

(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8月27日(27.08.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/171191 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 27/146 (2006.01) H01L 23/522 (2006.01)
H01L 21/3205 (2006.01) H04N 5/369 (2011.01)
H01L 21/768 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/006966

(22) 国際出願日: 2020年2月21日(21.02.2020)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2019-029911 2019年2月21日(21.02.2019) JP

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

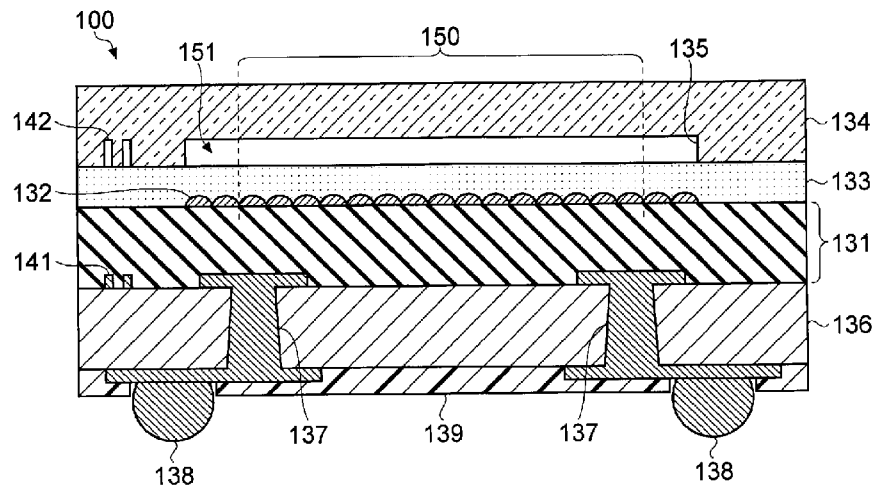
(72) 発明者: 大岡 豊(OOKA, Yutaka); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP). 高地 泰三(TAKACHI, Taizo); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP). 山本 雄一(YAMAMOTO, Yuichi); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング Tokyo (JP).

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

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

(54) 発明の名称: 固体撮像装置及び電子機器



(57) Abstract: The present invention suppresses a reduction in image quality. This solid-state imaging device of an embodiment comprises: a semiconductor substrate (131) that comprises a light-receiving element; an on-chip lens (132) that is placed on a first surface of the semiconductor substrate; a resin layer (133) that covers the on-chip lens; and a glass substrate (134) that is placed on the first surface side of the semiconductor substrate, separated from the resin layer.

(57) 要約: 画質の低下を抑制する。実施形態に係る固体撮像装置は、受光素子を備える半導体基板(131)と、前記半導体基板の第1面に配置されたオンチップレンズ(132)と、前記オンチップレンズを覆う樹脂層(133)と、前記半導体基板の前記第1面側に前記樹脂層と離間して配置されたガラス基板(134)とを備える。

[続葉有]



WO 2020/171191 A1

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称： 固体撮像装置及び電子機器

技術分野

[0001] 本開示は、固体撮像装置及び電子機器に関する。

背景技術

[0002] 近年、カメラ付き移動体端末装置やデジタルスチルカメラなどの電子機器において、カメラの高画素化、小型化及び薄型化が進んでいる。小型化や薄型化の手法としては、固体撮像素子をCSP（Chip Size Package）型にすることが一般的である。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2004-207461号公報

特許文献2：特開2008-270650号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、固体撮像装置をCSP型とした場合、撮像装置内での光の反射や回折によってフレア現象が発生し、それにより、画質が低下してしまう場合が存在した。

[0005] そこで本開示では、画質の低下を抑制することが可能な固体撮像装置及び電子機器を提案する。

課題を解決するための手段

[0006] 上記の課題を解決するために、本開示に係る一形態の固体撮像装置は、受光素子を備える半導体基板と、前記半導体基板の第1面に配置されたオンチップレンズと、前記オンチップレンズを覆う樹脂層と、前記半導体基板の前記第1面側に前記樹脂層と離間して配置されたガラス基板とを備える。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]第1の実施形態に係る固体撮像装置を搭載した電子機器の概略構成例を示すブロック図である。

[図2]第1の実施形態に係るイメージセンサの概略構成例を示すブロック図である。

[図3]第1の実施形態に係る単位画素の概略構成例を示す回路図である。

[図4]第1の実施形態に係るイメージセンサの積層構造例を示す図である。

[図5]一般的なC S P型の固体撮像装置の構造例を示す断面図である。

[図6]第1の実施形態に係るイメージセンサの断面構造例を示す断面図である。

[図7]第1の実施形態に係るイメージセンサの製造方法の一例を示すプロセス断面図である（その1）。

[図8]第1の実施形態に係るイメージセンサの製造方法の一例を示すプロセス断面図である（その2）。

[図9]第1の実施形態に係るイメージセンサの製造方法の一例を示すプロセス断面図である（その3）。

[図10]第1の実施形態に係るイメージセンサの製造方法の一例を示すプロセス断面図である（その4）。

[図11]第1の実施形態に係るイメージセンサの製造方法の一例を示すプロセス断面図である（その5）。

[図12]第1の実施形態に係るイメージセンサの製造方法の一例を示すプロセス断面図である（その6）。

[図13]第1の実施形態に係るイメージセンサの製造方法の一例を示すプロセス断面図である（その7）。

[図14]第1の実施形態の変形例に係るイメージセンサの断面構造例を示す断面図である。

[図15]第2の実施形態に係るイメージセンサの断面構造例を示す断面図である。

[図16]図15におけるA-A面の一部断面構造例を示す断面図である。

[図17]第2の実施形態に係るエアギャップとオンチップレンズとの位置関係の一例を示す透過図である。

[図18]第2の実施形態に係るイメージセンサの製造方法の一例を示すプロセス断面図である。

[図19]第2の実施形態の変形例に係るイメージセンサの製造方法の一例を示すプロセス断面図である。

[図20]第2の実施形態に係る樹脂層の断面構造例を示す断面図である。

[図21]第2の実施形態の第1変形例に係るガラス基板の概略構成例を示す断面図である。

[図22]第2の実施形態の第2変形例に係るエアギャップとオンチップレンズとの対応関係の一例を示す透過図である。

[図23]第2の実施形態の第3変形例に係るガラス基板の概略構成例を示す断面図である。

[図24]第2の実施形態の第4変形例に係るイメージセンサの断面構造例を示す断面図である。

[図25]第3の実施形態に係るイメージセンサの断面構造例を示す断面図である。

[図26]第3の実施形態に係るイメージセンサの製造方法の一例を示すプロセス断面図である（その1）。

[図27]第3の実施形態に係るイメージセンサの製造方法の一例を示すプロセス断面図である（その2）。

[図28]第4の実施形態に係るイメージセンサの断面構造例を示す断面図である。

[図29]第4の実施形態に係るイメージセンサの製造方法の一例を示すプロセス断面図である（その1）。

[図30]第4の実施形態に係るイメージセンサの製造方法の一例を示すプロセス断面図である（その2）。

[図31]第4の実施形態の変形例に係るイメージセンサの製造方法の一例を示

すプロセス断面図である。

[図32]第5の実施形態に係るイメージセンサの断面構造例を示す断面図である。

[図33]第5の実施形態に係るイメージセンサの製造方法の一例を示すプロセス断面図である。

[図34]第6の実施形態に係るイメージセンサの断面構造例を示す断面図である。

[図35]第6の実施形態に係るイメージセンサの製造方法の一例を示すプロセス断面図である。

[図36]第7の実施形態に係るイメージセンサの断面構造例を示す断面図である。

[図37]図36におけるオンチップレンズと支柱との位置関係を示す上視図である。

[図38]比較例として例示するイメージセンサの断面構造例を示す断面図である。

[図39]第7の実施形態に係るイメージセンサの一部断面構造例を示す拡大図である。

[図40]第7の実施形態に係るイメージセンサの製造方法の一例を示すプロセス断面図である（その1）。

[図41]第7の実施形態に係るイメージセンサの製造方法の一例を示すプロセス断面図である（その2）。

[図42]第8の実施形態に係るイメージセンサの断面構造例を示す断面図である。

[図43]図42におけるオンチップレンズと支柱との位置関係を示す上視図である。

[図44]第8の実施形態に係るイメージセンサの一部断面構造例を示す拡大図である。

[図45]第8の実施形態に係るイメージセンサの他の一部断面構造例を示す拡

大図である。

[図46]第9の実施形態に係るイメージセンサの断面構造例を示す断面図である。

[図47]図46におけるオンチップレンズと支柱との位置関係を示す上視図である。

[図48]第7～第9の実施形態の変形例に係るイメージセンサの断面構造例を示す断面図である。

[図49]第7～第9の実施形態の他の変形例に係るイメージセンサの断面構造例を示す断面図である。

[図50]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51]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。

[図52]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53]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。

発明を実施するための形態

[0008] 以下に、本開示の一実施形態について図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下の実施形態において、同一の部位には同一の符号を付することにより重複する説明を省略する。

[0009] また、以下に示す項目順序に従って本開示を説明する。

1. 第1の実施形態

1. 1 電子機器の構成例
1. 2 固体撮像装置の構成例
1. 3 単位画素の構成例
1. 4 単位画素の基本機能例
1. 5 固体撮像装置の積層構造例
1. 6 フレア現象
1. 7 断面構造例
1. 8 製造方法
1. 9 作用・効果

1. 10 変形例
2. 第2の実施形態
 2. 1 断面構造例
 2. 2 製造方法
 2. 2. 1 製造方法の変形例
 2. 3 樹脂層のレンズ機能
 2. 4 瞳補正
 2. 5 作用・効果
 2. 6 ガラス基板の変形例
 2. 6. 1 第1変形例
 2. 6. 2 第2変形例
 2. 6. 3 第3変形例
 2. 6. 4 第4変形例
3. 第3の実施形態
 3. 1 断面構造例
 3. 2 製造方法
 3. 3 作用・効果
4. 第4の実施形態
 4. 1 断面構造例
 4. 2 製造方法
 4. 2. 1 製造方法の変形例
 4. 3 作用・効果
5. 第5の実施形態
 5. 1 断面構造例
 5. 2 製造方法
 5. 3 作用・効果
6. 第6の実施形態
 6. 1 断面構造例

6. 2 製造方法

6. 3 作用・効果

7. 第7の実施形態

7. 1 断面構造例

7. 2 製造方法

7. 3 作用・効果

8. 第8の実施形態

8. 1 断面構造例

8. 2 作用・効果

9. 第9の実施形態

9. 1 断面構造例

9. 2 作用・効果

10. 第7～第9の実施形態の変形例

11. 移動体への応用例1

12. 内視鏡手術システムへの応用例

[0010] 1. 第1の実施形態

まず、第1の実施形態に係る固体撮像装置及び電子機器について、図面を参照して詳細に説明する。

[0011] 1. 1 電子機器の構成例

図1は、第1の実施形態に係る固体撮像装置を搭載した電子機器の概略構成例を示すブロック図である。図1に示すように、電子機器1000は、例えば、撮像レンズ1020と、固体撮像装置100と、記憶部1030と、プロセッサ1040とを備える。

[0012] 撮像レンズ1020は、入射光を集光してその像を固体撮像装置100の受光面に結像する光学系の一例である。受光面とは、固体撮像装置100における光電変換素子が配列する面であってよい。固体撮像装置100は、入射光を光電変換して画像データを生成する。また、固体撮像装置100は、生成した画像データに対し、ノイズ除去やホワイトバランス調整等の所定の

信号処理を実行する。

[0013] 記憶部 1030 は、例えば、フラッシュメモリや D R A M (Dynamic Random Access Memory) や S R A M (Static Random Access Memory) 等で構成され、固体撮像装置 100 から入力された画像データ等を記録する。

[0014] プロセッサ 1040 は、例えば、C P U (Central Processing Unit) 等を用いて構成され、オペレーティングシステムや各種アプリケーションソフトウェア等を実行するアプリケーションプロセッサや、G P U (Graphics Processing Unit) やベースバンドプロセッサなどが含まれ得る。プロセッサ 1040 は、固体撮像装置 100 から入力された画像データや記憶部 1030 から読み出した画像データ等に対し、必要に応じた種々処理を実行したり、ユーザへの表示を実行したり、所定のネットワークを介して外部へ送信したりする。

[0015] 1. 2 固体撮像装置の構成例

図 2 は、第 1 の実施形態に係る C M O S (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor) 型の固体撮像装置（以下、単にイメージセンサという）の概略構成例を示すブロック図である。ここで、C M O S 型のイメージセンサとは、C M O S プロセスを応用して、または、部分的に使用して作成されたイメージセンサである。第 1 の実施形態に係るイメージセンサ 100 は、入射面が半導体基板における素子形成面とは反対側の面（以下、裏面という）側である、いわゆる裏面照射型であってもよいし、表面側である、いわゆる表面照射型であってもよい。

[0016] 図 2 に示すように、イメージセンサ 100 は、例えば、画素アレイ部 101 と、垂直駆動回路 102 と、カラム処理回路 103 と、水平駆動回路 104 と、システム制御部 105 と、信号処理部 108 と、データ格納部 109 とを備える。以下の説明において、垂直駆動回路 102、カラム処理回路 103、水平駆動回路 104、システム制御部 105、信号処理部 108 及びデータ格納部 109 は、周辺回路とも称される。

[0017] 画素アレイ部 101 は、受光した光量に応じた電荷を生成しかつ蓄積する

光電変換素子を有する単位画素（以下、単に「画素」と記述する場合もある）１１０が行方向及び列方向に、すなわち、行列状に２次元格子状（以下、行列状という）に配置された構成を有する。ここで、行方向とは画素行の画素の配列方向（図面中、横方向）をいい、列方向とは画素列の画素の配列方向（図面中、縦方向）をいう。単位画素の具体的な回路構成や画素構造の詳細については後述する。

[0018] 画素アレイ部１０１では、行列状の画素配列に対し、画素行ごとに画素駆動線ＬＤが行方向に沿って配線され、画素列ごとに垂直信号線ＶＳＬが列方向に沿って配線されている。画素駆動線ＬＤは、画素から信号を読み出す際の駆動を行うための駆動信号を伝送する。図２では、画素駆動線ＬＤが１本ずつの配線として示されているが、１本ずつに限られるものではない。画素駆動線ＬＤの一端は、垂直駆動回路１０２の各行に対応した出力端に接続されている。

[0019] 垂直駆動回路１０２は、シフトレジスタやアドレスデコーダなどによって構成され、画素アレイ部１０１の各画素を全画素同時あるいは行単位等で駆動する。すなわち、垂直駆動回路１０２は、当該垂直駆動回路１０２を制御するシステム制御部１０５と共に、画素アレイ部１０１の各画素の動作を制御する駆動部を構成している。この垂直駆動回路１０２はその具体的な構成については図示を省略するが、一般的に、読出し走査系と掃出し走査系との２つの走査系を備えている。

[0020] 読出し走査系は、単位画素から信号を読み出すために、画素アレイ部１０１の単位画素を行単位で順に選択走査する。単位画素から読み出される信号はアナログ信号である。掃出し走査系は、読出し走査系によって読出し走査が行われる読出し行に対して、その読出し走査よりも露光時間分だけ先行して掃出し走査を行う。

[0021] この掃出し走査系による掃出し走査により、読出し行の単位画素の光電変換素子から不要な電荷が掃き出されることによって当該光電変換素子がリセットされる。そして、この掃出し走査系で不要電荷を掃き出す（リセットす

る) ことにより、所謂電子シャッタ動作が行われる。ここで、電子シャッタ動作とは、光電変換素子の電荷を捨てて、新たに露光を開始する(電荷の蓄積を開始する)動作のことを言う。

[0022] 読出し走査系による読出し動作によって読み出される信号は、その直前の読出し動作または電子シャッタ動作以降に受光した光量に対応している。そして、直前の読出し動作による読出しタイミングまたは電子シャッタ動作による掃出しタイミングから、今回の読出し動作による読出しタイミングまでの期間が、単位画素における電荷の蓄積期間(露光期間ともいう)となる。

[0023] 垂直駆動回路102によって選択走査された画素行の各単位画素から出力される信号は、画素列ごとに垂直信号線VSLの各々を通してカラム処理回路103に入力される。カラム処理回路103は、画素アレイ部101の画素列ごとに、選択行の各画素から垂直信号線VSLを通して出力される信号に対して所定の信号処理を行うとともに、信号処理後の画素信号を一時的に保持する。

[0024] 具体的には、カラム処理回路103は、信号処理として少なくとも、ノイズ除去処理、例えばCDS(Correlated Double Sampling: 相関二重サンプリング)処理や、DDS(Double Data Sampling)処理を行う。例えば、CDS処理により、リセットノイズや画素内の増幅トランジスタの閾値ばらつき等の画素固有の固定パターンノイズが除去される。カラム処理回路103は、その他にも、例えば、AD(アナログーデジタル)変換機能を備え、光電変換素子から読み出され得たアナログの画素信号をデジタル信号に変換して出力する。

[0025] 水平駆動回路104は、シフトレジスタやアドレスデコーダなどによって構成され、カラム処理回路103の画素列に対応する読出し回路(以下、画素回路という)を順番に選択する。この水平駆動回路104による選択走査により、カラム処理回路103において画素回路ごとに信号処理された画素信号が順番に出力される。

[0026] システム制御部105は、各種のタイミング信号を生成するタイミングジ

エネレータなどによって構成され、当該タイミングジェネレータで生成された各種のタイミングを基に、垂直駆動回路１０２、カラム処理回路１０３、及び、水平駆動回路１０４などの駆動制御を行う。

[0027] 信号処理部１０８は、少なくとも演算処理機能を有し、カラム処理回路１０３から出力される画素信号に対して演算処理等の種々の信号処理を行う。データ格納部１０９は、信号処理部１０８での信号処理にあたって、その処理に必要なデータを一時的に格納する。

[0028] なお、信号処理部１０８から出力された画像データは、例えば、イメージセンサ１００を搭載する電子機器１０００におけるプロセッサ１０４０等において所定の処理が実行されたり、所定のネットワークを介して外部へ送信されたりしてもよい。

[0029] １．３ 単位画素の構成例

図３は、第１の実施形態に係る単位画素の概略構成例を示す回路図である。図３に示すように、単位画素１１０は、フォトダイオードＰＤと、転送トランジスタ１１１と、リセットトランジスタ１１２と、増幅トランジスタ１１３と、選択トランジスタ１１４と、浮遊拡散層ＦＤとを備える。

[0030] 選択トランジスタ１１４のゲートには、画素駆動線ＬＤに含まれる選択トランジスタ駆動線ＬＤ１１４が接続され、リセットトランジスタ１１２のゲートには、画素駆動線ＬＤに含まれるリセットトランジスタ駆動線ＬＤ１１２が接続され、転送トランジスタ１１１のゲートには、画素駆動線ＬＤに含まれる転送トランジスタ駆動線ＬＤ１１１が接続されている。また、増幅トランジスタ１１３のドレインには、カラム処理回路１０３に一端が接続される垂直信号線ＶＳＬが選択トランジスタ１１４を介して接続されている。

[0031] 以下の説明において、リセットトランジスタ１１２、増幅トランジスタ１１３と及び選択トランジスタ１１４は、まとめて画素回路とも称される。この画素回路には、浮遊拡散層ＦＤ及び／又は転送トランジスタ１１１が含まれてもよい。

[0032] フォトダイオードＰＤは、入射した光を光電変換する。転送トランジスタ

111は、フォトダイオードPDに発生した電荷を転送する。浮遊拡散層FDは、転送トランジスタ111が転送した電荷を蓄積する。増幅トランジスタ113は、浮遊拡散層FDに蓄積された電荷に応じた電圧値の画素信号を垂直信号線VSLに出現させる。リセットトランジスタ112は、浮遊拡散層FDに蓄積された電荷を放出する。選択トランジスタ114は、読出し対象の単位画素110を選択する。

[0033] フォトダイオードPDのアノードは、接地されており、カソードは、転送トランジスタ111のソースに接続されている。転送トランジスタ111のドレインは、リセットトランジスタ112のソースおよび増幅トランジスタ113のゲートに接続されており、これらの接続点であるノードが浮遊拡散層FDを構成する。なお、リセットトランジスタ112のドレインは、不図示の垂直リセット入力線に接続されている。

[0034] 増幅トランジスタ113のソースは、不図示の垂直電流供給線に接続されている。増幅トランジスタ113のドレインは、選択トランジスタ114のソースに接続されており、選択トランジスタ114のドレインは、垂直信号線VSLに接続されている。

[0035] 浮遊拡散層FDは、蓄積している電荷をその電荷量に応じた電圧値の電圧に変換する。なお、浮遊拡散層FDは、例えば、対接地容量であってもよい。ただし、これに限定されず、浮遊拡散層FDは、転送トランジスタ111のドレインとリセットトランジスタ112のソースと増幅トランジスタ113のゲートとが接続するノードにキャパシタなどを意図的に接続することで付加された容量であってもよい。

[0036] 1. 4 単位画素の基本機能例

次に、単位画素110の基本機能について、図3を参照して説明する。リセットトランジスタ112は、垂直駆動回路102からリセットトランジスタ駆動線LD112を介して供給されるリセット信号RSTに従って、浮遊拡散層FDに蓄積されている電荷の排出（リセット）を制御する。なお、リセットトランジスタ112がオン状態であるときに転送トランジスタ111

をオン状態とすることで、浮遊拡散層FDに蓄積されている電荷に加え、フォトダイオードPDに蓄積されている電荷を排出（リセット）することも可能である。

[0037] リセットトランジスタ112のゲートにHighレベルのリセット信号RSTが入力されると、浮遊拡散層FDが垂直リセット入力線を通して印加される電圧にクランプされる。これにより、浮遊拡散層FDに蓄積されていた電荷が排出（リセット）される。

[0038] また、リセットトランジスタ112のゲートにLowレベルのリセット信号RSTが入力されると、浮遊拡散層FDは、垂直リセット入力線と電氣的に切断され、浮遊状態になる。

[0039] フォトダイオードPDは、入射光を光電変換し、その光量に応じた電荷を生成する。生成された電荷は、フォトダイオードPDのカソード側に蓄積する。転送トランジスタ111は、垂直駆動回路102から転送トランジスタ駆動線LD111を介して供給される転送制御信号TRGに従って、フォトダイオードPDから浮遊拡散層FDへの電荷の転送を制御する。

[0040] 例えば、転送トランジスタ111のゲートにHighレベルの転送制御信号TRGが入力されると、フォトダイオードPDに蓄積されている電荷が浮遊拡散層FDに転送される。一方、転送トランジスタ111のゲートにLowレベルの転送制御信号TRGが供給されると、フォトダイオードPDからの電荷の転送が停止する。

[0041] 浮遊拡散層FDは、上述したように、フォトダイオードPDから転送トランジスタ111を介して転送された電荷をその電荷量に応じた電圧値の電圧に変換する機能を持つ。したがって、リセットトランジスタ112がオフした浮遊状態では、浮遊拡散層FDの電位は、それぞれが蓄積する電荷量に応じて変調される。

[0042] 増幅トランジスタ113は、そのゲートに接続された浮遊拡散層FDの電位変動を入力信号とする増幅器として機能し、その出力電圧信号は選択トランジスタ114を介して垂直信号線VSLに画素信号として出現する。

[0043] 選択トランジスタ 114 は、垂直駆動回路 102 から選択トランジスタ駆動線 LD 114 を介して供給される選択制御信号 SEL に従って、増幅トランジスタ 113 による画素信号の垂直信号線 VSL への出現を制御する。例えば、選択トランジスタ 114 のゲートに High レベルの選択制御信号 SEL が入力されると、増幅トランジスタ 113 による画素信号が垂直信号線 VSL に出現される。一方、選択トランジスタ 114 のゲートに Low レベルの選択制御信号 SEL が入力されると、垂直信号線 VSL への画素信号の出現が停止される。これにより、複数の単位画素 110 が接続された垂直信号線 VSL において、選択した単位画素 110 の出力のみを取り出すことが可能となる。

[0044] 1. 5 固体撮像装置の積層構造例

図 4 は、第 1 の実施形態に係るイメージセンサの積層構造例を示す図である。図 4 に示すように、イメージセンサ 100 は、受光チップ 121 と回路チップ 122 とが上下に積層されたスタック構造を備える。受光チップ 121 は、例えば、フォトダイオード PD が配列する画素アレイ部 101 を備える半導体チップであり、回路チップ 122 は、例えば、図 3 に示す画素回路や、図 2 における周辺回路等を備える半導体チップである。

[0045] 受光チップ 121 と回路チップ 122 との接合には、例えば、それぞれの接合面を平坦化して両者を電子間力で貼り合わせる、いわゆる直接接合を用いることができる。ただし、これに限定されず、例えば、互いの接合面に形成された銅 (Cu) 製の電極パッド同士をボンディングする、いわゆる Cu-Cu 接合や、その他、バンプ接合などを用いることも可能である。

[0046] また、受光チップ 121 と回路チップ 122 とは、例えば、半導体基板を貫通する TSV (Through-Silicon Via) などの接続部を介して電氣的に接続される。TSV を用いた接続には、例えば、受光チップ 121 に設けられた TSV と受光チップ 121 から回路チップ 122 にかけて設けられた TSV との 2 つの TSV をチップ外表で接続する、いわゆるツイン TSV 方式や、受光チップ 121 から回路チップ 122 まで貫通する TSV で両者を接続

する、いわゆるシェアードT S V方式などを採用することができる。

[0047] ただし、受光チップ121と回路チップ122との接合にCu-Cu接合やバンプ接合を用いた場合には、Cu-Cu接合部やバンプ接合部を介して両者が電氣的に接続される。

[0048] 1. 6 フレア現象

ここで、一般的なC S P型のイメージセンサで発生するフレア現象について説明する。図5は、一般的なC S P型の固体撮像装置の構造例を示す断面図である。図5に示すように、一般的なC S P型の固体撮像装置は、行列状に配列する受光素子を備える半導体チップ1001の受光面と、半導体チップ1001の受光面を保護するガラス基板1004とが、樹脂等の接着剤1003で貼り合わされた構造を備える。

[0049] 半導体チップ1001における受光面付近には、画素ごとのオンチップレンズ1002や、画素回路におけるトランジスタなどの回路素子を接続する配線など、周期的な構造物が存在する。

[0050] このように、半導体チップの受光面付近に周期的な構造物が存在すると、この周期的な構造物で反射した光が回折することとなるが、このように発生した回折光のうち、次数の高い成分は、ガラス基板1004と大気との屈折率で決まる臨界角を越えてガラス基板1004と大気との境界面に入射する。そのため、この臨界角を越える成分がガラス基板1004の上面で全反射し、再度、受光面に入射することで、フレア現象が発生する。

[0051] 特に、図5に例示するような、ガラス基板1004と半導体チップ1001との間が樹脂等の接着剤1003で充填された、いわゆるキャビティレス構造である場合、低次の回折光であっても臨界角を越えてしまうため、回折光によるフレア光が高い光強度を持つこととなり、それにより、画質が大幅に低下してしまうという問題が発生する。

[0052] そこで本実施形態では、回折光が全反射することで発生するフレア現象により画質の低下を抑制するために、以下のような構成を備える。

[0053] 1. 7 断面構造例

図6は、第1の実施形態に係るイメージセンサの断面構造例を示す断面図である。なお、本説明では、イメージセンサ100が裏面照射型である場合を例示するが、上述したように、表面照射型であってもよい。

[0054] 図6に示すように、イメージセンサ100は、複数の単位画素110のうちのフォトダイオードPD及び転送トランジスタ111が行列状に配列する半導体基板131と、単位画素110のうちの残りの回路素子（図3参照）及び周辺回路（図2参照）が設けられた第2半導体基板136とを含む。単位画素110におけるフォトダイオードPDは、例えば、半導体基板131における裏面側に行列状に配列していてもよい。なお、半導体基板131は、例えば、図4における受光チップ121の半導体基板であり、半導体基板136は、例えば、図4における回路チップ122の半導体基板であってもよい。

[0055] 半導体基板131の裏面側（図面中、上面側）には、複数のオンチップレンズ132と、ガラス基板134と、樹脂層133とが設けられている。一方、半導体基板131の表面側（図面中、下面側）に貼り合わされた半導体基板136の裏面側（図面中、下面側）には、パッシベーション139と、引出し電極137と、ボールバンプ138とが設けられている。

[0056] オンチップレンズ132は、例えば、半導体基板131の裏面側に配列するフォトダイオードPDごとに設けられている。したがって、オンチップレンズ132は、半導体基板131の裏面に行列状に配列している。各オンチップレンズ132は、入射光をそれぞれが対応するフォトダイオードPDの受光面に集光するための曲率を備える。

[0057] ガラス基板134は、例えば、半導体基板131の裏面（受光面に相当）を保護するとともに、イメージセンサ100の物理的な強度を保つための部材である。

[0058] 樹脂層133は、例えば、光学的に透明なエポキシ系樹脂や低融点ガラスあるいは紫外線硬化型樹脂などであり、ガラス基板134を半導体基板131に接着する役割の他に、半導体基板131の裏面における少なくとも有効

画素領域 150 を真空又は大気等の屈折率よりも高い屈折率の材料で覆うことで、オンチップレンズ 132 等で反射した光の回折光が全反射する面を半導体基板 131 の受光面に接近させる役割を持つ。なお、有効画素領域 150 とは、画像データの生成に使用する単位画素 110 が配列する矩形の領域であってよい。

[0059] なお、図 6 では省略されているが、半導体基板 131 と半導体基板 136 とを貼り合わせる面には、それぞれ、内部に単位画素 110 と周辺回路とを接続する配線を含む絶縁膜より構成された配線層が設けられていてもよい。その場合、配線層の絶縁膜には、例えば、シリコン酸化膜 (SiO_2) やシリコン窒化膜 (SiN) などを用いることができる。

[0060] パッシベーション 139 は、例えば、感光性ポリイミドやポリベンゾオキサゾール (PBO) やシリコン系の樹脂材料等を用いて形成された膜であり、半導体基板 136 の裏面 (図面中、下面) 側や引出し電極 137 を保護する役割を持つ。

[0061] 引出し電極 137 は、例えば、金属などの導電材料を用いて構成され、半導体基板 136 に設けられた周辺回路等に対する電氣的な接続を半導体基板 136 の裏面まで引き出す。

[0062] ボールバンプ 138 は、例えば、引出し電極 137 の露出部分に設けられた半田ボール等であり、イメージセンサ 100 と回路基板等とを電氣的に接続するための外部端子である。ただし、外部端子の構造の構造は、ボールバンプ 138 を用いた構造に限定されず、例えば、フラットパッドなどの構造を採用することも可能である。

[0063] また、半導体基板 131 とガラス基板 134 とには、接合時のアライメントを取るためのアライメントマーク 141 及び 142 が設けられていてよい。

[0064] 以上のような構成において、樹脂層 133 は、例えば、半導体基板 131 の裏面における少なくとも有効画素領域 150 を覆う領域に設けられる。その際、上述したように、樹脂層 133 に、半導体基板 131 とガラス基板 1

34とを接着させる役割も持たせる場合には、樹脂層133は、半導体基板131の裏面における有効画素領域150の周囲の領域にも形成される。例えば、樹脂層133は、半導体基板131の裏面全体に形成されている。

[0065] また、ガラス基板134の半導体基板131と対向する面における少なくとも有効画素領域150と対応する領域には、溝135が設けられている。この溝135により、半導体基板131の基板厚方向において少なくとも有効画素領域150と対応する領域であって、樹脂層133とガラス基板134との間の領域に、空間（以下、エアギャップという）151が形成される。なお、基板厚方向とは、半導体基板131の表面及び裏面と垂直な方向であってよい。

[0066] エアギャップ151の厚さ、すなわち、溝135の深さは、1 μ m（マイクロメートル）であって、ガラス基板134の最大の厚さの半分の深さ以下であってよい。例えば、溝135の深さは、1 μ m、5 μ m、10 μ m、100 μ m、又は、ガラス基板134の厚さとすることができる。また、エアギャップ151の内部は、真空であってもよいし、大気や窒素やアルゴン（Ar）などの気体で満たされていてもよい。

[0067] このように、本実施形態では、少なくとも有効画素領域150における基板厚方向の断面構造を、半導体基板131側から順に、樹脂層133、エアギャップ151、ガラス基板134としている。言い換えれば、樹脂層133とガラス基板134との間に、樹脂層133よりも屈折率が低いエアギャップ151が介在している。

[0068] このような層構造とすることで、半導体基板131の受光面付近における周期的な構造物（オンチップレンズ132や配線等）で反射して回折した回折光が全反射する面を、樹脂層133とエアギャップ151との境界面とすることが可能となるため、言い換えれば、回折光が全反射する面を半導体基板131の受光面に近接させることが可能となるため、回折光の受光面と平行な方向への飛行距離を短くすることが可能となる。それにより、フレア現象の発生が低減されるため、画質の低下を抑制することが可能となる。

[0069] 1. 8 製造方法

次に、第1の実施形態に係るイメージセンサ100の製造方法について、図面を参照して詳細に説明する。図7～図13は、第1の実施形態に係るイメージセンサの製造方法の一例を示すプロセス断面図である。

[0070] 本製造方法では、図7に示すように、行列状に配列する複数のフォトダイオードPD及び転送トランジスタ111を備える半導体基板131と、単位画素110におけるその他の回路素子及び周辺回路を備える半導体基板136と、単位画素110ごとのオンチップレンズ132とを備える半導体チップが作製される。なお、半導体基板136の表面側には、引出し電極137の一部である電極パッド137Aが形成されているとよい。

[0071] 一方で、ガラス基板134を作製する工程では、まず、図8に示すように、ガラス基板134のベースとなるガラス基板134Aにおける1つの主面（これを裏面とする）に、溝135の開口形状と同じ形状の開口A1を持つマスクM1が形成される。マスクM1は、例えば、フォトリソグラフィにより形成された感光性レジスト膜などであってよい。また、マスクM1には、アライメントマーク142を形成するための開口A2が設けられていてもよい。

[0072] 次に、ガラス基板134AにおけるマスクM1が形成された裏面をエッチングすることで、図9に示すように、溝135及びアライメントマーク142が形成されたガラス基板134を作製する。ガラス基板134Aのエッチングには、ドライエッチングとウエットエッチングとのいずれが用いられてもよい。また、溝135及びアライメントマーク142を形成後、マスクM1は、所定の除去液等によって除去される。

[0073] 次に、図10に示すように、半導体基板131の裏面に固化前の樹脂層133Aを形成し、樹脂層133A上にガラス基板134を載置した状態で、樹脂層133Aを固化することで、半導体基板131とガラス基板134とを貼り合わせる。この貼合せでは、半導体基板131に設けられたアライメントマーク141とガラス基板134に設けられたアライメントマーク14

2とを用いて、両者が位置合わせされる。

[0074] なお、固化前の樹脂層133Aは、ゲル又はジェル状であってもよいし、シート状であってもよい。その際、ガラス基板134の沈み込みを抑制してエアギャップ151の寸法精度を高めるために、樹脂層133Aには高粘度の材料が用いられるとよい。ただし、粘度の低いゲル又はジェル状の樹脂層133Aを使用する場合には、有効画素領域150の周囲にスペーサを挟むことで、ガラス基板134の必要以上の沈み込みが防止されてもよい。

[0075] また、樹脂層133Aの固化には、加熱や紫外線照射などが用いられてもよい。その際、ガラス基板134の沈み込みを抑制してエアギャップ151の寸法精度を高めるために、固化工程を2段階以上に分けて実行してもよい。例えば、1回目の固化工程で樹脂層133Aの粘度を高め、2回目以降の固化工程で樹脂層133Aを十分に固化するようにしてもよい。

[0076] なお、樹脂層133Aを固化する際には、ガラス基板134に対する加重をしない方が好ましいが、必要に応じて、ガラス基板134を樹脂層133Aへ押圧又は付勢してもよい。

[0077] 次に、図11に示すように、半導体基板131の表面側に貼り合わされた半導体基板136の裏面上に、半導体基板136の基板厚方向において電極パッド137Aと対応する領域に開口A3を有するマスクM2を形成し、このマスクM2を介して半導体基板136をエッチングすることで、半導体基板136を貫通して電極パッド137Aを露出させる開口A4を形成する。なお、マスクM2は、例えば、フォトリソグラフィにより形成された感光性レジスト膜などであってもよい。また、配線層1036のエッチングには、ドライエッチングとウエットエッチングとのいずれが用いられてもよい。

[0078] 次に、図12に示すように、例えば、リフトオフなどの手法を用いることで、開口A4内部から半導体基板136の裏面の一部にかけて、電極パッド137Aと接触する導電層を形成することで、引出し電極137を形成する。

[0079] 次に、図13に示すように、半導体基板136の裏面に形成された引出し

電極 137 の一部を露出する開口 A5 を有するパッシベーション 139 を形成し、その後、開口 A5 から露出された引出し電極 137 に半田ボールなどのボールバンプ 138 を形成する。これにより、図 6 に例示するような断面構造を備えるイメージセンサ 100 が製造される。

[0080] 1. 9 作用・効果

以上のように、本実施形態では、少なくとも有効画素領域 150 の上方において、樹脂層 133 とガラス基板 134 との間に、真空又は気体が充填されたエアギャップ 151 が設けられる。これにより、半導体基板 131 の受光面付近における周期的な構造物（オンチップレンズ 132 や配線等）で反射して回折した回折光が全反射する面を、樹脂層 133 とエアギャップ 151 との境界面とすることが可能となるため、言い換えれば、回折光が全反射する面を半導体基板 131 の受光面に近接させることが可能となるため、回折光の受光面と平行な方向への飛行距離を短くすることが可能となる。その結果、フレア現象の発生を低減して、画質の低下を抑制することが可能となる。

[0081] 1. 10 変形例

図 14 は、第 1 の実施形態の変形例に係るイメージセンサの断面構造例を示す断面図である。図 14 に例示するイメージセンサ 100A のように、ガラス基板 134 に形成された溝 135 の底面 143 の粗度は、ガラス基板 134 の他の面（例えば、ガラス基板 134 における半導体基板 131 とは反対側の面）の粗度よりも高くてもよい。例えば、底面 143 にモスアイ構造のような凹凸を設けることで、ガラス基板 134 とエアギャップ 151 との境界で生じる反射を低減することが可能となるため、よりフレア現象を低減して画質の低下を抑制することが可能となる。

[0082] なお、ガラス基板に形成した溝の底面の粗度を高くする構成は、第 1 の実施形態に限定されず、後述する他の実施形態に対しても同様に適用することが可能である。

[0083] 2. 第 2 の実施形態

次に、第2の実施形態に係る固体撮像装置及び電子機器について、図面を参照して詳細に説明する。なお、以下の説明において、上述した実施形態と同様の構成については、同一の符号を付し、その重複する説明を省略する。

[0084] 第2の実施形態では、第1の実施形態に係る電子機器1000において、イメージセンサ100が後述するイメージセンサ200に置き換えられている。イメージセンサ200は、図2等を用いて説明したイメージセンサ100と同様の機能構成を備える。ただし、本実施形態において、イメージセンサ200は、後述において例示するような断面構造を備える。

[0085] 2. 1 断面構造例

図15は、第2の実施形態に係るイメージセンサの断面構造例を示す断面図である。図16は、図15におけるA-A面の一部断面構造例を示す断面図である。図17は、第2の実施形態に係るエアギャップとオンチップレンズとの位置関係の一例を示す透過図である。なお、本説明では、イメージセンサ200が裏面照射型である場合を例示するが、第1の実施形態と同様に、裏面照射型であっても表面照射型であってもよい。

[0086] 図15に示すように、イメージセンサ200は、図6等を用いて説明したイメージセンサ100と同様の構成において、ガラス基板134がガラス基板234に置き換えられている。

[0087] 図15及び図16に示すように、ガラス基板234は、第1の実施形態において図6等を用いて説明した溝135が、格子状に延在する隔壁201で複数の溝235に分割された構造を備える。すなわち、本実施形態では、第1の実施形態に係るエアギャップ151が、格子状の隔壁201によって、行列状に配列する複数のエアギャップ251に区画されている。なお、隔壁201は、半導体基板131に対してガラス基板234を支持する柱状又は壁状の構造物であってよい。

[0088] また、図17に示すように、複数の溝235（すなわち、複数のエアギャップ251）は、例えば、半導体基板131を基板厚方向から見た際に、各オンチップレンズ132の光学中心が各エアギャップ251の中心と一対一

に対応するように、行列状に配列している。

[0089] その際、格子状の隔壁201のうち、行方向に延びる行隔壁201aは、列方向に配列するオンチップレンズ132の境界部分211に沿って設けられ、列方向に延びる列隔壁201bは、行方向に配列するオンチップレンズ132の境界部分212に沿って設けられる。

[0090] 行列状に配列するオンチップレンズ132の境界部分211及び212は、フォトダイオードPDの境界部分に相当する。したがって、境界部分211及び212に沿って隔壁201を設けることで、オンチップレンズ132を介してフォトダイオードPDに入射する光が隔壁201によって遮られることを低減できるため、隔壁201を設けることによる量子効率の低下を抑制することが可能となる。

[0091] なお、隔壁201の幅は、ガラス基板234及びイメージセンサ200について十分な物理的強度を得られる範囲内において、できるだけ狭い方が好ましい。その際、例えば、隣接するフォトダイオードPD間がDTI (Deep Trench Isolation) やFFTI (Front Full Trench Isolation) などの画素分離部によって光学的に分離されている場合には、隔壁201の幅は、その画素分離部の幅に対して、大きくても小さくてもよい。

[0092] 2. 2 製造方法

次に、第2の実施形態に係るイメージセンサ200の製造方法について、図面を参照して詳細に説明する。なお、以下の説明において、第1の実施形態に係るイメージセンサ100の製造方法と同様の工程については、それを引用することで、重複する説明を省略する。図18は、第2の実施形態に係るイメージセンサの製造方法の一例を示すプロセス断面図である。

[0093] 本製造方法では、まず、第1の実施形態において図7を用いて説明した工程と同様に、行列状に配列する複数のフォトダイオードPD及び転送トランジスタ111を備える半導体基板131と、単位画素110におけるその他の回路素子及び周辺回路を備える半導体基板136と、単位画素110ごとのオンチップレンズ132とを備える半導体チップが作製される。

[0094] 一方、本実施形態では、ガラス基板 234 を作製する工程において、まず、ガラス基板 234 のベースとなるガラス基板 234 A における 1 つの主面（これを裏面とする）に、溝 235 の開口形状と同じ形状の開口 A21 を持つマスク M21 が形成される。マスク M21 は、例えば、フォトリソグラフィにより形成された感光性レジスト膜などであってよい。また、マスク M21 には、アライメントマーク 142 を形成するための開口 A2 が設けられていてもよい。

[0095] 次に、ガラス基板 234 A におけるマスク M1 が形成された裏面をエッチングすることで、図 18 に示すように、溝 235 及びアライメントマーク 142 が形成されたガラス基板 234 を作製する。ガラス基板 234 A のエッチングには、ドライエッチングとウエットエッチングとのいずれが用いられてもよい。また、溝 235 及びアライメントマーク 142 を形成後、マスク M21 は、所定の除去液等によって除去される。

[0096] その後、第 1 の実施形態において、図 10～図 13 を用いて説明した同様の構成により、樹脂層 133 を用いてガラス基板 234 を半導体基板 131 に接着し、そして、引出し電極 137 及びボールバンプ 138 を形成することで、図 15 に例示するような断面構造を備えるイメージセンサ 200 が製造される。

[0097] 2. 2. 1 製造方法の変形例

なお、本実施形態では、第 1 の実施形態と同様に、半導体基板 131 のオンチップレンズ 132 が形成された裏面に樹脂層 133 A を形成し、この樹脂層 133 A にガラス基板 234 を接合する場合（図 10 参照）を例示したが、樹脂層 133 A が形成される面は、半導体基板 131 側の面に限定されず、例えば、図 19 に例示するように、ガラス基板 234 における溝 235 が形成された面とすることも可能である。ただし、ガラス基板 234 における溝 235 が形成された面に樹脂層 133 A を形成する場合、その樹脂層 133 A の材料には、シート状の接着材料が用いられるとよい。

[0098] 2. 3 樹脂層のレンズ機能

図20は、第2の実施形態に係る樹脂層の断面構造例を示す断面図である。本実施形態のように、オンチップレンズ132に対して一対一に溝235を設けた場合、格子状の隔壁201によって押圧された状態で固化した樹脂層133は、図20に示すように、各溝235で区切られた範囲内において、中央部が盛り上がったレンズのような形状となる場合がある。そのような場合、ガラス基板234を介して各溝235内の樹脂層133に入射した光は、樹脂層133の上面202の曲率に基づいて集光することとなる。

[0099] 例えば、樹脂層133として、ゲル又はジェル状の接着材料を用いた場合や、十分に柔らかいシート状の接着材料を用いた場合には、ガラス基板234の自重や付勢力によって固化前の樹脂層133が押圧され、それにより、各溝235の中央部分がレンズのように盛り上がる。

[0100] そのような場合、この樹脂層133の表面の曲率も考慮し、オンチップレンズ132を透過した集光光がフォトダイオードPD内で集光するように、各オンチップレンズ132の曲率が設定されてもよい。

[0101] なお、樹脂層133の表面の曲率は、ガラス基板234の重量や固化前の樹脂層133の粘度や固化にかかる時間や工程等を考慮して、事前に求めることが可能である。

[0102] 2. 4 瞳補正

また、上述の説明では、オンチップレンズ132それぞれの上方に各オンチップレンズ132に一対一に対応するエアギャップ251を設けた場合を例示したが、各オンチップレンズ132と各エアギャップ251との位置関係は、例えば、像高に応じて瞳補正されてもよい。その場合、有効画素領域150の外周へ近づくにつれて、オンチップレンズ132に対するエアギャップ251の位置が有効画素領域150の中央側へシフトすることとなる。

[0103] 2. 5 作用・効果

以上のように、本実施形態によれば、ガラス基板234と半導体基板131との間に、半導体基板131に対してガラス基板234を支持する柱として機能する隔壁201が設けられるため、イメージセンサ200の強度を高

めて、反りなどの発生を抑制することが可能となる。

[0104] また、隔壁201の位置を隣接するオンチップレンズ132の境界部分211及び／又は212とすることで、オンチップレンズ132に入射する光が隔壁201によって遮られることも低減できるため、隔壁201を設けることによる量子効率の低下を抑制することも可能である。

[0105] その他の構成、動作及び効果は、上述した実施形態と同様であってよいため、ここでは詳細な説明を省略する。

[0106] 2. 6 ガラス基板の変形例

つづいて、ガラス基板234の変形例について、幾つか例を挙げて説明する。

[0107] 2. 6. 1 第1変形例

図21は、第1変形例に係るガラス基板の概略構成例を示す断面図である。なお、図21には、図16と同様に、図15におけるA-A面の一部断面構造例が示されている。

[0108] 図21に示すように、ガラス基板234Aでは、ガラス基板234における矩形の溝235（すなわち、エアギャップ251）が、円形の溝235A（すなわち、素子形成面と平行な面の形状が円形のエアギャップ251A）に置き換えられている。

[0109] このような円形のエアギャップ251Aによっても、第2の実施形態と同様に、ガラス基板234A及びイメージセンサ200の強度を向上させつつ、フレア現象による画質の低下を抑制することが可能となる。

[0110] また、半導体基板131の基板厚方向において、エアギャップ251Aの中心とオンチップレンズ132の中心とを位置合わせすることで、オンチップレンズ132に入射する光が隔壁201Aによって遮られることも低減できるため、隔壁201を設けることによる量子効率の低下を抑制することも可能である。

[0111] なお、素子形成面と平行な面の形状は、円形に限られず、楕円形や三角形以上の多角形など、種々変形することが可能である。

[0112] 2. 6. 2 第2変形例

図22は、第2変形例に係るエアギャップとオンチップレンズとの対応関係の一例を示す透過図である。

[0113] 上述した第2の実施形態では、1つのオンチップレンズ132に対して1つの溝235（すなわち、エアギャップ251）が対応するように、行隔壁201a及び列隔壁201bを設けられた場合を例示したが、このような構成に限定されるものではない。例えば、図22に例示するガラス基板235Bのように、複数（図22では、2×2の計4つ）のオンチップレンズ132に対して1つの溝235bが対応するように、言い換えれば、行列状に配列する複数のオンチップレンズを複数（図22では、2×2の計4つ）のオンチップレンズ132ごとに区画するように、行隔壁201a及び列隔壁201bが設けられてもよい。

[0114] このような構成によっても、第2の実施形態と同様に、ガラス基板234B及びイメージセンサ200の強度を向上させつつ、フレア現象による画質の低下を抑制することが可能となる。

[0115] なお、行隔壁201a及び列隔壁201bによって区画されるフォトダイオードPDの数は、2×2の計4つに限定されず、m（mは1以上の整数）×n（nは1以上の整数）個であってよい。

[0116] 2. 6. 3 第3変形例

図23は、第3変形例に係るガラス基板の概略構成例を示す断面図である。なお、図23には、図15におけるA-A面の断面構造例が示されている。

[0117] 図23に示すように、イメージセンサ200の強度を維持するためにガラス基板234Cに設ける隔壁201は、少なくとも1本あればよい。

[0118] 例えば、第1の実施形態に係るエアギャップ151を分断するように、少なくとも1本の隔壁201を設けることで、第2の実施形態と同様に、ガラス基板234C及びイメージセンサ200の強度を向上させつつ、フレア現象による画質の低下を抑制することが可能となる。

[0119] 2. 6. 4 第4変形例

図24は、第4変形例に係るイメージセンサの断面構造例を示す断面図である。なお、図24には、図15に示す断面に対応する断面が示されている。

[0120] 図24に例示するイメージセンサ200Dのように、半導体基板131に対してガラス基板234Dを支持する隔壁201Dは、樹脂層233を用いて構成されてもよい。

[0121] このような構成によっても、第2の実施形態と同様に、ガラス基板234D及びイメージセンサ200の強度を向上させつつ、フレア現象による画質の低下を抑制することが可能となる。

[0122] なお、樹脂層233による隔壁201Dは、例えば、樹脂層233の上層（ガラス基板234D側）と下層（半導体基板131側）とで異なる樹脂層を用い、上層の樹脂層を溝235の開口パターンと同形状のパターンで露光して固化することで、形成することが可能である。

[0123] 3. 第3の実施形態

次に、第3の実施形態に係る固体撮像装置及び電子機器について、図面を参照して詳細に説明する。なお、以下の説明において、上述した実施形態と同様の構成については、同一の符号を付し、その重複する説明を省略する。

[0124] 第3の実施形態では、第1の実施形態に係る電子機器1000において、イメージセンサ100が後述するイメージセンサ300に置き換えられている。イメージセンサ300は、例えば、第1の実施形態において図2等を用いて説明したイメージセンサ100と同様の機能構成を備える。ただし、本実施形態において、イメージセンサ300は、後述において例示するような断面構造を備える。

[0125] 3. 1 断面構造例

図25は、第3の実施形態に係るイメージセンサの断面構造例を示す断面図である。なお、本説明では、イメージセンサ300が裏面照射型である場合を例示するが、第1の実施形態と同様に、裏面照射型であっても表面照射

型であってもよい。

[0126] 図25に示すように、イメージセンサ300は、第2の実施形態において図15等を用いて説明したイメージセンサ200と同様の構成において、ガラス基板234における樹脂層133と接触する面に、遮光膜301が設けられている。

[0127] 遮光膜301の材料には、例えば、タングステン(W)、チタン(Ti)、カーボンレジストなど、可視光を遮光する特性を備える材料を用いることができる。

[0128] また、本実施形態における隔壁201は、第2の実施形態において説明したように、隣接するオンチップレンズ132の境界部分211及び212に配置されている。

[0129] このような構成とすることで、ある単位画素110に対応するエアギャップ251に入射した光が隣接する単位画素110に対応するオンチップレンズ132へ入射する、いわゆる隣接画素への光の漏れ込みを低減することが可能となる。それにより、イメージセンサ300の画素分離特性を向上して混色を低減することが可能となるため、画質の低下を抑制することが可能となる。

[0130] 3. 2 製造方法

次に、第3の実施形態に係るイメージセンサ300の製造方法について、図面を参照して詳細に説明する。なお、以下の説明において、第1又は第2の実施形態に係るイメージセンサ100又は200の製造方法と同様の工程については、それを引用することで、重複する説明を省略する。図26及び図27は、第3の実施形態に係るイメージセンサの製造方法の一例を示すプロセス断面図である。

[0131] 本製造方法では、まず、第1の実施形態において図7を用いて説明した工程と同様に、行列状に配列する複数のフォトダイオードPD及び転送トランジスタ111を備える半導体基板131と、単位画素110におけるその他の回路素子及び周辺回路を備える半導体基板136と、単位画素110ごと

のオンチップレンズ132とを備える半導体チップが作製される。

[0132] 一方、本実施形態では、ガラス基板234を作製する工程においては、図26に示すように、まず、ガラス基板234のベースとなるガラス基板234Aにおける1つの主面（これを裏面とする）に、遮光膜301Aが形成される。

[0133] 次に、遮光膜301A上に、溝235の開口形状と同じ形状の開口A21を持つマスクM21が形成される。マスクM21の形成は、第2の実施形態において図18を用いて説明した工程と同様であってよい。

[0134] 次に、ガラス基板234AにおけるマスクM1が形成された裏面をエッチングすることで、図27に示すように、溝235及びアライメントマーク142を備え、少なくとも隔壁201の底面に遮光膜301が形成されたガラス基板234を作製する。ガラス基板234Aのエッチングには、第2の実施形態において図18を用いて説明した工程と同様であってよい。また、溝235、アライメントマーク142及び遮光膜301を形成後、マスクM21は、所定の除去液等によって除去される。

[0135] その後、第1の実施形態において、図10～図13を用いて説明した同様の構成により、樹脂層133を用いてガラス基板234を半導体基板131に接着し、そして、引出し電極137及びボールバンプ138を形成することで、図25に例示するような断面構造を備えるイメージセンサ300が製造される。

[0136] 3. 3 作用・効果

以上のように、第3の実施形態によれば、少なくとも有効画素領域150内の隔壁201の底面に、遮光膜301が設けられる。これにより、ある単位画素110に対応するエアギャップ251に入射した光が隣接する単位画素110に対応するオンチップレンズ132へ入射する、いわゆる隣接画素への光の漏れ込みを低減することが可能となるため、イメージセンサ300の画素分離特性を向上して混色を低減することが可能となり、それにより、画質の低下を抑制することが可能となる。

[0137] なお、本実施形態では、第2の実施形態に係るイメージセンサ200をベースとした場合を例示したが、ベースとする実施形態は、第2の実施形態に限定されず、その変形例や第1の実施形態など、他の実施形態又はその変形例とすることも可能である。

[0138] また、その他の構成、動作及び効果は、上述した実施形態と同様であってよいので、ここでは詳細な説明を省略する。

[0139] 4. 第4の実施形態

次に、第4の実施形態に係る固体撮像装置及び電子機器について、図面を参照して詳細に説明する。なお、以下の説明において、上述した実施形態と同様の構成については、同一の符号を付し、その重複する説明を省略する。

[0140] 第4の実施形態では、第1の実施形態に係る電子機器1000において、イメージセンサ100が後述するイメージセンサ400に置き換えられている。イメージセンサ400は、例えば、第1の実施形態において図2等を用いて説明したイメージセンサ100と同様の機能構成を備える。ただし、本実施形態において、イメージセンサ400は、後述において例示するような断面構造を備える。

[0141] 4. 1 断面構造例

図28は、第4の実施形態に係るイメージセンサの断面構造例を示す断面図である。なお、本説明では、イメージセンサ400が裏面照射型である場合を例示するが、第1の実施形態と同様に、裏面照射型であっても表面照射型であってもよい。

[0142] 図28に示すように、イメージセンサ400は、第3の実施形態において図25等を用いて説明したイメージセンサ300と同様の構成において、ガラス基板234における隔壁201の底面に加え、隔壁201の側面にも、遮光膜401が設けられている。

[0143] 遮光膜401の材料には、第3の実施形態に係る遮光膜301と同様に、例えば、タングステン（W）、チタン（Ti）、カーボンレジストなど、可視光を遮光する特性を備える材料を用いることができる。

[0144] また、本実施形態における隔壁201は、第2の実施形態において説明したように、隣接するオンチップレンズ132の境界部分211及び212に配置されている。

[0145] このような構成とすることで、隣接画素への光の漏れ込みをより低減することが可能となる。それにより、イメージセンサ400の画素分離特性をより向上して混色をさらに低減することが可能となるため、画質の低下をさらに抑制することが可能となる。

[0146] 4. 2 製造方法

次に、第4の実施形態に係るイメージセンサ400の製造方法について、図面を参照して詳細に説明する。なお、以下の説明において、上述した実施形態に係るイメージセンサ100、100A、200、200D又は300の製造方法と同様の工程については、それを引用することで、重複する説明を省略する。図29及び図30は、第4の実施形態に係るイメージセンサの製造方法の一例を示すプロセス断面図である。

[0147] 本製造方法では、まず、第1の実施形態において図7を用いて説明した工程と同様に、行列状に配列する複数のフォトダイオードPD及び転送トランジスタ111を備える半導体基板131と、単位画素110におけるその他の回路素子及び周辺回路を備える半導体基板136と、単位画素110ごとのオンチップレンズ132とを備える半導体チップが作製される。

[0148] 一方、ガラス基板234を作製する工程においては、第2の実施形態において図18を用いて説明した工程と同様の工程により、裏面に溝235が形成されたガラス基板234が形成される。

[0149] 次に、例えば、スパッタリングやCVD (Chemical Vapor Deposition) などの成膜技術を用いることで、図29に示すように、ガラス基板234の溝235が形成された面に、タングステン(W)などによる遮光膜401Aを形成する。その際、溝235の側面（すなわち、隔壁201の側面）及び底面にも、遮光膜401Aが形成される。

[0150] 次に、例えば、ガラス基板234における遮光膜401Aが形成された面

を全面エッチバックすることで、溝 235 の底面に形成された遮光膜 401 A を除去して、隔壁 201 の上面と側面に遮光膜 401 を形成する。その際、隔壁 201 上面の遮光膜 401 は、薄膜化されてもよい。

[0151] その後、第 1 の実施形態において、図 10～図 13 を用いて説明した同様の構成により、樹脂層 133 を用いてガラス基板 234 を半導体基板 131 に接着し、そして、引出し電極 137 及びボールバンプ 138 を形成することで、図 28 に例示するような断面構造を備えるイメージセンサ 400 が製造される。

[0152] 4. 2. 1 製造方法の変形例

なお、上述では、全面エッチバックにより遮光膜 401 A を遮光膜 401 に加工する場合を例示したが、このような手法に限定されず、例えば、図 31 に例示するように、隔壁 201 の上面及び側面の遮光膜 401 A 上に、遮光膜 401 A の窪みの開口と同様の開口形状 A41 を有するマスク M41 を形成し、その状態で溝 235 底部の遮光膜 401 A を RIE (Reactive Ion Etching) などにより除去することで、遮光膜 401 A を遮光膜 401 に加工してもよい。なお、マスク M41 の形成には、フォトリソグラフィなどの技術を用いることができる。

[0153] 4. 3 作用・効果

以上のように、第 4 の実施形態によれば、少なくとも有効画素領域 150 内の隔壁 201 の底面及び側壁に、遮光膜 301 が設けられる。これにより、隣接画素への光の漏れ込みをより低減することが可能となるため、イメージセンサ 400 の画素分離特性をより向上して混色をさらに低減することが可能となる。それにより、画質の低下をさらに抑制することが可能となる。

[0154] なお、本実施形態では、第 3 の実施形態に係るイメージセンサ 300 をベースとした場合を例示したが、ベースとする実施形態は、第 3 の実施形態に限定されず、その変形例や第 1 又は第 2 の実施形態など、他の実施形態又はその変形例とすることも可能である。

[0155] また、その他の構成、動作及び効果は、上述した実施形態と同様であって

よいため、ここでは詳細な説明を省略する。

[0156] 5. 第5の実施形態

次に、第5の実施形態に係る固体撮像装置及び電子機器について、図面を参照して詳細に説明する。なお、以下の説明において、上述した実施形態と同様の構成については、同一の符号を付し、その重複する説明を省略する。

[0157] 第5の実施形態では、第1の実施形態に係る電子機器1000において、イメージセンサ100が後述するイメージセンサ500に置き換えられている。イメージセンサ500は、例えば、第1の実施形態において図2等を用いて説明したイメージセンサ100と同様の機能構成を備える。ただし、本実施形態において、イメージセンサ500は、後述において例示するような断面構造を備える。

[0158] 5. 1 断面構造例

図32は、第5の実施形態に係るイメージセンサの断面構造例を示す断面図である。なお、本説明では、イメージセンサ500が裏面照射型である場合を例示するが、第1の実施形態と同様に、裏面照射型であっても表面照射型であってもよい。

[0159] 図32に示すように、イメージセンサ500は、第4の実施形態において図28等を用いて説明したイメージセンサ400と同様の構成において、ガラス基板234における溝235が形成された面と反対側の面に、反射防止膜501が設けられている。

[0160] 反射防止膜501は、例えば、シリコン酸化膜(SiO_2 膜)と窒化チタン膜(TiN)とが交互に積層された誘電体多層膜など、少なくとも可視光を高効率で透過させる種々の反射防止膜であってよい。

[0161] このように、光の入射面であるガラス基板234の上面に反射防止膜501を設けることで、ガラス基板234の上面で反射する光を低減して入射効率を高めることが可能となる。それにより、各単位画素110のフォトダイオードPDに入射する光量を増加させてコントラストを高めることが可能となるため、画質の低下をさらに抑制することが可能となる。

[0162] 5. 2 製造方法

次に、第5の実施形態に係るイメージセンサ500の製造方法について、図面を参照して詳細に説明する。なお、以下の説明において、上述した実施形態に係るイメージセンサ100、100A、200、200D、300又は400の製造方法と同様の工程については、それを引用することで、重複する説明を省略する。図33は、第5の実施形態に係るイメージセンサの製造方法の一例を示すプロセス断面図である。

[0163] 本製造方法では、まず、第1の実施形態において図7を用いて説明した工程と同様に、行列状に配列する複数のフォトダイオードPD及び転送トランジスタ111を備える半導体基板131と、単位画素110におけるその他の回路素子及び周辺回路を備える半導体基板136と、単位画素110ごとのオンチップレンズ132とを備える半導体チップが作製される。

[0164] 一方、ガラス基板234を作製する工程においては、図33に示すように、まず、ガラス基板234Aの上面（溝235が形成される面と反対側の面）上に、反射防止膜501が形成される。反射防止膜501の成膜には、一般的な成膜技術が用いられてよい。

[0165] 次に、第2の実施形態において図18を用いて説明した工程と同様の工程により、裏面に溝235が形成されたガラス基板234を作製し、つづいて、溝235の側面（すなわち、隔壁201の側面）及び底面に遮光膜401を形成する。

[0166] その後、第1の実施形態において、図10～図13を用いて説明した同様の構成により、樹脂層133を用いてガラス基板234を半導体基板131に接着し、そして、引出し電極137及びボールバンプ138を形成することで、図32に例示するような断面構造を備えるイメージセンサ500が製造される。

[0167] 5. 3 作用・効果

以上のように、第5の実施形態によれば、光の入射面であるガラス基板234の上面に反射防止膜501が設けられる。これにより、ガラス基板23

4の上面で反射する光を低減して入射効率を高めることが可能となるため、各単位画素110のフォトダイオードPDに入射する光量を増加させてコントラストを高めることが可能となる。それにより、画質の低下をさらに抑制することが可能となる。

[0168] なお、本実施形態では、第4の実施形態に係るイメージセンサ400をベースとした場合を例示したが、ベースとする実施形態は、第4の実施形態に限定されず、その変形例や第1、第2又は第3の実施形態など、他の実施形態又はその変形例とすることも可能である。

[0169] また、その他の構成、動作及び効果は、上述した実施形態と同様であってよいので、ここでは詳細な説明を省略する。

[0170] 6. 第6の実施形態

第5の実施形態では、ガラス基板234の上面に、誘電体多層膜などによる反射防止膜501を設けた場合を例示したが、ガラス基板234の上面に配置する膜は、反射防止膜501に限定されず、種々変更することが可能である。

[0171] そこで第6の実施形態では、ガラス基板234の上面に配置する膜を、反射防止膜501に代えて、赤外光を遮断するカラーフィルタ（以下、IRカットフィルタという）とした場合について、例を挙げて説明する。

[0172] なお、以下の説明において、上述した実施形態と同様の構成については、同一の符号を付し、その重複する説明を省略する。

[0173] 6. 1 断面構造例

図34は、第6の実施形態に係るイメージセンサの断面構造例を示す断面図である。なお、本説明では、イメージセンサ600が裏面照射型である場合を例示するが、第1の実施形態と同様に、裏面照射型であっても表面照射型であってもよい。

[0174] 図34に示すように、イメージセンサ600は、第4の実施形態において図28等を用いて説明したイメージセンサ400と同様の構成において、ガラス基板234における溝235が形成された面と反対側の面に、IRカッ

トフィルタ 601 が設けられている。

[0175] IR カットフィルタ 601 は、例えば、赤外光又は近赤外光に対する吸収率が高い材料を用いて形成された膜であってよい。

[0176] このように、光の入射面であるガラス基板 234 の上面に IR カットフィルタ 601 を設けることで、赤外光の入射によるノイズを低減することが可能となるため、画質の低下をさらに抑制することが可能となる。

[0177] 6. 2 製造方法

次に、第 6 の実施形態に係るイメージセンサ 600 の製造方法について、図面を参照して詳細に説明する。なお、以下の説明において、上述した実施形態に係るイメージセンサ 100、100A、200、200D、300、400 又は 500 の製造方法と同様の工程については、それを引用することで、重複する説明を省略する。図 35 は、第 6 の実施形態に係るイメージセンサの製造方法の一例を示すプロセス断面図である。

[0178] 本製造方法では、まず、第 1 の実施形態において図 7 を用いて説明した工程と同様に、行列状に配列する複数のフォトダイオード PD 及び転送トランジスタ 111 を備える半導体基板 131 と、単位画素 110 におけるその他の回路素子及び周辺回路を備える半導体基板 136 と、単位画素 110 ごとのオンチップレンズ 132 とを備える半導体チップが作製される。

[0179] 一方、ガラス基板 234 を作製する工程においては、図 35 に示すように、まず、ガラス基板 234A の上面（溝 235 が形成される面と反対側の面）上に、IR カットフィルタ 601 が形成される。IR カットフィルタ 601 の成膜には、一般的な成膜技術が用いられてよい。

[0180] 次に、第 2 の実施形態において図 18 を用いて説明した工程と同様の工程により、裏面に溝 235 が形成されたガラス基板 234 を作製し、つづいて、溝 235 の側面（すなわち、隔壁 201 の側面）及び底面に遮光膜 401 を形成する。

[0181] その後、第 1 の実施形態において、図 10～図 13 を用いて説明した同様の構成により、樹脂層 133 を用いてガラス基板 234 を半導体基板 131

に接着し、そして、引出し電極 1 3 7 及びボールバンプ 1 3 8 を形成することで、図 3 4 に例示するような断面構造を備えるイメージセンサ 6 0 0 が製造される。

[0182] 6. 3 作用・効果

以上のように、第 6 の実施形態によれば、光の入射面であるガラス基板 2 3 4 の上面に I R カットフィルタ 6 0 1 が設けられる。これにより、赤外光の入射によるノイズを低減することが可能となるため、画質の低下をさらに抑制することが可能となる。

[0183] なお、本実施形態では、第 4 の実施形態に係るイメージセンサ 4 0 0 をベースとした場合を例示したが、ベースとする実施形態は、第 4 の実施形態に限定されず、その変形例や第 1、第 2、第 3 又は第 5 の実施形態など、他の実施形態又はその変形例とすることも可能である。

[0184] また、その他の構成、動作及び効果は、上述した実施形態と同様であってよいので、ここでは詳細な説明を省略する。

[0185] 7. 第 7 の実施形態

次に、第 7 の実施形態に係る固体撮像装置及び電子機器について、図面を参照して詳細に説明する。なお、以下の説明において、上述した実施形態と同様の構成については、同一の符号を付し、その重複する説明を省略する。

[0186] 上述した実施形態では、オンチップレンズ 1 3 2 上に平坦膜である樹脂層 1 3 3 を配置し、樹脂層 1 3 3 とガラス基板 1 3 4 との間に隙間（エアギャップ 1 5 1）を設けることで、ガラス基板 1 3 4 の上面での反射に起因したフレア現象（図 5 参照）の発生による画質の低下を抑制していた。ただし、このような構成では、依然として、樹脂層 1 3 3 の上面での反射が発生し得るため、弱いフレア現象が発生して画質が低下してしまう可能性が存在する。

[0187] また、昨今の多画素化及び高画質化が追求されたイメージセンサでは、画素数の増加によってチップサイズが大きくなってきている。そのため、イメージセンサの剛性を高めて反りや破損などの発生を抑制するためには、ガラ

ス基板に対してイメージセンサチップを隔壁やポール等の構造物で支えることが望ましい。

[0188] ただし、イメージセンサチップを支えるための構造物が大きいと、構造物で反射した光が本来入射すべき画素とは異なる画素に入射してしまい、画素間で混色が発生して画質が低下してしまう可能性が存在する。

[0189] そこで本実施形態では、イメージセンサチップとガラス基板との間にエアギャップを設けた構造において、複数の微細な支柱によりガラス基板に対してイメージセンサチップを支える構造とする。その際、オンチップレンズが樹脂層等で覆われていない構造とすることで、樹脂層等での反射を無くすることが可能となるため、フレア現象の発生をより低減して画質の低下を抑制することが可能となる。

[0190] また、イメージセンサチップを支える微細な支柱には、例えば、画素サイズ（例えば、各フォトダイオードPDの受光面のサイズ）に対して非常に細い構造物を用いることができる。画素サイズに対して非常に細い支柱を用いることで、支柱側面での反射を低減することが可能となるため、混色による画質の低下を抑制することが可能となる。

[0191] さらに、1つの単位画素110に対して複数の支柱を設けてガラス基板を支えることで、イメージセンサの剛性を高めることが可能となるため、受光素子やロジック回路等が設けられたイメージセンサチップの反りや破損などの発生を抑制することも可能となる。

[0192] さらにまた、イメージセンサチップを支える支柱を微細な構造物とすることで、支柱形状の不均一性が画質に与える影響が低減されているため、支柱に要求される形状の正確性（規則性）が緩和され、より容易に支柱を製造することが可能となる。

[0193] 7. 1 断面構造例

図36は、第7の実施形態に係るイメージセンサの断面構造例を示す断面図である。図37は、図36におけるオンチップレンズと支柱との位置関係を示す上視図である。なお、本説明では、イメージセンサ700が裏面照射

型である場合を例示するが、第1の実施形態と同様に、裏面照射型であっても表面照射型であってもよい。

[0194] 図36及び図37に示すように、イメージセンサ700は、第1の実施形態において図6等を用いて説明したイメージセンサ100と同様の構成において、半導体基板131とガラス基板134との間のエアギャップ151内に、ガラス基板134に対して半導体基板131（又はオンチップレンズ132）を支えるための複数の微細な支柱701が設けられた構造を備える。なお、図36では、例えば、第1の実施形態における溝135が設けられたガラス基板134（図6等参照）が、透明な平行平板であるガラス基板734と、ガラス基板734及び半導体基板131の縁に沿って設けられたシール部735とに置き換えられているが、これに限定されず、上述した実施形態と同様の構造であってもよい。

[0195] 図37に示すように、本実施形態では、1つの画素（例えば、1つのオンチップレンズ132）に対しては、複数（図37では5つ）の支柱701が配置されている。

[0196] 各支柱701の断面形状は、円形（楕円形を含む）であってもよいし、三角形や四角形等を含む多角形であってもよいし、その他の形状であってもよい。また、各支柱701は、上端から下端までの断面幅が略等しい柱形状であってもよいし、上端から下端にかけて断面幅が広がるテーパ形状であってもよいし、上端から下端にかけて断面幅が狭まる逆テーパ形状であってもよい。さらに、複数の支柱701は、ランダムに配置されてもよいし、規則的に配置されてもよい。

[0197] ここで、イメージセンサ700の剛性を向上する上で好ましい支柱701の断面積（以下、径とする）と本数（以下、密度とする）とについて説明する。

[0198] 図38は、比較例として例示するイメージセンサの断面構造例を示す断面図である。図38に示すイメージセンサ799は、図36に示すイメージセンサ700と同様の構成において、支柱701が省略されている。

[0199] 図38において、L1はエアギャップ151の長さであり、T1は半導体基板131及び136が構成する積層基板の基板厚であり、 $\delta 1$ は積層基板の基板厚方向の変位量であり、Wは積層基板に与えられた応力である。

[0200] 変位量 $\delta 1$ は、例えば、以下の式(1)に示す固定端梁の計算式から、エアギャップ151の長さL1の4乗で変化する。したがって、仮に長さL1が2倍になると、変位量 $\delta 1$ は16倍となり、画素間でのフォトダイオードPDの位置が大きく変化するため、光学的な影響が大きくなり、画質が劣化してしまう。また、変位量 $\delta 1$ が大きくなることで半導体基板131及び136そのものがダメージを受けてクラック等の破損が生じる可能性も存在する。なお、式(1)において、Eはヤング率であり、Iは断面2次モーメントである。

[数1]

$$\delta 1 = \frac{W \times L1^4}{384 \times E \times I} \quad (1)$$

[0201] 一方、本実施形態のように、各単位画素110のオンチップレンズ132上に複数の微細な支柱701を設けることで、単位画素110とガラス基板734との間にフレア防止のためのエアギャップ151を設けつつ、積層基板の変位量 $\delta 2$ を低減することが可能となる。

[0202] 例えば、エアギャップ151の長さL1が10mm(ミリメートル)、画素ピッチ(単位画素110間の距離)が1.5 μ m(マイクロメートル)であるイメージセンサ700に対して図37に示すような各画素5本ずつの支柱701を配置した場合、例えば、支柱701間の距離L2を0.5 μ mとすることができる。その場合、イメージセンサ799における積層基板の変位量 $\delta 1$ に対するイメージセンサ700における積層基板の変位量 $\delta 2$ は、上記式(1)より、 $\delta 2 / \delta 1 = 0.5^4 / 10000^4 = 6.25 \times 10^{-18}$ と、無視できる程度に非常に小さい値となる。

[0203] また、支柱701の側面で光が反射することによるフレア現象は、各支柱701が微細な構造物であるため、例えば第2の実施形態のような隔壁20

1を用いた場合と比較して、十分小さくすることが可能となる。

[0204] また、図39に示すように、半導体基板131からガラス基板734までの距離Z2を例えば1画素の寸法（例えば、各単位画素110又は各フォトダイオードPDの素子形成面方向のサイズ）よりも短く（例えば1 μ m以下）することで、微細な支柱701により低減された反射光の入射先を、本来入射すべき画素やその隣接画素程度に留めることが可能となるため、混色の影響を抑えて画質の低下をさらに抑制することが可能となる。

[0205] なお、支柱701の径は、それに用いた材料の圧縮及び引張に対する強度に基づいて決定されてもよい。例えば、1～3MPa（メガパスカル）の応力Wに対し、支柱701をアクリル系などの樹脂材料で作成にした場合、各支柱701には、圧縮及び引張に対して、45～70MPa程度の引張強さが求められる。例えば、応力W=3MPa、単位面積あたりの引張強さ σ =50MPaとすると、各単位画素110の面積に対する支柱701の面積の比率は、 $W/\sigma=3/50$ となり、0.06程度にまで小さくすることができる。

[0206] そこで、画素サイズを1.5 μ mとし、1画素あたり5本の支柱701（図38参照）を設けることとした場合には、各支柱701の径は、0.18 μ mとすることができる。このように、画素サイズ1.5 μ mに対して支柱701のサイズを約1/10とすることが可能となるため、支柱701の側面で反射する率を大幅に低減することができる。

[0207] また、支柱701のサイズが単位画素110のサイズに対して非常に小さいため、支柱701の多少の位置ずれや形状のバラツキに対しても、光学的な影響が小さく抑えられている。一方で、支柱701の径とピッチとがある程度保たれていれば、ガラス基板734に対してイメージセンサチップを支える強度を維持することが可能であることから、支柱701を作成するプロセス精度を低くすることが可能であるため、比較的容易に支柱701及びイメージセンサ700を作製することが可能である。

[0208] 7.2 製造方法

次に、第7の実施形態に係るイメージセンサ700の製造方法について、図面を参照して詳細に説明する。なお、以下の説明において、上述した実施形態に係るイメージセンサの製造方法と同様の工程については、それを引用することで、重複する説明を省略する。図40及び図41は、第7の実施形態に係るイメージセンサの製造方法の一例を示すプロセス断面図である。

[0209] 本製造方法では、まず、第1の実施形態において図7を用いて説明した工程と同様に、行列状に配列する複数のフォトダイオードPD及び転送トランジスタ111を備える半導体基板131と、単位画素110におけるその他の回路素子及び周辺回路を備える半導体基板136と、単位画素110ごとのオンチップレンズ132とを備える半導体チップが作製される。

[0210] 次に、本実施形態では、オンチップレンズ132が設けられた半導体基板131上に感光性の透明な樹脂を例えばスピコートにより塗布する。つづいて、図40に示すように、形成された樹脂層に、支柱701及びシール部735のパターンを転写することで、樹脂層を半硬化させて、支柱701及びシール部735を形成する。

[0211] 次に、半硬化された支柱701及びシール部735上にガラス基板734を載置し、ガラス基板734を支柱701及びシール部735に加圧した状態で加熱することで、図41に示すように、ガラス基板734を支柱701及びシール部735に貼り合わせる。

[0212] その後、第1の実施形態において、図11～図13を用いて説明した同様の構成により、引出し電極137及びボールバンプ138を形成することで、図36に例示するような断面構造を備えるイメージセンサ700が製造される。

[0213] 7. 3 作用・効果

以上のように、本実施形態では、イメージセンサチップとガラス基板734との間にエアギャップを設けた構造において、複数の微細な支柱701によりガラス基板734に対してイメージセンサチップが支持される。その際、オンチップレンズ132が樹脂層等で覆われていない構造とすることで、

樹脂層等での反射を無くすることが可能となるため、フレア現象の発生をより低減して画質の低下を抑制することが可能となる。

[0214] また、イメージセンサチップを支える微細な支柱701には、例えば、画素サイズに対して非常に細い構造物が用いられているため、支柱701の側面での反射が低減されて、混色による画質の低下を抑制することが可能となる。

[0215] さらに、1つの単位画素110に対して複数の支柱701を設けてガラス基板を支えることで、イメージセンサ700の剛性を高められているため、受光素子やロジック回路等が設けられたイメージセンサチップの反りや破損などの発生を抑制することも可能となる。

[0216] さらにまた、イメージセンサチップを支える支柱701を微細な構造物とすることで、支柱形状の不均一性が画質に与える影響が低減されているため、支柱に要求される形状の正確性（規則性）が緩和され、より容易に支柱を製造することが可能となる。

[0217] さらにまた、支柱701を微細な構造とすることで、オンチップレンズ132の頂点からガラス基板734までの距離Zを小さくする（例えば、1 μ m以下）ことが可能となるため、支柱701の側面で反射した光による混色の影響をより低減することが可能となる。

[0218] なお、支柱701の断面積（基板厚方向と垂直な平面における断面積）の総和は、予想される応力Wと、支柱701に使用した材料の圧縮、引張強さ σ との比に基づいて決定することができる。例えば、積層基板（131、136）に与えられる応力をW、支柱701の引張強さを σ 、積層基板（131、136）とガラス基板734との間のエアギャップ151の面積をARとした場合、支柱701の断面積の総面積（（支柱の径²／4× π ）×本数）PRが以下の式（2）を満たすように、各支柱701の径が決定されてもよい。

$$PR > AR \times W / \sigma \quad (2)$$

[0219] なお、支柱701を介して伝搬する応力Wが半導体基板131及び136

の一部に集中することを防止するためには、例えば、支柱701の本数を多くすることが有利であり、また、支柱701を画素アレイ部101に満遍なく分散させることが有利である。

[0220] その他の構成、動作及び効果は、上述した実施形態と同様であってよいため、ここでは詳細な説明を省略する。

[0221] 8. 第8の実施形態

次に、第8の実施形態に係る固体撮像装置及び電子機器について、図面を参照して詳細に説明する。なお、以下の説明において、上述した実施形態と同様の構成については、同一の符号を付し、その重複する説明を省略する。

[0222] 上述した第7の実施形態では、ランダム又は規則的に配置された無数の微細な支柱701により、イメージセンサチップをガラス基板734に対して支持する構造を例示した。これに対し、第8の実施形態では、より支柱701の本数を低減することが可能な構造について、例を挙げて説明する。

[0223] 8. 1 断面構造例

図42は、第8の実施形態に係るイメージセンサの断面構造例を示す断面図である。図43は、図42におけるオンチップレンズと支柱との位置関係を示す上視図である。なお、本説明では、イメージセンサ800が裏面照射型である場合を例示するが、第1の実施形態と同様に、裏面照射型であっても表面照射型であってもよい。

[0224] 図42及び図43に示すように、イメージセンサ800は、第7の実施形態において図36等を用いて説明したイメージセンサ700と同様の構成において、単位画素110ごとに複数設けられた微細な支柱701が、1つの単位画素110に対して1つずつ設けられた複数の微細な支柱801に置き換えられた構造を備える。

[0225] 図43に示すように、各支柱801は、各オンチップレンズ132の頂点に配置されてよい。また、各支柱801の断面形状は、支柱701と同様に、円形や多角形など、種々変形されてよい。さらに、各支柱701は、支柱701と同様に、柱形状やテーパ形状や逆テーパ形状など、種々変形されて

よい。

[0226] このように、1つの単位画素110に対して1つの支柱801を配置する場合、支柱801をオンチップレンズ132の頂点に配置することで、図44に示すように、支柱801の側面から隣接する単位画素110までの距離 $L3a$ を大きくすることが可能となる。それにより、支柱801の側面で反射した光が隣接画素に入射する割合をより低減することが可能となるため、混色の影響をさらに抑えて画質の低下をより抑制することが可能となる。

[0227] また、支柱801間の距離 $L3$ を $1.5\mu m$ とした場合、 $\delta 3/\delta 1$ の比率が上述した式(1)から $1.5^4/10000^4=5.06\times 10^{-16}$ と微小な値となるため、変位量 $\delta 3$ は無視できる程度に非常に小さい値となる。

[0228] なお、例えば、応力 $W=3MPa$ 、引張強さ $\sigma=50MPa$ 、画素サイズ $1.5\mu m$ とすると、支柱801に必要な径が $0.42\mu m$ と、画素サイズの30%程度の大きさになるが、図45に示すように、各単位画素110の中心部に入射した光は、支柱801を通して略ストレートに単位画素110の受光面に入射するため、各単位画素110において、入射光の集光に与える影響は無視できる程度に小さいものと考えられる。なお、図45には、説明の都合上、半導体基板131上の平坦化膜161及びカラーフィルタ162が省略されずに示されているが、他の図面を用いて説明したイメージセンサの断面構造でも同様に、半導体基板131上には平坦化膜161及びカラーフィルタ162が配置されていてよい。

[0229] なお、瞳補正する場合には、像高に応じてオンチップレンズ132に対する支柱801の位置をオンチップレンズ132の頂点からずらしてもよい。

[0230] 8. 2 作用・効果

以上のように、本実施形態では、1つの単位画素110に対して1つの支柱801を設けてガラス基板を支えることで、イメージセンサ800の剛性が高められているため、受光素子やロジック回路等が設けられたイメージセンサチップの反りや破損などの発生を抑制することが可能となる。

[0231] また、支柱801をオンチップレンズ132の頂点付近に配置することで

、焦点距離が短い撮像レンズの光入射角度に対しても、隣接画素に与える影響を低減することが可能となる。

[0232] その他の構成、動作、製造方法及び効果は、上述した実施形態と同様であってよいため、ここでは詳細な説明を省略する。

[0233] 9. 第9の実施形態

次に、第9の実施形態に係る固体撮像装置及び電子機器について、図面を参照して詳細に説明する。なお、以下の説明において、上述した実施形態と同様の構成については、同一の符号を付し、その重複する説明を省略する。

[0234] 上述した第8の実施形態では、1つの単位画素110に対して1つの支柱801を配置することで、配置する支柱801の数を減少させる場合を例示した。これに対し、第9の実施形態では、さらに支柱801の本数を低減することが可能な構造について、例を挙げて説明する。

[0235] 9. 1 断面構造例

図46は、第9の実施形態に係るイメージセンサの断面構造例を示す断面図である。図47は、図46におけるオンチップレンズと支柱との位置関係を示す上視図である。なお、本説明では、イメージセンサ900が裏面照射型である場合を例示するが、第1の実施形態と同様に、裏面照射型であっても表面照射型であってもよい。

[0236] 図46及び図47に示すように、イメージセンサ900は、第8の実施形態において図42等を用いて説明したイメージセンサ800と同様の構成において、単位画素110ごとに1つずつ設けられた微細な支柱801が、アレイ状に配列する複数の単位画素110のうちの一部の単位画素110AFに設けられた支柱901に置き換えられた構造を備える。

[0237] 図47に示すように、支柱901は、例えば、画素アレイ部101に例えば一定間隔で分散配置された像面位相差方式AF（オートフォーカス）用の単位画素110AFそれぞれに配置されてもよい。

[0238] このAF用の単位画素110AFは、イメージデータの生成には使用されない、すなわちイメージデータを生成する際には読出し対象とならない単位

画素であってよく、イメージセンサ900の焦点を自動制御（AF）する際に読出し対象とされる単位画素であってよい。その場合、イメージセンサ900から出力されるイメージデータにおいて欠落した画素（単位画素110AFに対応する画素）の画素値は、例えば、周辺画素の画素値に基づいた画素補間により補間されてもよい。

[0239] このように、AF用の単位画素110AFを対称として支柱901を配置することで、イメージセンサ900から出力されるイメージデータへの影響を低減又は回避することが可能となる。また、支柱901の本数を減らすことで、支柱901の側面で反射した光の影響を受ける単位画素110の数を減少させることが可能となるため、画質の低下をより抑制することが可能となる。

[0240] 支柱901は、支柱801と同様に、各オンチップレンズ132の頂点に配置されてよい。また、各支柱901の断面形状は、支柱801と同様に、円形や多角形など、種々変形されてよい。さらに、各支柱901は、支柱801と同様に、柱形状やテーパ形状や逆テーパ形状など、種々変形されてよい。

[0241] ここで、画素サイズを $1.5\mu\text{m}$ とし、間に5つの単位画素110を挟んでAF用の単位画素110AFを配置したとすると、 $\delta 4 / \delta 1$ の比率が上述した式（1）から $(1.5 \times 4)^4 / 10000^4 = 1.296 \times 10^{-13}$ と微小な値となるため、変位量 $\delta 4$ は無視できる程度に非常に小さい値となる。

[0242] また、例えば、応力 $W = 3\text{MPa}$ 、引張強さ $\sigma = 50\text{MPa}$ とすると、単位画素110AFの面積に対する支柱901に必要な面積の比 W / σ が $3 / 50$ となる。その場合、50個の単位画素110に対して3つの単位画素110AF（すなわち、3つの支柱901）を配置することで、イメージセンサチップの強度を確保することができる。

[0243] 9. 2 作用・効果

以上のように、本実施形態では、イメージデータの生成に使用されないA

F用の単位画素110AFに支柱901が設けられているため、支柱901の側面で反射した光の影響を受ける単位画素110の数を減少させることが可能となる。それにより、画質の低下をより抑制することが可能となる。

[0244] その他の構成、動作、製造方法及び効果は、上述した実施形態と同様であってよい。ここでは詳細な説明を省略する。

[0245] 10. 第7～第9の実施形態の変形例

なお、上述した第7の実施形態では、オンチップレンズ132が樹脂層で覆われていない場合を例示したが、これに限定されず、例えば、図48に例示するイメージセンサ700Aのように、オンチップレンズ132が樹脂層133で覆われ、その上にシール部735及び支柱701とガラス基板734とが積層された構造であってもよい。ただし、図48は、第7の実施形態に係るイメージセンサ700をベースとした変形例であり、他の実施形態にも同様に応用することが可能である。

[0246] また、図49に例示するイメージセンサ800Aのように、ガラス基板734をオンチップレンズ132で直接支持する構造とすることも可能である。その場合、例えば第8の実施形態における支柱801が省略され、支柱801の側面での反射が無くなるため、混色による画質の低下をより抑制することが可能となる。

[0247] 11. 移動体への応用例1

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。

[0248] 図50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。

[0249] 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50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。

[0250] 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。

[0251] ボディ系制御ユニット１２０２０は、各種プログラムにしたがって車体に装備された各種装置の動作を制御する。例えば、ボディ系制御ユニット１２０２０は、キーレスエントリシステム、スマートキーシステム、パワーウィンドウ装置、あるいは、ヘッドランプ、バックランプ、ブレーキランプ、ウinker又はフォグランプ等の各種ランプの制御装置として機能する。この場合、ボディ系制御ユニット１２０２０には、鍵を代替する携帯機から発信される電波又は各種スイッチの信号が入力され得る。ボディ系制御ユニット１２０２０は、これらの電波又は信号の入力を受け付け、車両のドアロック装置、パワーウィンドウ装置、ランプ等を制御する。

[0252] 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。

[0253] 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。

[0254] 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。

[0255] 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。

[0256] 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。

[0257] 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。

[0258] 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50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。

[0259] 図51は、撮像部12031の設置位置の例を示す図である。

[0260] 図51では、撮像部12031として、撮像部12101、12102、12103、12104、12105を有する。

[0261] 撮像部12101、12102、12103、12104、12105は、例えば、車両12100のフロントノーズ、サイドミラー、リアバンパ、バックドア及び車室内のフロントガラスの上部等の位置に設けられる。フロントノーズに備えられる撮像部12101及び車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部12105は、主として車両12100の前方の画像を取得する。サイドミラーに備えられる撮像部12102、12103は、主として車両12100の側方の画像を取得する。リアバンパ又はバックドアに備えられる撮像部12104は、主として車両12100の後方の画像を取得する。車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部12105は、主として先行車両又は、歩行者、障害物、信号機、交通標識又は車線等の検出に用いられる。

[0262] なお、図51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 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。

[0263] 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。

[0264] 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、この距離の時間的变化（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 km/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。

[0265] 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 1 2 0 5 1 は、車両 1 2 1 0 0 の周辺の障害物を、車両 1 2 1 0 0 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 1 2 0 5 1 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 1 2 0 6 1 や表示部 1 2 0 6 2 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。

[0266] 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。

[0267] 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。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。

[0268] 12. 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。

[0269] 図52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。

[0270] 図52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 1 1 1 0 0 と、気腹チューブ 1 1 1 1 1 やエネルギー処置具 1 1 1 1 2 等の、その他の術具 1 1 1 1 0 と、内視鏡 1 1 1 0 0 を支持する支持アーム装置 1 1 1 2 0 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 1 1 2 0 0 と、から構成される。

[0271] 内視鏡 1 1 1 0 0 は、先端から所定の長さの領域が患者 1 1 1 3 2 の体腔内に挿入される鏡筒 1 1 1 0 1 と、鏡筒 1 1 1 0 1 の基端に接続されるカメラヘッド 1 1 1 0 2 と、から構成される。図示する例では、硬性の鏡筒 1 1 1 0 1 を有するいわゆる硬性鏡として構成される内視鏡 1 1 1 0 0 を図示しているが、内視鏡 1 1 1 0 0 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。

[0272] 鏡筒 1 1 1 0 1 の先端には、対物レンズが嵌め込まれた開口部が設けられている。内視鏡 1 1 1 0 0 には光源装置 1 1 2 0 3 が接続されており、当該光源装置 1 1 2 0 3 によって生成された光が、鏡筒 1 1 1 0 1 の内部に延設されるライトガイドによって当該鏡筒の先端まで導光され、対物レンズを介して患者 1 1 1 3 2 の体腔内の観察対象に向かって照射される。なお、内視鏡 1 1 1 0 0 は、直視鏡であってもよいし、斜視鏡又は側視鏡であってもよい。

[0273] カメラヘッド 1 1 1 0 2 の内部には光学系及び撮像素子が設けられており、観察対象からの反射光（観察光）は当該光学系によって当該撮像素子に集光される。当該撮像素子によって観察光が光電変換され、観察光に対応する電気信号、すなわち観察像に対応する画像信号が生成される。当該画像信号は、RAWデータとしてカメラコントロールユニット（CCU: Camera Control Unit） 1 1 2 0 1 に送信される。

[0274] CCU 1 1 2 0 1 は、CPU (Central Processing Unit) やGPU (Graphics Processing Unit) 等によって構成され、内視鏡 1 1 1 0 0 及び表示装置 1 1 2 0 2 の動作を統括的に制御する。さらに、CCU 1 1 2 0 1 は、カメラヘッド 1 1 1 0 2 から画像信号を受け取り、その画像信号に対して、例えば現像処理（デモザイク処理）等の、当該画像信号に基づく画像を表

示するための各種の画像処理を施す。

- [0275] 表示装置 11202 は、CCU 11201 からの制御により、当該 CCU 11201 によって画像処理が施された画像信号に基づく画像を表示する。
- [0276] 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。
- [0277] 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。
- [0278] 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。
- [0279] 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。

[0280] 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。

[0281] 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。

[0282] 図 53 は、図 52 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。

[0283] カメラヘッド 11102 は、レンズユニット 11401 と、撮像部 11402 と、駆動部 11403 と、通信部 11404 と、カメラヘッド制御部 11405 と、を有する。CCU 11201 は、通信部 11411 と、画像処理部 11412 と、制御部 11413 と、を有する。カメラヘッド 11102 と CCU 11201 とは、伝送ケーブル 11400 によって互いに通信可能に接続されている。

[0284] 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 1 1 1 0 1 の先端から取り込まれた観察光は、カメラヘッド 1 1 1 0 2 まで導光され、当該レンズユニット 1 1 4 0 1 に入射する。レンズユニット 1 1 4 0 1 は、ズームレンズ及びフォーカスレンズを含む複数のレンズが組み合わされて構成される。

[0285] 撮像部 1 1 4 0 2 を構成する撮像素子は、1 つ（いわゆる単板式）であってもよいし、複数（いわゆる多板式）であってもよい。撮像部 1 1 4 0 2 が多板式で構成される場合には、例えば各撮像素子によって 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 1 1 4 0 2 は、3 D（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。3 D 表示が行われることにより、術者 1 1 1 3 1 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 1 1 4 0 2 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 1 1 4 0 1 も複数系統設けられ得る。

[0286] また、撮像部 1 1 4 0 2 は、必ずしもカメラヘッド 1 1 1 0 2 に設けられなくてもよい。例えば、撮像部 1 1 4 0 2 は、鏡筒 1 1 1 0 1 の内部に、対物レンズの直後に設けられてもよい。

[0287] 駆動部 1 1 4 0 3 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 1 1 4 0 5 からの制御により、レンズユニット 1 1 4 0 1 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 1 1 4 0 2 による撮像画像の倍率及び焦点が適宜調整され得る。

[0288] 通信部 1 1 4 0 4 は、CCU 1 1 2 0 1 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 1 1 4 0 4 は、撮像部 1 1 4 0 2 から得た画像信号を RAW データとして伝送ケーブル 1 1 4 0 0 を介して CCU 1 1 2 0 1 に送信する。

[0289] また、通信部 1 1 4 0 4 は、CCU 1 1 2 0 1 から、カメラヘッド 1 1 1 0 2 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 1 1 4

05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。

[0290] 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。

[0291] 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。

[0292] 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。

[0293] 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。

[0294] 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。

[0295] 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。

[0296] 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。

[0297] カメラヘッド 11102 及び CCU 11201 を接続する伝送ケーブル 11400 は、電気信号の通信に対応した電気信号ケーブル、光通信に対応した光ファイバ、又はこれらの複合ケーブルである。

[0298] ここで、図示する例では、伝送ケーブル 11400 を用いて有線で通信が行われていたが、カメラヘッド 11102 と CCU 11201 との間の通信は無線で行われてもよい。

[0299] 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、例えば、カメラヘッド 11102 の撮像部 11402 に適用され得る。カメラヘッド 11102 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。

[0300] 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。

[0301] 以上、本開示の実施形態について説明したが、本開示の技術的範囲は、上述の実施形態そのままに限定されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。また、異なる実施形態及び変形例にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

[0302] また、本明細書に記載された各実施形態における効果はあくまで例示であ

って限定されるものではなく、他の効果があってもよい。

[0303] なお、本技術は以下のような構成も取ることができる。

(1)

受光素子を備える半導体基板と、
前記半導体基板の第1面に配置されたオンチップレンズと、
前記オンチップレンズを覆う樹脂層と、
前記半導体基板の前記第1面側に前記樹脂層と離間して配置されたガラス基板と、
を備える固体撮像装置。

(2)

前記半導体基板に対して前記ガラス基板を支持する壁状の構造物をさらに備える前記(1)に記載の固体撮像装置。

(3)

前記半導体基板は、前記半導体基板における前記第1面側に行列状に配置された複数の前記受光素子を備え、
前記構造物は、隣接する前記受光素子の境界部分に配置されている
前記(2)に記載の固体撮像装置。

(4)

前記ガラス基板は、前記半導体基板と対向する面に第1溝を有し、
前記構造物は、前記第1溝を複数の第2溝に区画する
前記(2)又は(3)に記載の固体撮像装置。

(5)

前記構造物は、前記ガラス基板の一部であり、前記第1溝を前記複数の第2溝に区画する隔壁である前記(4)に記載の固体撮像装置。

(6)

前記オンチップレンズは、前記受光素子それぞれと一対一に対応し、
前記構造物は、前記第2溝が前記オンチップレンズと一対一に対応するように、前記第1溝を前記複数の第2溝に区画する

前記（４）又は（５）に記載の固体撮像装置。

（７）

前記オンチップレンズは、前記受光素子それぞれと一対一に対応し、

前記構造物は、前記第２溝と複数の前記オンチップレンズとが一対一に対応するように、前記第１溝を前記複数の第２溝に区画する

前記（４）又は（５）に記載の固体撮像装置。

（８）

前記第１溝の深さは、 $1\text{ }\mu\text{m}$ （マイクロメートル）以上であって、前記ガラス基板の最大の厚さの半分以下の深さである前記（４）又は（５）に記載の固体撮像装置。

（９）

前記構造物における前記半導体基板側の面に設けられた第１遮光膜をさらに備える前記（２）～（７）の何れか１項に記載の固体撮像装置。

（１０）

前記構造物の側面に設けられた第２遮光膜をさらに備える前記（９）に記載の固体撮像装置。

（１１）

前記ガラス基板における前記半導体基板と対向する面と反対側の面に設けられた反射防止膜をさらに備える前記（１）～（１０）の何れか１項に記載の固体撮像装置。

（１２）

前記ガラス基板における前記半導体基板と対向する面と反対側の面に設けられ、赤外光を吸収するフィルタをさらに備える前記（１）～（１０）の何れか１項に記載の固体撮像装置。

（１３）

前記ガラス基板における前記半導体基板と対向する面の粗度は、当該ガラス基板における前記半導体基板とは反対側の面の粗度よりも高い前記（１）～（１２）の何れか１項に記載の固体撮像装置。

(14)

前記樹脂層は、前記第2溝それぞれの内部へ向けて盛り上がっている前記(4)又は(5)に記載の固体撮像装置。

(15)

前記第2溝の前記第1面と平行な面の断面形状は、矩形である前記(4)又は(5)に記載の固体撮像装置。

(16)

前記第2溝の前記第1面と平行な面の断面形状は、円形である前記(4)又は(5)に記載の固体撮像装置。

(17)

受光素子を備える半導体基板と、
前記半導体基板の第1面に配置されたオンチップレンズと、
前記半導体基板の前記第1面側に前記オンチップレンズと離間して配置されたガラス基板と、
前記半導体基板に対して前記ガラス基板を支持する柱状の構造物と、
を備える固体撮像装置。

(18)

前記半導体基板は、複数の前記受光素子を備え、
前記柱状の構造物は、1つの前記受光素子に対して複数設けられている
前記(17)に記載の固体撮像装置。

(19)

前記柱状の構造物は、各受光素子に対して、ランダム又は規則的に配置されている
前記(18)に記載の固体撮像装置。

(20)

前記半導体基板は、複数の前記受光素子を備え、
前記柱状の構造物は、1つの前記受光素子に対して1つずつ設けられている

前記（１７）に記載の固体撮像装置。

（２１）

前記柱状の構造物は、前記オンチップレンズの頂点に配置されている

前記（２０）に記載の固体撮像装置。

（２２）

前記半導体基板は、複数の前記受光素子を備え、

前記柱状の構造物は、前記複数の受光素子のうちの一部の受光素子に対して設けられている

前記（１７）に記載の固体撮像装置。

（２３）

前記一部の受光素子は、像面位相差方式による自動焦点調整に使用される画素の受光素子である

前記（２２）に記載の固体撮像装置。

（２４）

前記半導体基板に与えられる応力を W 、前記柱状の構造物の引張強さを σ 、前記半導体基板と前記ガラス基板との間の空隙の面積を AR とした場合、前記柱状の構造物の前記第１面と平行な断面の総面積 PR は、以下の式（３）を満たす

$$PR > AR \times W / \sigma \quad (3)$$

前記（１７）～（２３）の何れか１項に記載の固体撮像装置。

（２５）

前記柱状の構造物の前記半導体基板の前記第１面からの高さは、前記受光素子の前記第１面方向のサイズよりも低い

前記（１７）～（２４）の何れか１項に記載の固体撮像装置。

（２６）

固体撮像装置と、

入射光を前記固体撮像装置の受光面に結像する光学系と、

前記固体撮像装置を制御するプロセッサと、

を備え、
前記固体撮像装置は、
受光素子を備える半導体基板と、
前記半導体基板の第1面に配置されたオンチップレンズと、
前記オンチップレンズを覆う樹脂層と、
前記半導体基板の前記第1面側に前記樹脂層と離間して配置されたガラス基板と、
を備える電子機器。

(27)

固体撮像装置と、
入射光を前記固体撮像装置の受光面に結像する光学系と、
前記固体撮像装置を制御するプロセッサと、
を備え、
前記固体撮像装置は、
受光素子を備える半導体基板と、
前記半導体基板の第1面に配置されたオンチップレンズと、
前記半導体基板の前記第1面側に前記オンチップレンズと離間して配置されたガラス基板と、
前記半導体基板に対して前記ガラス基板を支持する柱状の構造物と、
を備える電子機器。

符号の説明

[0304] 100、100A、200、200D、300、400、500、600
、700、700A、800、800A、900 固体撮像装置（イメージ
センサ）

101 画素アレイ部

102 垂直駆動回路

103 カラム処理回路

104 水平駆動回路

- 105 システム制御部
- 108 信号処理部
- 109 データ格納部
- 110 単位画素
- 111 転送トランジスタ
- 112 リセットトランジスタ
- 113 増幅トランジスタ
- 114 選択トランジスタ
- 121 受光チップ
- 122 回路チップ
- 131、136 半導体基板
- 132 オンチップレンズ
- 133、133A、233 樹脂層
- 134、134A、234、234A、234B、234C、734 ガラス基板
- 135、235、235A、235b 溝
- 137 引出し電極
- 137A 電極パッド
- 138 ボールバンプ
- 139 パッシベーション
- 141、142 アライメントマーク
- 143 底面
- 150 有効画素領域
- 151、251、251A エアギャップ
- 201、201A、201D 隔壁
- 201a 行隔壁
- 201b 列隔壁
- 202 上面

2 1 1、2 1 2 境界部分
3 0 1、3 0 1 A、4 0 1、4 0 1 A 遮光膜
5 0 1 反射防止膜
6 0 1 I R カットフィルタ
7 0 1、8 0 1、9 0 1 支柱
7 3 5 シール部
1 0 0 0 電子機器
1 0 2 0 撮像レンズ
1 0 3 0 記憶部
1 0 4 0 プロセッサ
F D 浮遊拡散層
L D 画素駆動線
L D 1 1 1 転送トランジスタ駆動線
L D 1 1 2 リセットトランジスタ駆動線
L D 1 1 4 選択トランジスタ駆動線
P D フォトダイオード
V S L 垂直信号線

請求の範囲

- [請求項1] 受光素子を備える半導体基板と、
前記半導体基板の第1面に配置されたオンチップレンズと、
前記オンチップレンズを覆う樹脂層と、
前記半導体基板の前記第1面側に前記樹脂層と離間して配置されたガラス基板と、
を備える固体撮像装置。
- [請求項2] 前記半導体基板に対して前記ガラス基板を支持する壁状の構造物をさらに備える請求項1に記載の固体撮像装置。
- [請求項3] 前記半導体基板は、前記半導体基板における前記第1面側に行列状に配置された複数の前記受光素子を備え、
前記構造物は、隣接する前記受光素子の境界部分に配置されている請求項2に記載の固体撮像装置。
- [請求項4] 前記ガラス基板は、前記半導体基板と対向する面に第1溝を有し、
前記構造物は、前記第1溝を複数の第2溝に区画する請求項3に記載の固体撮像装置。
- [請求項5] 前記構造物は、前記ガラス基板の一部であり、前記第1溝を前記複数の第2溝に区画する隔壁である請求項4に記載の固体撮像装置。
- [請求項6] 前記オンチップレンズは、前記受光素子それぞれと一対一に対応し、
前記構造物は、前記第2溝が前記オンチップレンズと一対一に対応するように、前記第1溝を前記複数の第2溝に区画する請求項4に記載の固体撮像装置。
- [請求項7] 前記オンチップレンズは、前記受光素子それぞれと一対一に対応し、
前記構造物は、前記第2溝と複数の前記オンチップレンズとが一対一に対応するように、前記第1溝を前記複数の第2溝に区画する請求項4に記載の固体撮像装置。

- [請求項8] 前記第1溝の深さは、 $1\ \mu\text{m}$ （マイクロメートル）以上であって、前記ガラス基板の最大の厚さの半以下の深さである請求項4に記載の固体撮像装置。
- [請求項9] 前記構造物における前記半導体基板側の面に設けられた第1遮光膜をさらに備える請求項2に記載の固体撮像装置。
- [請求項10] 前記構造物の側面に設けられた第2遮光膜をさらに備える請求項9に記載の固体撮像装置。
- [請求項11] 前記ガラス基板における前記半導体基板と対向する面と反対側の面に設けられた反射防止膜をさらに備える請求項1に記載の固体撮像装置。
- [請求項12] 前記ガラス基板における前記半導体基板と対向する面と反対側の面に設けられ、赤外光を吸収するフィルタをさらに備える請求項1に記載の固体撮像装置。
- [請求項13] 前記ガラス基板における前記半導体基板と対向する面の粗度は、当該ガラス基板における前記半導体基板とは反対側の面の粗度よりも高い請求項1に記載の固体撮像装置。
- [請求項14] 前記樹脂層は、前記第2溝それぞれの内部へ向けて盛り上がっている請求項4に記載の固体撮像装置。
- [請求項15] 前記第2溝の前記第1面と平行な面の断面形状は、矩形である請求項4に記載の固体撮像装置。
- [請求項16] 前記第2溝の前記第1面と平行な面の断面形状は、円形である請求項4に記載の固体撮像装置。
- [請求項17] 受光素子を備える半導体基板と、
前記半導体基板の第1面に配置されたオンチップレンズと、
前記半導体基板の前記第1面側に前記オンチップレンズと離間して配置されたガラス基板と、
前記半導体基板に対して前記ガラス基板を支持する柱状の構造物と、

を備える固体撮像装置。

[請求項18]

前記半導体基板は、複数の前記受光素子を備え、

前記柱状の構造物は、1つの前記受光素子に対して複数設けられている

請求項17に記載の固体撮像装置。

[請求項19]

前記半導体基板は、複数の前記受光素子を備え、

前記柱状の構造物は、1つの前記受光素子に対して1つずつ設けられている

請求項17に記載の固体撮像装置。

[請求項20]

固体撮像装置と、

入射光を前記固体撮像装置の受光面に結像する光学系と、

前記固体撮像装置を制御するプロセッサと、

を備え、

前記固体撮像装置は、

受光素子を備える半導体基板と、

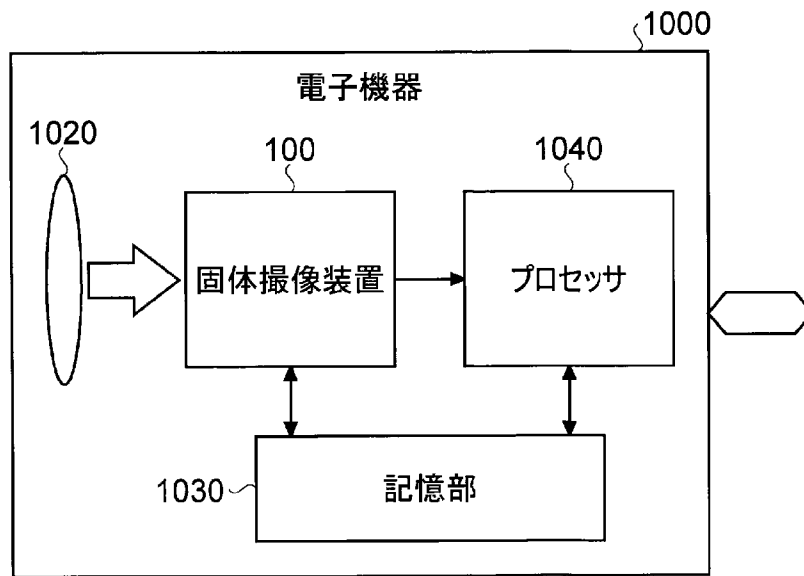
前記半導体基板の第1面に配置されたオンチップレンズと、

前記オンチップレンズを覆う樹脂層と、

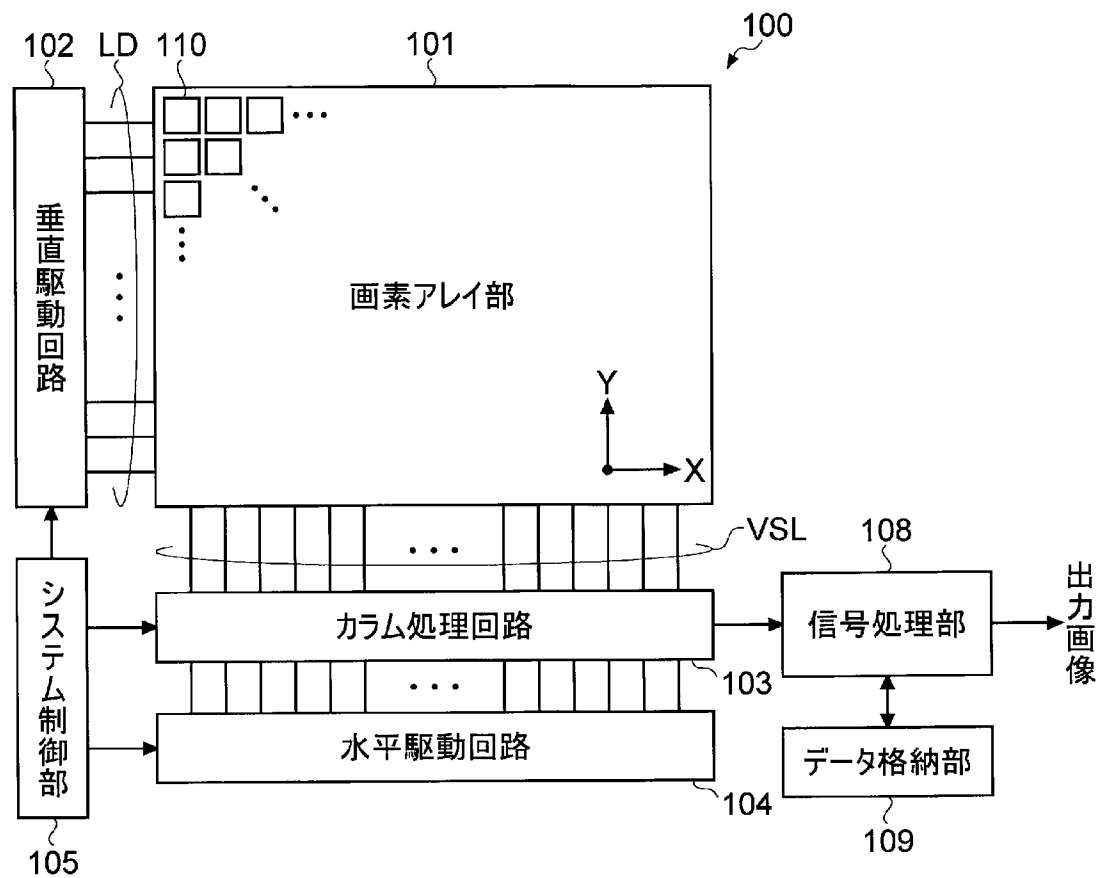
前記半導体基板の前記第1面側に前記樹脂層と離間して配置されたガラス基板と、

を備える電子機器。

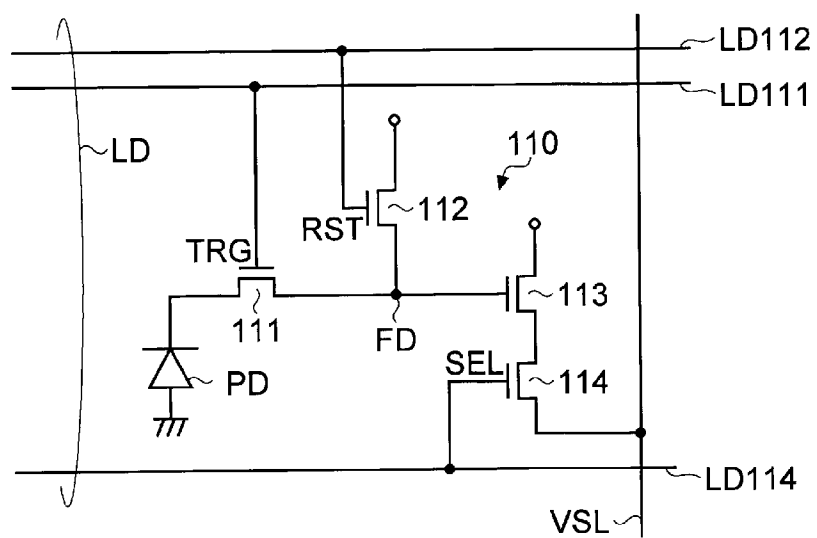
[図1]



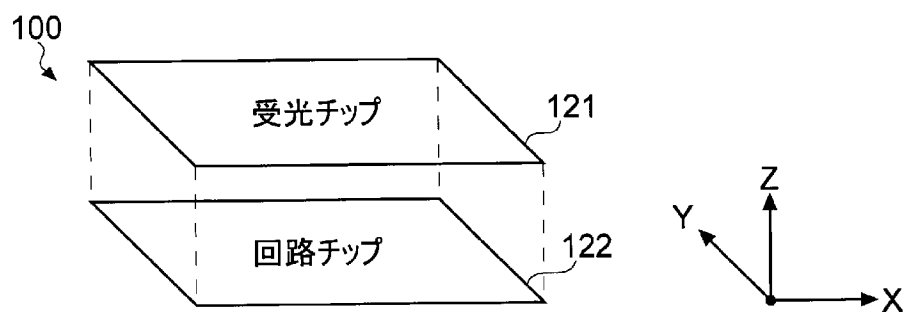
[図2]



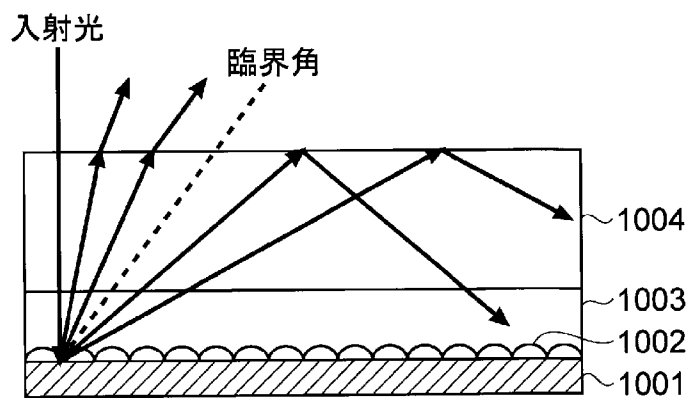
[図3]



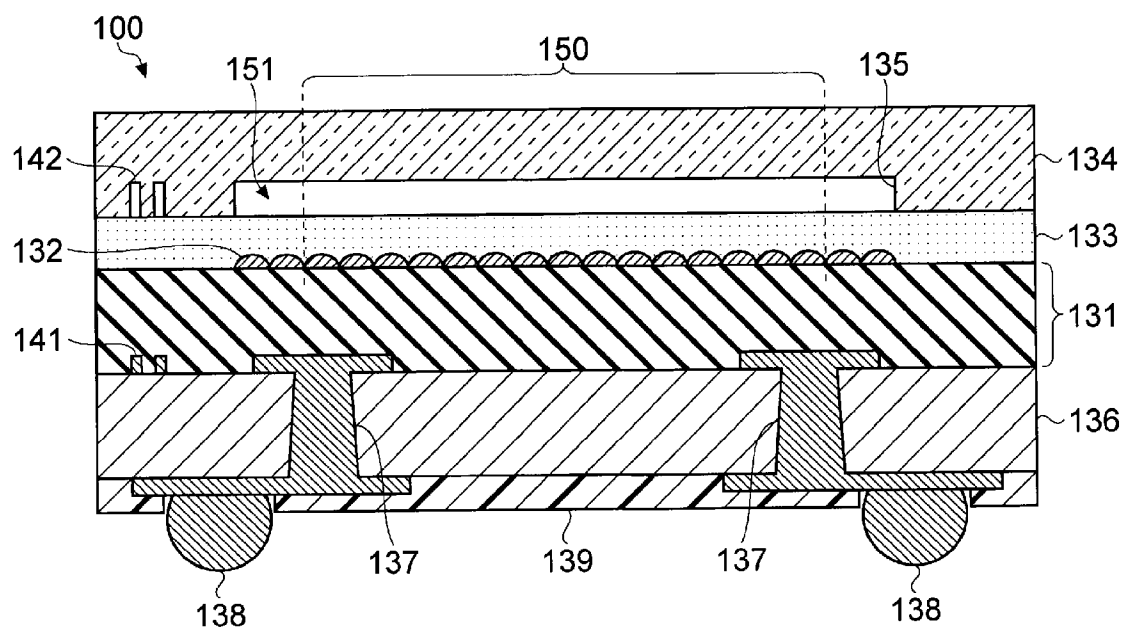
[図4]



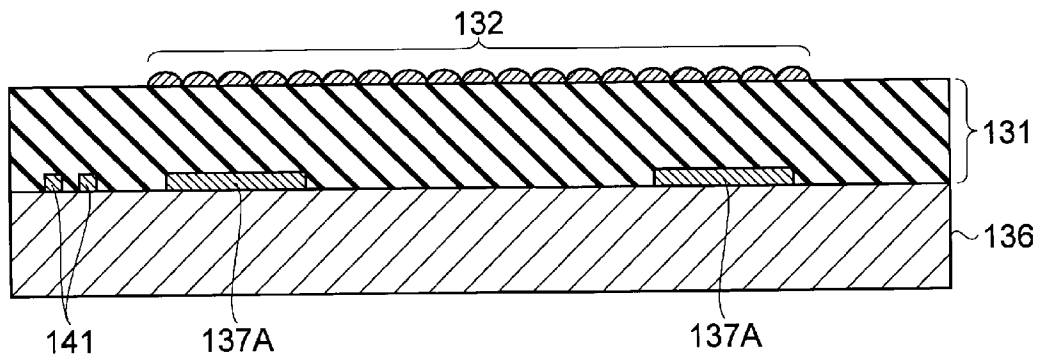
[図5]



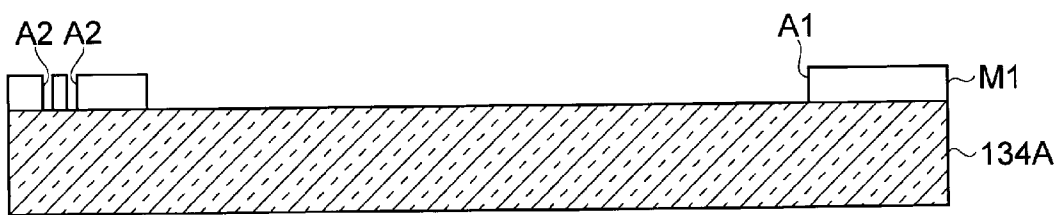
[図6]



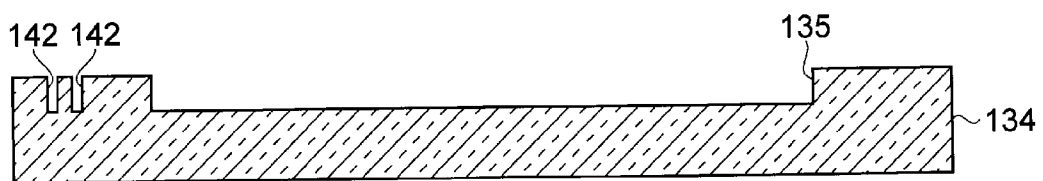
[図7]



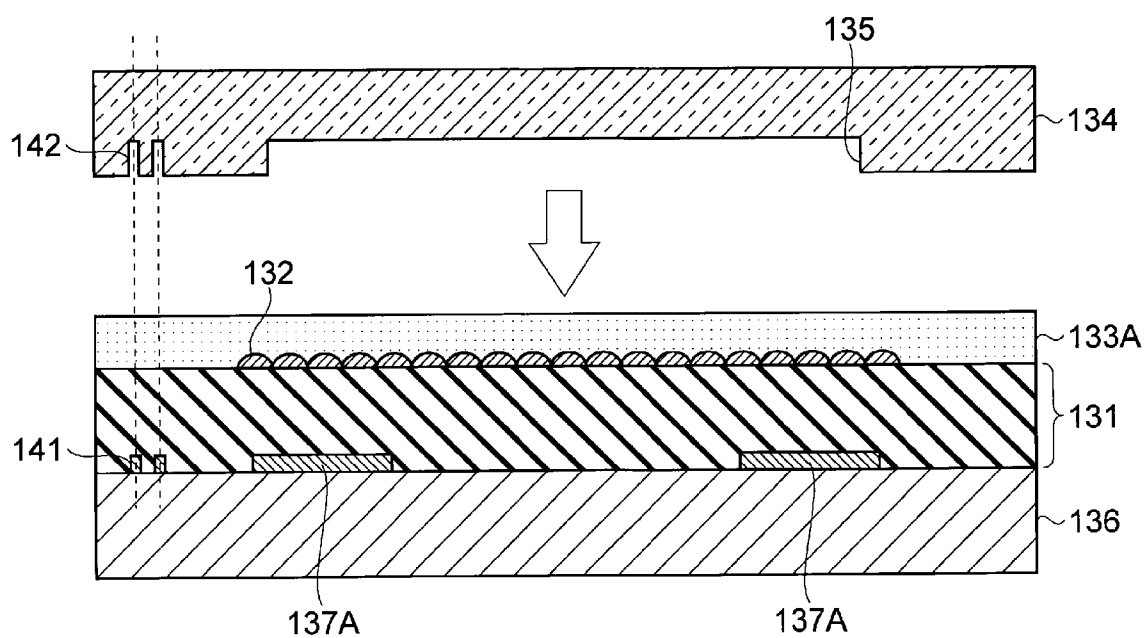
[図8]



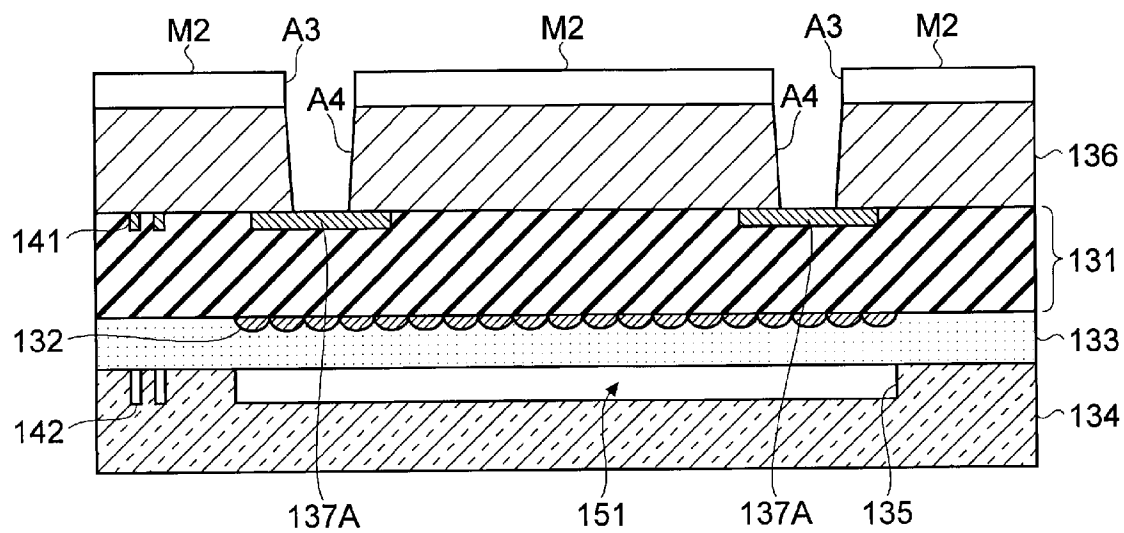
[図9]



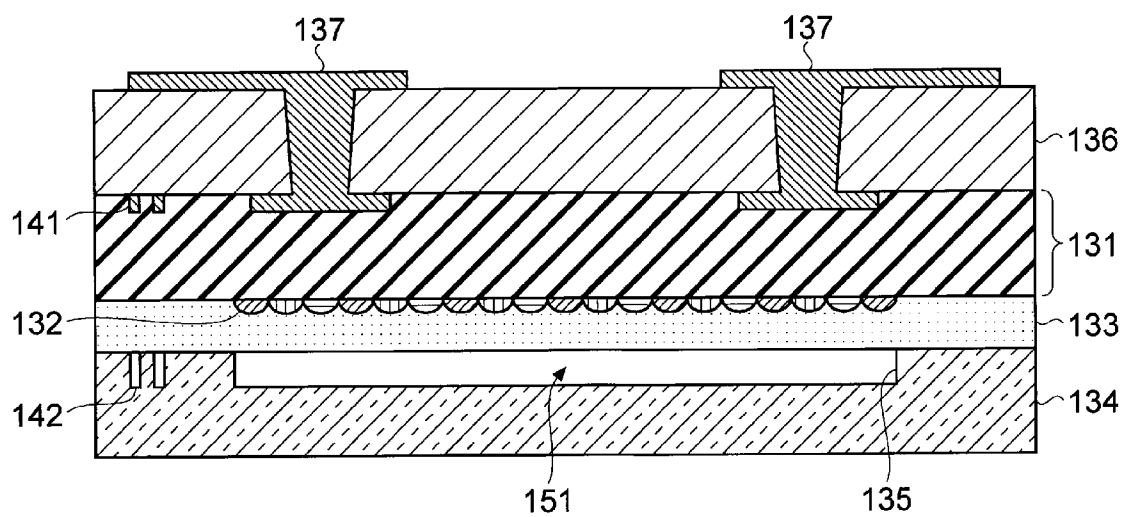
[図10]



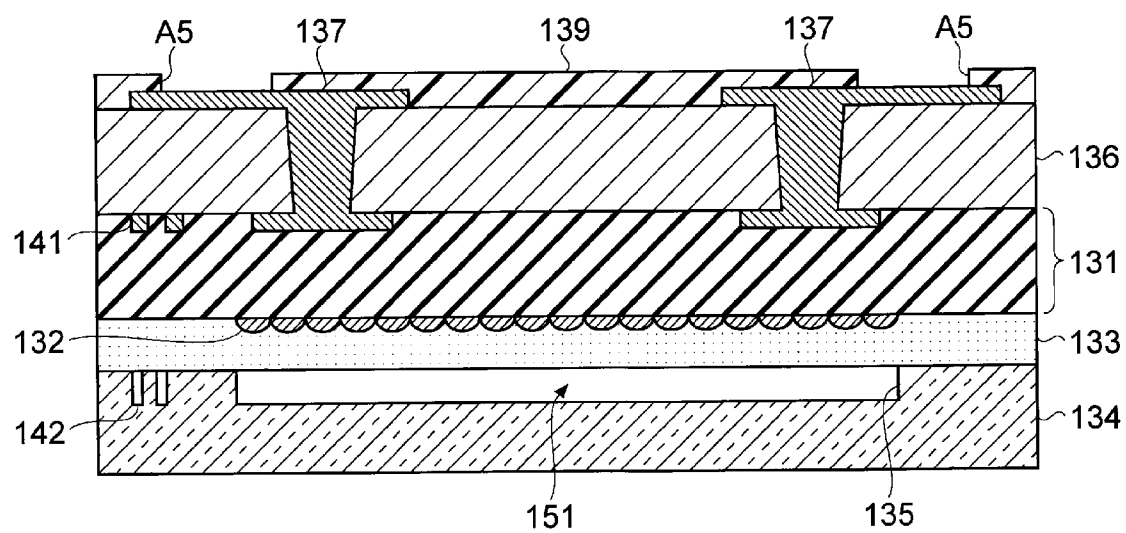
[図11]



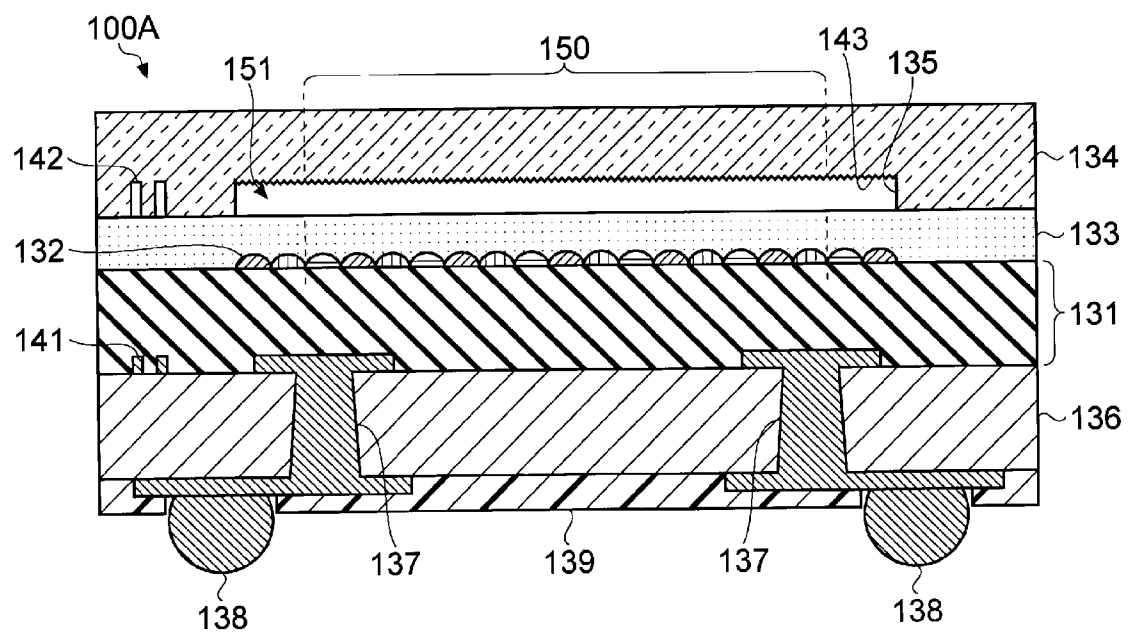
[図12]



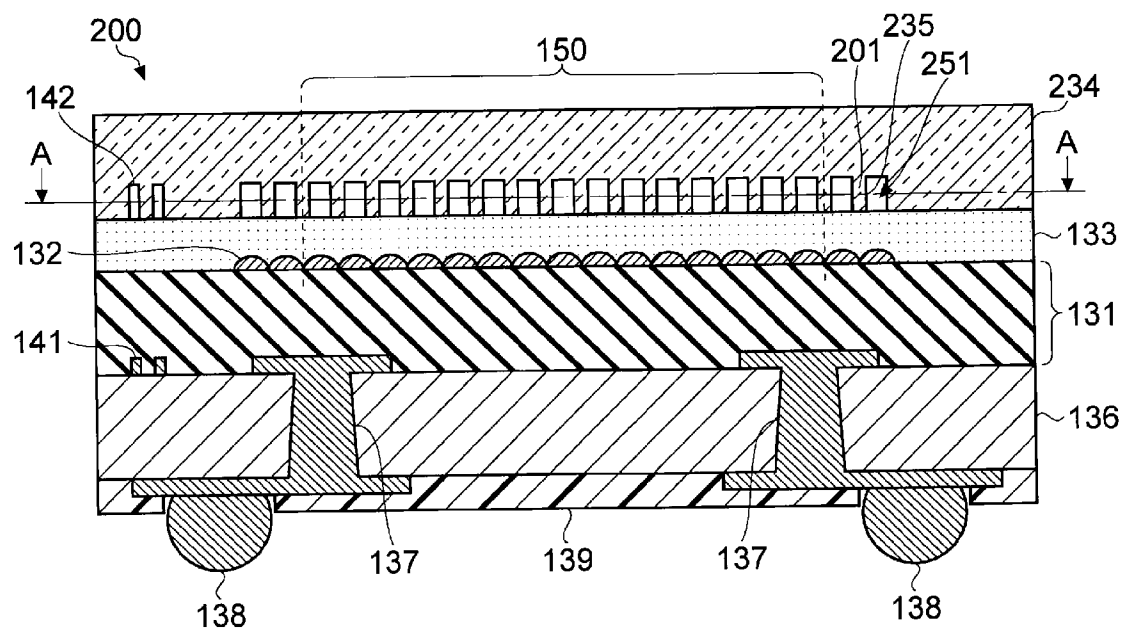
[図13]



[図14]



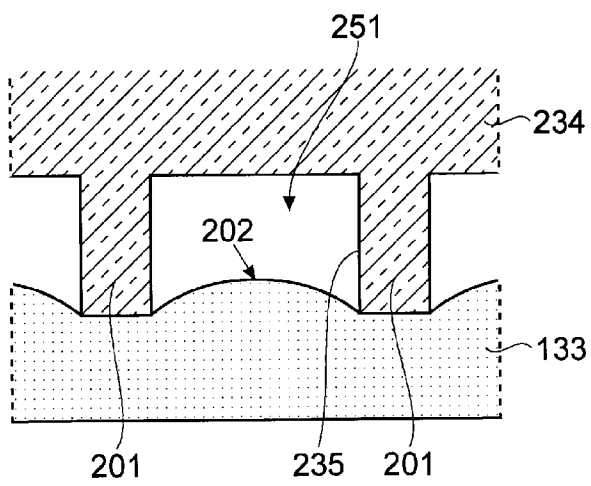
[図15]



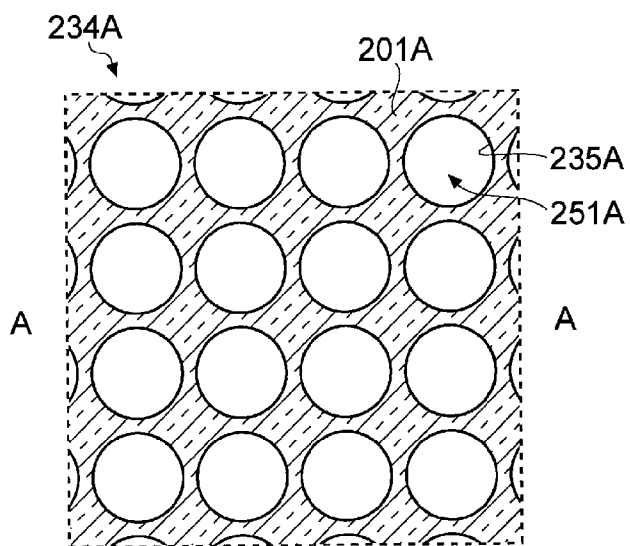
A cross-sectional view of a semiconductor device. A substrate 234 is shown with a patterned layer 201. The patterned layer 201 has a series of rectangular openings 142 and a larger opening 235. A layer M21 is formed on top of the patterned layer 201. Labels A2 and A21 indicate specific regions or features.

Figure 1 is a cross-sectional view of a semiconductor device. The top part shows a substrate 133 with a layer 234 and a series of rectangular patterns 201. A dashed line 142 indicates a cross-section. The bottom part shows the same substrate 136 with a layer 131 and a series of rectangular patterns 132. A dashed line 141 indicates a cross-section. A large arrow points from the top stage to the bottom stage, indicating a process step.

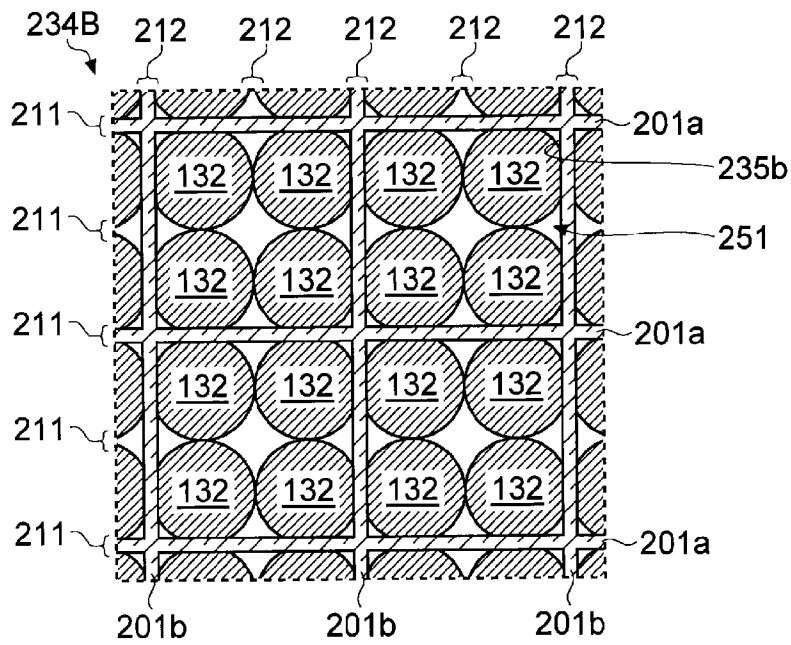
[図20]



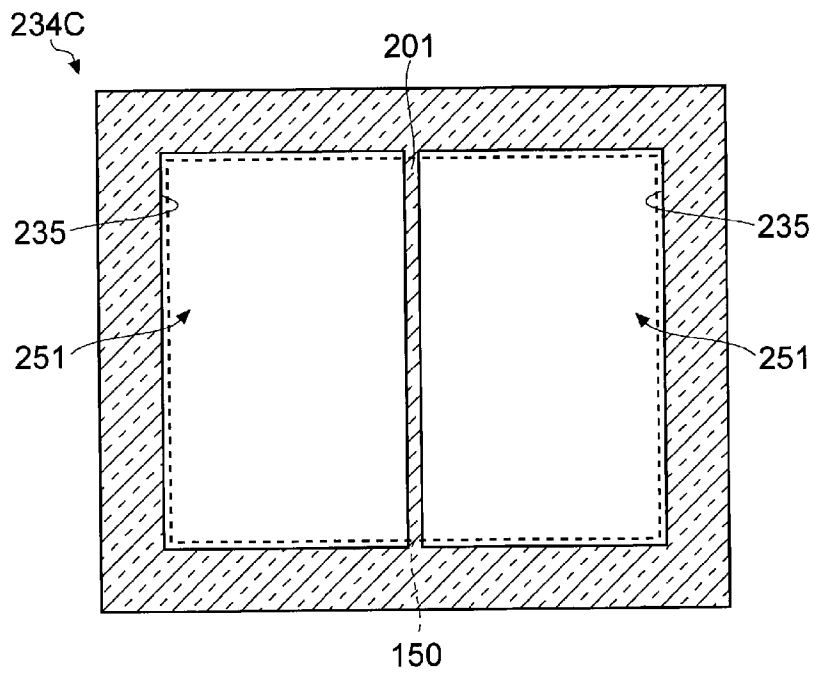
[図21]



[図22]

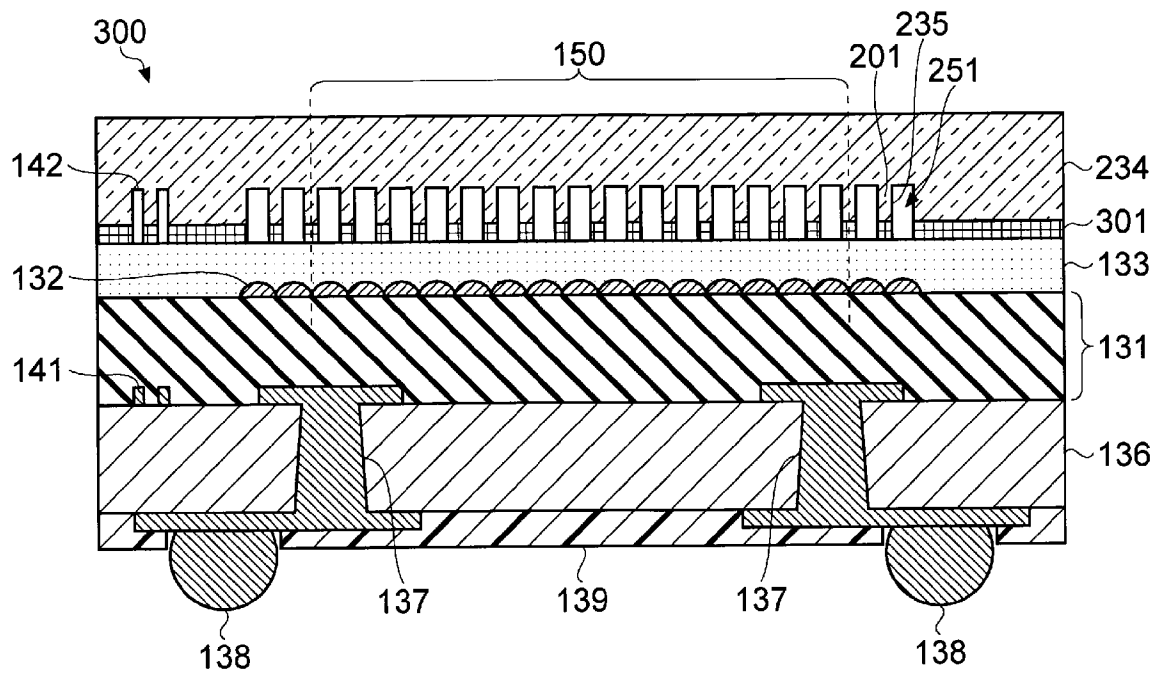


[図23]

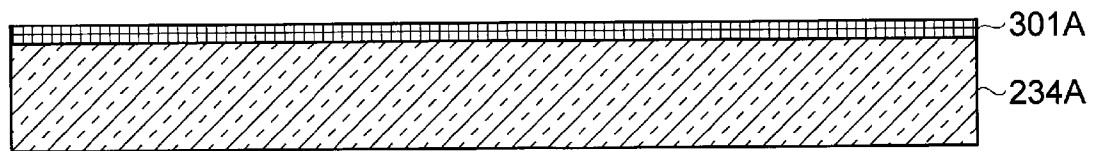


A cross-sectional view of a semiconductor device 200D. The device consists of a substrate 136 with a central channel region 139. On the left and right sides of the channel, there are gate structures 137. Above the channel, there is a layer 131, which is part of a stack including layer 233 and a top layer 234D. A series of small rectangular features 201D are located on the top surface of the device. A bracket 150 indicates a region of the device. Other labels include 141, 142, 235, and 251.

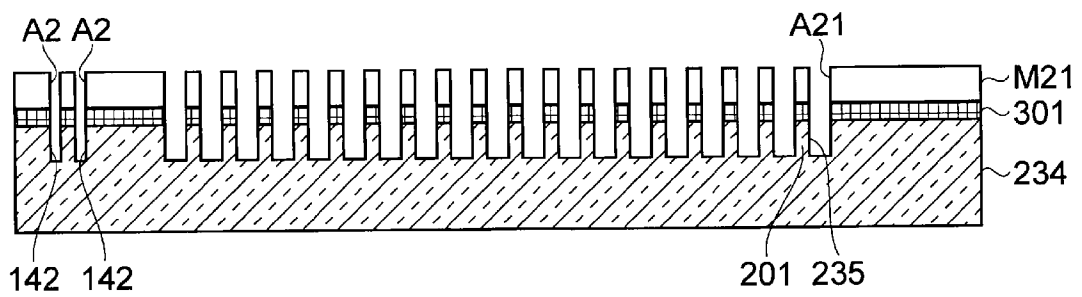
[図25]



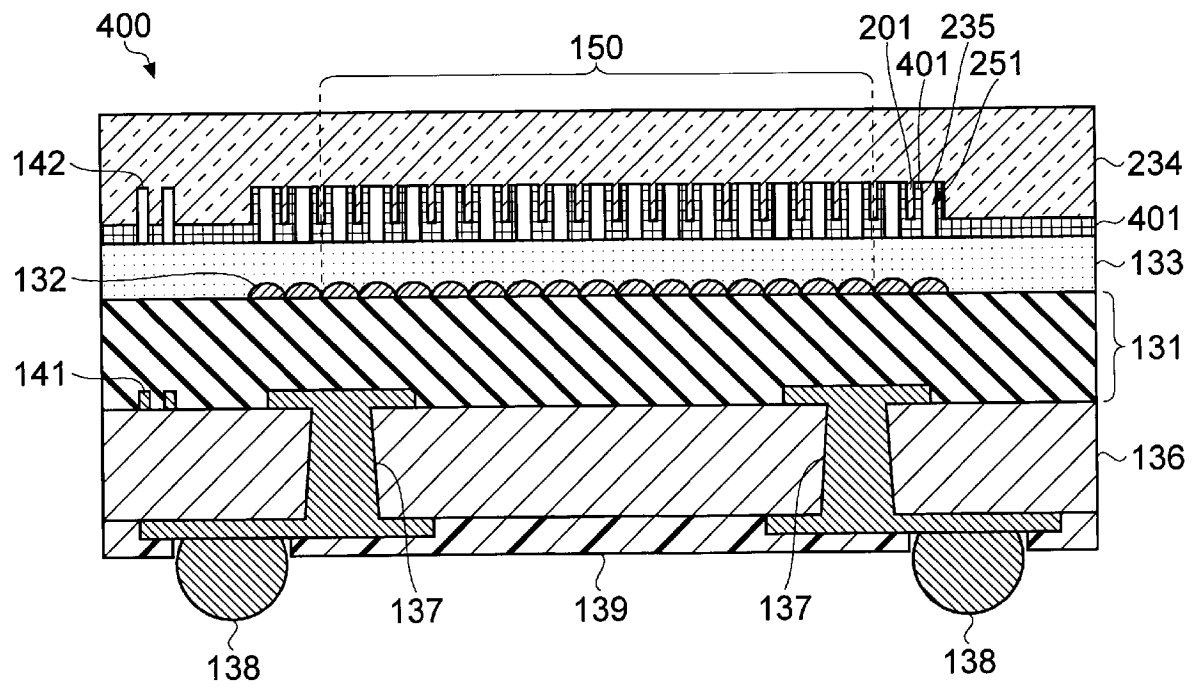
[図26]



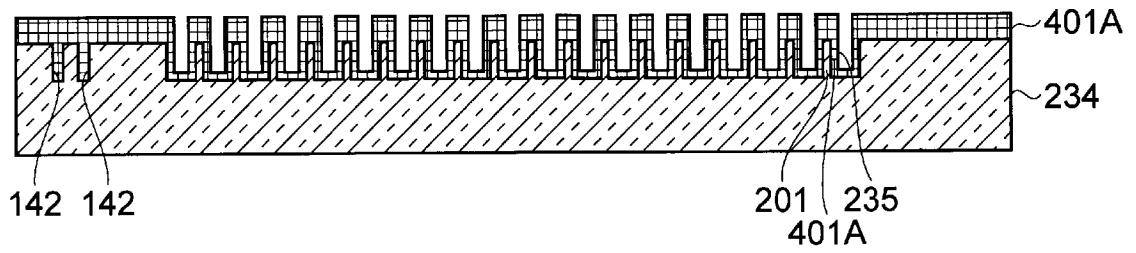
[図27]



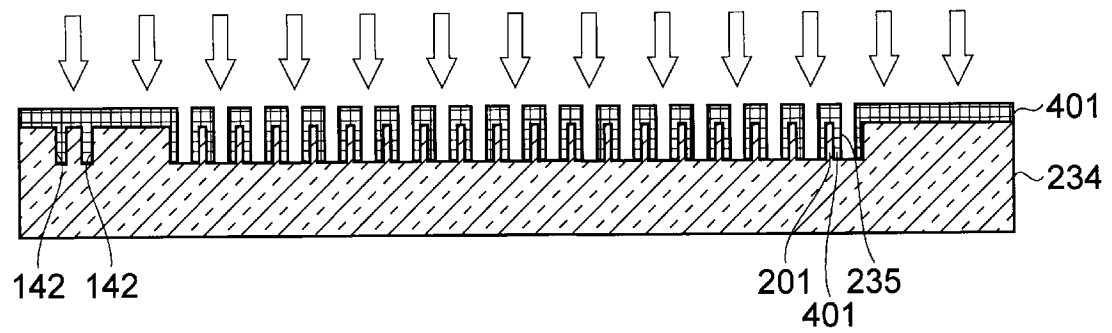
[図28]



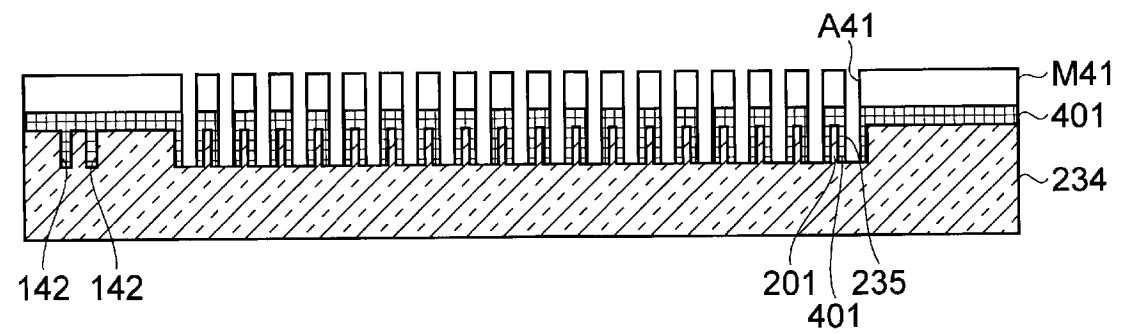
[図29]



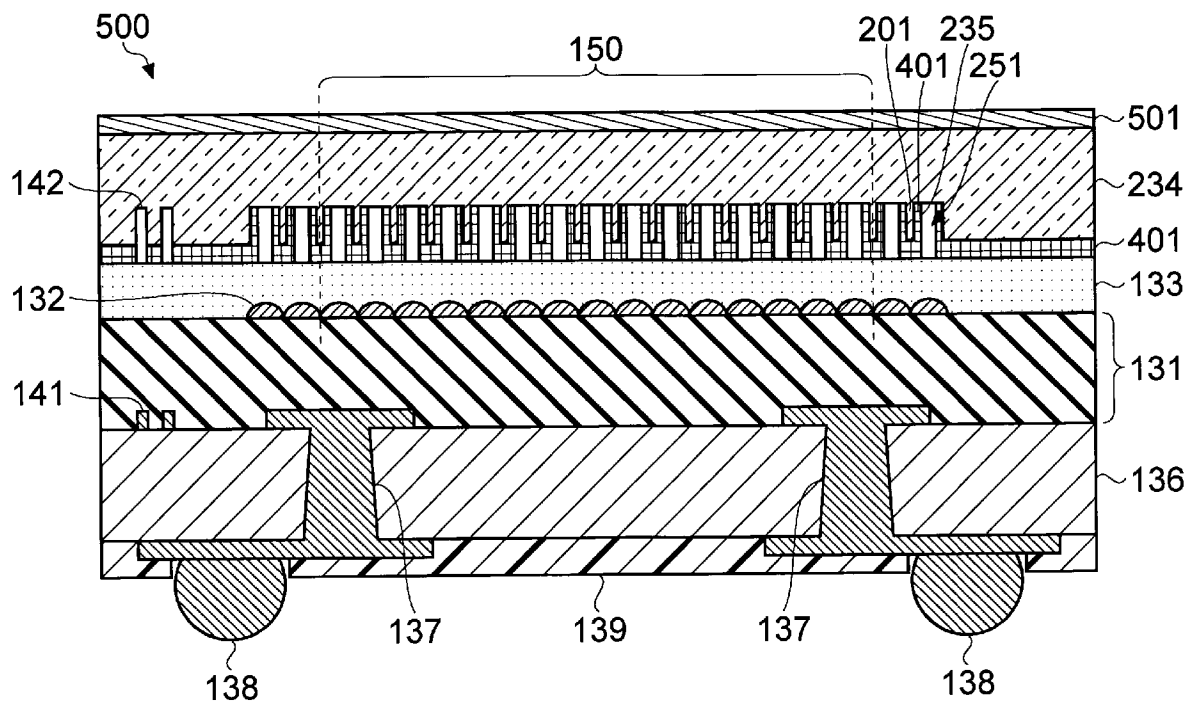
[図30]



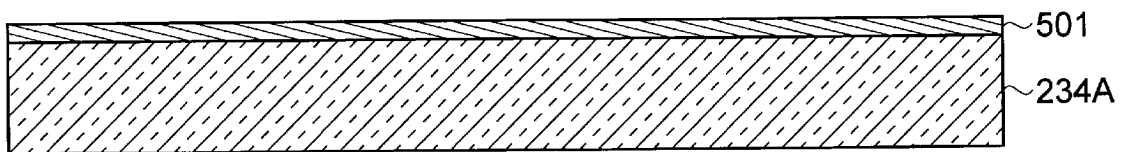
[図31]



[図32]



[図33]



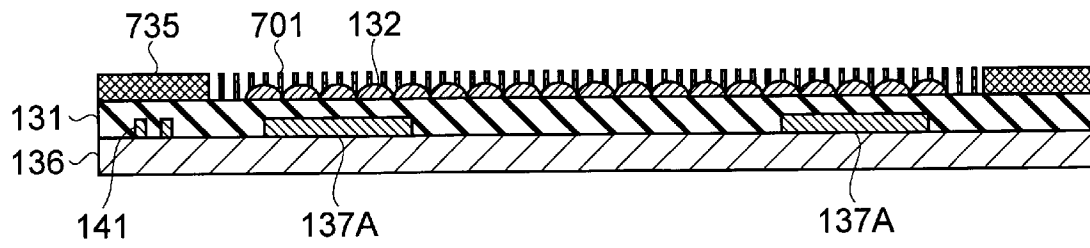
A detailed cross-sectional view of a semiconductor device 600. The device consists of multiple layers. At the top is a thin layer 601. Below it is a thick layer 234. A layer 401 is positioned between layer 234 and a layer 133. Layer 133 is a thin, dotted layer. Below layer 133 is a thick layer 131 with diagonal hatching. Layer 131 is supported by a layer 136, which has a central rectangular opening. The bottom of the device features a substrate 139 with two circular components 138. The entire structure is labeled 600. Other labels include 142, 132, 137, 150, 201, 235, 251, and 401, which point to specific features and regions within the device.

A cross-sectional view of a substrate 601. A layer 234A is formed on the top surface of the substrate 601. The layer 234A has a patterned top surface with diagonal hatching and a dashed line pattern.

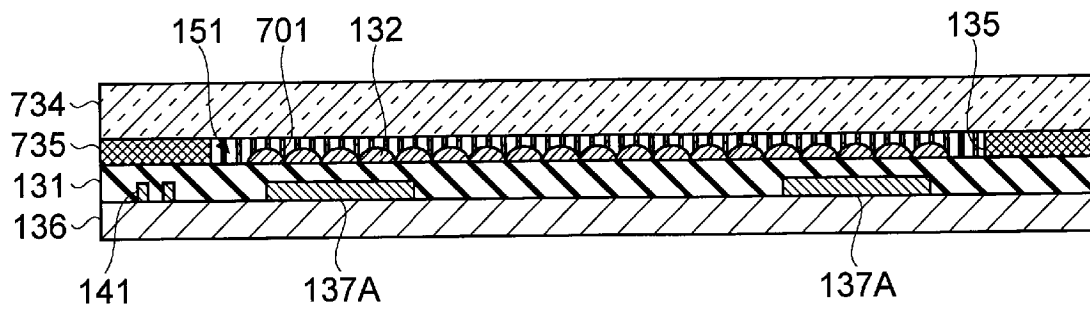
[illegible]

A diagram showing a 4x4 grid of circular cells. Each cell contains a central crosshair and four smaller circles at the corners, each with a crosshair. The top-left cell is labeled 701 with four lines pointing to its corner circles. The top-right cell is labeled L2 with a horizontal double-headed arrow indicating its width. The leftmost column is labeled 132 with a bracket. Ellipses (...) are shown to the right and below the grid, indicating continuation.

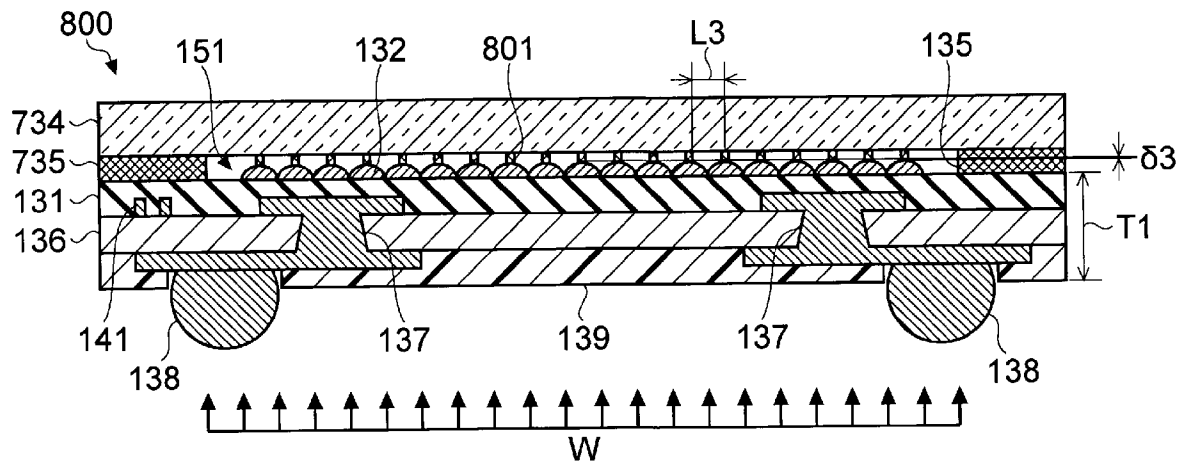
[図40]



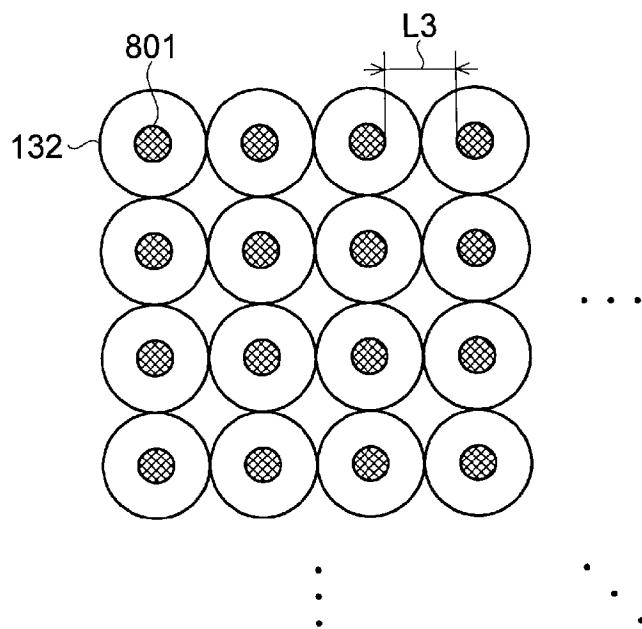
[図41]



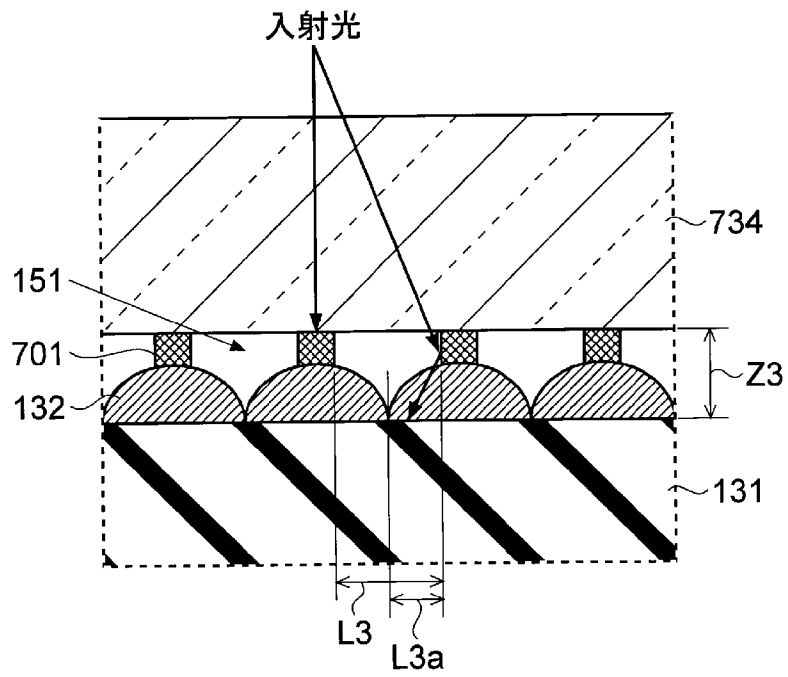
[図42]



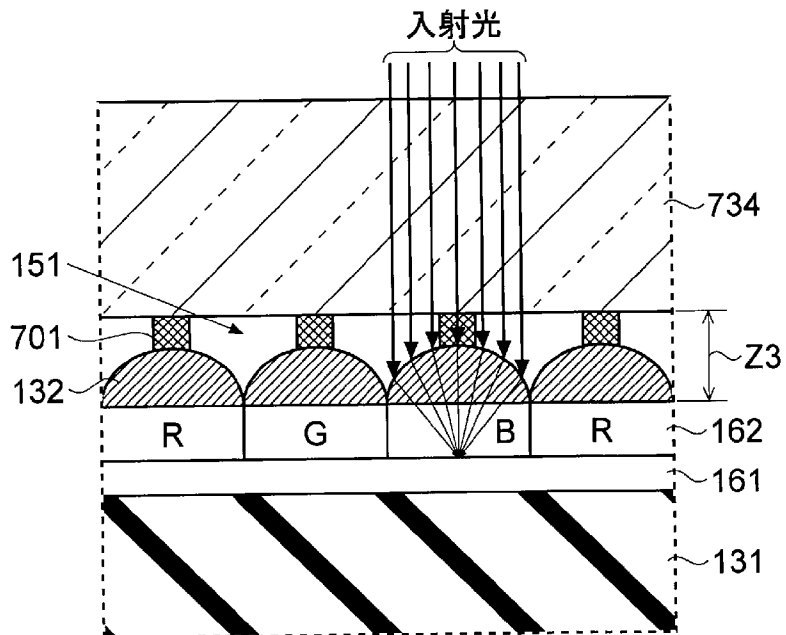
[図43]



[図44]



[図45]



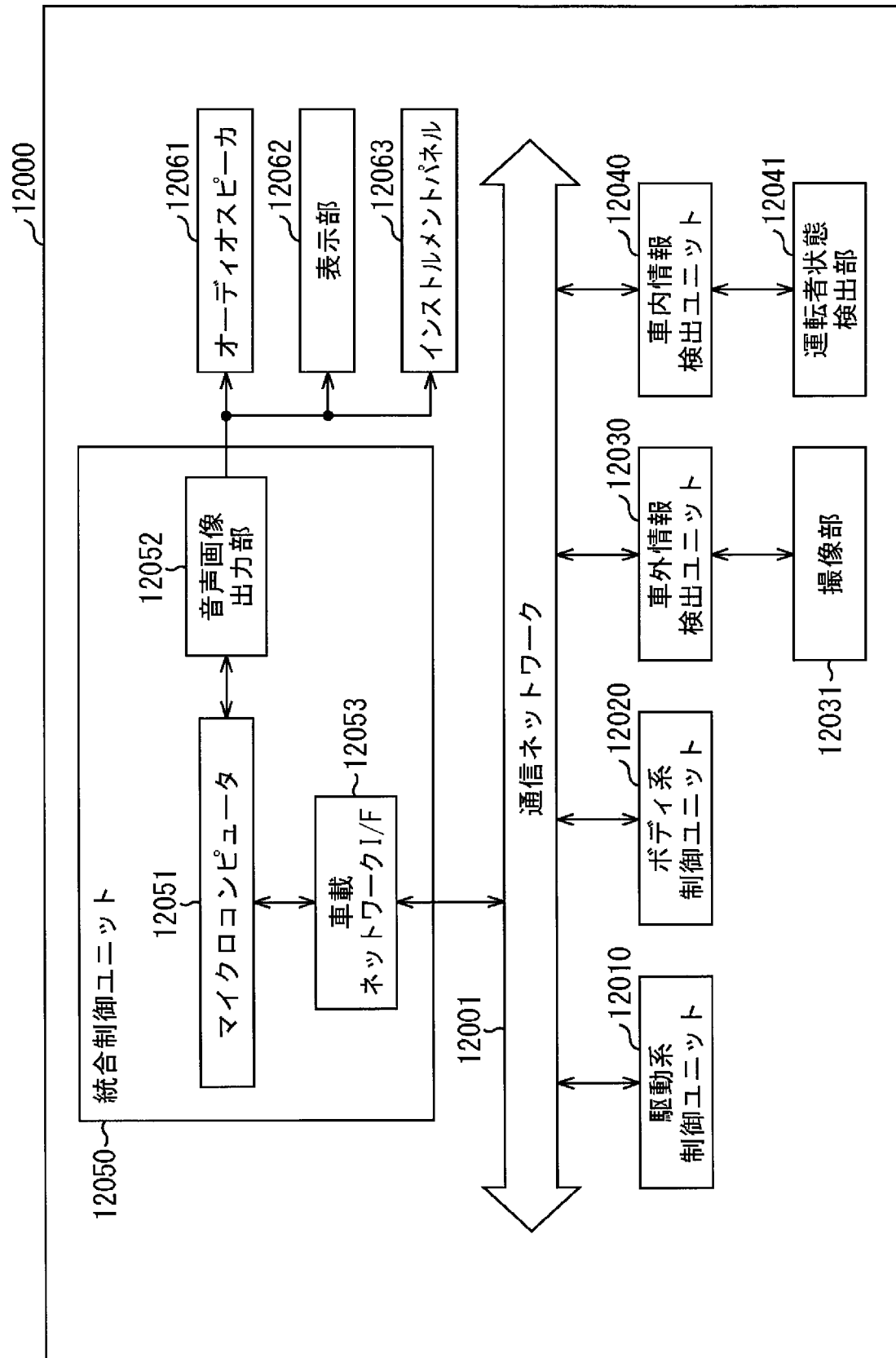
[illegible]

Diagram illustrating a grid structure (110) composed of circular elements (110AF, 901) arranged in a 4x12 grid. The grid is divided into four 4x3 blocks by vertical lines. The first and third blocks are labeled 110AF and 901. The second and fourth blocks are labeled 110. A horizontal dimension line L4 spans the width of the second and third blocks. The AF elements are located at the bottom-right of the first block and the bottom-left of the third block.

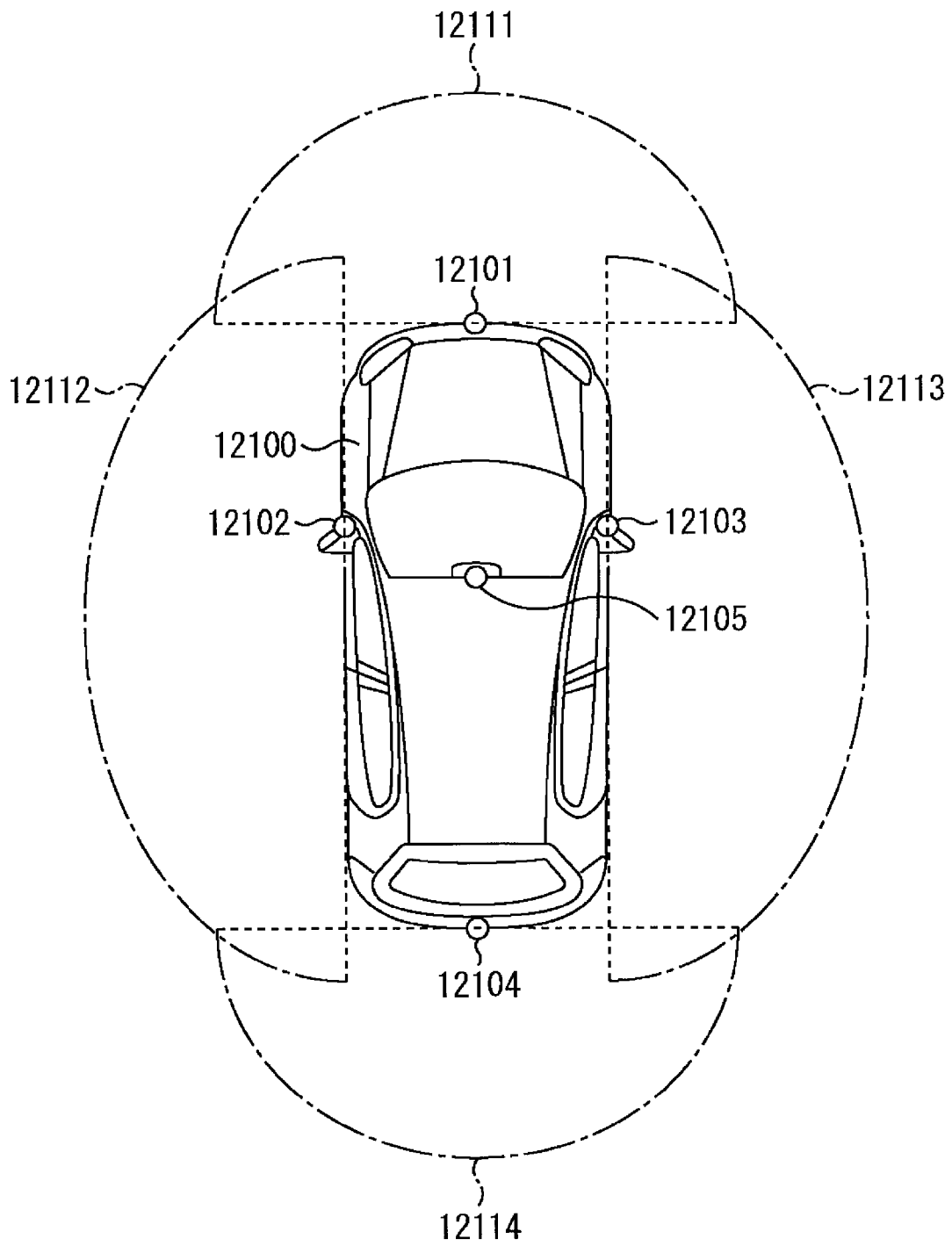
A detailed cross-sectional view of a semiconductor device 700A. The device consists of multiple layers: a top layer 734, a thin layer 735, a layer 133, a layer 131, and a bottom layer 136. A central region contains a series of alternating layers 132 and 135, with a layer 139 below them. A layer 151 is located between layers 734 and 133. A layer 137 is positioned between layers 131 and 136. The device is supported by a substrate 141, which includes circular features 138. A dimension L2 is indicated for the central region, and a dimension T1 is indicated for the total thickness of the device. A series of upward-pointing arrows labeled W are shown at the bottom, representing a light source or illumination.

[illegible]

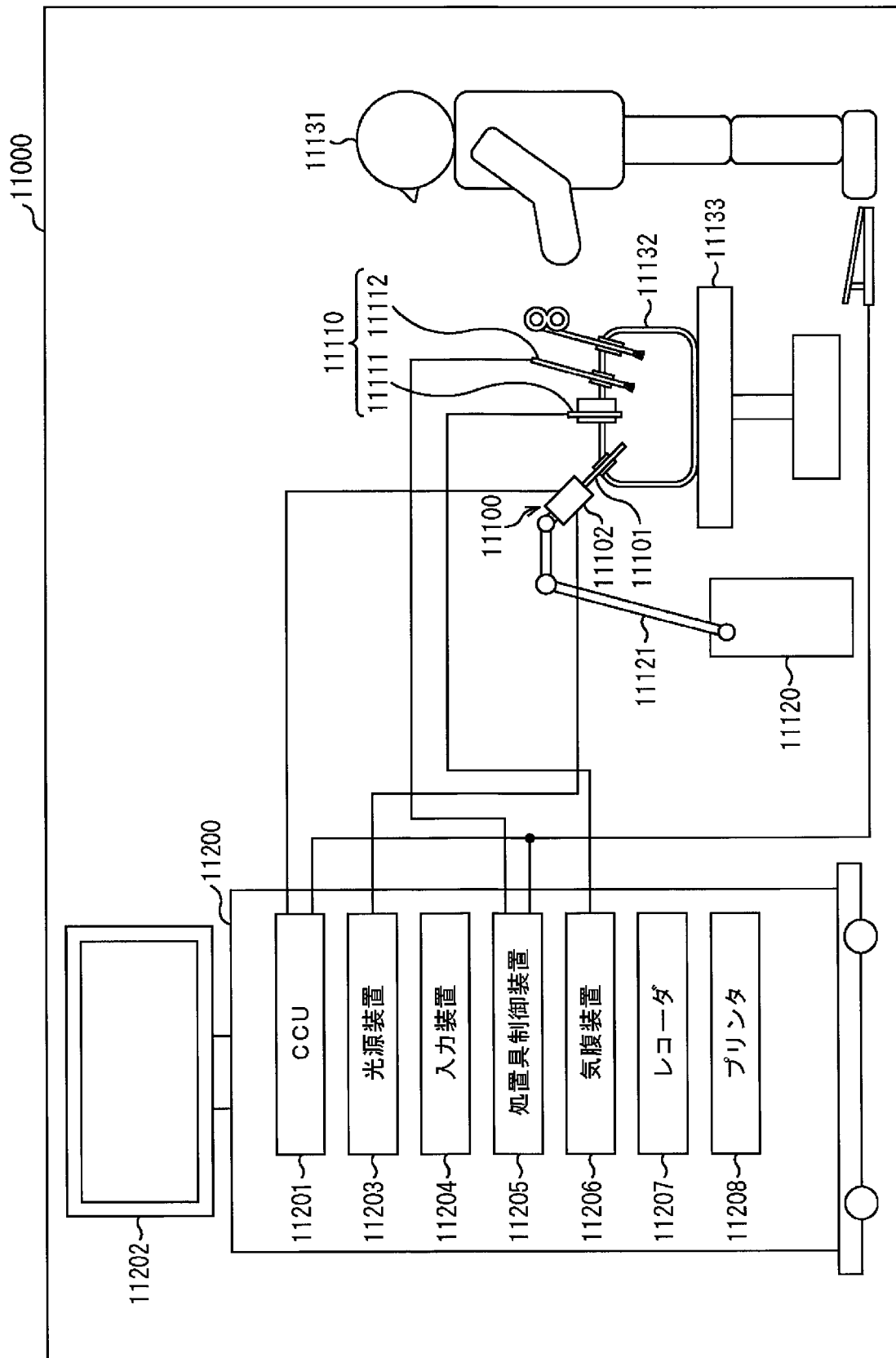
[図50]



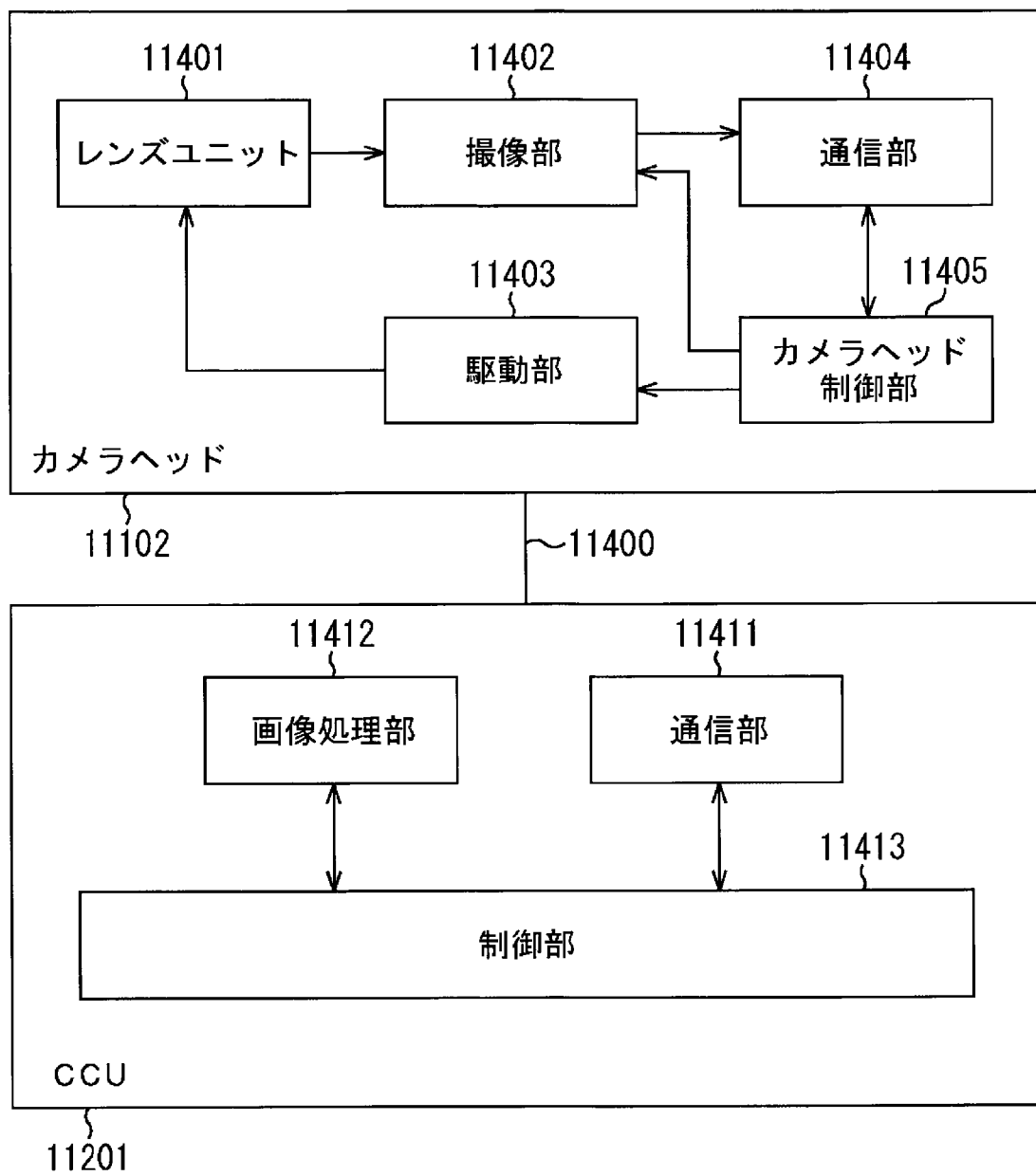
[図51]



[図52]



[図53]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/006966

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 27/146(2006.01)i; H01L 21/3205(2006.01)i; H01L 21/768(2006.01)i;
H01L 23/522(2006.01)i; H04N 5/369(2011.01) i
FI: H01L27/146 D; H01L21/88 J; H04N5/369

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; H01L21/3205; H01L21/768; H01L23/522; 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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2010-267828 A (SONY CORP.) 25.11.2010 (2010-11-25) paragraphs [0026]-[0033], [0102]-[0106], fig. 2-3, 14	1-2, 11-13, 20 3-10, 14-19
Y A	JP 2015-159275 A (SONY CORP.) 03.09.2015 (2015-09-03) paragraphs [0056], [0258]-[0274], fig. 2, 27-28	1-2, 11-13, 20 3-10, 14-19
Y A	JP 2007-141957 A (FUJITSU LTD.) 07.06.2007 (2007-06-07) paragraphs [0024], [0071]-[0074], fig. 2, 11	11-12 3-10, 14-19
Y A	JP 2007-053337 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 01.03.2007 (2007-03-01) paragraphs [0020]-[0029], fig. 1	13 3-10, 14-19

☐ 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
11 May 2020 (11.05.2020)

Date of mailing of the international search report
19 May 2020 (19.05.2020)

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/JP2020/006966

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2010-267828 A	25 Nov. 2010	US 2010/0289100 A1 paragraphs [0044]- [0051], [0158]- [0162], fig. 2-3, 12	
		US 2013/0235230 A1 CN 101887901 A KR 10-2010-0123612 A TW 201106473 A1	
JP 2015-159275 A	03 Sep. 2015	US 2017/0236860 A1 paragraphs [0178], [0382]-[0398], fig. 2, 27-28	
		US 2017/0271389 A1 US 2018/0331142 A1 WO 2015/111419 A2 EP 3100303 A2 TW 201535699 A CN 105793988 A KR 10-2016-0113605 A CN 108336104 A CN 110649052 A CN 110649053 A CN 110610951 A	
JP 2007-141957 A	07 Jun. 2007	US 2007/0108578 A1 paragraphs [0087], [0136]-[0139], fig. 2, 11	
		US 2010/0248453 A1 EP 1786033 A2 KR 10-0681781 B1 CN 1967853 A TW 200719443 A	
JP 2007-053337 A	01 Mar. 2007	US 2007/0019101 A1 paragraphs [0035]- [0044], fig. 1 CN 1901212 A	

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; H01L 21/3205(2006.01)i; H01L 21/768(2006.01)i; H01L 23/522(2006.01)i; H04N 5/369(2011.01)i FI: H01L27/146 D; H01L21/88 J; H04N5/369		
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; H01L21/3205; H01L21/768; H01L23/522; 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 1971-2020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		
国際調査で利用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2010-267828 A（ソニー株式会社）25.11.2010（2010-11-25） 段落 [0026] - [0033] , [0102] - [0106] , [図2] - [図3] , [図14]	1-2, 11-13, 20 3-10, 14-19
Y A	JP 2015-159275 A（ソニー株式会社）03.09.2015（2015-09-03） 段落 [0056] , [0258] - [0274] , [図2] , [図27] - [図28]	1-2, 11-13, 20 3-10, 14-19
Y A	JP 2007-141957 A（富士通株式会社）07.06.2007（2007-06-07） 段落 [0024] , [0071] - [0074] , [図2] , [図11]	11-12 3-10, 14-19
Y A	JP 2007-053337 A（松下電器産業株式会社）01.03.2007（2007-03-01） 段落 [0020] - [0029] , [図1]	13 3-10, 14-19
☐ 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 11.05.2020		国際調査報告の発送日 19.05.2020
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 3514

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/006966

引用文献				公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2010-267828	A	25.11.2010	US	2010/0289100 A1	
					段落 [0044] - [0051] ,	
					[0158] - [0162] , 図2-3,	
					12	
				US	2013/0235230 A1	
				CN	101887901 A	
				KR	10-2010-0123612 A	
				TW	201106473 A1	
JP	2015-159275	A	03.09.2015	US	2017/0236860 A1	
					段落 [0178] , [0382] -	
					[0398] , 図2, 27-28	
				US	2017/0271389 A1	
				US	2018/0331142 A1	
				WO	2015/111419 A2	
				EP	3100303 A2	
				TW	201535699 A	
				CN	105793988 A	
				KR	10-2016-0113605 A	
				CN	108336104 A	
				CN	110649052 A	
				CN	110649053 A	
JP	2007-141957	A	07.06.2007	CN	110610951 A	
				US	2007/0108578 A1	
					段落 [0087] , [0136] -	
					[0139] , 図2, 11	
				US	2010/0248453 A1	
				EP	1786033 A2	
				KR	10-0681781 B1	
				CN	1967853 A	
				TW	200719443 A	
JP	2007-053337	A	01.03.2007	US	2007/0019101 A1	
					段落 [0035] - [0044] , 図	
					1	
				CN	1901212 A	