの入射光を画像信号に変換する半導体素子である。この撮像素子1は、半導体チップにより構成される。後述するように、撮像素子1は、ワイヤボンディングにより回路基板3に接続される。

[0025] 回路基板3は、撮像素子1が実装される基板である。この回路基板3には、撮像素子1により生成された画像信号の処理や撮像素子1の制御を行う電子回路を配置することができる。撮像素子1は、接着剤2により回路基板3に接着される。

[0026] ボンディングワイヤ7は、撮像素子1および回路基板3の間を電氣的に接続するものである。このボンディングワイヤ7は、例えば、金（Au）等の金属の線により構成され、撮像素子1および回路基板3のそれぞれに配置されたボンディングパッド（不図示）に溶着されて接続される。この接続は、例えば、次の手順により行うことができる。キャピラリーと称される器具に

ボンディングワイヤ7を通し、放電加熱によりボンディングワイヤ7の先端部を球状にする。次に、キャピラリーを使用してボンディングワイヤ7の先端部をボンディングパッドに加熱圧接する。これにより、ワイヤボンディングを行うことができる。

[0027] なお、ワイヤボンディングによる接続強度は、ボールシェア強度により評価することができる。ここで、ボールシェア強度とは、接続後のボンディング部分のせん断強度であり、専用の検査器具により接続部を破壊（せん断）することにより測定することができる。

[0028] フレーム5は、撮像素子1を囲繞する筐体である。このフレーム5は、接着剤4により回路基板3に接着される。カバーガラス8は、撮像素子1を封入するとともに入射光を透過させるものである。このカバーガラス8は、接着剤6によりフレーム5に接着される。

[0029] [撮像素子の構成]

図2は、本開示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、撮像領域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。

[0030] 撮像領域10は、画素100が2次元格子状に配置される領域である。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。撮像領域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、撮像領域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、撮像領域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。

[0031] 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。

[0032] 図3は、本開示の実施の形態に係る撮像素子の構成例を示す平面図である。同図は、撮像素子1における入射光が照射される受光面の構成を表す図である。同図の撮像素子1の受光面には、図2において説明した撮像領域10が中央部に配置される。撮像領域10の周囲には、ボンディングワイヤ7が接続されるボンディングパッドが配置される周辺パッド領域60が配置される。同図においては、ワイヤボンディングによりボンディングワイヤ7がボンディングパッドに接続される部分である接続部71を記載した。後述するように、ボンディングパッドは、撮像素子1の深部に配置される。撮像素子1の受光面には、ボンディングパッドに達する開口部161が形成される。この開口部161を介してワイヤボンディングが行われ、接続部71が形成される。なお、同図の撮像素子1には、開口部161に隣接して開口部171が配置される。この開口部171は、前述したボールシェア強度のための検査器具を挿入する開口部である。

[0033] 周辺パッド領域 60 の周囲にはスクライブ領域 181 が配置される。このスクライブ領域 181 は、撮像素子 1 を構成する半導体チップの周辺に配置される溝状の開口部である。撮像素子 1 は、半導体ウェハに複数の撮像素子が隣接して形成され、切断されて個片化される。スクライブ領域 181 は、切断のためのブレードが当てられる領域である。このような開口部を形成することにより、撮像素子 1 に配置される樹脂層を削除することができ、個片化のための切断を容易に行うことができる。

[0034] このように、撮像素子 1 の周縁部には、周辺パッド領域 60 およびスクライブ領域 181 が配置される。

[0035] [撮像素子の断面の構成]

図 4 は、本開示の第 1 の実施の形態に係る撮像素子の構成例を示す断面図である。同図は、撮像領域 10、周辺パッド領域 60 およびスクライブ領域 181 における撮像素子 1 の断面の構成を表す図である。まず、撮像領域 10 における画素 100 の構成について説明する。

[0036] 同図の撮像素子 1 は、半導体基板 120 と、配線領域 130 と、支持基板 140 と、保護膜 122、124 および 126 と、カラーフィルタ 151 と、遮光膜 152 と、平坦化膜 153 と、オンチップレンズ 154 とを備える。

[0037] 半導体基板 120 は、図 2 において説明した画素 100 の光電変換部、画素回路および垂直駆動部 20 等の半導体素子部分が配置される半導体の基板である。この半導体基板 120 は、例えば、シリコン (Si) により構成することができる。光電変換部等の半導体素子は、半導体基板 120 に形成されたウェル領域に形成される。便宜上、同図の半導体基板 120 は、p 型のウェル領域を構成するものと想定する。また、同図においては、光電変換部を半導体素子の例として記載した。この光電変換部は、同図の n 型半導体領域 121 および n 型半導体領域 121 の周囲の p 型のウェル領域の間に形成される pn 接合により構成される。この pn 接合は、フォトダイオードを構成し、入射光が照射されると光電変換を行う。n 型半導体領域 121 は、画

素 100 毎に配置される。半導体基板 120 は、例えば、数 μm 乃至数十 μm の厚さに構成することができる。

[0038] 保護膜 122 は、半導体基板 120 の表面に配置されて、半導体基板 120 を保護する膜である。この保護膜 122 は、例えば、酸化シリコン (SiO_2) により構成することができる。

[0039] 保護膜 124 は、半導体基板 120 の裏面に配置されて、半導体基板 120 を保護する膜である。この保護膜 124 は、入射光を透過させる SiO_2 や窒化シリコン (SiN) 等の無機材料により構成することができる。また、画素 100 の間には、分離領域 125 が配置される。この分離領域 125 は、隣接する画素 100 同士を分離するものである。分離領域 125 は、半導体基板 120 の裏面側から形成されたトレンチに配置され、保護膜 124 と同じ材料により構成することができ、保護膜 124 と同時に形成することができる。

[0040] 保護膜 126 は、半導体基板 120 の裏面において保護膜 124 に隣接して配置され、半導体基板 120 を保護する膜である。また、保護膜 126 は、後述するカラーフィルタ 151 が形成される半導体基板 120 の裏面の平坦化をさらに行う。この保護膜 126 は、例えば、入射光を透過させる有機材料や無機材料により構成される膜を使用することができる。なお、保護膜 122、124 および 126 は、請求の範囲に記載の保護膜の一例である。

[0041] 配線領域 130 は、光電変換部等の画素 100 の素子の信号を伝達する配線が形成される領域である。この配線領域 130 は、半導体基板 120 の表面側に配置される。具体的には、保護膜 122 に隣接して配置される。配線領域 130 は、配線 131 が形成される配線層および配線 131 を絶縁する絶縁層 132 が積層されて構成される。同図には、4 層に積層された配線領域の例を表した。異なる層に配置された配線 131 は、ビアプラグ 133 により接続される。配線 131 は、例えば、銅 (Cu) やタングステン (W) 等の金属により構成することができる。絶縁層 132 は、例えば、 SiO_2 により構成することができる。また、配線領域 130 には、後述するボンディ

ングパッド１３４が配置される。

[0042] 支持基板１４０は、配線領域１３０に接着されて撮像素子１を支持する基板である。この支持基板１４０は、撮像素子１の製造工程において撮像素子１の強度を向上させる基板である。

[0043] カラーフィルタ１５１は、入射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１５１は、画素１００毎に配置される。カラーフィルタ１５１として、例えば、赤色光、緑色光および青色光の何れかを透過させるカラーフィルタ１５１を使用することができる。遮光膜１５２は、入射光を遮光する膜である。この遮光膜１５２は、画素１００の境界に配置され、隣接する画素１００のカラーフィルタ１５１を透過した光を遮光する。これにより、混色を防止することができる。

[0044] 平坦化膜１５３は、後述するオンチップレンズ１５４が形成される半導体基板１２０の裏面の平坦化を行う膜である。この平坦化膜１５３は、オンチップレンズ１５４と同じ材料により構成することができる。

[0045] オンチップレンズ１５４は、画素１００毎に配置されて入射光を光電変換部に集光するレンズである。

[0046] このように、同図の撮像素子１は、半導体基板１２０の配線領域１３０が配置される面である表面とは異なる面である裏面から入射光が照射される裏面照射型の撮像素子に該当する。

[0047] 次に周辺パッド領域６０について説明する。周辺パッド領域６０の配線領域１３０には、ボンディングパッド１３４が配置される。また、撮像素子１の裏面からボンディングパッド１３４に到達する開口部１６１が形成される。この開口部１６１を介してボンディングワイヤ７がボンディングパッド１３４に接続され、接続部７１が形成される。

[0048] この開口部１６１に隣接して開口部１７１が配置される。この開口部１７１は、平坦化膜１５３や保護膜１２４および１２６から半導体基板１２０の領域までに開口する。この開口部１７１に検査器具が挿入され、ボールシェア強度が行われる。ボールシェア強度は、検査器具により接続部７１をせん

断することにより行われる。接続部 71 のせん断は、接続部 71 の頭部から接続部 71 の高さの $1/4$ 以下の位置において行うことができる。このため、開口部 171 の開口深さを開口部 161 より浅くすることができる。

[0049] また、開口部 171 の底部には凸部 172 が配置される。この凸部 172 は、入射光が開口部 171 の底部において反射される際に、反射光を散乱させるものである。これにより、開口部 171 における反射光の影響を軽減することができる。凸部 172 の構成の詳細については後述する。

[0050] 周辺パッド領域 60 の近傍の半導体基板 120 においても、画素領域 10 と同様に分離領域 125 が配置される。周辺パッド領域 60 における分離領域 125 は、ボンディングパッド 134 が配置される領域の近傍に溝状に形成されて周辺パッド領域 60 の半導体基板 120 を絶縁する。また、分離領域 125 により、スクライブ領域 181 に発生した半導体基板 120 の欠けの影響を除去することもできる。

[0051] 周辺パッド領域 60 の外側にはスクライブ領域 181 が配置される。スクライブ領域 181 を構成する開口部は、開口部 171 と同時に形成することができる。

[0052] [凸部の配置]

図 5 は、本開示の第 1 の実施の形態に係る凸部の構成例を示す平面図である。同図は、凸部 172 の配置例を表す図である。同図の開口部 161 には、底部にボンディングパッド 134 が配置され、ボンディングワイヤ 7 の接続部 71 が配置される。隣接する開口部 171 には、底部に半導体基板 120 が配置され、複数の凸部 172 が等ピッチに配置される。同図に表したように、凸部 172 は、円形状に構成することができる。凸部 172 の高さは、例えば、 0.2 乃至 $4\ \mu\text{m}$ にすることができる。また、凸部 172 は、例えば、 1 乃至 $6\ \mu\text{m}$ のピッチに配置することができる。

[0053] [凸部の効果]

図 6 は、本開示の第 1 の実施の形態に係る凸部における入射光の反射の一例を示す図である。同図における a は、凸部 172 による反射光の散乱を表

す図である。同図において白抜きの矢印は入射光を表し、実線の矢印は凸部 172 により反射された入射光を表す。同図に表したように、反射光は、凸部 172 により散乱される。これにより、特定の方向への反射率を低下させることができる。なお、点線の矢印は、凸部 172 が配置されない場合の反射光を表している。凸部 172 が配置されない場合、入射光は、散乱されずに開口部 171 の底部において反射され、ボンディングワイヤ 7 によりさらに反射されて迷光となる。この迷光が撮像領域 10 に入射してフレアを発生する。このように、凸部 172 が配置されない場合には、例えば、ボンディングワイヤ 7 に向かう方向の反射率が高くなり当該方向への反射光の影響が大きくなる。具体的には、ボンディングワイヤ 7 の近傍に強いフレアを生じ、画質が低下する。

[0054] 同図における b は、開口部 171 の底部に凸部 172 が配置される場合の入射光の波長と反射率との関係を表した図である。同図における b の横軸は、入射光の波長を表す。単位は、nm である。また、同図における b の縦軸は、反射率を表す。単位は % である。ここで、反射率は、開口部 171 の底部の反射において、入射光に対する入射角度と等しい反射角度の反射光の割合を表したものである。同図における b の実線のグラフは入射角度が 60 度の場合を表し、点線のグラフは入射角度が 30 度の場合を表す。何れも反射率は、5 % 未満になることが分かる。このように、凸部 172 を配置することにより、開口部 171 の底部における反射光の影響を軽減することができる。

[0055] [撮像素子の他の構成]

図 7 は、本開示の第 1 の実施の形態に係る撮像素子の他の構成例を示す断面図である。同図の撮像素子 1 は、支持基板 140 の代わりに基板 200 が配置される。基板 200 は、半導体基板 220 および配線領域 230 により構成される基板である。この基板 200 には、例えば、図 2 において説明した撮像領域 10 以外の回路を配置することができる。この場合、半導体基板 120 には撮像領域 10 のみが配置される。配線領域 230 は、配線 231

および絶縁層 2 3 2 により構成され、配線領域 1 3 0 と貼り合わされる。この貼り合わせ面における配線領域 1 3 0 および 2 3 0 には、それぞれ保護膜 1 3 6 および 2 3 6 が配置される。この保護膜 1 3 6 および 2 3 6 は、例えば、SiN により構成することができる。また、半導体基板 2 2 0 の表面には、保護膜 2 5 3 が配置される。

[0056] 配線領域 1 3 0 および配線領域 2 3 0 の間の信号の伝達は、ビアプラグ 1 6 5 および 1 6 6 ならびに配線 1 6 7 により行うことができる。ビアプラグ 1 6 5 は半導体基板 1 2 0 および配線領域 1 3 0 を貫通して形成されるビアプラグであり、ビアプラグ 1 6 6 は半導体基板 1 2 0 を貫通して形成されるビアプラグである。また、配線 1 6 7 は、半導体基板 1 2 0 の裏面側の保護膜 1 2 6 に形成されてビアプラグ 1 6 5 および 1 6 6 を電氣的に接続する配線である。

[0057] ボンディングワイヤ 7 は、配線領域 2 3 0 に配置されるボンディングパッド 2 3 4 に接続される。撮像素子 1 の裏面からボンディングパッド 2 3 4 に到達する開口部 1 6 2 が形成される。この開口部 1 6 2 を介してボンディングワイヤ 7 がボンディングパッド 2 3 4 に接続され、接続部 7 2 が形成される。開口部 1 7 1 は開口部 1 6 2 に隣接して配置され、開口部 1 7 1 の底部には凸部 1 7 2 が配置される。

[0058] なお、同図の撮像素子 1 は、層内レンズ 1 5 5 および平坦化膜 1 5 6 をさらに備える。層内レンズ 1 5 5 は、撮像素子 1 の内層に配置されて入射光を集光するレンズである。この層内レンズ 1 5 5 は、例えば、SiN により構成することができる。平坦化膜 1 5 6 は、層内レンズ 1 5 5 の表面を平坦化する膜である。この平坦化膜 1 5 6 は、例えば、樹脂により構成することができる。また、同図の遮光膜 1 5 2 は、平坦化膜 1 5 3、層内レンズ 1 5 5 および保護膜 1 2 6 を貫通して形成される。

[0059] [撮像素子の製造方法]

図 8 乃至 1 1 は、本開示の第 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 8 乃至 1 1 は、図 4 において説明した撮像素子 1 の

製造工程を表す図である。

- [0060] まず、半導体基板 120 にウェル領域および n 型半導体領域 121 を形成する。当該工程は、撮像領域形成工程に該当する。次に半導体基板 120 の表面に保護膜 122 を形成し、配線領域 130 を隣接して配置する。当該工程は、配線領域配置工程に該当する。次に支持基板 140 を接着した後、半導体基板 120 を研削して薄肉化する。次に保護膜 124 を配置する。当該工程は、保護膜配置工程に該当する（図 8 における a）。
- [0061] 次に保護膜 124 の表面にレジスト 301 を配置してパターニングする（図 8 における b）。次に、レジスト 301 をマスクとして保護膜 124 をエッチングし、パターニングされた保護膜 124 a を形成する（図 8 における c）。次に、保護膜 124 の表面に保護膜 126 を配置し（図 9 における d）、遮光膜 152、カラーフィルタ 151、平坦化膜 153 を順に積層する。次に平坦化膜 153 の表面にオンチップレンズ 154 を形成する（図 9 における e）。
- [0062] 次に、オンチップレンズ 154 の表面にレジスト 305 を配置する。このレジスト 305 には、図 4 において説明した開口部 161 および 171 に対応する開口部 306 とスクライプ領域 181 に対応する開口部 307 とがそれぞれ形成される（図 9 における f）。
- [0063] 次にレジスト 305 をマスクとして撮像素子 1 のエッチングを行う。このエッチングは、半導体基板 120 の領域まで行う。また、エッチングは、ドライエッチングにより行うことができる。これにより、開口部 171 およびスクライプ領域 181 が形成される。このエッチングの際、開口部 171 に隣接する開口部 161 の一部も形成される。当該工程は、開口部形成工程に該当する。また、このエッチングの際、図 9 における f において説明したパターニングされた保護膜 124 a の形状が開口部 171 の底部における半導体基板 120 に転写され、凸部 172 が形成される（図 10 における g）。これは、保護膜 124 a および保護膜 126 のエッチングレートの差により保護膜 124 a がマスクとして作用し、保護膜 124 a の下層の半導体基板

120のエッチング量が減少するためである。当該工程は、凸部配置工程に該当する。

[0064] 次に、開口部161を形成する（図10におけるh）する。これは、開口部171と同様の工程により形成することができる。次に、スクライプ領域181において半導体ウェハを切断し、個片化する（図11におけるi）。次に、撮像素子1を回路基板3（不図示）に接着し、ボンディングワイヤ7を接続してワイヤボンディングを行う（図11におけるj）。以上の工程により、撮像素子1を製造することができる。

[0065] 以上説明したように、本開示の第1の実施の形態の撮像素子1は、ボンディングワイヤ7の接続部71の近傍の開口部に凸部172が配置され、反射光が散乱される。これにより、撮像素子1の周縁部における入射光の反射が軽減され、画質の低下を防止することができる。

[0066] <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、半球形状の凸部172を使用していたが、異なる形状の凸部を使用することもできる。

[0067] [凸部の構成]

図12は、本開示の第2の実施の形態に係る凸部の構成例を示す平面図である。同図は、凸部172の平面的な形状のバリエーションを表す。同図におけるaは、矩形形状の凸部172aの例を表したものである。また、同図におけるbは、三角形状の凸部172bの例を表したものである。なお、凸部172の形状は、八角形等他の形状にすることもできる。

[0068] 図13は、本開示の第2の実施の形態に係る凸部の他の構成例を示す平面図である。同図は、凸部172aおよび凸部172bが配置される例を表したものである。同図におけるaは、凸部172aおよび凸部172bが交互に配置され、等ピッチに配列される例を表したものである。

[0069] これに対し、同図におけるbおよびcは、凸部172aおよび凸部172bの配置を非対称にすることにより、凸部172aおよび凸部172bの配置の周期性を変化させた例を表したものである。周期性を変化させることに

より、反射光による干渉縞の発生を防止し、画質の低下を防止することができる。

[0070] 図14は、本開示の第2の実施の形態に係る凸部の他の構成例を示す図である。同図におけるaは凸部の構成例を表す平面図であり、同図におけるbは凸部の構成例を表す断面図である。同図は、蒲鉾形状に構成される複数の凸部172cが隣接して配列される例を表したものである。ここで、蒲鉾形状とは、円筒を縦半分に切断した形状である。

[0071] 図15は、本開示の第2の実施の形態に係る凸部の他の構成例を示す平面図である。同図におけるaは、同心円状に配列される蒲鉾形状の凸部172dの例を表したものである。同図におけるbは、蒲鉾形状の断面を有し、ジグザグ形状に構成された凸部172eの例を表したものである。同図におけるcは、蒲鉾形状の断面を有し、波形状に構成された凸部172fの例を表したものである。

[0072] 図16は、本開示の第2の実施の形態に係る凸部の他の構成例を示す断面図である。同図におけるaは、矩形形状の断面を有する凸部172gの例を表したものである。同図におけるbは、三角錐に構成される凸部172hの例を表したものである。同図におけるcは、半導体基板120および保護膜124により構成され、半球形状に構成される凸部172iの例を表したものである。屈折率が異なる半導体基板120および保護膜124を積層することにより反射光同士が干渉して減衰し、反射率を低減することができる。同図におけるdは、半導体基板120および保護膜124により構成されるときともに矩形形状の断面に構成される凸部172jの例を表したものである。同図におけるeは、同様に三角錐形状に構成される凸部172kの例を表したものである。

[0073] これ以外の撮像素子1の構成は本開示の第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。

[0074] 以上説明したように、本開示の第2の実施の形態の撮像素子1は、凸部172とは異なる形状の凸部172a乃至172kを使用して反射光を軽減す

ることができる。

[0075] <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、パターニングされた保護膜124aの形状が開口部171の底部における半導体基板120に転写されて凸部172が形成されていた。これに対し、本開示の第3の実施の形態では、凸部172の他の製造方法について提案する。

[0076] [撮像素子の製造方法]

図17は、本開示の第3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。同図は、図9におけるfおよび図10におけるgにおいて説明した撮像素子1の製造工程に相当する図である。

[0077] 同図におけるfにおいて、半導体基板120の裏面は、三角錐形状の凸部によるモスアイ形状に構成される。この凸部は、半導体基板120の表面における100面をウェットエッチングすることにより、111面を析出させて形成することができる。この凸部の形状が半導体基板120に積層された保護膜124に転写され、保護膜126により平坦化される。次に、開口部171のエッチングを行うことにより、上述の凸部の形状が転写された凸部1721を形成することができる（同図におけるg）。

[0078] 図18は、本開示の第3の実施の形態に係る撮像素子の他の製造方法を示す図である。同図におけるfにおいて、撮像素子1の裏面にレジスト305を配置する際、凸部172を配置する位置にレジスト309を配置する。次に、レジスト305および309をマスクとしてエッチングを行うことにより、凸部172mを形成することができる（同図におけるg）。

[0079] 図19は、本開示の第3の実施の形態に係る撮像素子の他の製造方法を示す図である。同図におけるfにおいて、凸部172を配置する位置における半導体基板120の表面に凹部308が形成され、この凹部308に保護膜122が埋め込まれる。次に、レジスト305をマスクとしてエッチングを行うことにより、保護膜122により構成された凸部137を形成することができる（同図におけるg）。

[0080] 図20は、本開示の第3の実施の形態に係る撮像素子の他の製造方法を示す図である。同図におけるfにおいて、凸部172を配置する位置にオンチップレンズ157が形成される。次に、レジスト305をマスクとしてエッチングを行うことにより、オンチップレンズ157の形状が半導体基板120に転写された凸部172nを形成することができる（同図におけるg）。なお、オンチップレンズ157の形状が保護膜122に転写されることにより、凸部が形成される構成にすることもできる。

[0081] 図21は、本開示の第3の実施の形態に係る撮像素子の他の製造方法を示す図である。同図におけるfにおいて、凸部172を配置する位置における半導体基板120の裏面に凹部310が形成され、この凹部310に保護膜124が埋め込まれる。次に、レジスト305をマスクとしてエッチングを行うことにより、保護膜122により構成された凸部172oを形成することができる（同図におけるg）。

[0082] これ以外の撮像素子1の構成は本開示の第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。

[0083] 以上説明したように、本開示の第3の実施の形態の撮像素子1は、図3において説明した凸部172とは異なる製造方法により凸部172を形成することができる。

[0084] <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は、ボンディングワイヤ7の接続部71の近傍の開口部に凸部172が配置されていた。これに対し、本開示の第4の実施の形態の撮像素子1は、スクライブ領域181に凸部を配置する点で、上述の第1の実施の形態と異なる。

[0085] [撮像素子の構成]

図22は、本開示の第4の実施の形態に係る撮像素子の構成例を示す断面図である。同図の撮像素子1は、スクライブ領域181の底部に凸部182がさらに配置される点で、図4において説明した撮像素子1と異なる。

[0086] 凸部182は、凸部172と同様に半導体基板120に形成される凸部で

ある。この凸部１８２をスクライブ領域１８１に配置することにより、スクライブ領域１８１に入射光が照射された際に、反射光を散乱させることができる。スクライブ領域１８１もボンディングワイヤ７の近傍に配置されるため、スクライブ領域１８１の反射光がボンディングワイヤ７によりさらに反射されると迷光が増加する。この迷光が撮像領域１０に入射することにより、画質が低下する。しかし、凸部１８２をスクライブ領域１８１に形成することにより、反射光が散乱されて迷光の増加を軽減することができる。

[0087] なお、撮像素子１の構成は、この例に限定されない。例えば、凸部１７２を省略する構成にすることもできる。又、撮像素子１には、表面照射型の撮像素子を使用することもできる。

[0088] これ以外の撮像素子１の構成は本開示の第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。

[0089] 以上説明したように、本開示の第４の実施の形態の撮像素子１は、凸部１８２を配置することにより、スクライブ領域１８１における反射光が散乱される。これにより、撮像素子１の周縁部における入射光の反射が軽減され、画質の低下を防止することができる。

[0090] ＜５．カメラへの応用例＞

本開示に係る技術（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。

[0091] 図２３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。

[0092] 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。

- [0093] 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。
- [0094] 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。
- [0095] 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。
- [0096] 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。

[0097] 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。

[0098] 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。

[0099] 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。

[0100] 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。

[0101] 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装置９は、撮像素子１００２に適用することができる。撮像素子１００２に撮像装置９を適用することによりフレア等の発生を軽減することができ、カメラ１０００により生成される画像の画質の低下を防止することができる。

[0102] 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。

[0103] ＜６．内視鏡手術システムへの応用例＞

本開示に係る技術は、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。

[0104] 図２４は、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概略的な構成の一例を示す図である。

[0105] 図24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。

[0106] 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。

[0107] 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。

[0108] 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。

[0109] 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 1 1 2 0 2 の動作を統括的に制御する。さらに、C C U 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。

[0110] 表示装置 1 1 2 0 2 は、C C U 1 1 2 0 1 からの制御により、当該 C C U 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。

[0111] 光源装置 1 1 2 0 3 は、例えば L E D（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。

[0112] 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 1 1 1 0 0 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。

[0113] 処置具制御装置 1 1 2 0 5 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 1 1 1 1 2 の駆動を制御する。気腹装置 1 1 2 0 6 は、内視鏡 1 1 1 0 0 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 1 1 1 3 2 の体腔を膨らめるために、気腹チューブ 1 1 1 1 1 を介して当該体腔内にガスを送り込む。レコーダ 1 1 2 0 7 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 1 1 2 0 8 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。

[0114] なお、内視鏡 1 1 1 0 0 に術部を撮影する際の照射光を供給する光源装置 1 1 2 0 3 は、例えば L E D、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。R G B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 1 1 2 0 3 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、R G B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。

[0115] 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。

[0116] また、光源装置 11203 は、特殊光観察に対応した所定の波長帯域の光を供給可能に構成されてもよい。特殊光観察では、例えば、体組織における光の吸収の波長依存性を利用して、通常の観察時における照射光（すなわち、白色光）に比べて狭帯域の光を照射することにより、粘膜表層の血管等の所定の組織を高コントラストで撮影する、いわゆる狭帯域光観察（Narrow Band Imaging）が行われる。あるいは、特殊光観察では、励起光を照射することにより発生する蛍光により画像を得る蛍光観察が行われてもよい。蛍光観察では、体組織に励起光を照射し当該体組織からの蛍光を観察すること（自家蛍光観察）、又はインドシアニンググリーン（ICG）等の試薬を体組織に局注するとともに当該体組織にその試薬の蛍光波長に対応した励起光を照射し蛍光像を得ること等を行うことができる。光源装置 11203 は、このような特殊光観察に対応した狭帯域光及び／又は励起光を供給可能に構成され得る。

[0117] 図 25 は、図 24 に示すカメラヘッド 11102 及び CCU 11201 の機能構成の一例を示すブロック図である。

[0118] カメラヘッド 11102 は、レンズユニット 11401 と、撮像部 11402 と、駆動部 11403 と、通信部 11404 と、カメラヘッド制御部 11405 と、を有する。CCU 11201 は、通信部 11411 と、画像処理部 11412 と、制御部 11413 と、を有する。カメラヘッド 1110

2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。

[0119] 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。

[0120] 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。

[0121] 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。

[0122] 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。

[0123] 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1140

2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。

[0124] 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。

[0125] 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。

[0126] 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。

[0127] 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。

[0128] 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。

[0129] 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。

[0130] 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。

[0131] 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。

[0132] 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。

[0133] 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。

[0134] 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において説明した撮像装置９は、撮像部１０４０２に適用することができる。撮像部１０４０２に本開示に係る技術を適用することにより、より鮮明な術部画像を得ることができるため、術者が術部を確実に確認することが可能になる。

[0135] 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。

[0136] < 7. 移動体への応用例 >

本開示に係る技術は、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。

[0137] 図 26 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。

[0138] 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 26 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。

[0139] 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。

[0140] 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мп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。

[0141] 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。

[0142] 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。

[0143] 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。

[0144] 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。

[0145] 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。

[0146] 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。

[0147] 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 26 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。

[0148] 図 27 は、撮像部 12031 の設置位置の例を示す図である。

[0149] 図 27 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。

[0150] 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 1 2 1 0 0 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 1 2 1 0 4 は、主として車両 1 2 1 0 0 の後方の画像を取得する。撮像部 1 2 1 0 1 及び 1 2 1 0 5 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。

[0151] なお、図 2 7 には、撮像部 1 2 1 0 1 ないし 1 2 1 0 4 の撮影範囲の一例が示されている。撮像範囲 1 2 1 1 1 は、フロントノーズに設けられた撮像部 1 2 1 0 1 の撮像範囲を示し、撮像範囲 1 2 1 1 2、1 2 1 1 3 は、それぞれサイドミラーに設けられた撮像部 1 2 1 0 2、1 2 1 0 3 の撮像範囲を示し、撮像範囲 1 2 1 1 4 は、リアバンパ又はバックドアに設けられた撮像部 1 2 1 0 4 の撮像範囲を示す。例えば、撮像部 1 2 1 0 1 ないし 1 2 1 0 4 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 1 2 1 0 0 を上方から見た俯瞰画像が得られる。

[0152] 撮像部 1 2 1 0 1 ないし 1 2 1 0 4 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 1 2 1 0 1 ないし 1 2 1 0 4 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。

[0153] 例えば、マイクロコンピュータ 1 2 0 5 1 は、撮像部 1 2 1 0 1 ないし 1 2 1 0 4 から得られた距離情報を基に、撮像範囲 1 2 1 1 1 ないし 1 2 1 1 4 内における各立体物までの距離と、この距離の時間的変化（車両 1 2 1 0 0 に対する相対速度）を求めることにより、特に車両 1 2 1 0 0 の進行路上にある最も近い立体物で、車両 1 2 1 0 0 と略同じ方向に所定の速度（例えば、0 k m / 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 1 2 0 5 1 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。

[0154] 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。

[0155] 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。

[0156] 以上、本開示に係る技術が適用され得る車両制御システムの一例について説明した。本開示に係る技術は、以上説明した構成のうち、撮像部 12031 等に適用され得る。具体的には、図 1 において説明した撮像装置 9 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、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。

[0157] 最後に、上述した各実施の形態の説明は本開示の一例であり、本開示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、本開示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。

[0158] また、上述の実施の形態における図面は、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。

[0159] なお、本技術は以下のような構成もとることができる。

(1) 半導体基板に形成されて入射光の光電変換を行う光電変換部が配置される撮像領域と、

前記光電変換部の信号を伝達する配線を有するとともに前記半導体基板の表面に隣接して配置される配線領域と、

前記半導体基板の表面とは異なる面である裏面に配置されて前記入射光を透過させるとともに前記半導体の裏面を保護する保護膜と、

前記撮像領域の外周領域に配置されて前記保護膜から前記半導体基板および前記配線領域の何れかの領域までに開口する開口部と、

前記開口部の底部に配置される凸部と
を具備する撮像素子。

(2) 前記開口部は、前記配線領域に配置されて外部との接続に使用される接続部の近傍に配置される前記(1)に記載の撮像素子。

(3) 前記開口部は、半導体ウェハに形成された自身の撮像素子を個片化する際のスクライプ領域である前記(1)に記載の撮像素子。

(4) 前記凸部は、前記半導体基板、前記配線領域および前記保護膜の少なくとも1つにより構成される前記(1)から(3)の何れかに記載の撮像素子。

(5) 前記凸部は、パターニングされた前記保護膜の形状が前記半導体基板

および前記配線領域の何れかに転写されて形成される前記（１）から（４）の何れかに記載の撮像素子。

（６）前記凸部は、前記パターニングされた保護膜をマスクとしてエッチングを行うことにより前記転写されて形成される前記（５）に記載の撮像素子。

（７）前記凸部は、前記保護膜が配置される前の前記半導体基板の裏面に形成され、前記配置された保護膜を前記半導体基板まで開口することにより前記開口部の底部に配置される前記（１）から（４）の何れかに記載の撮像素子。

（８）前記凸部は、前記保護膜に形成されたレジストをマスクとして前記保護膜および前記半導体基板をエッチングすることにより形成される前記（１）から（４）の何れかに記載の撮像素子。

（９）前記凸部は、前記配線領域が配置される前の前記半導体基板の表面に形成された凹部に配置される前記配線領域により構成される前記（１）から（４）の何れかに記載の撮像素子。

（１０）前記保護膜に隣接して配置されて前記光電変換部に前記入射光を集光するオンチップレンズをさらに具備し、

前記凸部は、前記オンチップレンズの形状が前記半導体基板および前記配線領域の何れかに転写されて形成される
前記（１）から（４）の何れかに記載の撮像素子。

（１１）前記凸部は、前記保護膜が配置される前の前記半導体基板の裏面に形成された凹部に配置される前記保護膜により構成される前記（１）から（４）の何れかに記載の撮像素子。

（１２）入射光の光電変換を行う光電変換部が配置される撮像領域を半導体基板に形成する撮像領域形成工程と、

前記光電変換部の信号を伝達する配線を有する配線領域を前記半導体基板の表面に隣接して配置する配線領域配置工程と、

前記半導体基板の表面とは異なる面である裏面に配置されて前記入射光を

透過させるとともに前記半導体の裏面を保護する保護膜を配置する保護膜配置工程と、

前記撮像領域の外周領域に配置されて前記保護膜から前記半導体基板および前記配線領域の何れかの領域までに開口する開口部を形成する開口部形成工程と、

前記開口部の底部に凸部を配置する凸部配置工程と
を具備する撮像素子の製造方法。

符号の説明

- [0160] 1 撮像素子
 3 回路基板
 7 ボンディングワイヤ
 9 撮像装置
 10 撮像領域
 60 周辺パッド領域
 71、72 接続部
 100 画素
 120 半導体基板
 122、124、124a、126、136 保護膜
 130 配線領域
 131 配線
 134 ボンディングパッド
 137 凸部
 154、157 オンチップレンズ
 155 層内レンズ
 161、162、171 開口部
 172、172a、172c、172d、172e、172f、172g
、172h、172i、172j、172k、172l、172m、182
 凸部

1 8 1 スクライブ領域

1 0 0 2 撮像素子

1 1 4 0 2、1 2 0 3 1、1 2 1 0 1～1 2 1 0 5 撮像部

請求の範囲

- [請求項1] 半導体基板に形成されて入射光の光電変換を行う光電変換部が配置される撮像領域と、
前記光電変換部の信号を伝達する配線を有するとともに前記半導体基板の表面に隣接して配置される配線領域と、
前記半導体基板の表面とは異なる面である裏面に配置されて前記入射光を透過させるとともに前記半導体の裏面を保護する保護膜と、
前記撮像領域の外周領域に配置されて前記保護膜から前記半導体基板および前記配線領域の何れかの領域までに開口する開口部と、
前記開口部の底部に配置される凸部と
を具備する撮像素子。
- [請求項2] 前記開口部は、前記配線領域に配置されて外部との接続に使用される接続部の近傍に配置される請求項1記載の撮像素子。
- [請求項3] 前記開口部は、半導体ウェハに形成された自身の撮像素子を個片化する際のスクライブ領域である請求項1記載の撮像素子。
- [請求項4] 前記凸部は、前記半導体基板、前記配線領域および前記保護膜の少なくとも1つにより構成される請求項1記載の撮像素子。
- [請求項5] 前記凸部は、パターニングされた前記保護膜の形状が前記半導体基板および前記配線領域の何れかに転写されて形成される請求項1記載の撮像素子。
- [請求項6] 前記凸部は、前記パターニングされた保護膜をマスクとしてエッチングを行うことにより前記転写されて形成される請求項5記載の撮像素子。
- [請求項7] 前記凸部は、前記保護膜が配置される前の前記半導体基板の裏面に形成され、前記配置された保護膜を前記半導体基板まで開口することにより前記開口部の底部に配置される請求項1記載の撮像素子。
- [請求項8] 前記凸部は、前記保護膜に形成されたレジストをマスクとして前記保護膜および前記半導体基板をエッチングすることにより形成される

請求項 1 記載の撮像素子。

[請求項9] 前記凸部は、前記配線領域が配置される前の前記半導体基板の表面に形成された凹部に配置される前記配線領域により構成される請求項 1 記載の撮像素子。

[請求項10] 前記保護膜に隣接して配置されて前記光電変換部に前記入射光を集光するオンチップレンズをさらに具備し、

前記凸部は、前記オンチップレンズの形状が前記半導体基板および前記配線領域の何れかに転写されて形成される
請求項 1 記載の撮像素子。

[請求項11] 前記凸部は、前記保護膜が配置される前の前記半導体基板の裏面に形成された凹部に配置される前記保護膜により構成される請求項 1 記載の撮像素子。

[請求項12] 入射光の光電変換を行う光電変換部が配置される撮像領域を半導体基板に形成する撮像領域形成工程と、

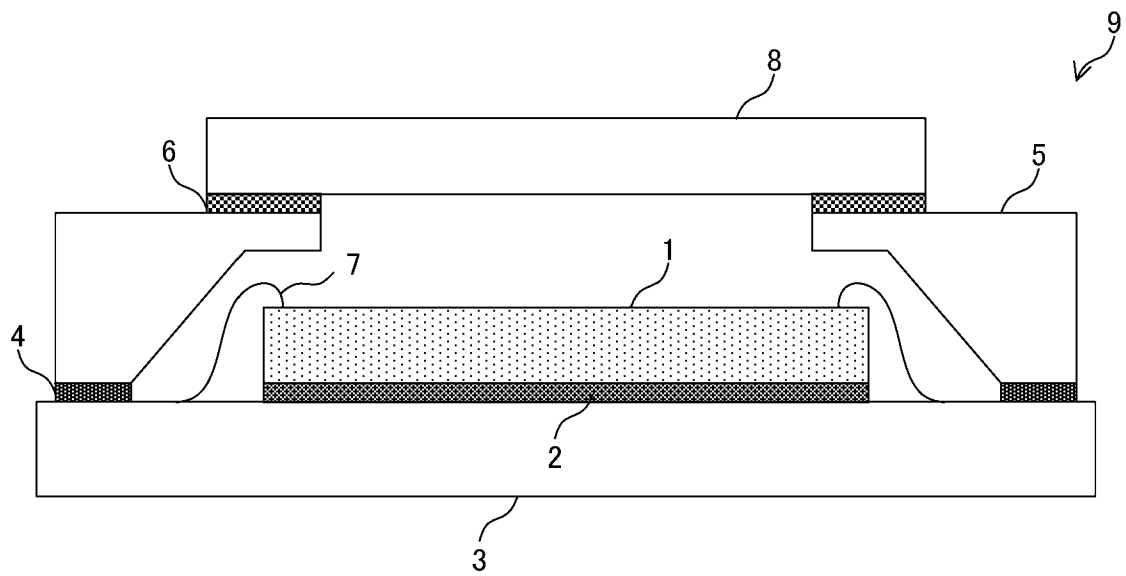
前記光電変換部の信号を伝達する配線を有する配線領域を前記半導体基板の表面に隣接して配置する配線領域配置工程と、

前記半導体基板の表面とは異なる面である裏面に配置されて前記入射光を透過させるとともに前記半導体の裏面を保護する保護膜を配置する保護膜配置工程と、

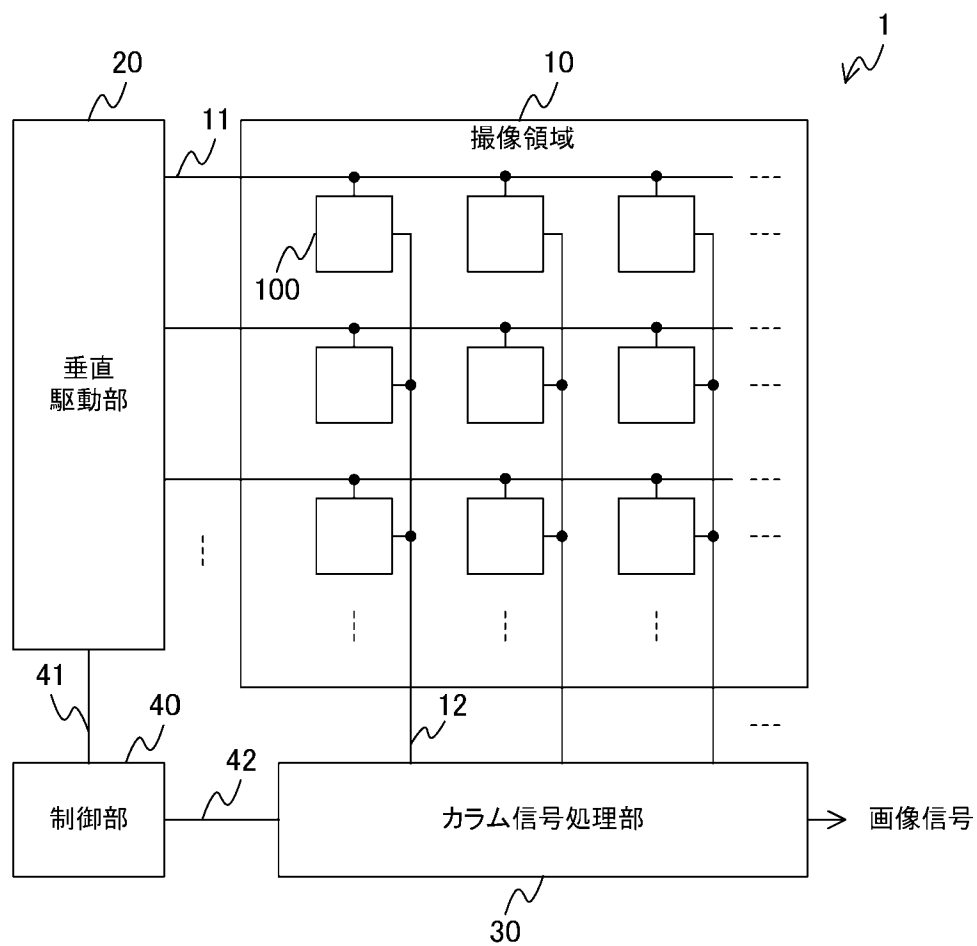
前記撮像領域の外周領域に配置されて前記保護膜から前記半導体基板および前記配線領域の何れかの領域までに開口する開口部を形成する開口部形成工程と、

前記開口部の底部に凸部を配置する凸部配置工程と
を具備する撮像素子の製造方法。

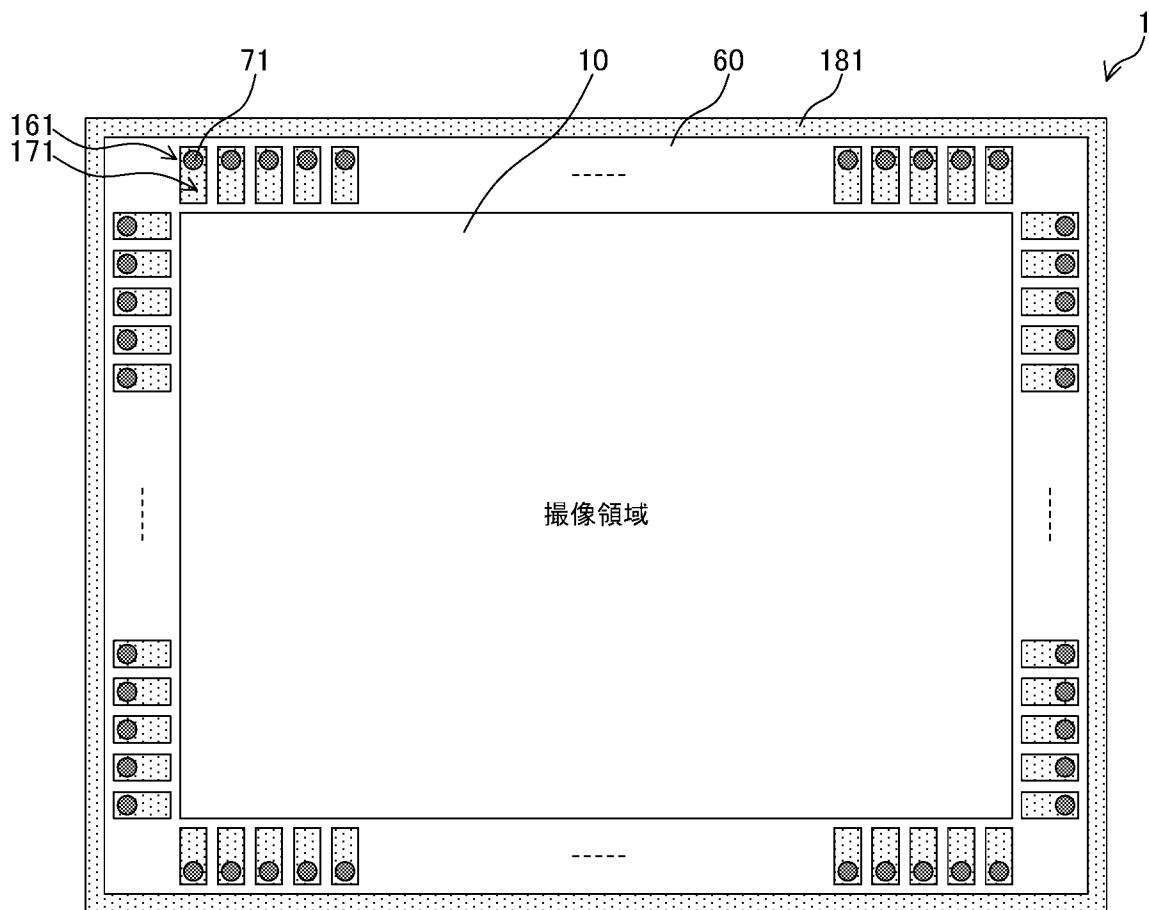
[図1]



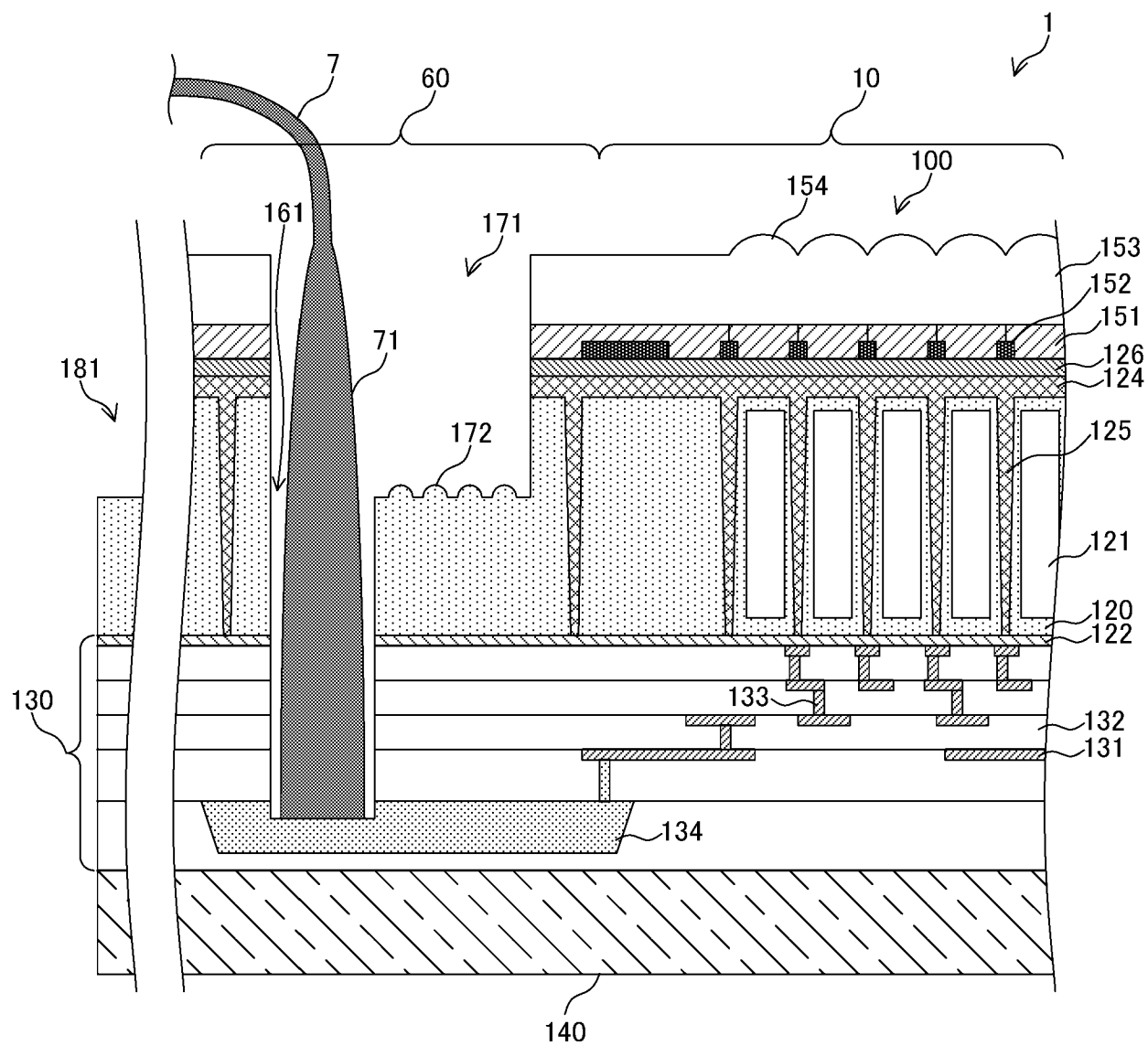
[図2]



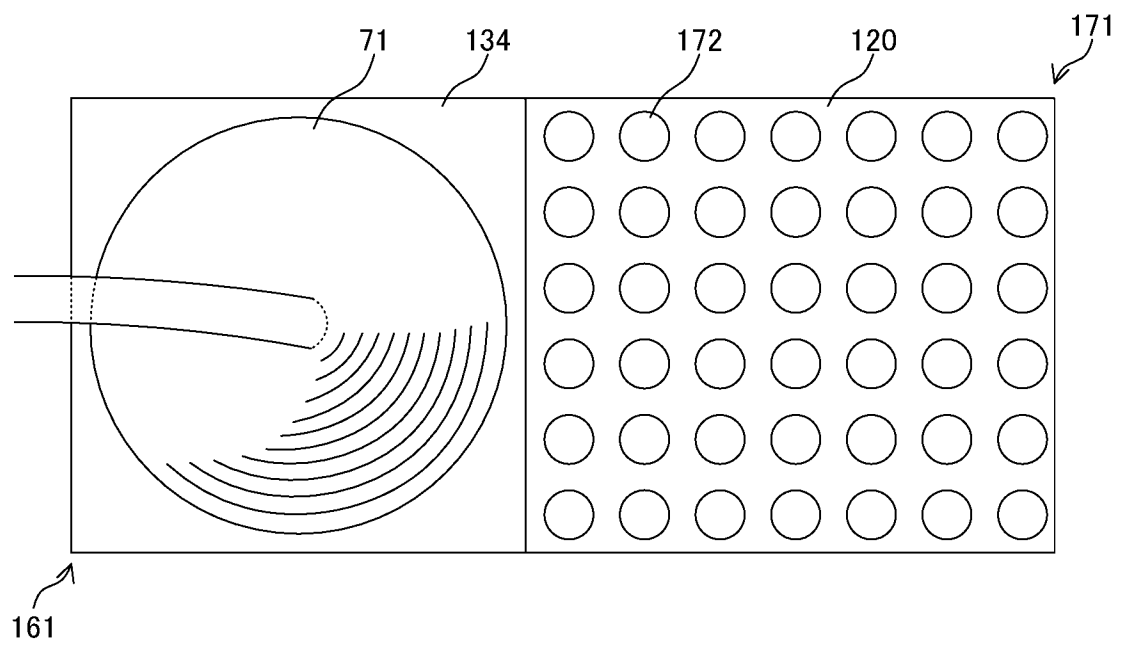
[図3]



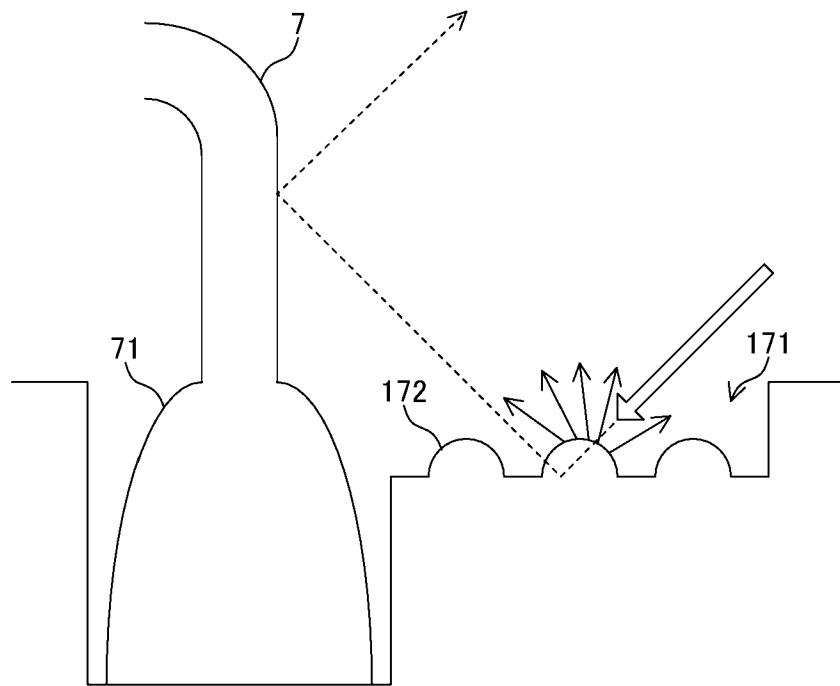
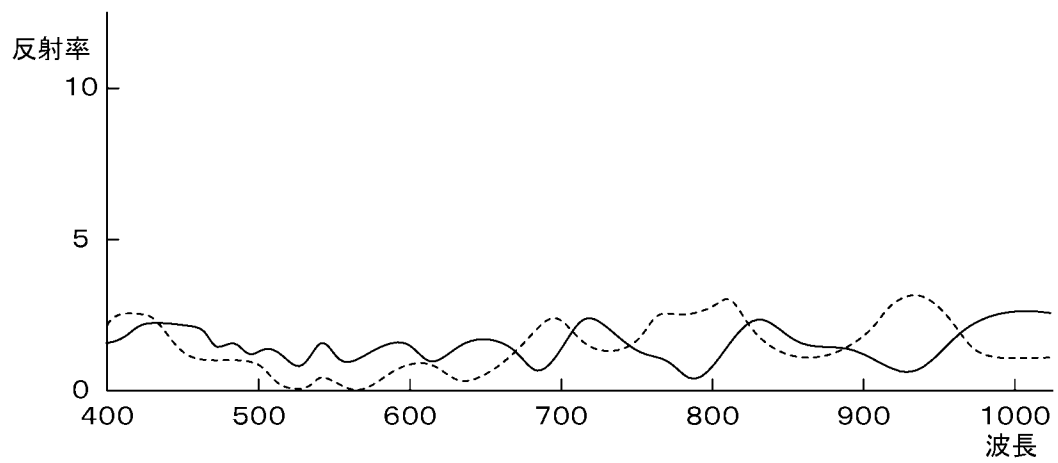
[図4]



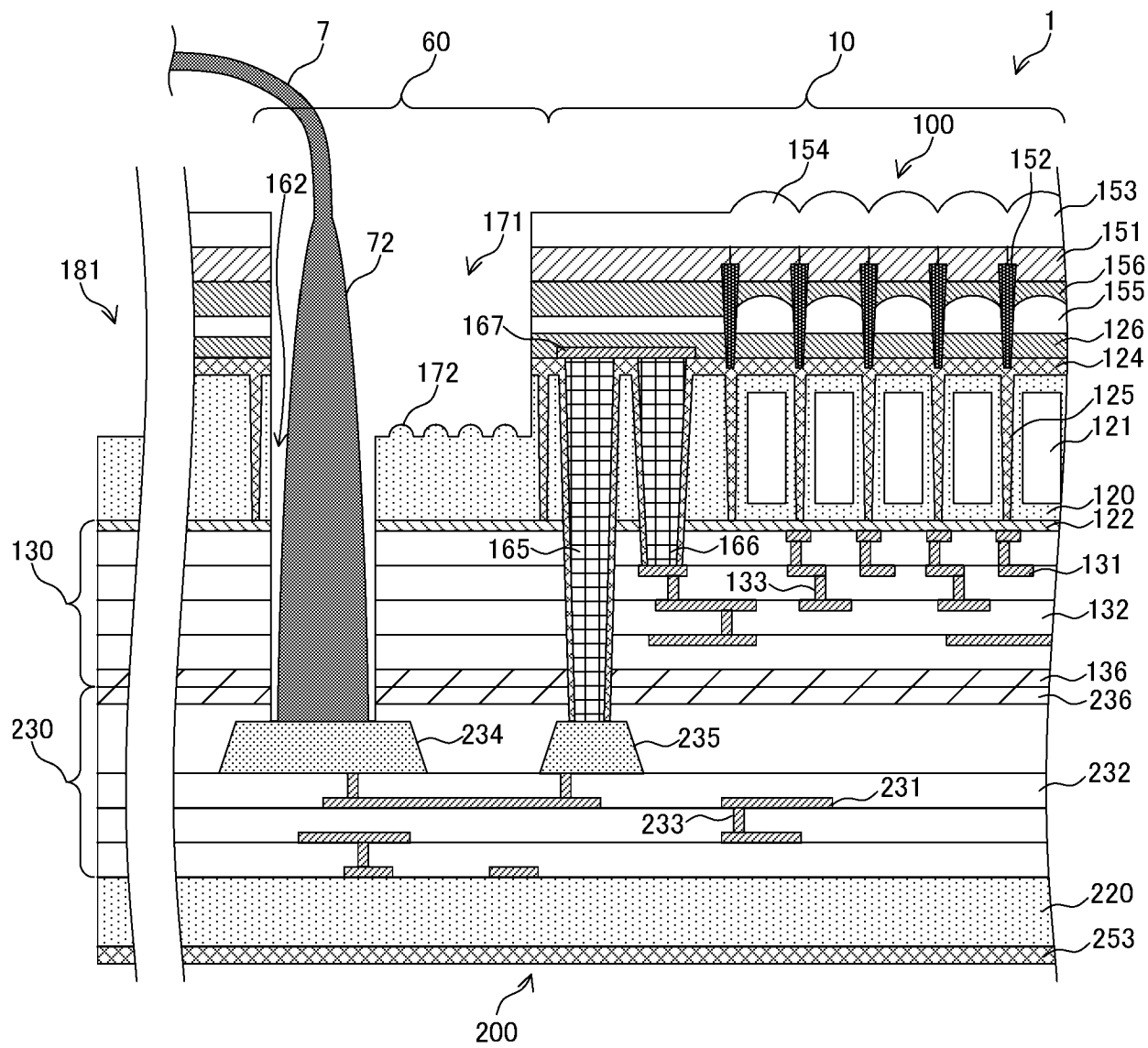
[図5]



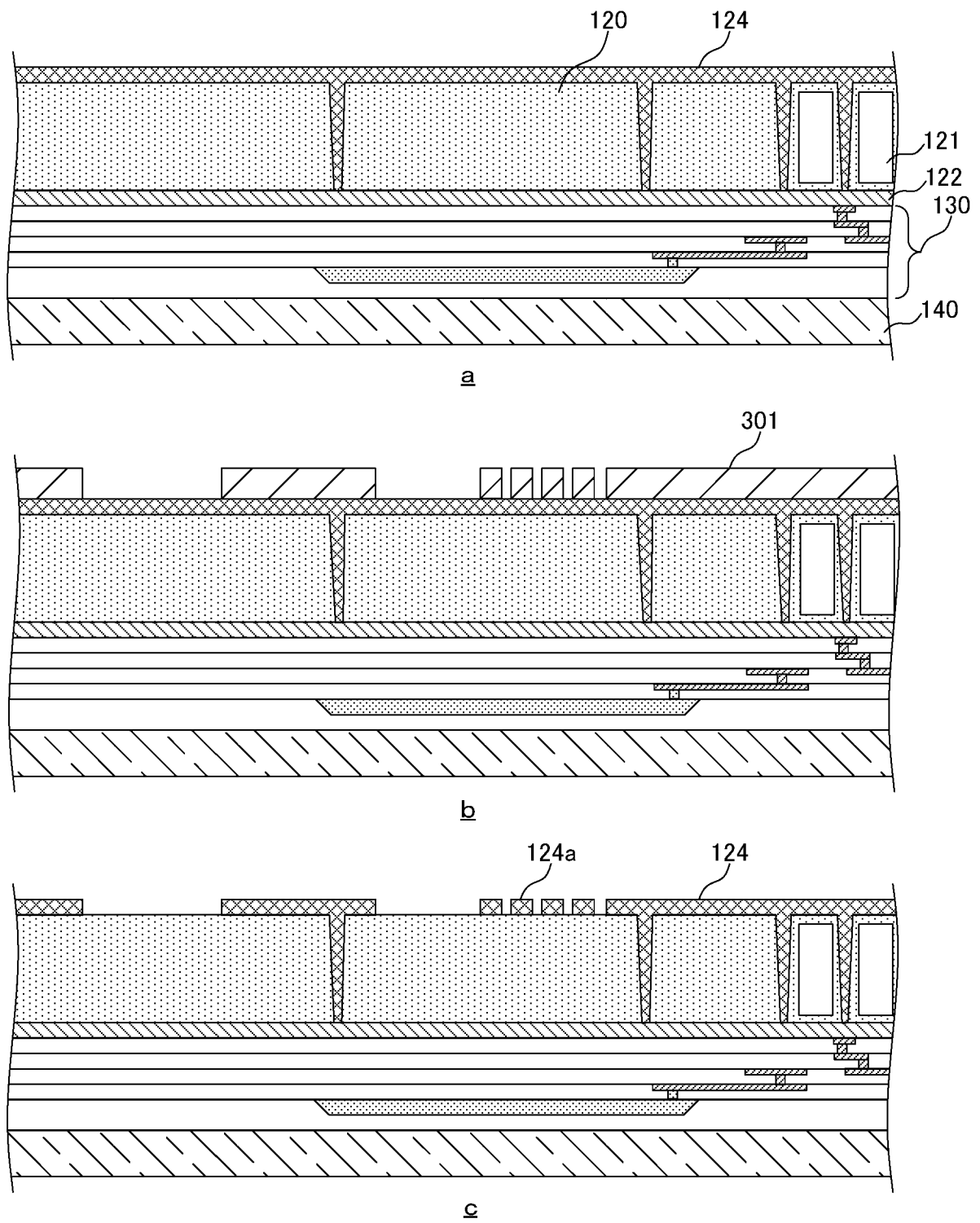
[図6]

ab

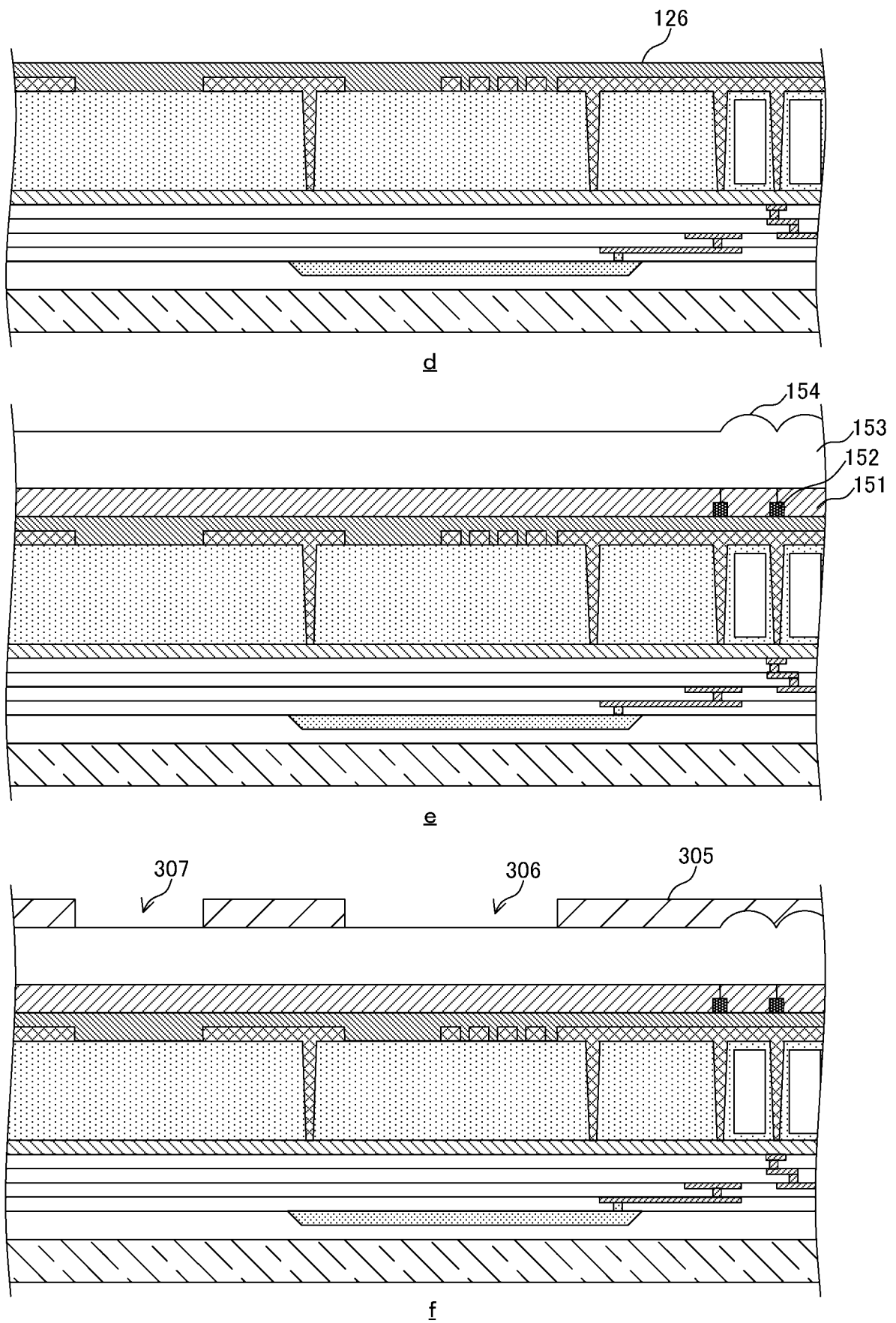
[図7]



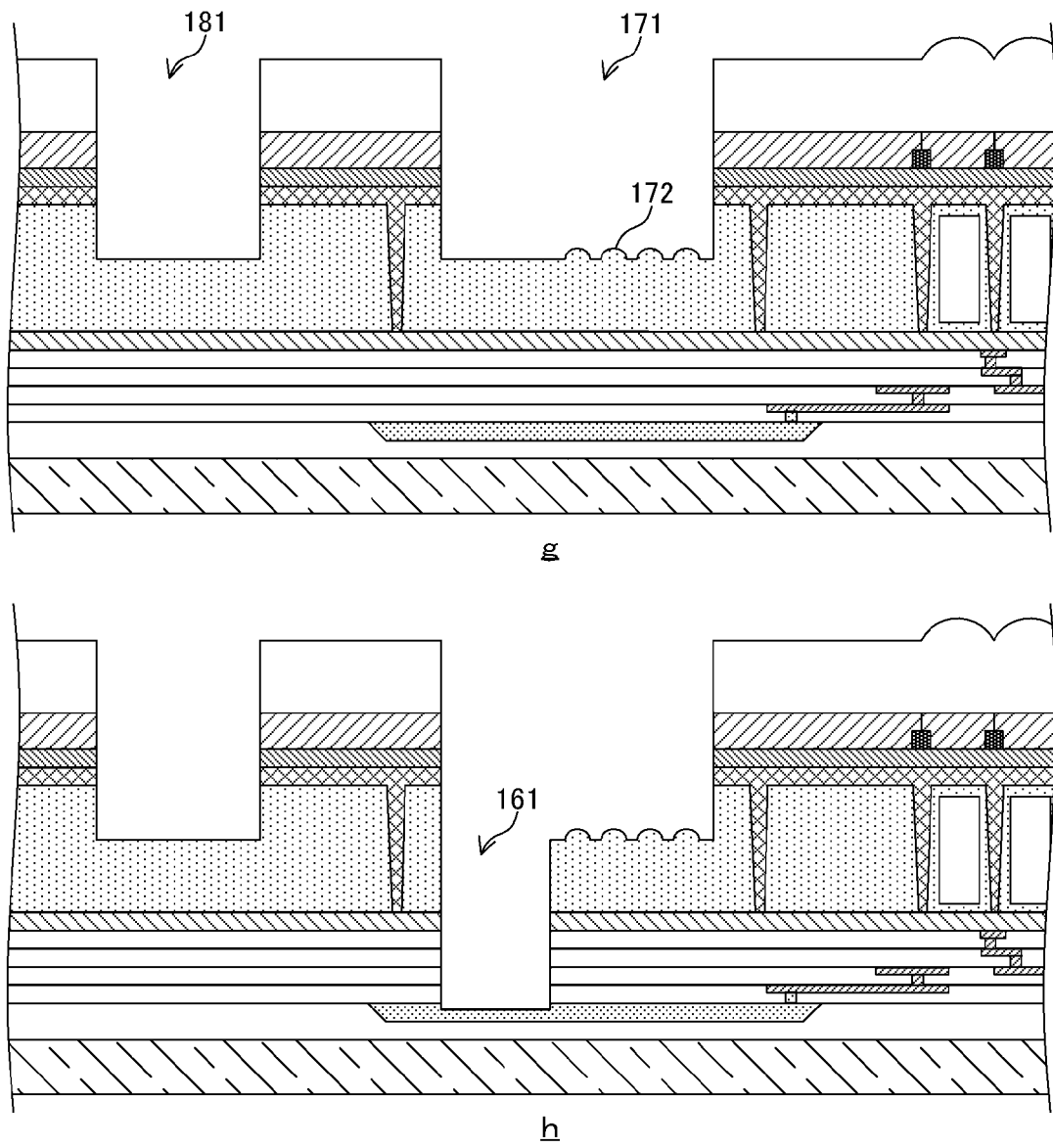
[図8]



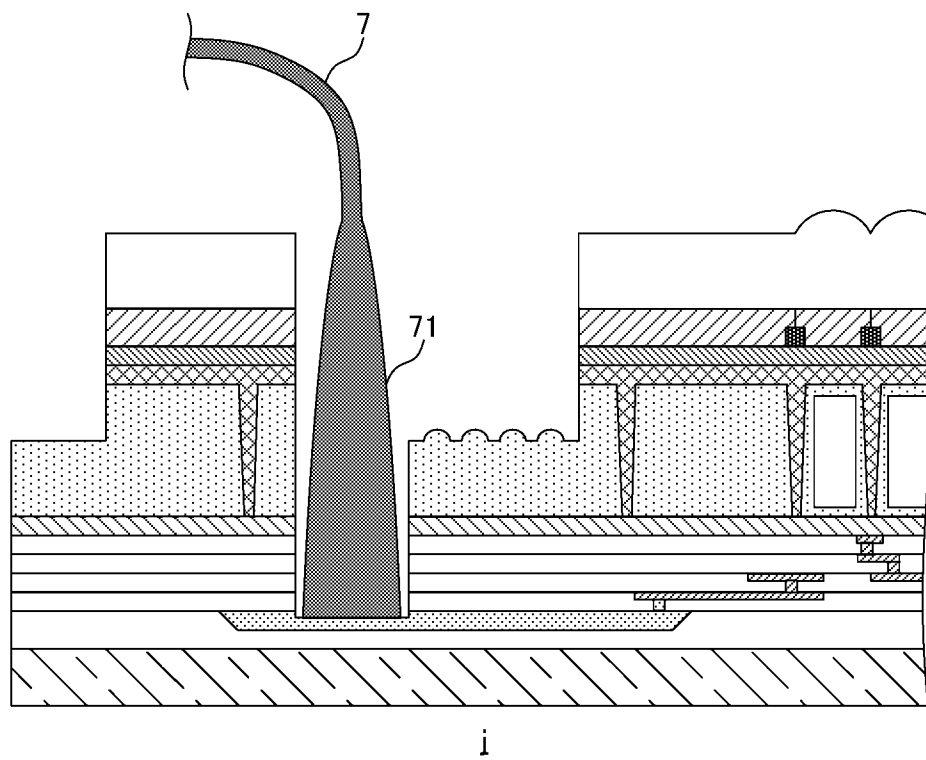
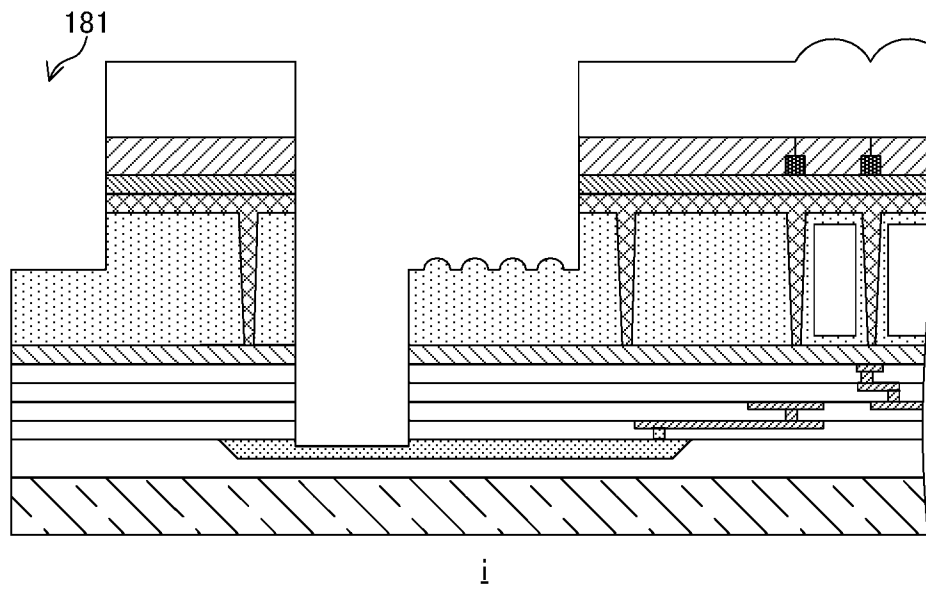
[図9]



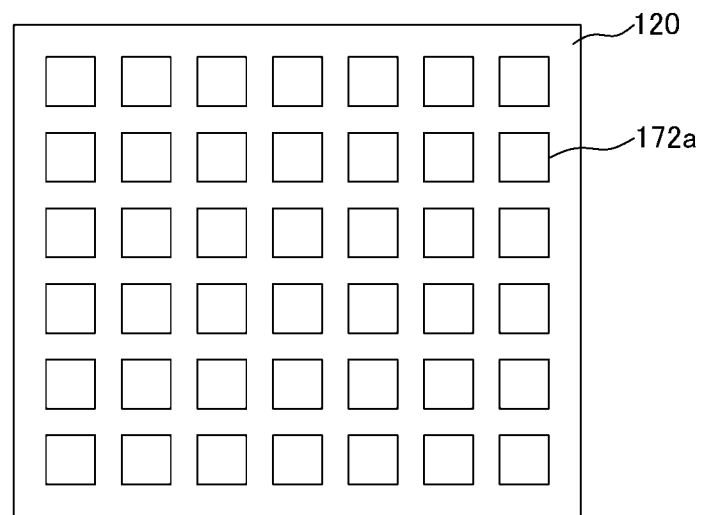
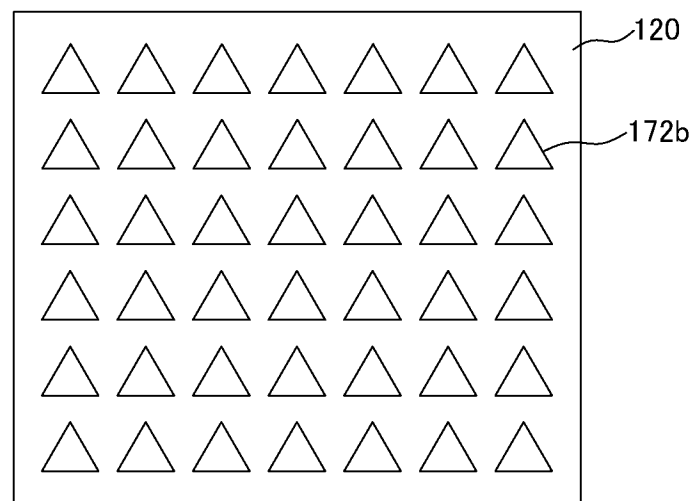
[図10]



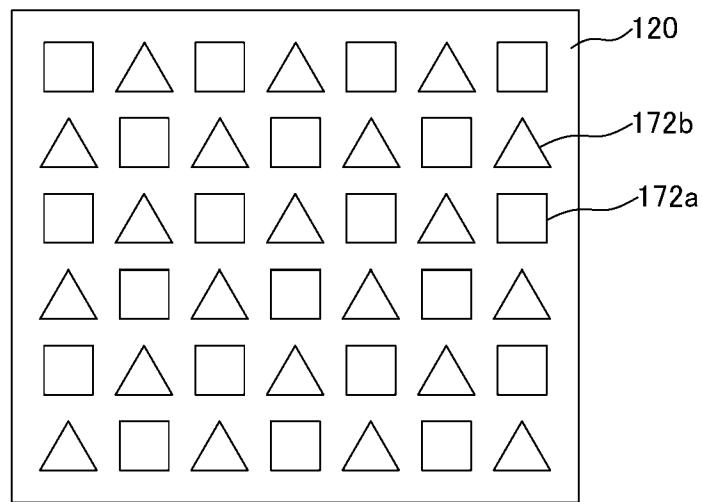
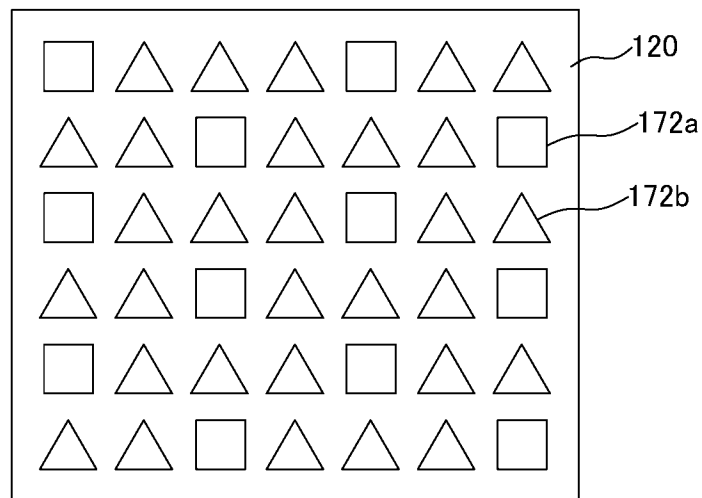
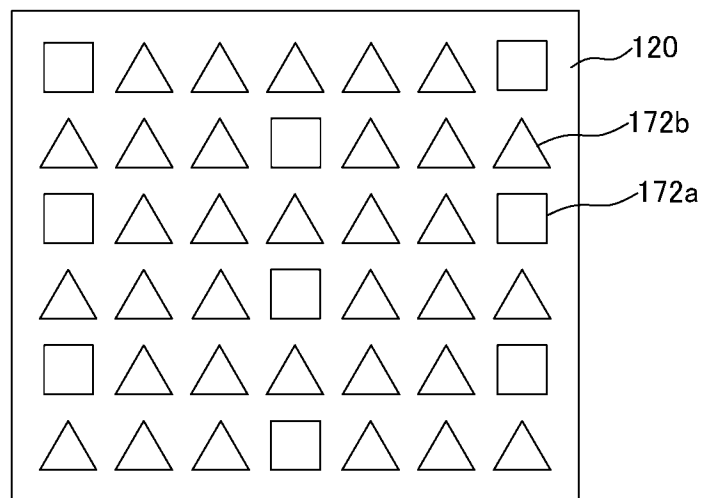
[図11]



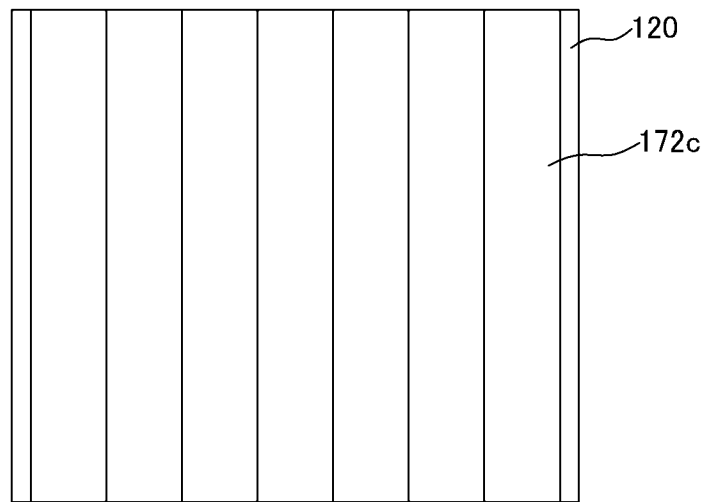
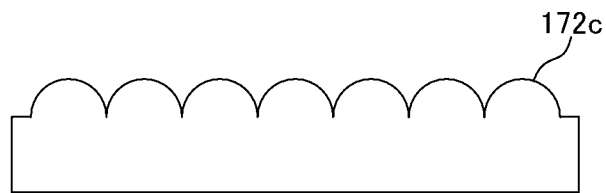
[図12]

ab

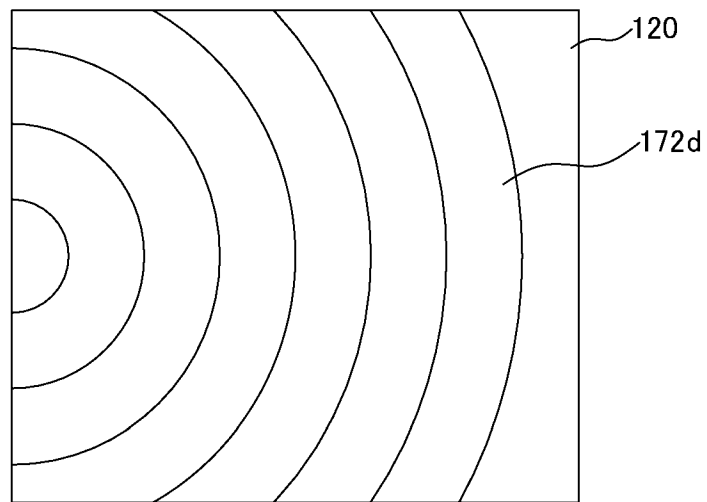
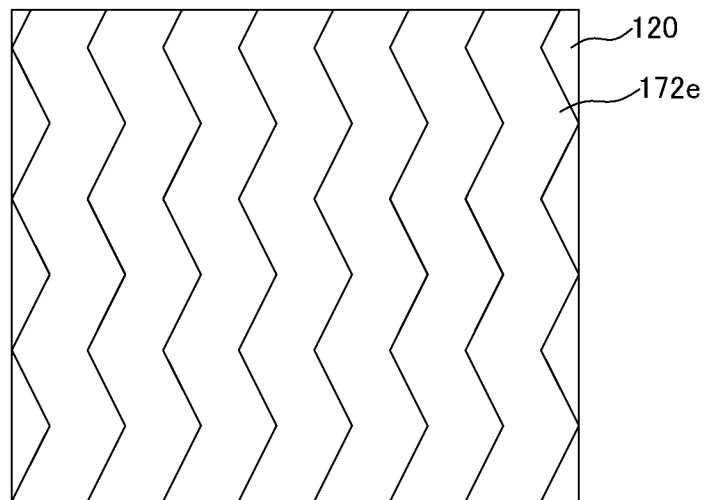
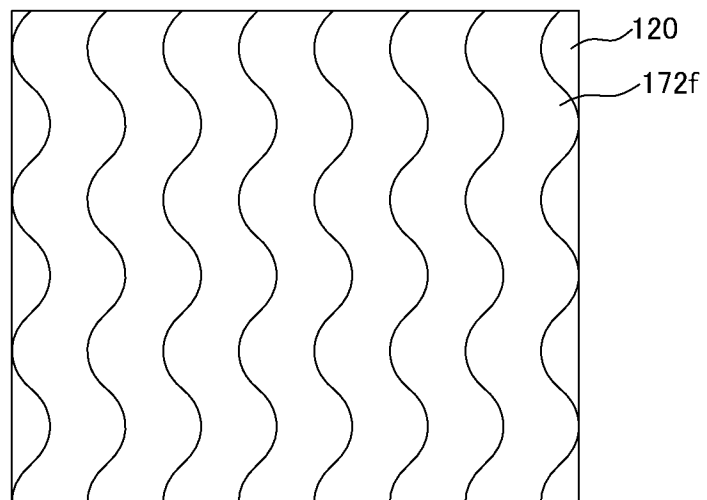
[図13]

abc

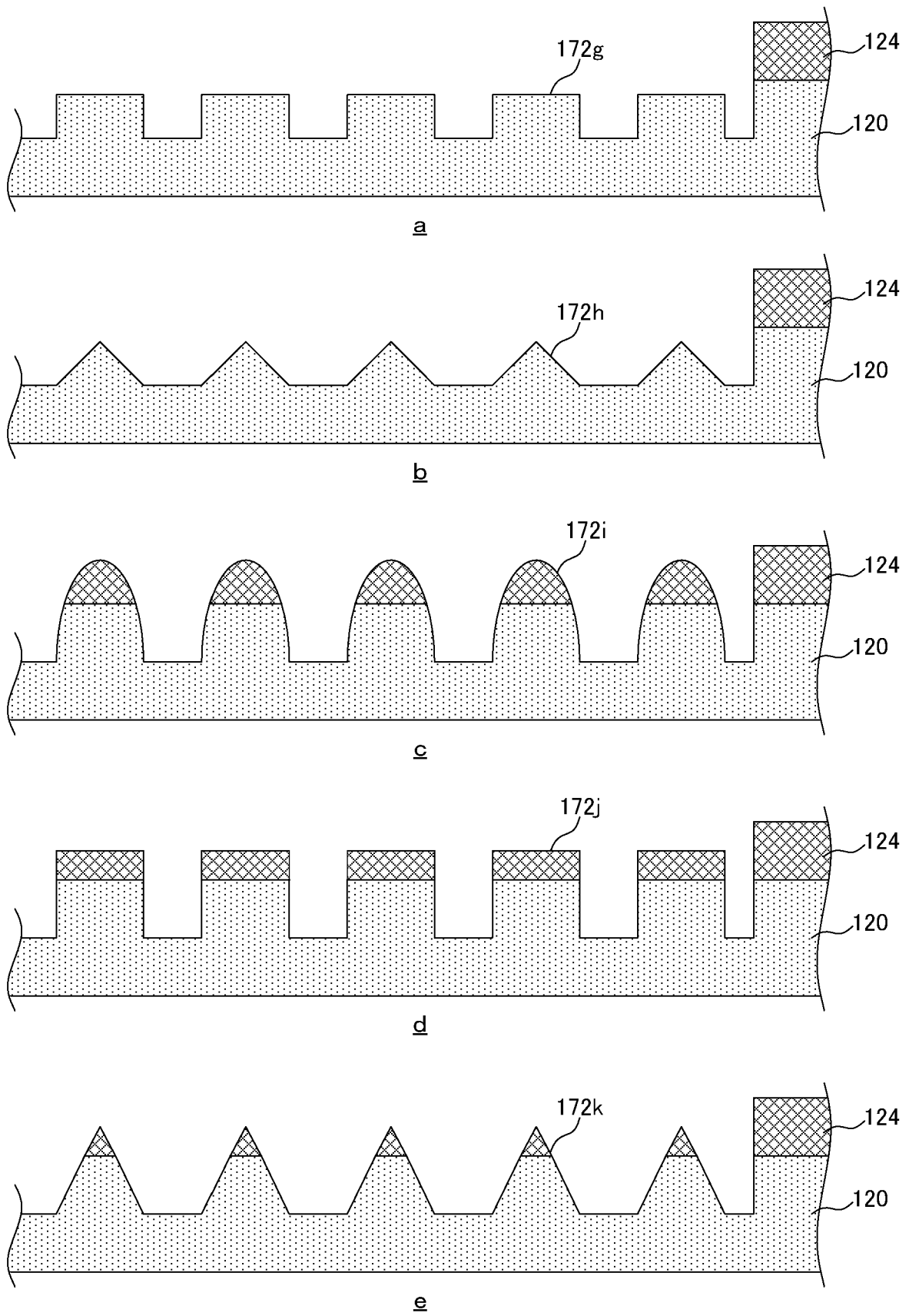
[図14]

ab

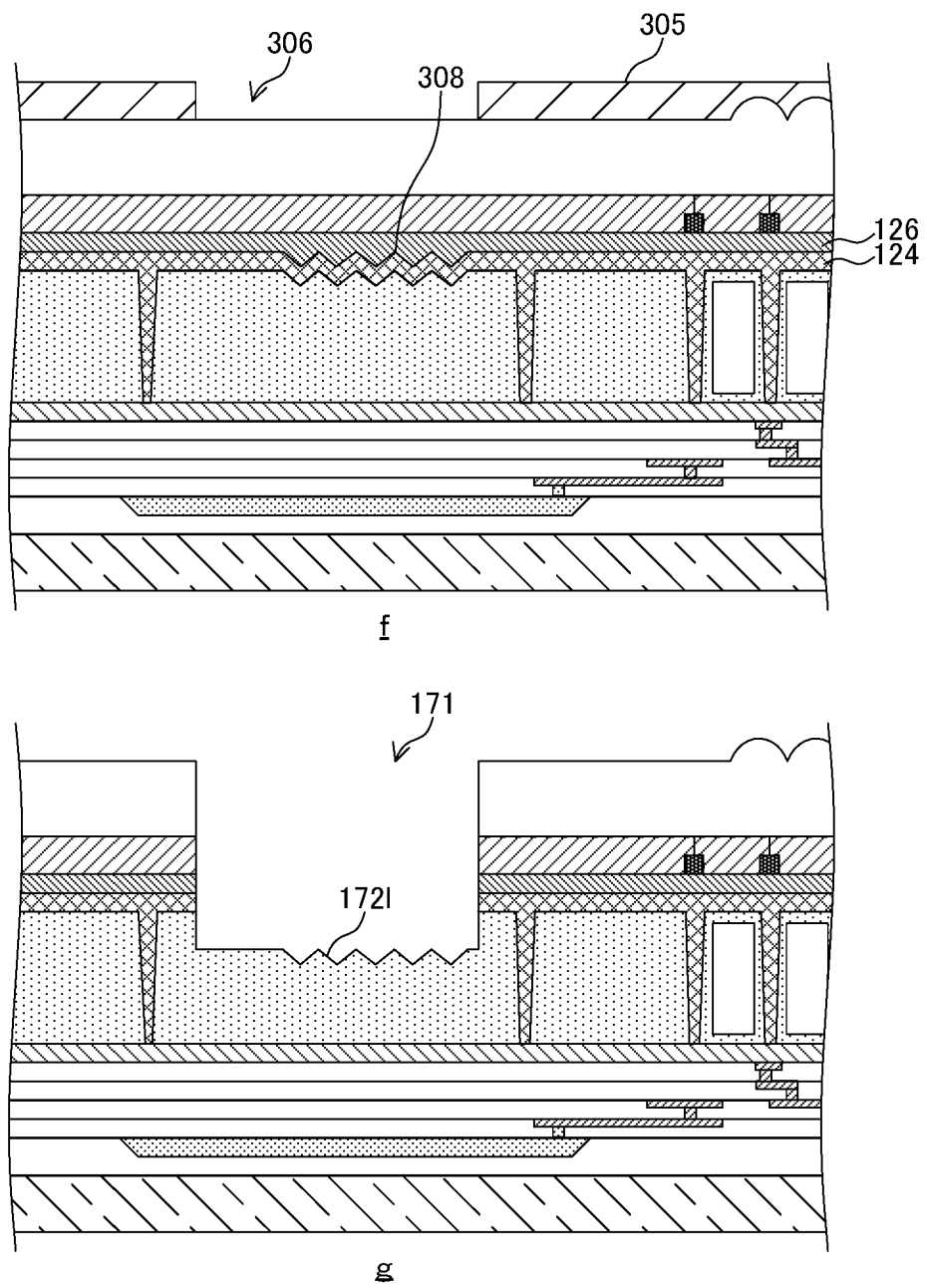
[図15]

abc

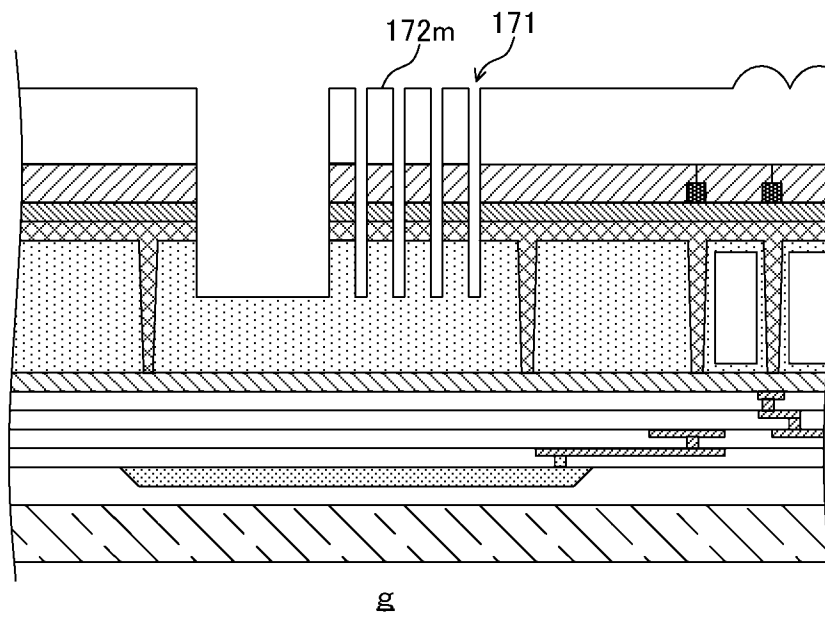
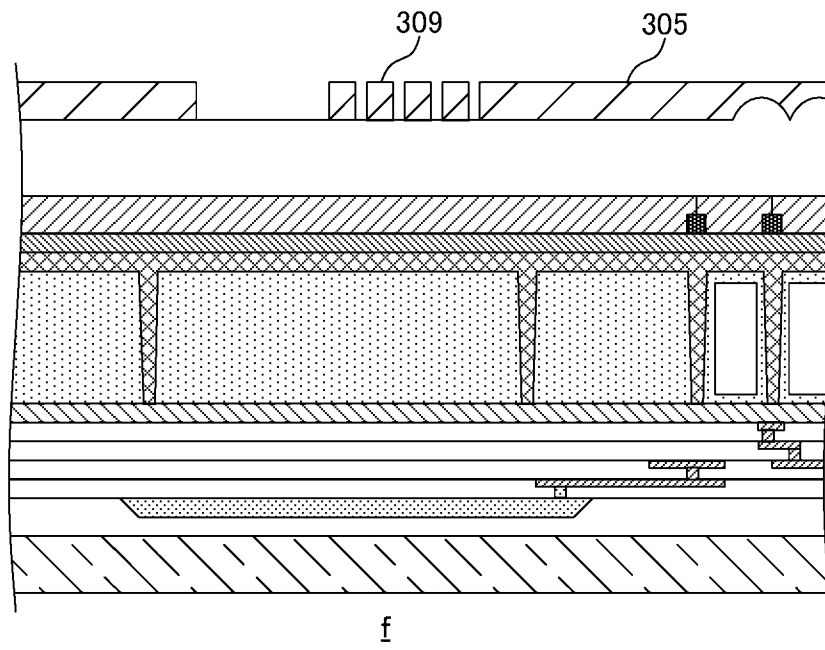
[図16]



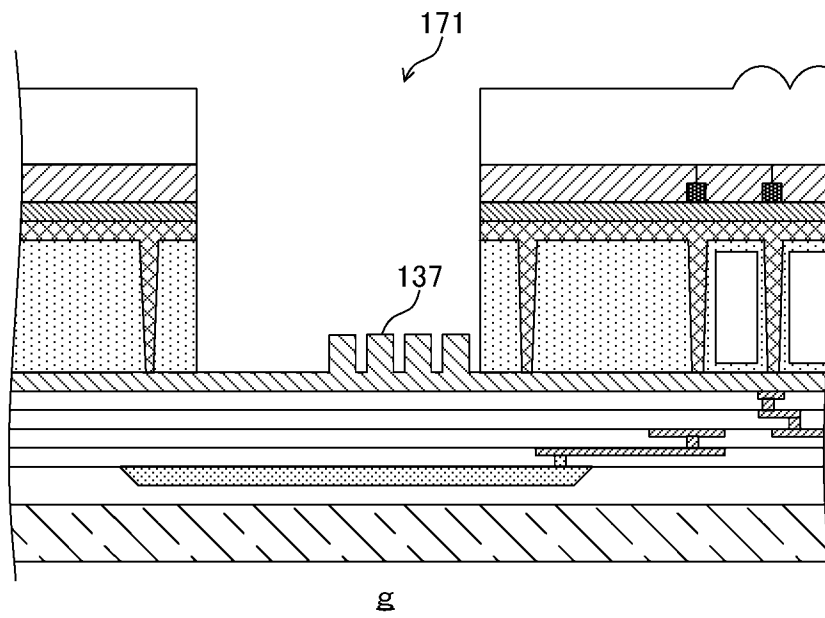
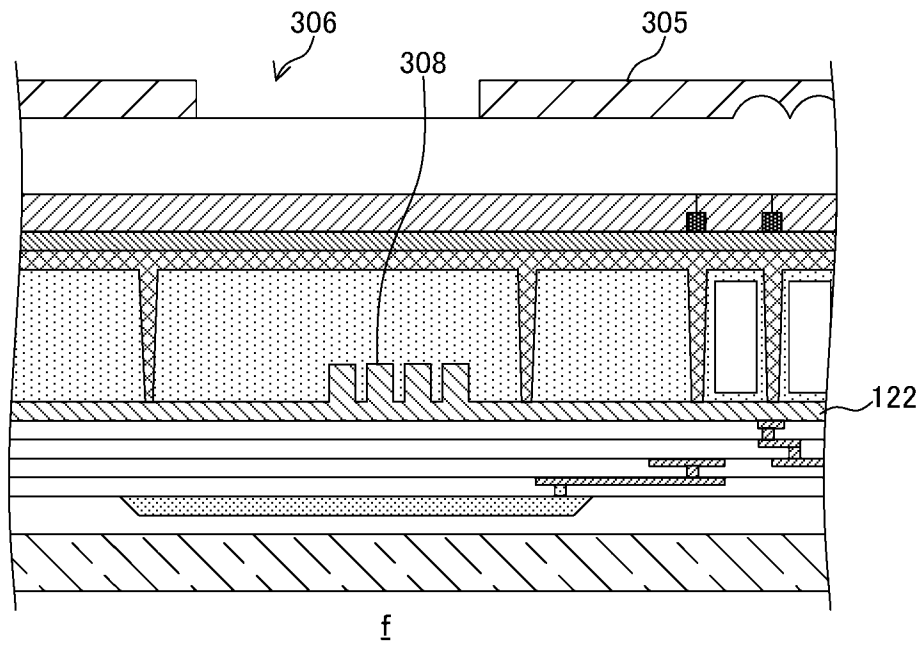
[図17]



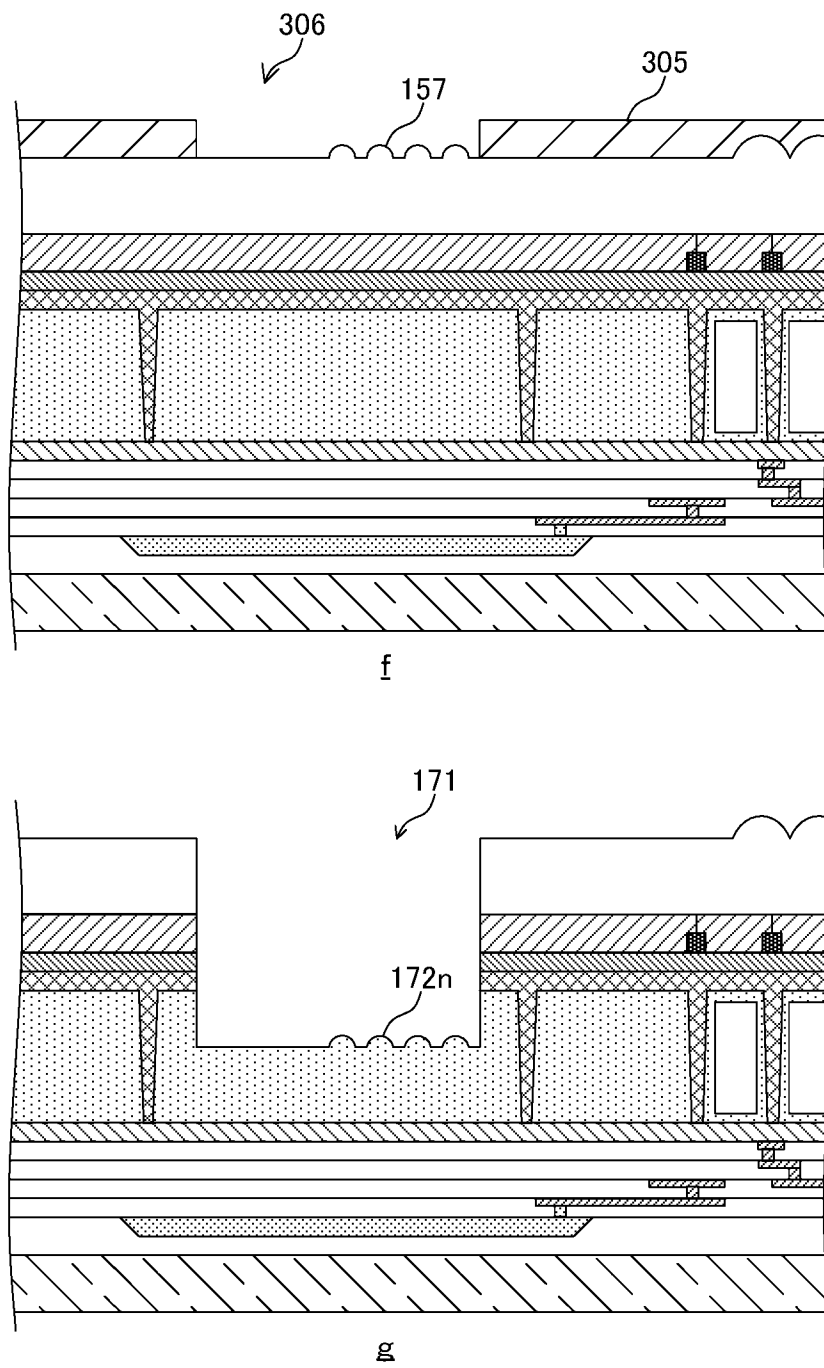
[図18]



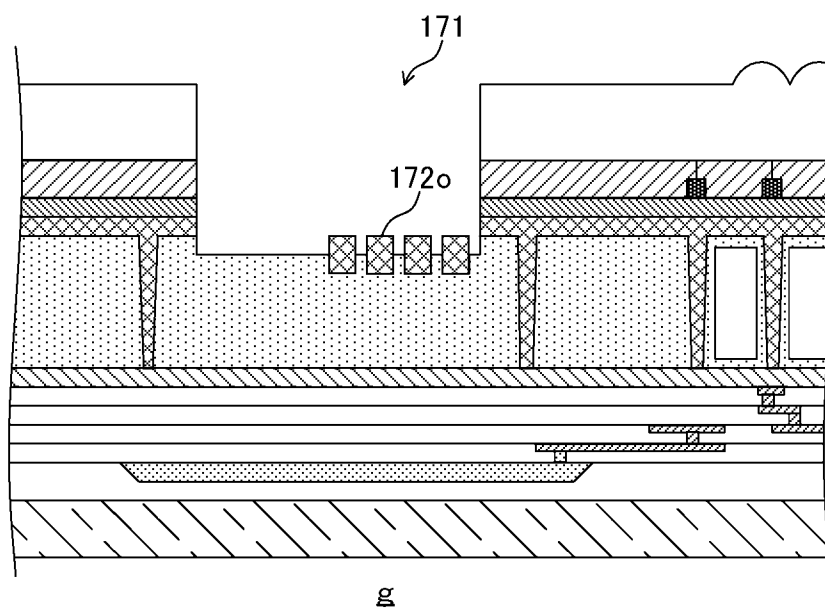
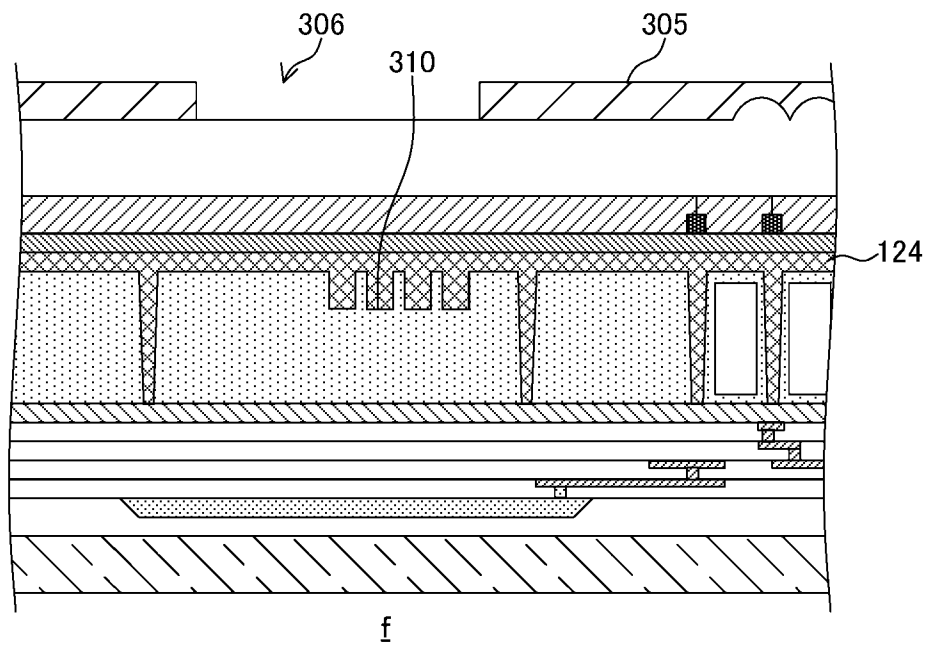
[図19]



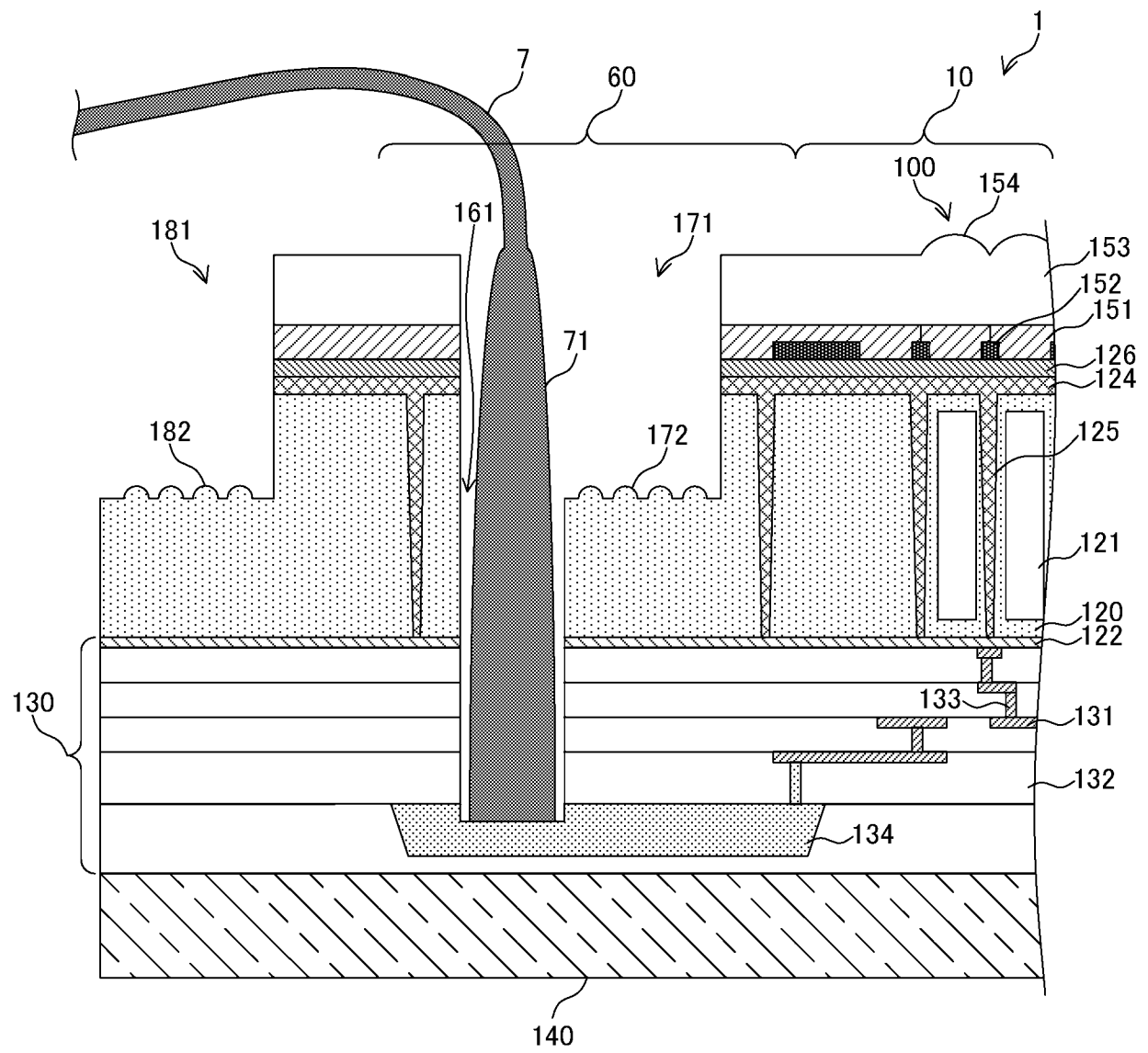
[図20]



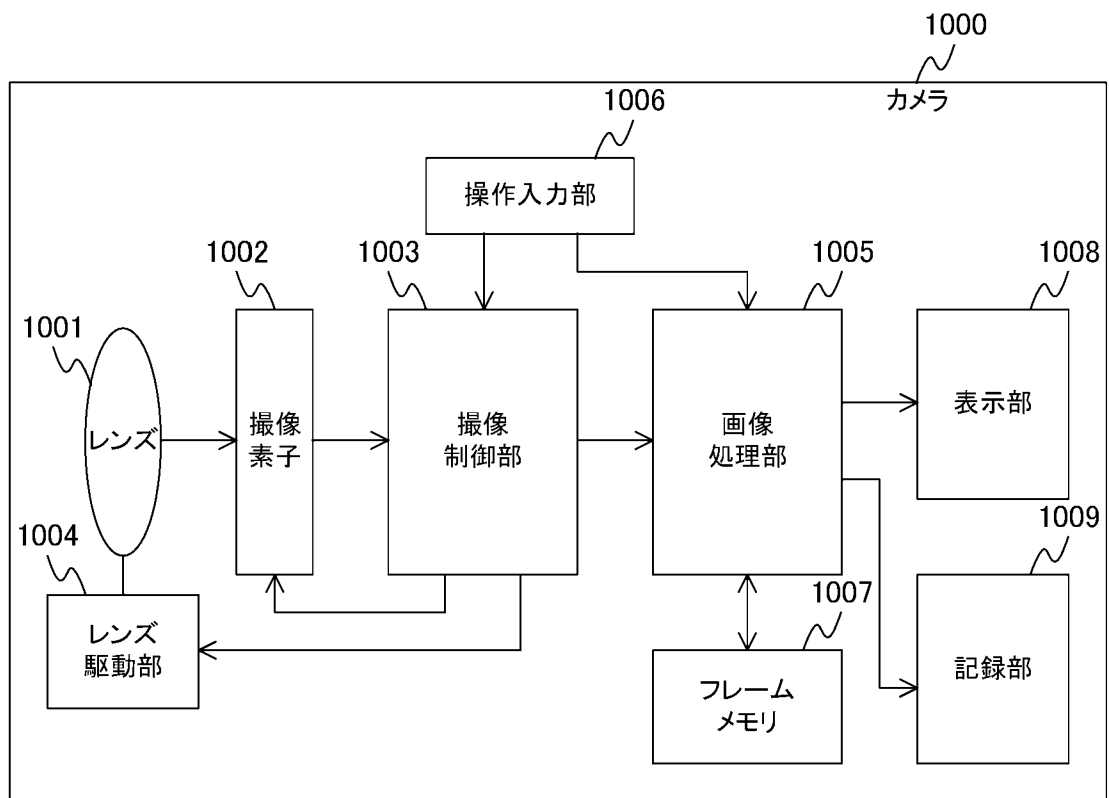
[図21]



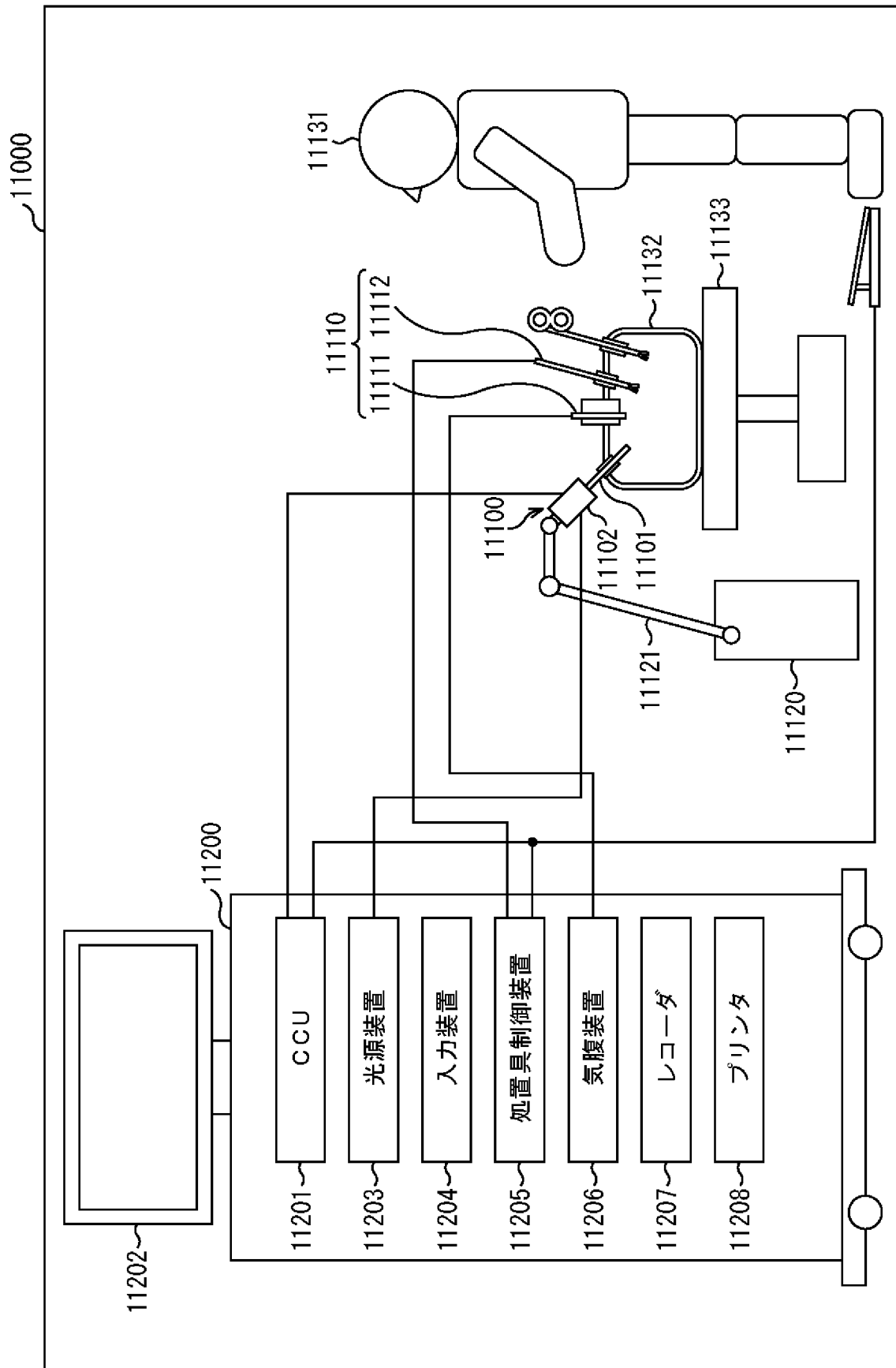
[図22]



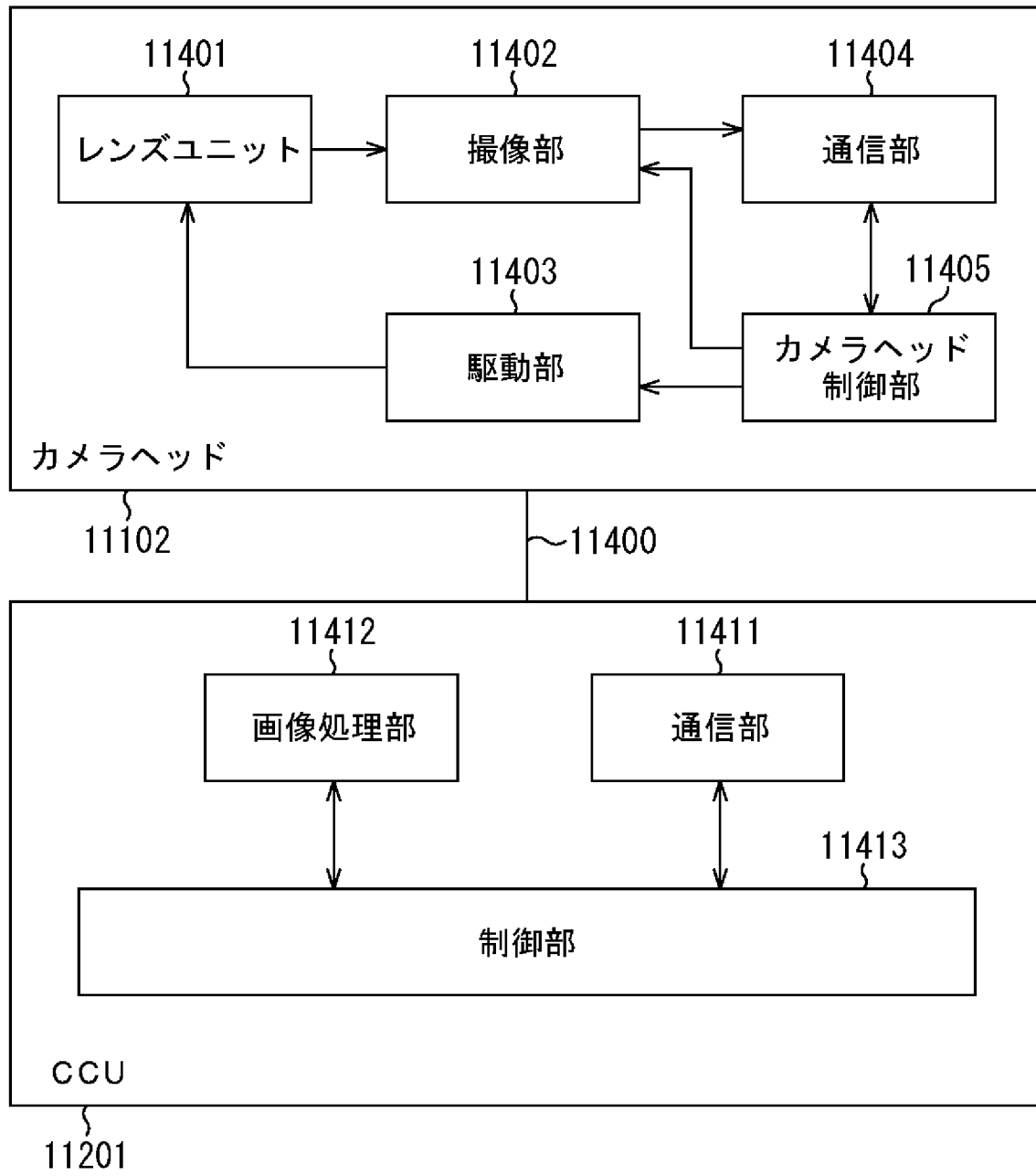
[図23]



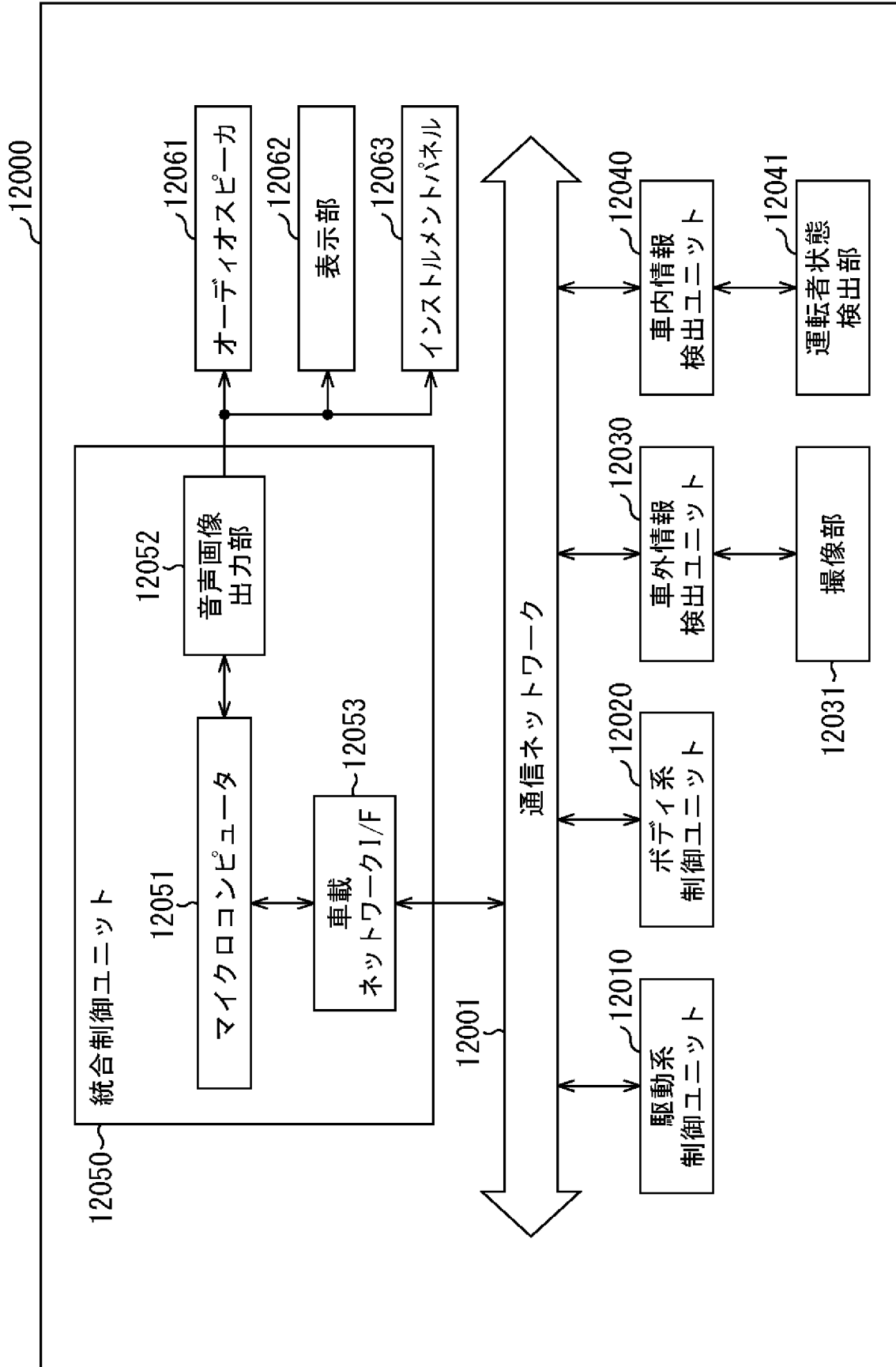
[図24]



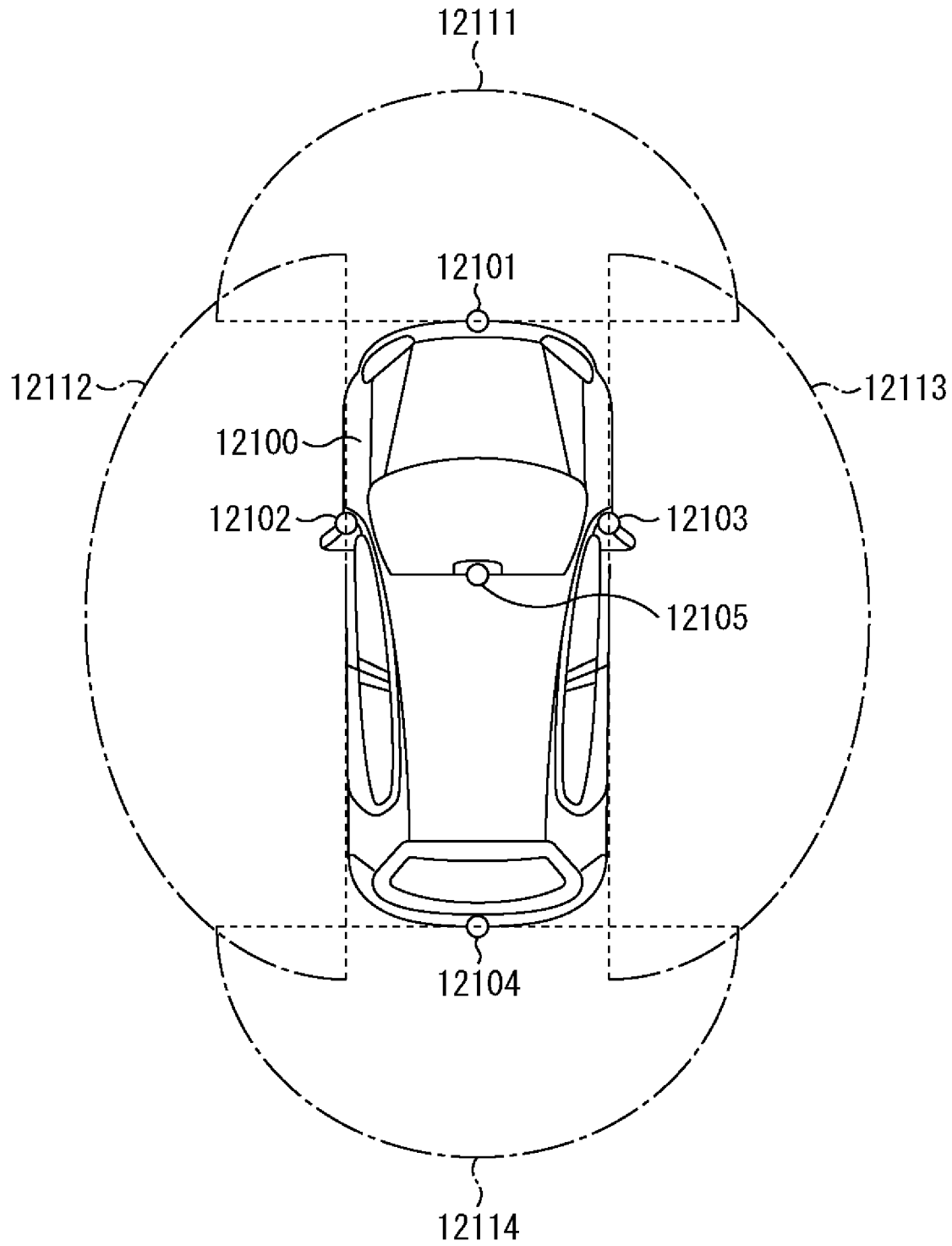
[図25]



[図26]



[図27]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/040414

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 27/146 (2006.01) i

FI: H01L27/146 D

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L27/146

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2018-011018 A (SONY CORP.) 18.01.2018 (2018-01-18) paragraphs [0006]-[0007], [0012], [0015]-[0047], fig. 1-4	1-2, 4, 12 1-2, 4-8, 10 3, 9, 11
Y A	JP 2017-168566 A (SONY CORP.) 21.09.2017 (2017-09-21) paragraphs [0079]-[0080], fig. 23	1-2, 4-8, 10 3, 9, 11
A	JP 2007-053337 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 01.03.2007 (2007-03-01) entire text, all drawings	1-12
A	JP 2018-046145 A (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) 22.03.2018 (2018-03-22) entire text, all drawings	1-12
A	WO 2018/131509 A1 (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) 19.07.2018 (2018-07-19) entire text, all drawings	1-12

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

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

"I" 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
07 January 2020 (07.01.2020)

Date of mailing of the international search report
21 January 2020 (21.01.2020)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/040414

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2018-011018 A	18 Jan. 2018	EP 3486947 A1 paragraphs [0006]- [0007], [0012], [0015]-[0047], fig. 1-4 WO 2018/012314 A1 CN 109478555 A	
JP 2017-168566 A	21 Sep. 2017	EP 3432358 A1 paragraphs [0079]- [0080], fig. 23 US 2019/0088701 A1 WO 2017/159361 A1 CN 108701704 A	
JP 2007-053337 A	01 Mar. 2007	US 2007/0019101 A1 entire text, all drawings CN 1901212 A	
JP 2018-046145 A	22 Mar. 2018	US 2019/0215474 A1 entire text, all drawings WO 2018/051604 A1	
WO 2018/131509 A1	19 Jul. 2018	(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 FI: H01L27/146 D		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H01L27/146		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	JP 2018-011018 A（ソニー株式会社）18.01.2018（2018-01-18） 段落 [0006] - [0007] , [0012] , [0015] - [0047] , [図1] - [図4]	1-2, 4, 12 1-2, 4-8, 10 3, 9, 11
Y A	JP 2017-168566 A（ソニー株式会社）21.09.2017（2017-09-21） 段落 [0079] - [0080] , [図23]	1-2, 4-8, 10 3, 9, 11
A	JP 2007-053337 A（松下電器産業株式会社）01.03.2007（2007-03-01） 全文、全図	1-12
A	JP 2018-046145 A（ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社）22.03.2018 （2018-03-22） 全文、全図	1-12
A	WO 2018/131509 A1（ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社）19.07.2018 （2018-07-19） 全文、全図	1-12
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 07.01.2020		国際調査報告の発送日 21.01.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 田邊 顕人 5F 5894 電話番号 03-3581-1101 内線 3516

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/JP2019/040414

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2018-011018	A	18.01.2018	EP 3486947 A1 段落 [0006] - [0007] , [0012] , [0015] - [0047] , 図1-4 WO 2018/012314 A1 CN 109478555 A	
JP	2017-168566	A	21.09.2017	EP 3432358 A1 段落 [0079] - [0080] , 図 23 US 2019/0088701 A1 WO 2017/159361 A1 CN 108701704 A	
JP	2007-053337	A	01.03.2007	US 2007/0019101 A1 全文、全図 CN 1901212 A	
JP	2018-046145	A	22.03.2018	US 2019/0215474 A1 全文、全図 WO 2018/051604 A1	
WO	2018/131509	A1	19.07.2018	(ファミリーなし)	