(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
2025年5月15日(15.05.2025)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2025/100348 A1

(51) 国際特許分類:
H10F 39/12 (2025.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2024/039035

(22) 国際出願日： 2024年11月1日(01.11.2024)

(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 2023-191688 2023年11月9日(09.11.2023) 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 (JP).

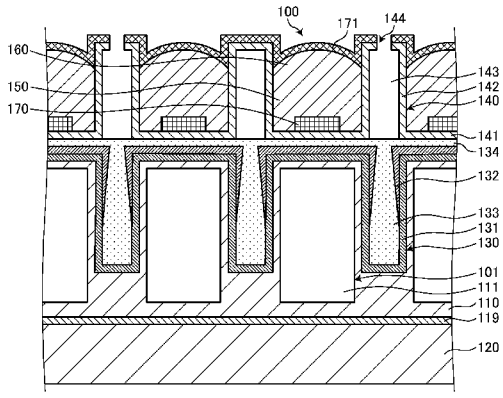
(72) 発明者: 昆野 優太(**KONNO, Yuta**); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目１４番１号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 (JP). 齊藤 廣志(**SAITO, Hiroshi**); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目１４番１号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 (JP).

(74) 代理人: 弁理士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 虎ノ門ダイビルイースト (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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.

(54) **Title:** PHOTODETECTION ELEMENT

(54) 発明の名称： 光検出素子



(57) **Abstract:** In the present invention, a light-blocking part in which gaps are utilized is disposed on pixels. This photodetection element includes pixels, on-chip lenses, and a light-blocking part. The pixels are each provided with: a photoelectric conversion part that is disposed on a semiconductor substrate and performs photoelectric conversion of incident light; and a color filter that allows, of the incident light, incident light having a prescribed wavelength to pass therethrough and enter the photoelectric conversion part. Each on-chip lens is disposed on a pixel, is constituted by a member that allows, of incident light, incident light having a prescribed wavelength to pass therethrough, has an incident surface for incident light, said incident surface being formed as a curved surface, and focuses the incident light having the prescribed wavelength so as to cause the same to enter the corresponding photoelectric conversion part via the corresponding color filter. The light-blocking part is disposed at the boundaries of the pixels adjacent to the color filters and includes wall sections and gaps formed inside the wall sections.

WO 2025/100348 A1

［続葉有］

(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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

(57) 要約: 空隙を使用する遮光部を画素に配置する。光検出素子は、画素と、オンチップレンズと、遮光部とを有する。画素は、半導体基板に配置されて入射光の光電変換を行う光電変換部及び入射光のうちの所定の波長の入射光を透過させて光電変換部に入射させるカラーフィルタを備える。オンチップレンズは、画素に配置されて、入射光のうちの所定の波長の入射光を透過する部材により構成されるとともに入射光の入射面が曲面に形成され、所定の波長の入射光を集光してカラーフィルタを介して光電変換部に入射させる。遮光部は、カラーフィルタに隣接する画素の境界に配置されて壁部及び当該壁部の内側に形成される空隙を備える。

明　細　書

発明の名称 ： 光検出素子

技術分野

[0001]　本開示は、光検出素子に関する。

背景技術

[0002]　被写体を撮像する光検出素子（撮像素子）は、複数の画素が２次元行列状に配置されて構成される。この画素には、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、入射光のうちの所定の波長の入射光を透過するカラーフィルタ及び入射光を光電変換部に集光するオンチップレンズ等が配置される。

[0003]　このような撮像素子において、カラーフィルタをレンズ形状に構成した撮像素子（固体撮像素子）が提案されている（例えば、特許文献１参照）。この固体撮像素子は、カラーフィルタにより入射光の集光を行うため、オンチップレンズが不要となる。これにより、画素における半導体基板上の光学部材を低背化することができ、集光後の入射光の拡散を軽減することができる。また、隣接する画素同士の間には画素間遮光部が配置される。この画素間遮光部は、カラーフィルタより屈折率が低い部材により構成され、隣接する画素からの光の混入を防止する。この画素間遮光部には、例えば、空気を用いることができる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第２０２３／００７７９６号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005]　しかしながら、上記の従来技術では、空気により構成された画素間遮光部が開示されておらず、空気を使用する画素間遮光部を実現できないという問題がある。

[0006] そこで、本開示では、レンズ形状に構成されるカラーフィルタを使用する画素を備える光検出素子において、空気等による空隙を低屈折率部として使用する遮光部を画素間に配置する光検出素子を提案する。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示に係る光検出素子は、半導体基板に配置されて入射光の光電変換を行う光電変換部及び上記入射光のうちの所定の波長の入射光を透過させて上記光電変換部に入射させるカラーフィルタを備える画素と、上記画素に配置されて、上記入射光のうちの所定の波長の入射光を透過する部材により構成されるとともに上記入射光の入射面が曲面に形成され、上記所定の波長の入射光を集光して上記カラーフィルタを介して上記光電変換部に入射させるオンチップレンズと、上記カラーフィルタに隣接する上記画素の境界に配置されて壁部及び当該壁部の内側に形成される空隙を備える遮光部とを有する。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本開示の実施形態に係る光検出装置の構成例を示す図である。

[図2]本開示の第１の実施形態に係る画素アレイ部の構成例を示す図である。

[図3]本開示の第１の実施形態に係る画素の構成例を示す図である。

[図4A]本開示の第１の実施形態に係る光検出素子の製造方法の一例を示す図である。

[図4B]本開示の第１の実施形態に係る光検出素子の製造方法の一例を示す図である。

[図4C]本開示の第１の実施形態に係る光検出素子の製造方法の一例を示す図である。

[図4D]本開示の第１の実施形態に係る光検出素子の製造方法の一例を示す図である。

[図4E]本開示の第１の実施形態に係る光検出素子の製造方法の一例を示す図である。

[図4F]本開示の第１の実施形態に係る光検出素子の製造方法の一例を示す図である。

[図4G]本開示の第１の実施形態に係る光検出素子の製造方法の一例を示す図である。

[図4H]本開示の第１の実施形態に係る光検出素子の製造方法の一例を示す図である。

[図4I]本開示の第１の実施形態に係る光検出素子の製造方法の一例を示す図である。

[図4J]本開示の第１の実施形態に係る光検出素子の製造方法の一例を示す図である。

[図4K]本開示の第１の実施形態に係る光検出素子の製造方法の一例を示す図である。

[図5]本開示の第２の実施形態に係る画素の構成例を示す図である。

[図6A]本開示の第２の実施形態に係る遮光膜の構成例を示す図である。

[図6B]本開示の第２の実施形態に係る遮光膜の構成例を示す図である。

[図6C]本開示の第２の実施形態に係る遮光膜の構成例を示す図である。

[図6D]本開示の第２の実施形態に係る遮光膜の構成例を示す図である。

[図6E]本開示の第２の実施形態に係る遮光膜の構成例を示す図である。

[図6F]本開示の第２の実施形態に係る遮光膜の構成例を示す図である。

[図7A]本開示の第２の実施形態に係る光検出素子の製造方法の一例を示す図である。

[図7B]本開示の第２の実施形態に係る光検出素子の製造方法の一例を示す図である。

[図8]本開示の第３の実施形態に係る画素の構成例を示す図である。

[図9]本開示の第４の実施形態に係る画素の構成例を示す図である。

[図10]本開示の第４の実施形態に係る光検出素子の製造方法の一例を示す図である。

[図11]本開示の第５の実施形態に係る画素の構成例を示す図である。

[図12]本開示の第６の実施形態に係る画素アレイ部の構成例を示す図である。

[図13]本開示の第６の実施形態に係る画素の構成例を示す図である。

[図14A]本開示の第６の実施形態に係る光検出素子の製造方法の一例を示す図である。

[図14B]本開示の第６の実施形態に係る光検出素子の製造方法の一例を示す図である。

[図14C]本開示の第６の実施形態に係る光検出素子の製造方法の一例を示す図である。

[図14D]本開示の第６の実施形態に係る光検出素子の製造方法の一例を示す図である。

[図14E]本開示の第６の実施形態に係る光検出素子の製造方法の一例を示す図である。

[図14F]本開示の第６の実施形態に係る光検出素子の製造方法の一例を示す図である。

[図15]本開示の第７の実施形態に係る画素の構成例を示す図である。

[図16A]本開示の第７の実施形態に係る光検出素子の製造方法の一例を示す図である。

[図16B]本開示の第７の実施形態に係る光検出素子の製造方法の一例を示す図である。

[図16C]本開示の第７の実施形態に係る光検出素子の製造方法の一例を示す図である。

[図16D]本開示の第７の実施形態に係る光検出素子の製造方法の一例を示す図である。

[図16E]本開示の第７の実施形態に係る光検出素子の製造方法の一例を示す図である。

[図16F]本開示の第７の実施形態に係る光検出素子の製造方法の一例を示す図である。

[図16G]本開示の第７の実施形態に係る光検出素子の製造方法の一例を示す図である。

[図17]本開示の第８の実施形態に係る画素の構成例を示す図である。

[図18]本開示の第８の実施形態に係る画素の他の構成例を示す図である。

[図19]電子機器に搭載される撮像装置の構成例を示すブロック図である。

[図20]車両制御システムの概略的な構成例を示すブロック図である。

[図21]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

[0009] 以下に、本開示の実施形態について図面に基づいて詳細に説明する。説明は、以下の順に行う。なお、以下の各実施形態において、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。

１．第１の実施形態

２．第２の実施形態

３．第３の実施形態

４．第４の実施形態

５．第５の実施形態

６．第６の実施形態

７．第７の実施形態

８．第８の実施形態

９．電子機器の構成

１０．移動体への応用例

[0010] （１．第１の実施形態）

［光検出装置の構成］

図１は、本開示の実施形態に係る光検出素子の構成例を示す図である。同図は、光検出素子１の構成例を表すブロック図である。光検出素子１は、被写体の画像データを構成する画素信号を生成して出力する半導体素子である。光検出素子１は、画素アレイ部１０と、垂直駆動部２０と、カラム信号処理部３０と、制御部４０とを備える。

[0011] 画素アレイ部１０は、複数の画素１００が配置されて構成されたものである。同図の画素アレイ部１０は、複数の画素１００が２次元行列の形状に配

列される例を表したものである。ここで、画素１００は、入射光の光電変換を行う光電変換部を備え、照射された入射光に基づいて被写体の画素信号を生成するものである。この光電変換部には、例えば、フォトダイオードを使用することができる。また、画素１００には、上述の光電変換部により生成された電荷に基づいて画素信号を生成する画素回路が配置される。それぞれの画素１００には、信号線１１及び１２が配線される。画素１００は、信号線１１により伝達される制御信号に制御されて画素信号を生成し、信号線１２を介して生成した画素信号を出力する。なお、信号線１１は、２次元行列の形状の行毎に配置され、１行に配置された複数の画素１００に共通に配線される。信号線１２は、２次元行列の形状の列毎に配置され、１列に配置された複数の画素１００に共通に配線される。

[0012] 垂直駆動部２０は、上述の画素１００の制御信号を生成するものである。同図の垂直駆動部２０は、画素アレイ部１０の２次元行列の行毎に制御信号を生成し、信号線１１を介して順次出力する。

[0013] カラム信号処理部３０は、画素１００により生成された画素信号の処理を行うものである。同図のカラム信号処理部３０は、信号線１２を介して伝達される画素アレイ部１０の１行に配置された複数の画素１００からの画素信号の処理を同時に行う。この処理として、例えば、画素１００により生成されたアナログの画素信号をデジタルの画素信号に変換するアナログデジタル変換や画素信号のオフセット誤差を除去する相関二重サンプリング（ＣＤＳ：Correlated Double Sampling）を行うことができる。処理後の画素信号は、光検出素子１の外部の回路等に対して出力される。

[0014] 制御部４０は、垂直駆動部２０及びカラム信号処理部３０を制御するものである。同図の制御部４０は、信号線４１及び４２を介して制御信号をそれぞれ出力して垂直駆動部２０及びカラム信号処理部３０を制御する。

[0015] ［画素アレイ部の構成］

図２は、本開示の第１の実施形態に係る画素アレイ部の構成例を示す図である。同図は、画素アレイ部１０の構成例を表す平面図である。前述のよう

に、画素アレイ部１０は、複数の画素１００が２次元行列状に配置されて構成される。

[0016] 画素１００の入射光の入射面側には、オンチップレンズ１６０が配置される。この、オンチップレンズ１６０は、入射光を集光するとともに所定の波長の入射光を透過する。オンチップレンズ１６０に付された文字は、透過する入射光の種類を表したものである。具体的には、「Ｒ」は赤色光を表し、「Ｇ」は緑色光を表し、「Ｂ」は青色光を表す。図２の画素アレイ部１０は、２行２列の画素１００に同色の入射光に対応するオンチップレンズ１６０がそれぞれ配置される例を表したものである。また、画素アレイ部１０は、この２行２列の画素１００群がベイヤー配列に配置される例を表したものである。

[0017] オンチップレンズ１６０の下層には、カラーフィルタ１５０（不図示）が配置される。このカラーフィルタ１５０の底部に下地材１７０が配置される。図２の破線の円は下地材１７０を表す。この下地材１７０を配置することにより、オンチップレンズ１６０の表面を曲面に構成することができる。

[0018] 画素１００の境界には遮光部１４０が配置される。この遮光部１４０は、画素１００同士の間に配置され、隣接する画素１００からの光の混入を防ぐものである。隣接する画素１００からの光が混入する場合、クロストークや混色を生じ、画像データの画質が低下する。遮光部１４０を配置することにより、クロストーク等を軽減することができる。後述するように、遮光部１４０は、壁状に構成されるとともに中空形状に構成される。また、遮光部１４０には、開口部１４４が配置される。この開口部１４４は、遮光部１４０を中空形状にする際に遮光部１４０の内部に配置された仮壁部１４９（不図示）を除去するために使用される。遮光部１４０の製造方法の詳細については後述する。

[0019] ［画素の構成］

図３は、本開示の第１の実施形態に係る画素の構成例を示す図である。同図は、画素１００の構成例を表す断面図である。なお、同図は、図２のＡ－

Ａ’線に沿った断面図である。画素１００は、半導体基板１１０と、配線領域１２０と、平坦化膜１３４と、遮光部１４０と、カラーフィルタ１５０と、オンチップレンズ１６０と、下地材１７０と、反射防止膜１７１とを備える。

[0020] 半導体基板１１０は、画素１００の光電変換部１０１や画素回路の素子が形成される半導体の基板である。この半導体基板１１０は、シリコン（Ｓｉ）により構成することができる。図３の半導体基板１１０は、便宜上、ｐ型のウェル領域を構成するものと想定する。このウェル領域にｎ型又はｐ型の半導体領域を配置することにより、素子を形成することができる。白抜きの矩形が半導体領域を表す。図３には、光電変換部１０１を構成するｎ型の半導体領域１１１を記載した。半導体領域１１１と周囲のウェル領域との界面のｐｎ接合がフォトダイオードを構成する。

[0021] 半導体基板１１０の表側の表面には絶縁膜１１９を介して配線領域１２０が配置される。この配線領域１２０は、画素１００の素子に信号等を伝達する配線が配置される領域である。

[0022] 半導体基板１１０の裏側の表面には、平坦化膜１３４が配置される。この平坦化膜１３４は、半導体基板１１０の裏側の表面を平坦化するものである。平坦化膜１３４は、例えば、酸化シリコン（SiO_X）、窒化シリコン（ＳｉＮ）及び酸窒化シリコン（ＳｉＯＮ）により構成することができる。

[0023] また、画素１００の境界の半導体基板１１０の領域には、分離部１３３が配置される。この分離部１３３は、画素１００同士を絶縁するものである。分離部１３３は、例えば、酸化シリコン（SiO_X）、窒化シリコン（ＳｉＮ）及び酸窒化シリコン（ＳｉＯＮ）により構成することができる。分離部１３３は、半導体基板１１０に形成された溝状の凹部１３０にSiO_X等を配置することにより形成することができる。なお、分離部１３３は、平坦化膜１３４と同じ材料により構成することができる。

[0024] 凹部１３０の壁面を含む半導体基板１１０の裏側の表面には、ピニング層１３１を配置することができる。このピニング層１３１は、半導体基板１１

０の界面準位に起因する暗電流の発生を抑制するものである。ピニング層１３１は、負の固定電荷を有する高誘電体材料により構成することができる。ピニング層１３１は、例えば、酸化ハフニウム（HfO_2）、酸化ジルコニウム（ZrO_2）、酸化アルミニウム（Al_2O_3）、酸化タンタル（Ta_2O_5）、酸化チタン（TiO_2）、酸化マグネシウム（ＭｇＯ）及び酸化イットリウム（Y_2O_3）等により構成することができる。

[0025] また、凹部１３０の壁面を含む半導体基板１１０の裏側の表面には、反射防止層１３２を配置することもできる。この反射防止層１３２は、ピニング層１３１に隣接して配置される。反射防止層１３２は、ピニング層１３１を形成する高誘電体材料の屈折率よりも屈折率が小さい絶縁性材料により構成することができる。反射防止層１３２は、例えば、酸化タンタル（Ta_2O_5）により構成することができる。

[0026] カラーフィルタ１５０は、画素１００の入射光のうちの所定の波長の入射光を透過するものである。前述したオンチップレンズ１６０と同様に、カラーフィルタ１５０は、赤色光、緑色光及び青色光に対応するカラーフィルタ１５０の何れかが画素１００に配置される。このカラーフィルタ１５０は、所定の波長の光を透過する顔料等を含む樹脂により構成することができる。

[0027] 遮光部１４０は、カラーフィルタ１５０に隣接する画素１００の境界に配置されて入射光を遮光するものである。この遮光部１４０は、中空構造に構成される。具体的には、遮光部１４０は、壁部１４２及び当該壁部１４２の内側に形成される空隙１４３を備える。図３の遮光部１４０は、平坦化膜１３４が壁部の一部を構成する。空隙１４３には、空気等のガスが充填される。空気は、屈折率がカラーフィルタ１５０を構成する部材より小さいため、入射光は遮光部１４０により反射される。これにより、隣接する画素１００への入射光の混入を防ぐことができる。

[0028] カラーフィルタ１５０の底部には絶縁膜１４１が配置される。この絶縁膜１４１は、壁部１４２と同じ部材により構成され、壁部１４２と同時に形成される。

[0029] オンチップレンズ１６０は、所定の波長の入射光を集光してカラーフィルタ１５０を介して光電変換部１０１に入射させるものである。このオンチップレンズ１６０は、カラーフィルタ１５０と同様に入射光のうちの所定の波長の入射光を透過する部材により構成される。更に、このオンチップレンズ１６０は、入射光の入射面が曲面に形成される。オンチップレンズ１６０は、所定の波長の光を透過する顔料等を含む樹脂により構成することができる。画素１００には、同じ波長の入射光を透過するオンチップレンズ１６０及びカラーフィルタ１５０を配置することができる。また、オンチップレンズ１６０は、カラーフィルタ１５０に隣接して配置することができる。

[0030] また、図３のオンチップレンズ１６０は、カラーフィルタ１５０と一体に形成される例を表したものである。図３のカラーフィルタ１５０の底部の絶縁膜１４１に隣接して下地材１７０が配置される。この下地材１７０は、半導体基板１１０の法線方向から見てカラーフィルタ１５０のサイズより小さいサイズに構成される。下地材１７０は、オンチップレンズ１６０の表面形状を制御するために使用される。すなわち、下地材１７０を配置することにより、オンチップレンズ１６０の表面を凸形状の曲面にすることができる。下地材１７０の高さは、遮光部１４０の高さ以下に構成される。また、下地材１７０は、半導体基板１１０と同等以下の屈折率の部材、例えば、二酸化ケイ素（SiO_2）により構成することができる。

[0031] 反射防止膜１７１は、オンチップレンズ１６０及び遮光部１４０の表面に配置されて入射光の反射を防止するものである。この反射防止膜１７１は、例えば、SiO_2により構成することができる。

[0032] ［光検出素子の製造方法］

図４Ａ－４Ｋは、本開示の第１の実施形態に係る光検出素子の製造方法の一例を示す図である。図４Ａ－４Ｋは、光検出素子１のうちの画素１００の部分の製造工程の一例を表す図である。なお、図４Ａ－４Ｋにおいては、配線領域１２０等の記載を省略している。

[0033] まず、半導体基板１１０に素子の半導体領域を形成する。次に、半導体基

板１１０の表側の表面に配線領域１２０を配置する。次に、半導体基板１１０の裏側の表面から凹部１３０を形成し、ピニング層１３１及び反射防止層１３２を配置する。次に、分離部１３３及び平坦化膜１３４を配置する（図４Ａ）。

[0034] 次に、半導体基板１１０の裏面側に仮壁部１４９の材料膜４００を配置する。この材料膜４００は、例えば、非晶質シリコンや銅含有アルミニウム（ＡｌＣｕ）により構成することができる。

[0035] 次に、材料膜４００の上にレジスト４０１を配置する。このレジスト４０１には、遮光部１４０を形成する領域以外の領域に開口部４０２が配置される（図４Ｃ）。

[0036] 次に、レジスト４０１をマスクとして使用して材料膜４００のエッチングを行い、仮壁部１４９を形成する（図４Ｄ）。

[0037] 次に、仮壁部１４９の表面を含む、半導体基板１１０の裏面側に絶縁物の膜を成膜し、絶縁膜１４１及び壁部１４２を形成する（図４Ｅ）。

[0038] 次に、仮壁部１４９の間の絶縁膜１４１の上に、下地材１７０を配置する（図４Ｆ）。これは、半導体基板１１０の裏面側に下地材１７０の材料膜を配置し、不要な部分をエッチングして除去することにより行うことができる。

[0039] 次に、仮壁部１４９の間に、カラーフィルタ１５０及びオンチップレンズ１６０を配置する（図４Ｇ）。下地材１７０の作用により、オンチップレンズ１６０の表面が曲面形状となる。

[0040] 次に、オンチップレンズ１６０及び遮光部１４０の表面に反射防止膜１７１を配置する（図４Ｈ）。反射防止膜１７１には、ＡＬＤ（Atomic Layer Deposition）により成膜したSiO_2膜を適用することができる。

[0041] 次に、レジスト４０３を配置する（図４Ｉ）。このレジスト４０３には、開口部１４４を形成する領域に開口部４０４が配置される。

[0042] 次に、レジスト４０３をマスクとして使用して反射防止膜１７１及び壁部１４２のエッチングを行い、開口部１４４を形成する（図４Ｊ）。開口部１

４４にて仮壁部１４９が露出することとなる。

[0043] 次に、開口部１４４を介して仮壁部１４９のエッチングを行う。これにより、空隙１４３が形成され、遮光部１４０が形成される（図４Ｋ）。なお、仮壁部１４９のエッチングには、ウェットエッチング又はドライエッチングを適用することができる。以上の工程により、画素１００を製造することができる。

[0044] なお、光検出素子１の構成は、この例に限定されない。例えば、画素１００の反射防止膜１７１を省略することもできる。また、反射防止層１３２を省略することもできる。

[0045] このように、本開示の第１の実施形態の光検出素子１は、空隙１４３を含む遮光部１４０が画素１００のカラーフィルタ１５０及びオンチップレンズ１６０に隣接して配置される。これにより、所定の波長の入射光を集光するオンチップレンズ１６０を有する画素１００におけるクロストークや混色を低減することができる。

[0046] （２．第２の実施形態）

上述の第１の実施形態の光検出素子１は、空隙１４３を有する遮光部１４０を備えていた。これに対し、本開示の第２の実施形態の光検出素子１は、遮光部１４０に遮光膜を配置する点で、上述の第１の実施形態と異なる。

[0047] ［画素の構成］

図５は、本開示の第２の実施形態に係る画素の構成例を示す図である。同図は、図３と同様に、画素１００の構成例を表す断面図である。同図の画素１００は、遮光膜１４５を更に備える点で、図３の画素１００と異なる。

[0048] 遮光膜１４５は、遮光部１４０の空隙１４３の底部に配置されて入射光を遮光するものである。この遮光膜１４５は、光を吸収する部材又は光を反射する部材により構成することができる。例えば、遮光膜１４５は、チタン（Ｔｉ）、窒化チタン（ＴｉＮ）、タンタル（Ｔａ）及び窒化タンタル（ＴａＮ）の単層膜やこれらの材料の積層膜により構成することができる。この遮光膜１４５を配置することにより、遮光部１４０における遮光能力を向上さ

せることができる。

[0049] ［遮光膜の構成］

図６Ａ－６Ｆは、本開示の第２の実施形態に係る遮光膜の構成例を示す図である。図６Ａ－６Ｆは、遮光膜１４５のバリエーションを表す断面図である。

[0050] 図６Ａは、空隙１４３と略同じ幅に構成される遮光膜１４５の例を表したものである。図６Ｂは、空隙１４３より狭い幅に構成される遮光膜１４５の例を表したものである。図６Ｃは、空隙１４３よりも広い幅に構成される遮光膜１４５の例を表したものである。

[0051] 図６Ｄは、底面がカラーフィルタ１５０の底面と同じ半導体基板１１０の表面からの高さに構成される遮光膜１４５の例を表したものである。図６Ｅは、底面がカラーフィルタ１５０の底面より上側に構成される遮光膜１４５の例を表したものである。図６Ｆは、底面がカラーフィルタ１５０の底面より下側に構成される遮光膜１４５の例を表したものである。

[0052] ［光検出素子の製造方法］

図７Ａ及び７Ｂは、本開示の第２の実施形態に係る光検出素子の製造方法の一例を示す図である。図７Ａ及び７Ｂは、光検出素子１のうちの画素１００の部分の製造工程の一例を表す図である。

[0053] まず、図４Ａの工程を実行する。次に、半導体基板１１０の裏面側に遮光膜１４５の材料膜４０５及び仮壁部１４９の材料膜４００を順に積層する（図７Ａ）。

[0054] 次に、材料膜４０５及び材料膜４００のエッチングを行って、遮光膜１４５及び仮壁部１４９を形成する（図７Ｂ）。その後、図４Ｅ－４Ｋの工程を実行することにより、遮光膜１４５を有する画素１００を製造することができる。

[0055] 上述した以外の光検出素子１の構成は本開示の第１の実施形態における光検出素子１の構成と同様であるため、説明を省略する。

[0056] このように、本開示の第２の実施形態の光検出素子１は、遮光部１４０に

遮光膜１４５を配置することにより、遮光部１４０の遮光能力を向上させることができる。

[0057] （３．第３の実施形態）

上述の第１の実施形態の光検出素子１は、画素１００にオンチップレンズ１６０及びカラーフィルタ１５０が配置されていた。これに対し、本開示の第３の実施形態の光検出素子１は、オンチップレンズ１６０及びカラーフィルタ１５０を封止する封止膜を備える点で、上述の第１の実施形態と異なる。

[0058] ［画素の構成］

図８は、本開示の第３の実施形態に係る画素の構成例を示す図である。同図は、図３と同様に、画素１００の構成例を表す断面図である。同図の画素１００は、第１の封止膜１７２及び第２の封止膜１７３を備える点で、図３の画素１００と異なる。

[0059] 第１の封止膜１７２は、オンチップレンズ１６０の入射面側に配置されてオンチップレンズ１６０を封止するものである。また、第１の封止膜１７２は、遮光部１４０の表面側にも配置される例を表したものである。第１の封止膜１７２を配置することにより、オンチップレンズ１６０への水分の侵入を軽減することができる。

[0060] また、第２の封止膜１７３は、遮光部１４０の壁部１４２の内側に配置されてカラーフィルタ１５０を封止するものである。第２の封止膜１７３を配置することにより、空隙１４３を介したカラーフィルタ１５０への水分の侵入を軽減することができる。第１の封止膜１７２及び第２の封止膜１７３は、Al_2O_3やＳｉＮにより構成することができる。

[0061] 第１の封止膜１７２及び第２の封止膜１７３を有する画素１００の製造方法について説明する。まず、図４Ａ－４Ｋの工程を実行する。次に、第１の封止膜１７２及び第２の封止膜１７３の材料膜を半導体基板１１０の裏面側に成膜する。これにより、反射防止膜１７１の表面側に第１の封止膜１７２が形成される。同時に、開口部１４４を介して遮光部１４０の内側に第２の

封止膜１７３が形成される。

[0062] 上述した以外の光検出素子１の構成は本開示の第１の実施形態における光検出素子１の構成と同様であるため、説明を省略する。

[0063] このように、本開示の第３の実施形態の光検出素子１は、第１の封止膜１７２及び第２の封止膜１７３を配置してオンチップレンズ１６０及びカラーフィルタ１５０を封止する。これにより、水分の侵入によるオンチップレンズ１６０及びカラーフィルタ１５０の劣化を軽減する構成することができる。

[0064] （４．第４の実施形態）

上述の第３の実施形態の光検出素子１は、第１の封止膜１７２及び第２の封止膜１７３を備えていた。これに対し、本開示の第４の実施形態の光検出素子１は、カラーフィルタ１５０の底面及び側面に隣接する封止膜を備える点で、上述の第３の実施形態と異なる。

[0065] ［画素の構成］

図９は、本開示の第４の実施形態に係る画素の構成例を示す図である。同図は、図８と同様に、画素１００の構成例を表す断面図である。同図の画素１００は、第１の封止膜１７２及び第２の封止膜１７３の代わりに第３の封止膜１７４を備える点で、図８の画素１００と異なる。

[0066] 第３の封止膜１７４は、オンチップレンズ１６０及びカラーフィルタ１５０の側面及び底面の近傍に配置されてオンチップレンズ１６０及びカラーフィルタ１５０を封止するものである。第３の封止膜１７４を配置することにより、オンチップレンズ１６０及びカラーフィルタ１５０への水分の侵入を軽減することができる。第３の封止膜１７４は、第１の封止膜１７２と同様の材料により構成することができる。

[0067] ［光検出素子の製造方法］

図１０は、本開示の第４の実施形態に係る光検出素子の製造方法の一例を示す図である。同図は、光検出素子１のうちの画素１００の部分の製造工程の一例を表す図である。

[0068] まず、図４Ａ－４Ｅの工程を実行する。次に、半導体基板１１０の裏面側に第３の封止膜１７４を形成する（図１０）。その後、図４Ｆ－４Ｋの工程を実行する。これにより、第３の封止膜１７４を有する画素１００を製造することができる。

[0069] 上述した以外の光検出素子１の構成は本開示の第３の実施形態における光検出素子１の構成と同様であるため、説明を省略する。

[0070] このように、本開示の第４の実施形態の光検出素子１は、第３の封止膜１７４を配置してオンチップレンズ１６０及びカラーフィルタ１５０を封止する。これにより、水分の侵入によるオンチップレンズ１６０及びカラーフィルタ１５０の劣化を軽減することができる。

[0071] （５．第５の実施形態）

第３の実施形態の光検出素子１は、第１の封止膜１７２及び第２の封止膜１７３を備えていた。これに対し、本開示の第５の実施形態の光検出素子１は、第３の封止膜１７４を更に備える点で、上述の第３の実施形態と異なる。

[0072] ［画素の構成］

図１１は、本開示の第５の実施形態に係る画素の構成例を示す図である。同図は、図８と同様に、画素１００の構成例を表す断面図である。同図の画素１００は、第３の封止膜１７４を更に備える点で、図８の画素１００と異なる。

[0073] 上述した以外の光検出素子１の構成は本開示の第３の実施形態における光検出素子１の構成と同様であるため、説明を省略する。

[0074] このように、本開示の第５の実施形態の光検出素子１は、第１の封止膜１７２、第２の封止膜１７３及び第３の封止膜１７４を備える。これにより、水分の侵入によるオンチップレンズ１６０及びカラーフィルタ１５０の劣化を更に軽減することができる。

[0075] （６．第６の実施形態）

上述の第１の実施形態の光検出素子１は、画素１００の遮光部１４０に開

口部１４４が形成されていた。これに対し、本開示の第６の実施形態の光検出素子１は、開口部１４４を閉塞する点で、上述の第１の実施形態と異なる。

[0076] ［画素アレイ部の構成］

図１２は、本開示の第６の実施形態に係る画素アレイ部の構成例を示す図である。同図は、図２と同様に、画素アレイ部１０の構成例を表す平面図である。同図の遮光部１４０に記載された破線の円は、開口部１４４を表す。同図の画素アレイ部１０は、開口部１４４が閉塞される点で、図２の画素アレイ部１０と異なる。

[0077] ［画素の構成］

図１３は、本開示の第６の実施形態に係る画素の構成例を示す図である。同図は、図３と同様に、画素１００の構成例を表す断面図である。同図の画素１００は、閉塞膜１７９を更に備える点で、図３の画素１００と異なる。

[0078] 閉塞膜１７９は、遮光部１４０の上面に配置されて開口部１４４を閉塞するものである。この閉塞膜１７９を配置して開口部１４４を閉塞することにより、遮光部１４０の内部への水分の侵入を防ぐことができる。また、図１３の閉塞膜１７９は、カラーフィルタ１５０及びオンチップレンズ１６０の間にも配置される。閉塞膜１７９は、酸化シリコン（ＳｉＯｘ）、窒化シリコン（ＳｉＮ）、及び酸窒化シリコン（ＳｉＯＮ）などの絶縁性材料により構成することができる。なお、壁部１４２及び閉塞膜１７９は、それぞれ異なる材料により構成することができる。例えば、壁部１４２をＳｉＯｘにより構成し、閉塞膜１７９をＳｉＮにより構成することができる。

[0079] また、閉塞膜１７９を形成する際、開口部１４４を介して遮光部１４０の壁部１４２に閉塞膜１７９の部材の膜が形成されてもよい。

[0080] ［光検出素子の製造方法］

図１４Ａ－１４Ｆは、本開示の第６の実施形態に係る光検出素子の製造方法の一例を示す図である。図１４Ａ－１４Ｆは、光検出素子１のうちの画素１００の部分の製造工程の一例を表す図である。

[0081] まず、図４Ａ－４Ｅの工程を実行する。次に、仮壁部１４９の間にカラーフィルタ１５０を配置する（図１４Ａ）。

[0082] 次に、半導体基板１１０の裏面側にレジスト４１１を配置する。このレジスト４１１には、開口部１４４を形成する領域に開口部４１２が形成される（図１４Ｂ）。

[0083] 次に、レジスト４１１をマスクとして使用して壁部１４２のエッチングを行い、開口部１４４を形成する。その後、レジスト４１１を除去する（図１４Ｃ）。

[0084] 次に、仮壁部１４９をエッチングにより除去する。これにより、空隙１４３が形成される（図１４Ｄ）。

[0085] 次に、半導体基板１１０の裏面側に閉塞膜１７９を配置する（図１４Ｅ）。次に、オンチップレンズ１６０を形成する（図１４Ｆ）。以上の工程により画素１００を製造することができる。

[0086] 上述した以外の光検出素子１の構成は本開示の第１の実施形態における光検出素子１の構成と同様であるため、説明を省略する。

[0087] このように、本開示の第６の実施形態の光検出素子１は、閉塞膜１７９を配置して開口部１４４を閉塞する。これにより、遮光部１４０への水分の侵入を低減することができる。

[0088] （７．第７の実施形態）

上述の第６の実施形態の光検出素子１は、閉塞膜１７９によりカラーフィルタ１５０及びオンチップレンズ１６０が分離されていた。これに対し、本開示の第７の実施形態の光検出素子１は、カラーフィルタ１５０及びオンチップレンズ１６０が隣接して配置される点で、上述の第６の実施形態と異なる。

[0089] ［画素の構成］

図１５は、本開示の第７の実施形態に係る画素の構成例を示す図である。同図は、図１３と同様に、画素１００の構成例を表す断面図である。同図の画素１００は、閉塞膜１７９の代わりに閉塞膜１７８を備え、カラーフィル

タ１５０及びオンチップレンズ１６０が隣接して配置される点で、図１３の画素１００と異なる。

[0090] 閉塞膜１７８は、遮光部１４０の上面に配置されて開口部１４４を閉塞するものである。この閉塞膜１７８を配置することにより、閉塞膜１７９と同様に、遮光部１４０の内部への水分の侵入を防ぐことができる。また、閉塞膜１７８は、カラーフィルタ１５０の側面及び底面に隣接する形状に構成される。このため、図１５の画素１００においては、カラーフィルタ１５０及びオンチップレンズ１６０が隣接する形状に構成される。閉塞膜１７８は、閉塞膜１７９と同じ材料により構成することができる。

[0091] ［光検出素子の製造方法］

図１６Ａ－１６Ｇは、本開示の第７の実施形態に係る光検出素子の製造方法の一例を示す図である。図１６Ａ－１６Ｇは、光検出素子１のうちの画素１００の部分の製造工程の一例を表す図である。

[0092] まず、図４Ａ－４Ｅの工程を実行する。次に、仮壁部１４９の間に充填部材４１３を配置する（図１６Ａ）。この充填部材４１３には、例えばレジストを適用することができる。

[0093] 次に、半導体基板１１０の裏面側にレジスト４１４を配置する。このレジスト４１４には、開口部１４４を形成する領域に開口部４１５が形成される（図１６Ｂ）。

[0094] 次に、レジスト４１４をマスクとして使用して壁部１４２のエッチングを行い、開口部１４４を形成する。その後、レジスト４１４を除去する（図１６Ｃ）。

[0095] 次に、仮壁部１４９をエッチングにより除去する。これにより、空隙１４３が形成される。その後、充填部材４１３を除去する（図１６Ｄ）。

[0096] 次に、半導体基板１１０の裏面側に閉塞膜１７８を配置する（図１６Ｅ）。次に、カラーフィルタ１５０を形成する（図１６Ｆ）。

[0097] 次に、オンチップレンズ１６０を形成する（図１６Ｇ）。以上の工程により画素１００を製造することができる。

[0098] 上述した以外の光検出素子１の構成は本開示の第６の実施形態における光検出素子１の構成と同様であるため、説明を省略する。

[0099] このように、本開示の第７の実施形態の光検出素子１は、閉塞膜１７９を配置して開口部１４４を閉塞する。これにより、遮光部１４０への水分の侵入を低減することができる。

[0100] （８．第８の実施形態）

上述の第６の実施形態の光検出素子１は、オンチップレンズ１６０が画素１００の中心に配置されていた。これに対し、本開示の第８の実施形態の光検出素子１は、オンチップレンズ１６０の位置を調整する点で、上述の第６の実施形態と異なる。

[0101] ［画素の構成］

図１７は、本開示の第８の実施形態に係る画素の構成例を示す図である。同図は、図１３と同様に、画素１００の構成例を表す断面図である。同図の画素１００は、オンチップレンズ１６０が画素１００の中心からずれた位置に配置される点で、図１３の画素１００と異なる。

[0102] 通常、光検出素子１には、撮影レンズにより被写体からの光が集光される。このため、画素アレイ部１０の中央部の画素１００では被写体からの光が垂直に入射するのに対し、画素アレイ部１０の周縁部の画素１００では被写体からの光が斜めに入射する。そこで、画素アレイ部１０の周縁部の画素１００において、オンチップレンズ１６０やカラーフィルタ１５０の位置を被写体からの光の入射角度に応じて調整する。これにより、画素１００感度の低下を防ぐことができる。このような方法は、瞳補正と称される。図１７の画素１００は、図２において説明した画素アレイ部１０の右側の周縁部に配置される画素１００の例を表したものである。図１７のオンチップレンズ１６０は、画素１００の中心に対して図１７の左方向にずれた位置に配置することができる。このように、オンチップレンズ１６０は、入射光の入射角度に応じて画素１００における位置を調整することができる。

[0103] ［画素の他の構成］

図１８は、本開示の第８の実施形態に係る画素の他の構成例を示す図である。同図は、図１７と同様に、画素１００の構成例を表す断面図である。同図の画素１００は、図１５において説明した閉塞膜１７８が配置される画素１００において瞳補正を行う例を表したものである。同図の画素１００においても、オンチップレンズ１６０の位置を入射光の入射角度に応じて調整することができる。

[0104] 上述した以外の光検出素子１の構成は本開示の第６の実施形態における光検出素子１の構成と同様であるため、説明を省略する。

[0105] このように、本開示の第８の実施形態の光検出素子１は、画素１００においてオンチップレンズ１６０の位置を入射光の入射角度に応じて調整する。これにより、画素アレイ部１０の周縁部の画素１００の感度の低下を防ぐことができる。

[0106] （９．電子機器の構成）

上述したような光検出素子１は、例えば、デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラなどの撮像システム、撮像機能を備えた携帯電話機、または、撮像機能を備えた他の機器といった各種の電子機器に適用することができる。

[0107] 図１９は、電子機器に搭載される撮像装置の構成例を示すブロック図である。図１９に示すように、電子機器７０１は、光学系７０２、光検出装置７０３、ＤＳＰ（Digital Signal Processor）７０４を備えており、バス７０７を介して、ＤＳＰ７０４、表示装置７０５、操作系７０６、メモリ７０８、記録装置７０９、及び電源系７１０が接続されて構成され、静止画像及び動画像を撮像可能である。

[0108] 光学系７０２は、１枚または複数枚のレンズを有して構成され、被写体からの像光（入射光）を光検出装置７０３に導き、光検出装置７０３の受光面（センサ部）に結像させる。

[0109] 光検出装置７０３には、上述したいずれかの構成例の光検出素子１が適用される。光検出装置７０３には、光学系７０２を介して受光面に結像される

像に応じて、一定期間、電子が蓄積される。そして、光検出装置７０３に蓄積された電子に応じた信号がＤＳＰ７０４に入力される。

[0110] ＤＳＰ７０４は、光検出装置７０３からの信号に対して各種の信号処理を施して画像を取得し、その画像のデータを、メモリ７０８に一時的に記憶させる。メモリ７０８に記憶された画像のデータは、記録装置７０９に記録されたり、表示装置７０５に供給されて画像が表示されたりする。また、操作系７０６は、ユーザによる各種の操作を受け付けて電子機器７０１の各ブロックに操作信号を供給し、電源系７１０は、電子機器７０１の各ブロックの駆動に必要な電力を供給する。

[0111] （１０．移動体への応用例）

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

[0112] 図２０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。

[0113] 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２０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。

[0114] 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。

[0115] ボディ系制御ユニット１２０２０は、各種プログラムにしたがって車体に装備された各種装置の動作を制御する。例えば、ボディ系制御ユニット１２０２０は、キーレスエントリシステム、スマートキーシステム、パワーウィンドウ装置、あるいは、ヘッドランプ、バックランプ、ブレーキランプ、ウィンカー又はフォグランプ等の各種ランプの制御装置として機能する。この場合、ボディ系制御ユニット１２０２０には、鍵を代替する携帯機から発信される電波又は各種スイッチの信号が入力され得る。ボディ系制御ユニット１２０２０は、これらの電波又は信号の入力を受け付け、車両のドアロック装置、パワーウィンドウ装置、ランプ等を制御する。

[0116] 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。

[0117] 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。

[0118] 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。

[0119] 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。

[0120] 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。

[0121] 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。

[0122] 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２０の例では、出力装置として、オーディオスピーカ１２０６１、表示部１２０６２及びインストルメントパネル１２０６３が例示されている。表示部１２０６２は、例えば、オンボードディスプレイ及びヘッドアップディスプレイの少なくとも一つを含んでいて

もよい。

[0123] 図２１は、撮像部１２０３１の設置位置の例を示す図である。

[0124] 図２１では、撮像部１２０３１として、撮像部１２１０１、１２１０２、１２１０３、１２１０４、１２１０５を有する。

[0125] 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。

[0126] なお、図２１には、撮像部１２１０１ないし１２１０４の撮影範囲の一例が示されている。撮像範囲１２１１１は、フロントノーズに設けられた撮像部１２１０１の撮像範囲を示し、撮像範囲１２１１２，１２１１３は、それぞれサイドミラーに設けられた撮像部１２１０２，１２１０３の撮像範囲を示し、撮像範囲１２１１４は、リアバンパ又はバックドアに設けられた撮像部１２１０４の撮像範囲を示す。例えば、撮像部１２１０１ないし１２１０４で撮像された画像データが重ね合わせられることにより、車両１２１００を上方から見た俯瞰画像が得られる。

[0127] 撮像部１２１０１ないし１２１０４の少なくとも１つは、距離情報を取得する機能を有していてもよい。例えば、撮像部１２１０１ないし１２１０４の少なくとも１つは、複数の撮像素子からなるステレオカメラであってもよいし、位相差検出用の画素を有する撮像素子であってもよい。

[0128] 例えば、マイクロコンピュータ１２０５１は、撮像部１２１０１ないし１

２１０４から得られた距離情報を基に、撮像範囲１２１１１ないし１２１１４内における各立体物までの距離と、この距離の時間的変化（車両１２１００に対する相対速度）を求めることにより、特に車両１２１００の進行路上にある最も近い立体物で、車両１２１００と略同じ方向に所定の速度（例えば、０ｋｍ／ｈ以上）で走行する立体物を先行車として抽出することができる。さらに、マイクロコンピュータ１２０５１は、先行車の手前に予め確保すべき車間距離を設定し、自動ブレーキ制御（追従停止制御も含む）や自動加速制御（追従発進制御も含む）等を行うことができる。このように運転者の操作に拠らずに自律的に走行する自動運転等を目的とした協調制御を行うことができる。

[0129] 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。

[0130] 撮像部１２１０１ないし１２１０４の少なくとも１つは、赤外線を検出する赤外線カメラであってもよい。例えば、マイクロコンピュータ１２０５１は、撮像部１２１０１ないし１２１０４の撮像画像中に歩行者が存在するか否かを判定することで歩行者を認識することができる。かかる歩行者の認識は、例えば赤外線カメラとしての撮像部１２１０１ないし１２１０４の撮像画像における特徴点を抽出する手順と、物体の輪郭を示す一連の特徴点にパターンマッチング処理を行って歩行者か否かを判別する手順によって行われ

る。マイクロコンピュータ１２０５１が、撮像部１２１０１ないし１２１０４の撮像画像中に歩行者が存在すると判定し、歩行者を認識すると、音声画像出力部１２０５２は、当該認識された歩行者に強調のための方形輪郭線を重畳表示するように、表示部１２０６２を制御する。また、音声画像出力部１２０５２は、歩行者を示すアイコン等を所望の位置に表示するように表示部１２０６２を制御してもよい。

[0131] 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に適用され得る。具体的には、図１の光検出素子１は、撮像部１２０３１に適用することができる。撮像部１２０３１に本開示に係る技術を適用することにより、鮮明な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。

[0132] なお、本開示の第２の実施形態の構成は、他の実施形態に適用することができる。具体的には、図５の反射防止膜１７１は、本開示の第３乃至第８の実施形態に適用することができる。

[0133] 本開示の第３の実施形態の構成は、他の実施形態に適用することができる。具体的には、図１１の第１の封止膜１７２及び第２の封止膜１７３は、本開示の第２及び第６乃至第８の実施形態に適用することができる。

[0134] 本開示の第４の実施形態の構成は、他の実施形態に適用することができる。具体的には、図９の第３の封止膜１７４は、本開示の第２及び第６乃至第８の実施形態に適用することができる。

[0135] なお、本明細書に記載された効果はあくまで例示であって限定されるものでは無く、また他の効果があってもよい。

[0136] なお、本技術は以下のような構成も取ることができる。

（１）

半導体基板に配置されて入射光の光電変換を行う光電変換部及び前記入射光のうちの所定の波長の入射光を透過させて前記光電変換部に入射させるカラーフィルタを備える画素と、

前記画素に配置されて、前記入射光のうちの所定の波長の入射光を透過する部材により構成されるとともに前記入射光の入射面が曲面に形成され、前記所定の波長の入射光を集光して前記カラーフィルタを介して前記光電変換部に入射させるオンチップレンズと、

前記カラーフィルタに隣接する前記画素の境界に配置されて壁部及び当該壁部の内側に形成される空隙を備える遮光部と

を有する光検出素子。

（２）

前記オンチップレンズは、前記カラーフィルタに隣接して配置される前記（１）に記載の光検出素子。

（３）

前記オンチップレンズは、前記カラーフィルタと一体に形成される前記（２）に記載の光検出素子。

（４）

前記カラーフィルタの底面に配置される前記オンチップレンズの前記曲面を形成するための下地材を更に有する前記（３）に記載の光検出素子。

（５）

前記オンチップレンズは、前記カラーフィルタと同じ波長の前記入射光を透過する前記（１）から（４）の何れかに記載の光検出素子。

（６）

前記オンチップレンズの前記入射光が入射する面の側に配置されて前記オンチップレンズを封止する第１の封止膜を更に有する前記（１）から（５）の何れかに記載の光検出素子。

（７）

前記遮光部の前記壁部の内側に配置されて前記カラーフィルタを封止する第２の封止膜を更に有する前記（１）から（６）の何れかに記載の光検出素子。

（８）

前記カラーフィルタの側面及び底面の近傍に配置されて前記カラーフィルタを封止する第３の封止膜を更に有する前記（１）から（７）の何れかに記載の光検出素子。

（９）

前記遮光部は、前記壁部に形成される開口部を備える前記（１）から（８）の何れかに記載の光検出素子。

（１０）

前記開口部を閉塞する閉塞膜を更に有する前記（９）に記載の光検出素子。

（１１）

前記閉塞膜は、前記カラーフィルタ及び前記オンチップレンズの間に配置される前記（１０）に記載の光検出素子。

（１２）

前記遮光部の前記空隙の底部に配置される遮光膜を更に有する前記（１）から（１１）の何れかに記載の光検出素子。

（１３）

前記オンチップレンズは、前記入射光の入射角度に応じて前記画素における位置が調整される前記（１）から（１２）の何れかに記載の光検出素子。

符号の説明

[0137] １　光検出素子

１０　画素アレイ部

１００　画素

１０１　光電変換部

１１０　半導体基板

１４０　遮光部

１４１　絶縁膜

１４２　壁部

１４３　空隙

１４４　開口部

１４５　遮光膜

１５０　カラーフィルタ

１６０　オンチップレンズ

１７０　下地材

１７２　第１の封止膜

１７３　第２の封止膜

１７４　第３の封止膜

１７８、１７９　閉塞膜

７０１　電子機器

１２０３１、１２１０１～１２１０５　撮像部

請求の範囲

[請求項1] 半導体基板に配置されて入射光の光電変換を行う光電変換部及び前記入射光のうちの所定の波長の入射光を透過させて前記光電変換部に入射させるカラーフィルタを備える画素と、

前記画素に配置されて、前記入射光のうちの所定の波長の入射光を透過する部材により構成されるとともに前記入射光の入射面が曲面に形成され、前記所定の波長の入射光を集光して前記カラーフィルタを介して前記光電変換部に入射させるオンチップレンズと、

前記カラーフィルタに隣接する前記画素の境界に配置されて壁部及び当該壁部の内側に形成される空隙を備える遮光部と

を有する光検出素子。

[請求項2] 前記オンチップレンズは、前記カラーフィルタに隣接して配置される請求項１に記載の光検出素子。

[請求項3] 前記オンチップレンズは、前記カラーフィルタと一体に形成される請求項２に記載の光検出素子。

[請求項4] 前記カラーフィルタの底面に配置される前記オンチップレンズの前記曲面を形成するための下地材を更に有する請求項３に記載の光検出素子。

[請求項5] 前記オンチップレンズは、前記カラーフィルタと同じ波長の前記入射光を透過する請求項１に記載の光検出素子。

[請求項6] 前記オンチップレンズの前記入射光が入射する面の側に配置されて前記オンチップレンズを封止する第１の封止膜を更に有する請求項１に記載の光検出素子。

[請求項7] 前記遮光部の前記壁部の内側に配置されて前記カラーフィルタを封止する第２の封止膜を更に有する請求項１に記載の光検出素子。

[請求項8] 前記カラーフィルタの側面及び底面の近傍に配置されて前記カラーフィルタを封止する第３の封止膜を更に有する請求項１に記載の光検出素子。

[請求項9] 前記遮光部は、前記壁部に形成される開口部を備える請求項１に記載の光検出素子。

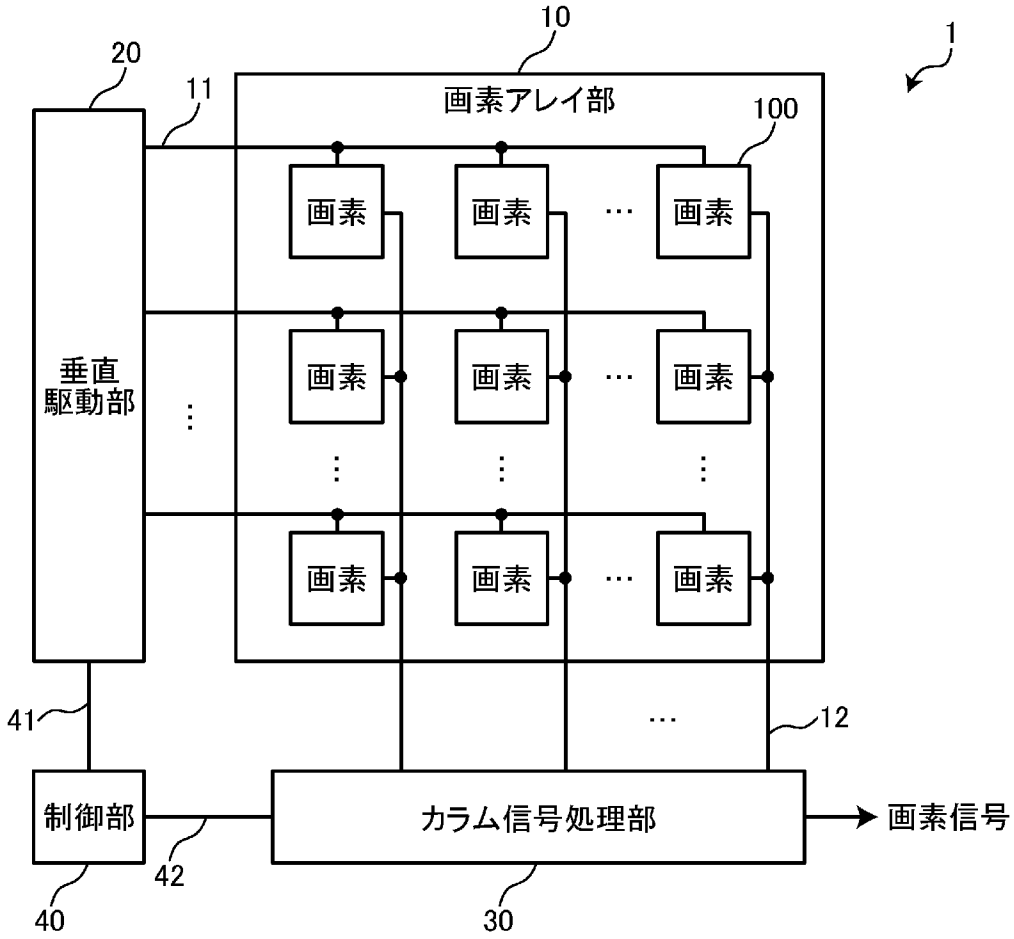
[請求項10] 前記開口部を閉塞する閉塞膜を更に有する請求項９に記載の光検出素子。

[請求項11] 前記閉塞膜は、前記カラーフィルタ及び前記オンチップレンズの間に配置される請求項１０に記載の光検出素子。

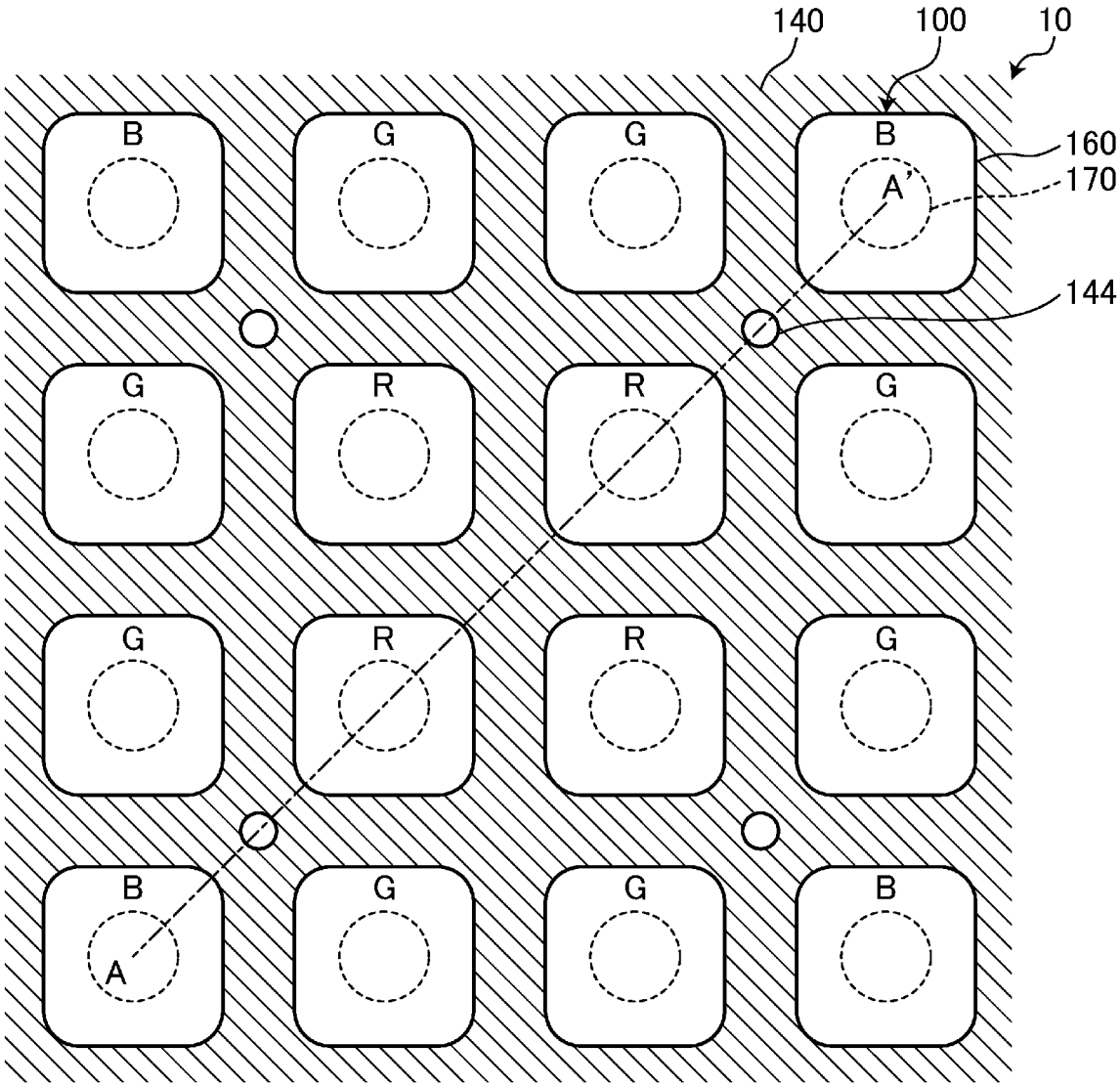
[請求項12] 前記遮光部の前記空隙の底部に配置される遮光膜を更に有する請求項１に記載の光検出素子。

[請求項13] 前記オンチップレンズは、前記入射光の入射角度に応じて前記画素における位置が調整される請求項１に記載の光検出素子。

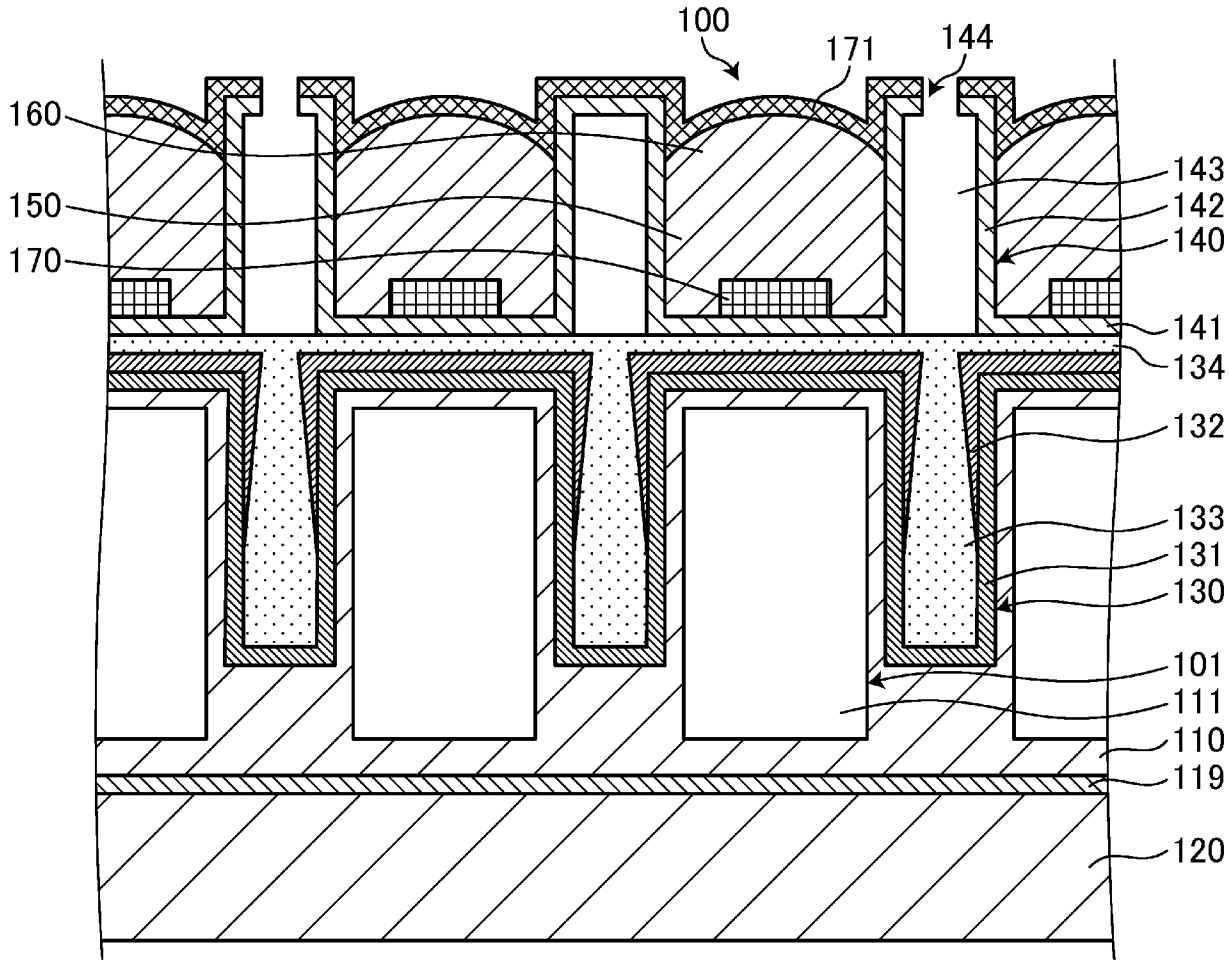
[図1]



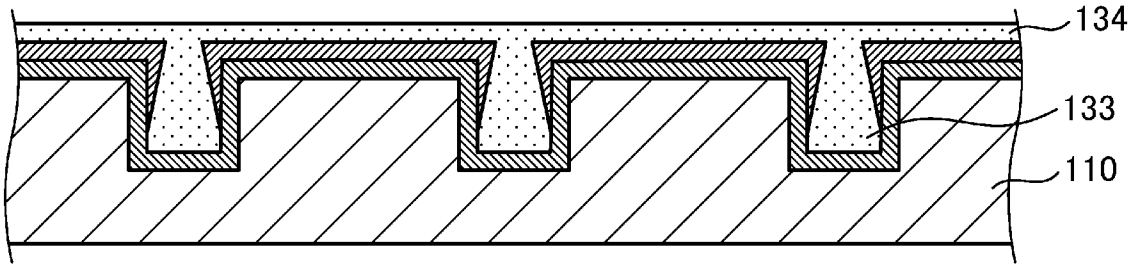
[図2]



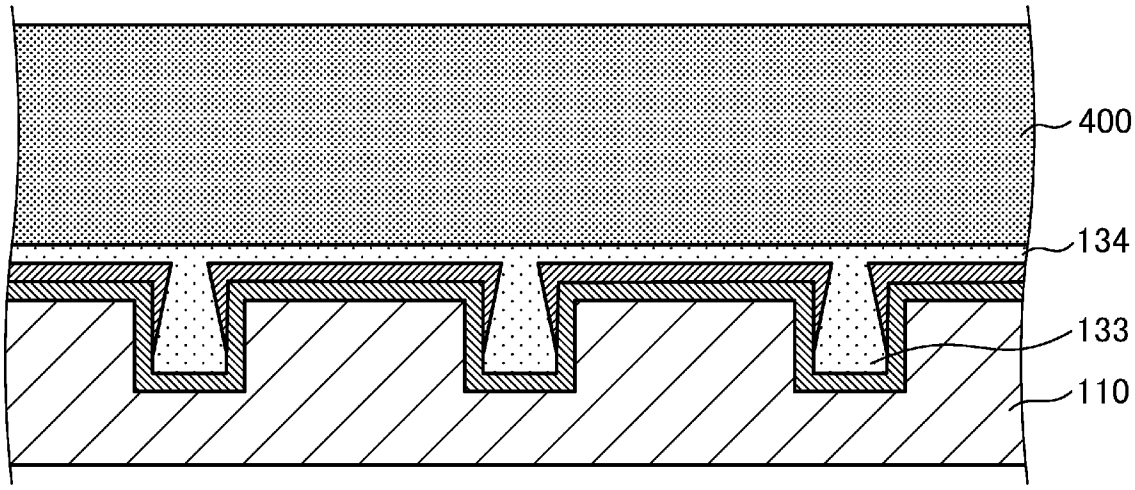
[図3]


100
171
144
160
150
170
143
142
140
141
134
132
133
131
130
101
111
110
119
120

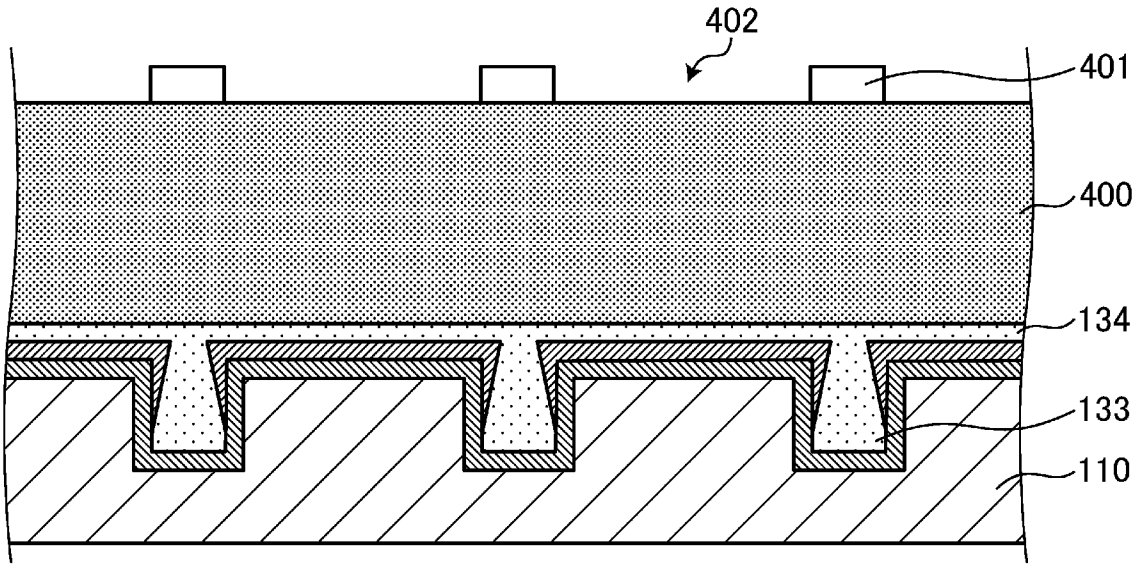
[図4A]



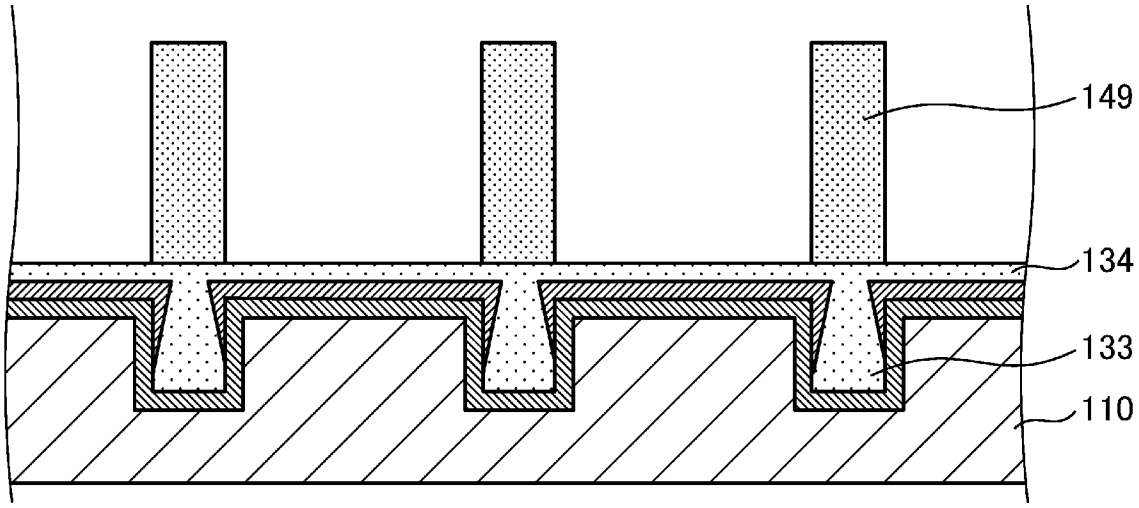
[図4B]



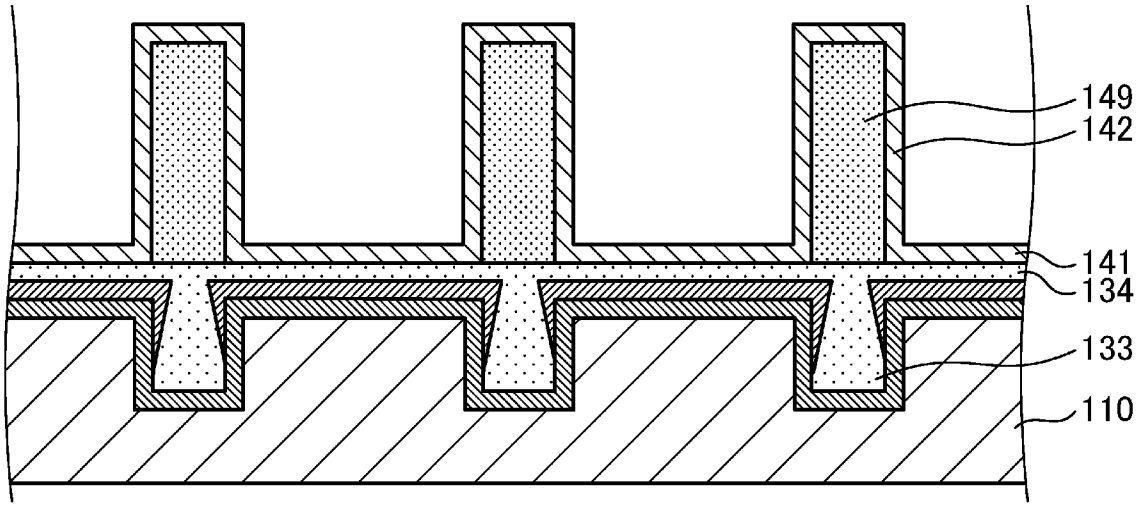
[図4C]



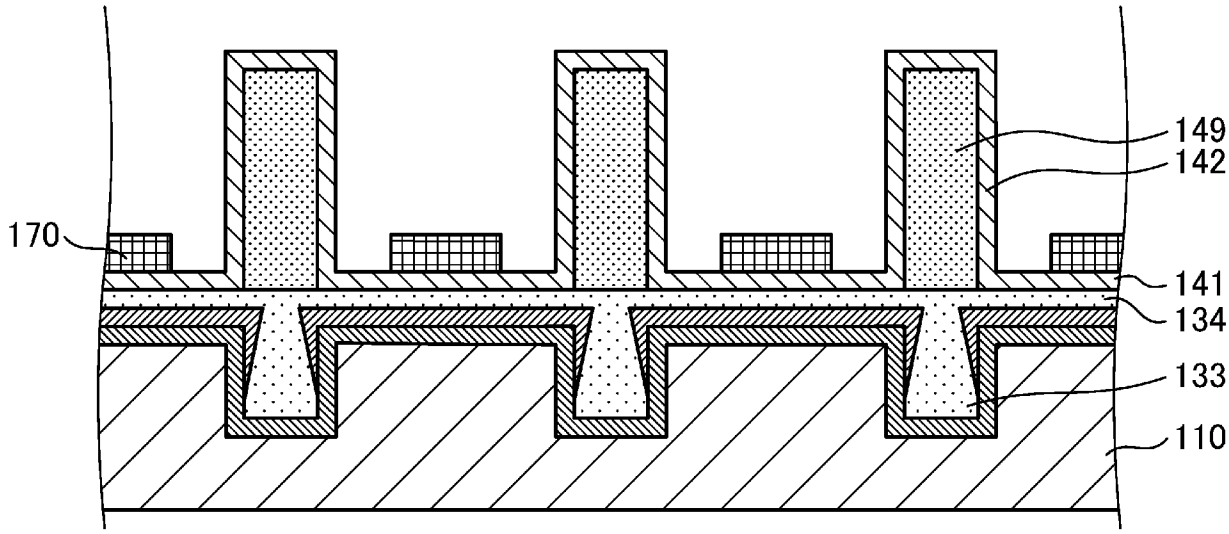
[図4D]


149
134
133
110

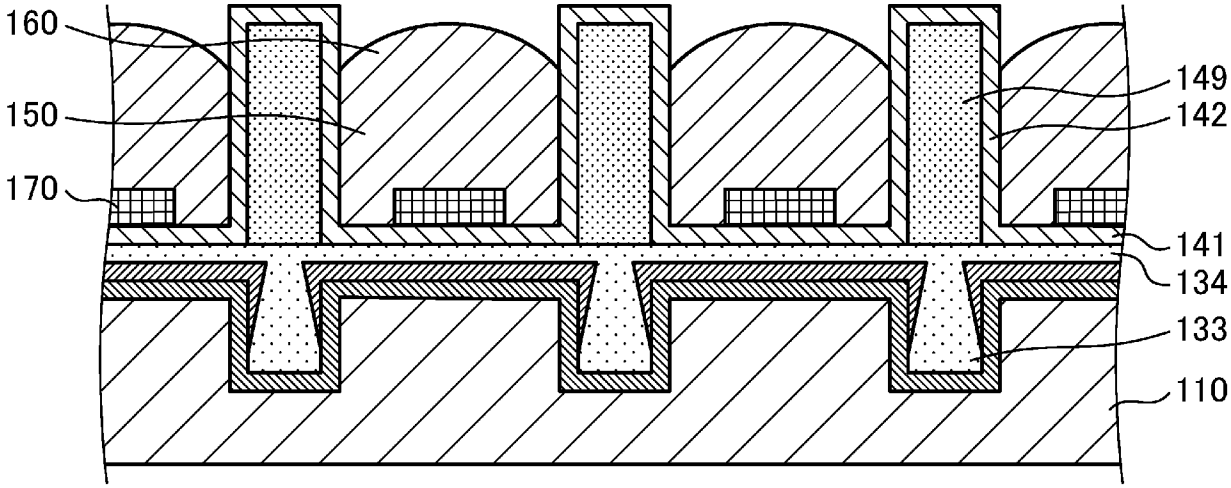
[図4E]


149
142
141
134
133
110

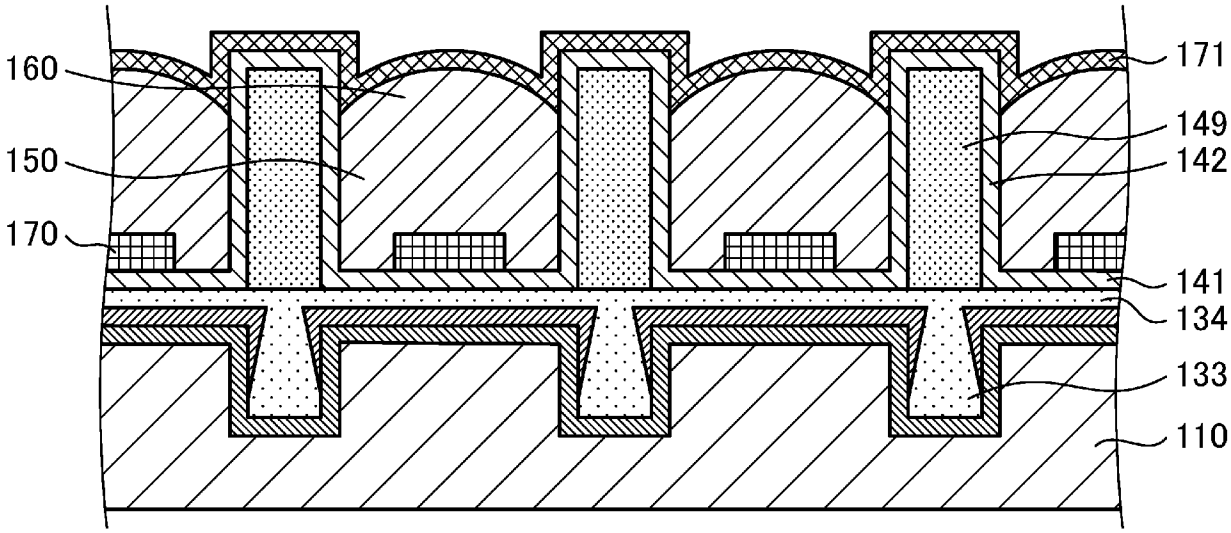
[図4F]


170
149
142
141
134
133
110

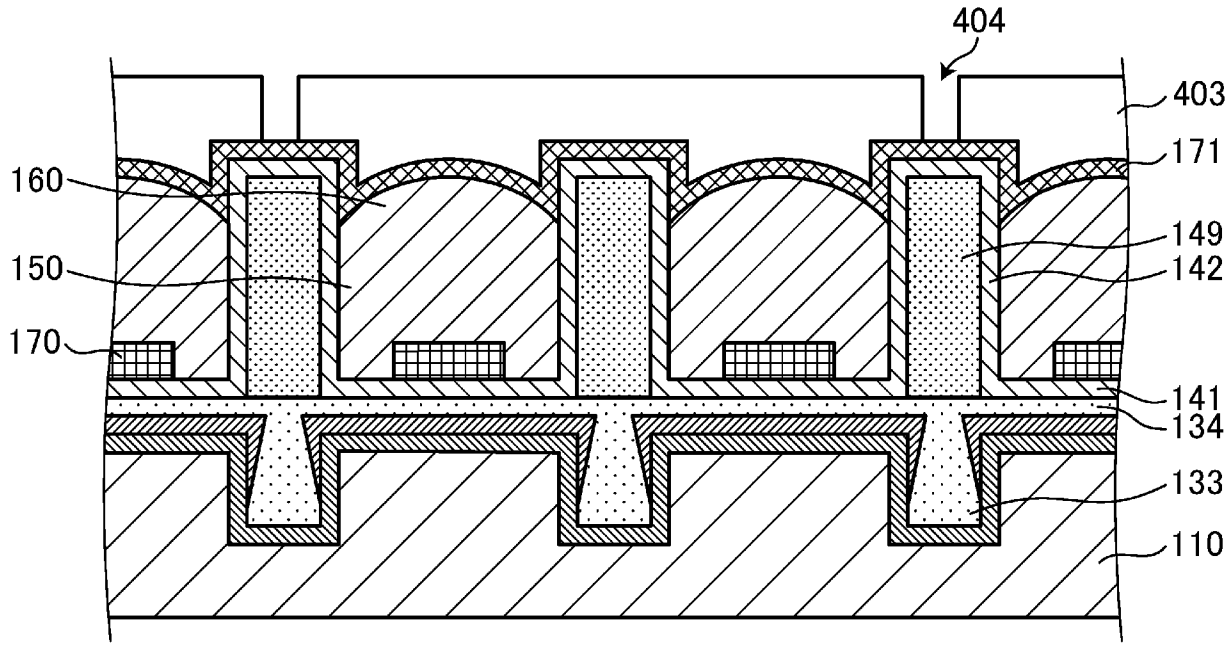
[図4G]


160
150
170
149
142
141
134
133
110

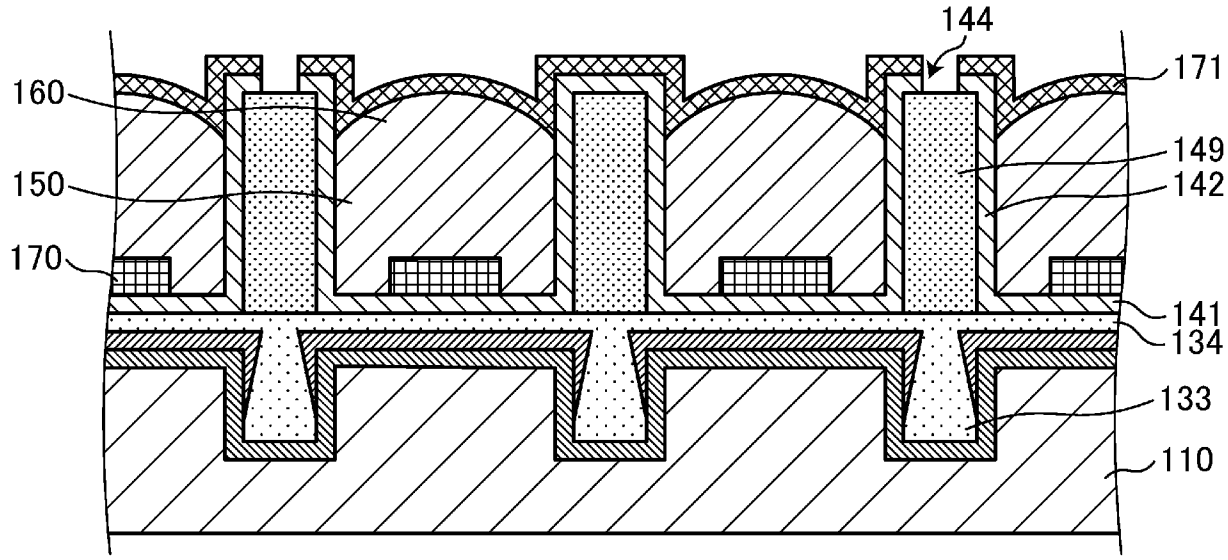
[図4H]


160
150
170
171
149
142
141
134
133
110

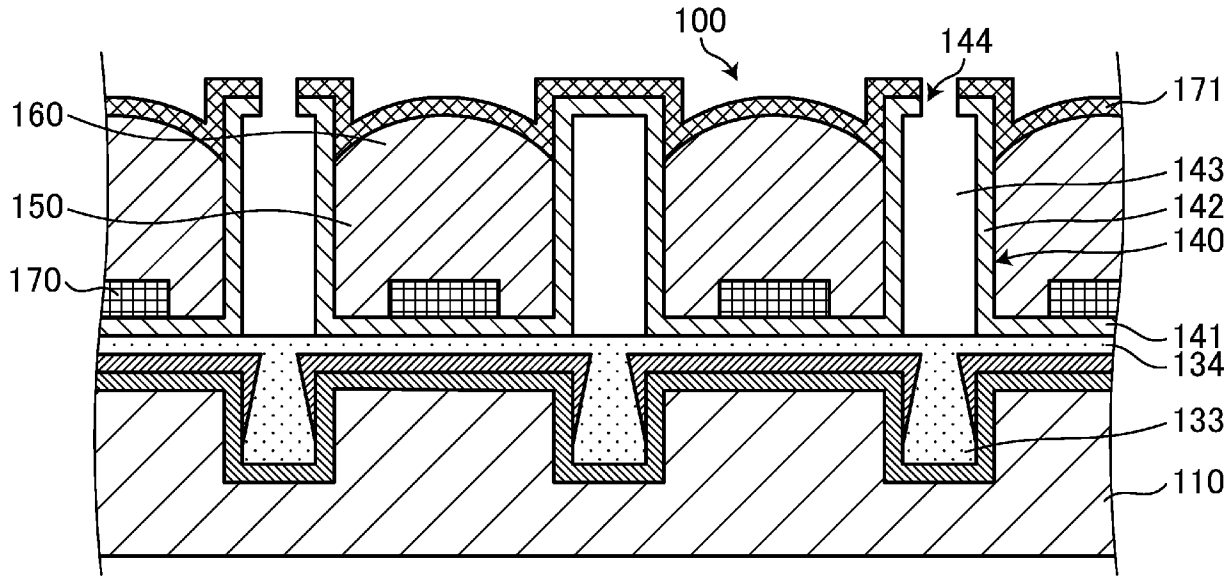
[図4I]


404
403
171
160
149
150
142
170
141
134
133
110

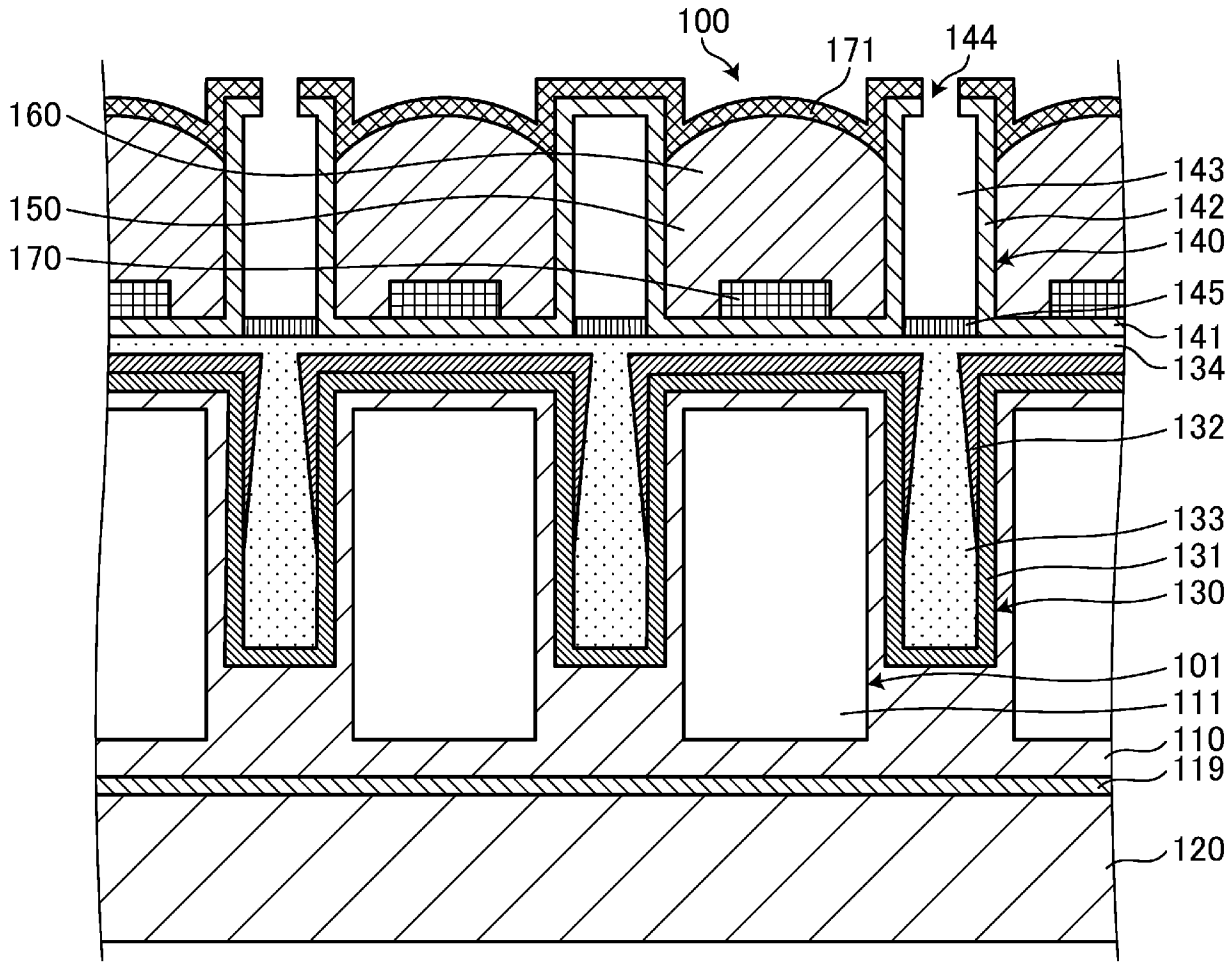
[図4J]


144
171
160
149
150
142
170
141
134
133
110

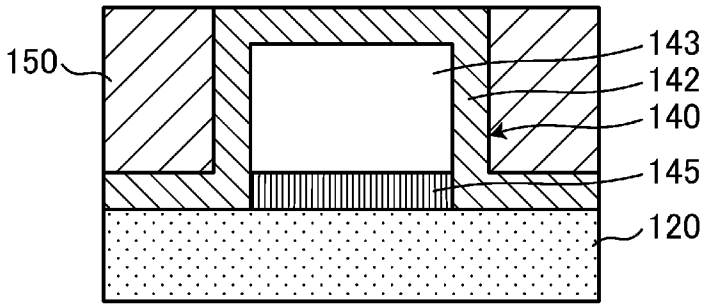
[図4K]



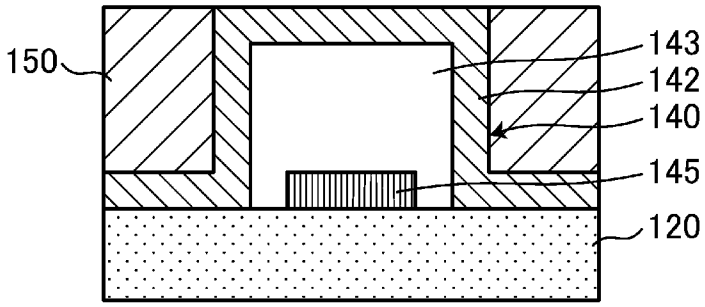
[図5]


100
171
144
160
150
170
143
142
140
145
141
134
132
133
131
130
101
111
110
119
120

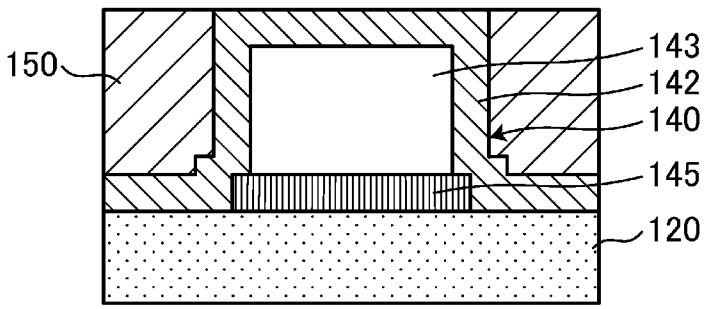
[図6A]


150
143
142
140
145
120

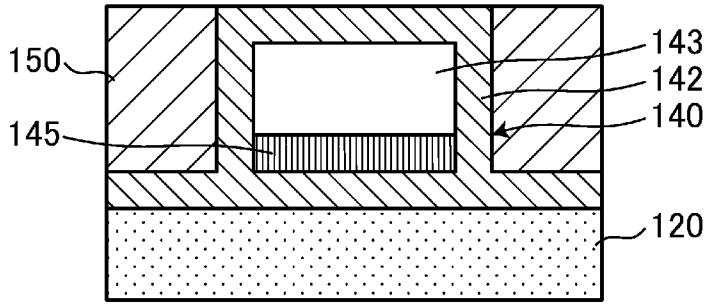
[図6B]


150
143
142
140
145
120

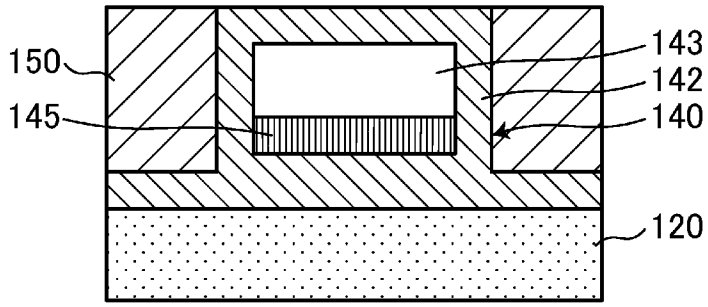
[図6C]


150
143
142
140
145
120

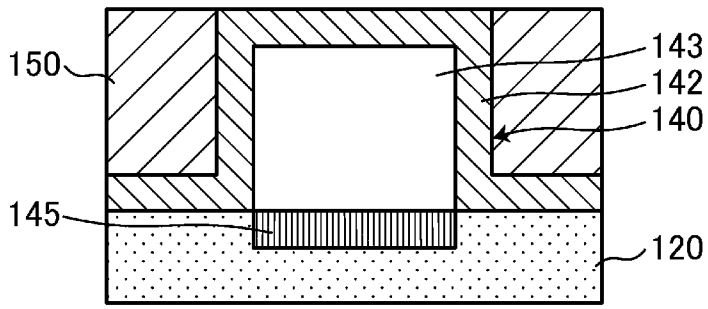
[図6D]


150
145
143
142
140
120

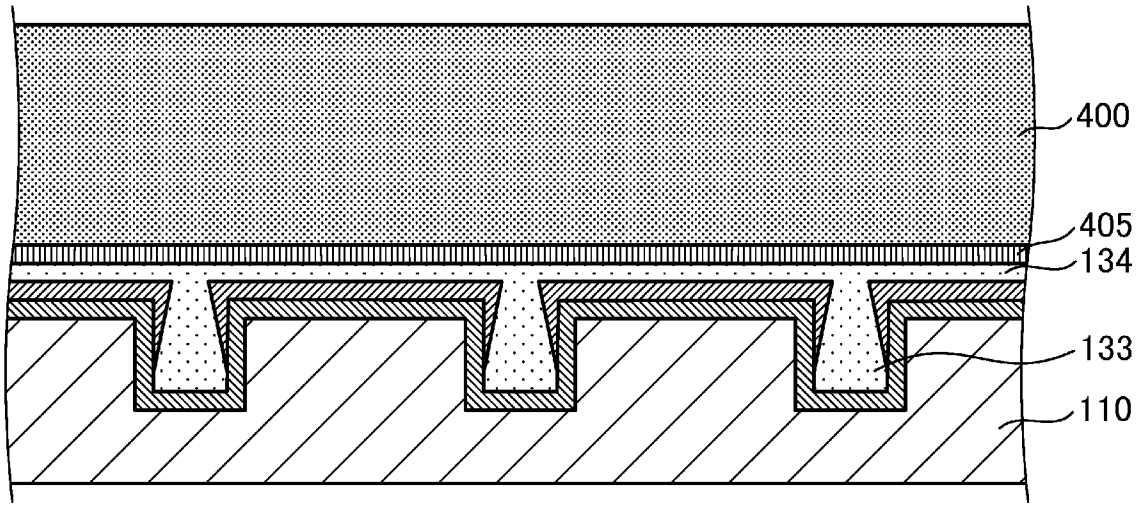
[図6E]


150
145
143
142
140
120

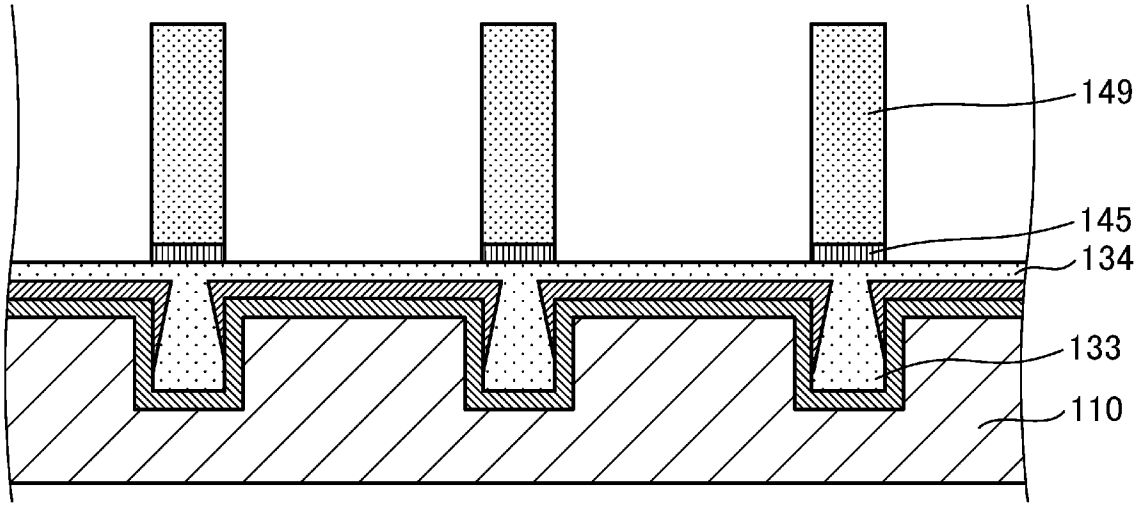
[図6F]


150
145
143
142
140
120

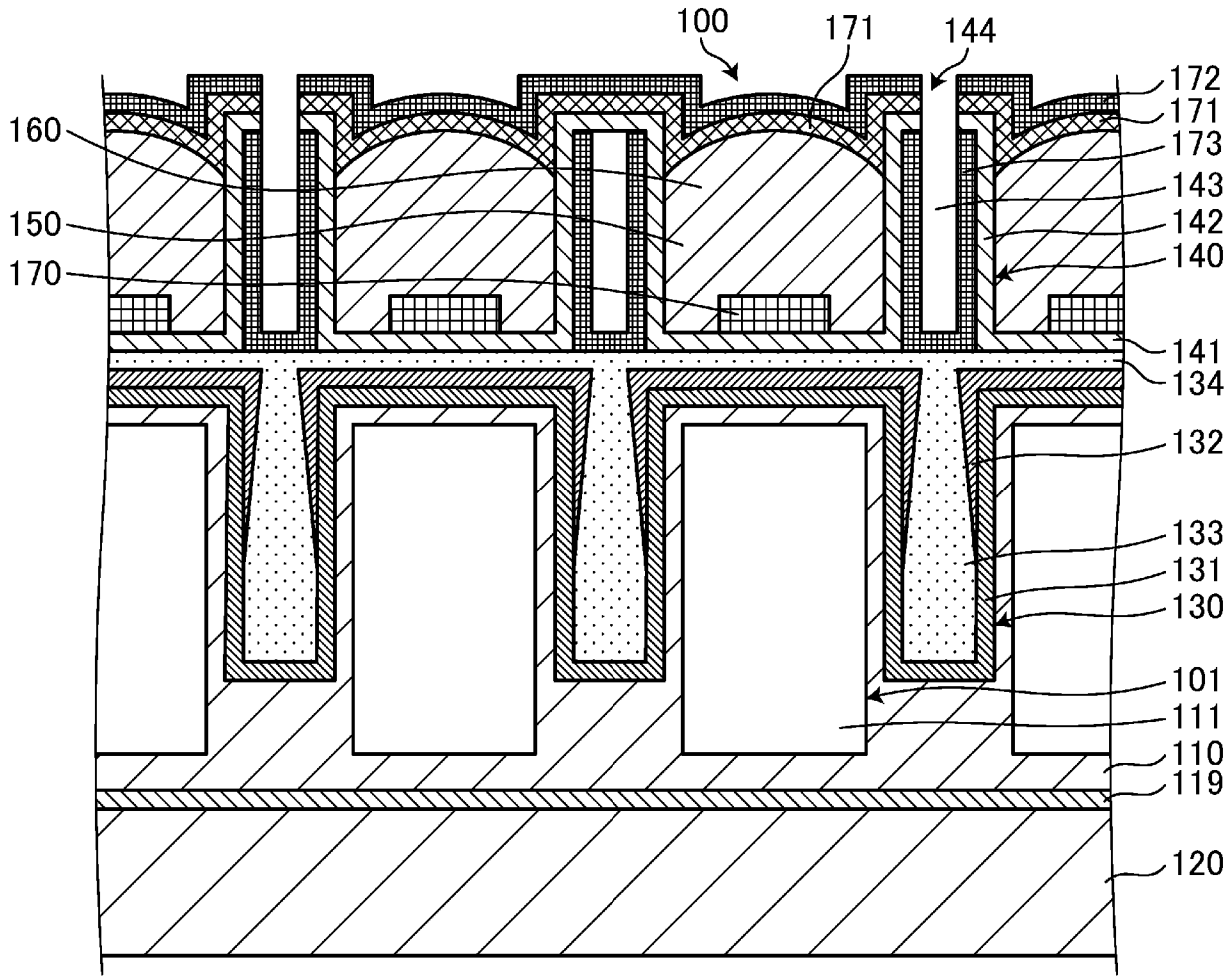
[図7A]



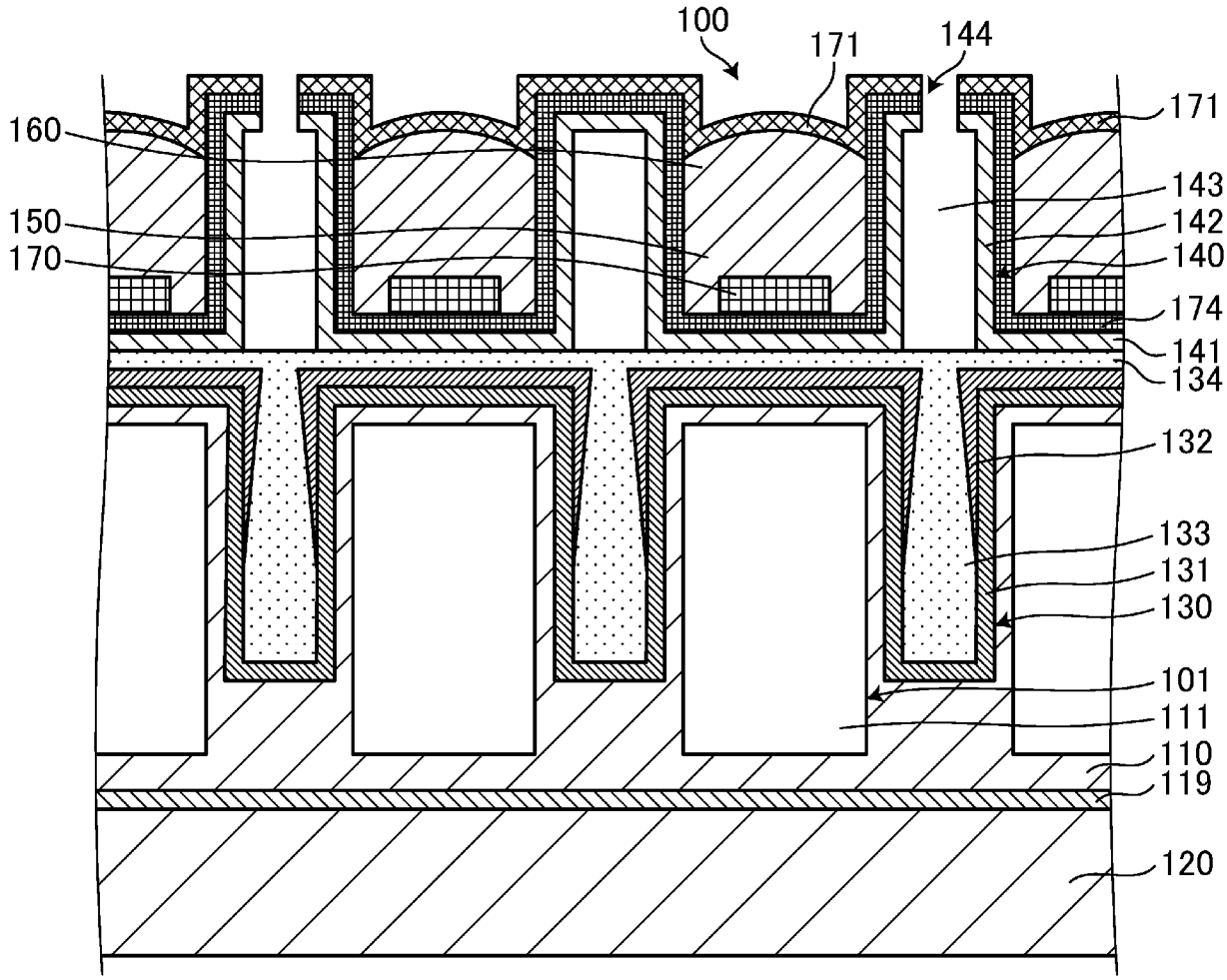
[図7B]



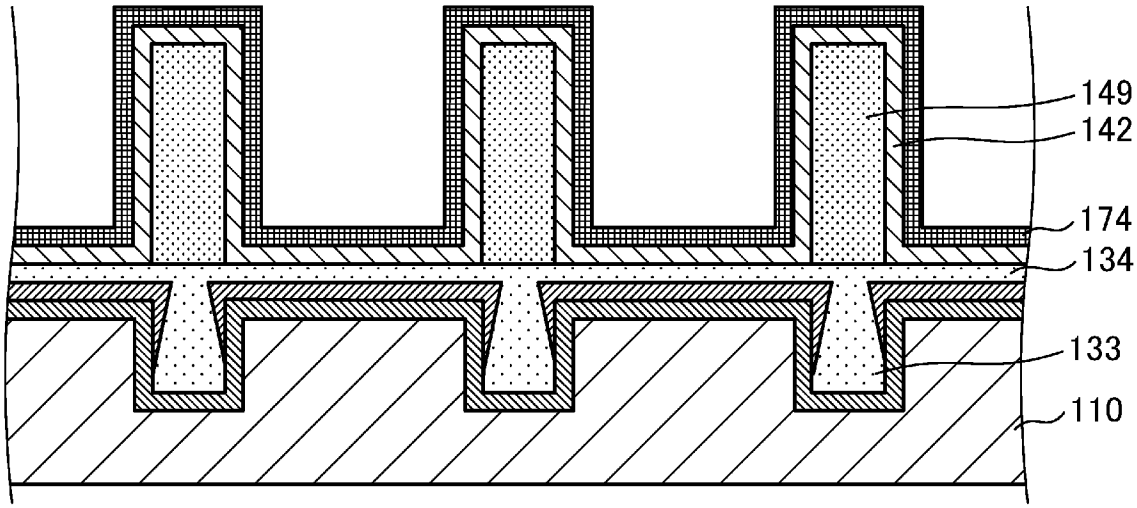
[図8]


100
171
144
172
171
173
143
142
140
160
150
170
141
134
132
133
131
130
101
111
110
119
120

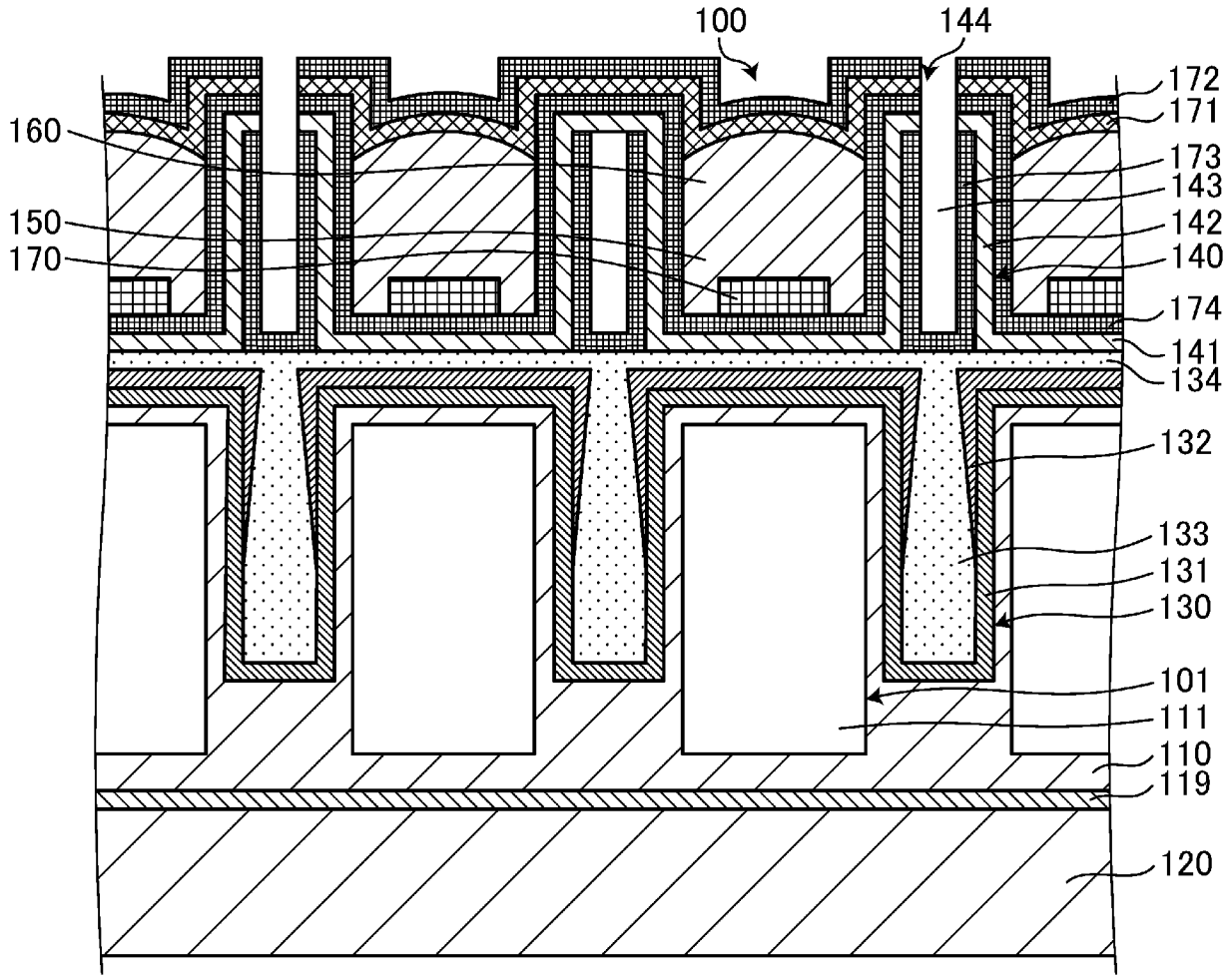
[図9]


100
171
144
160
150
170
171
143
142
140
174
141
134
132
133
131
130
101
111
110
119
120

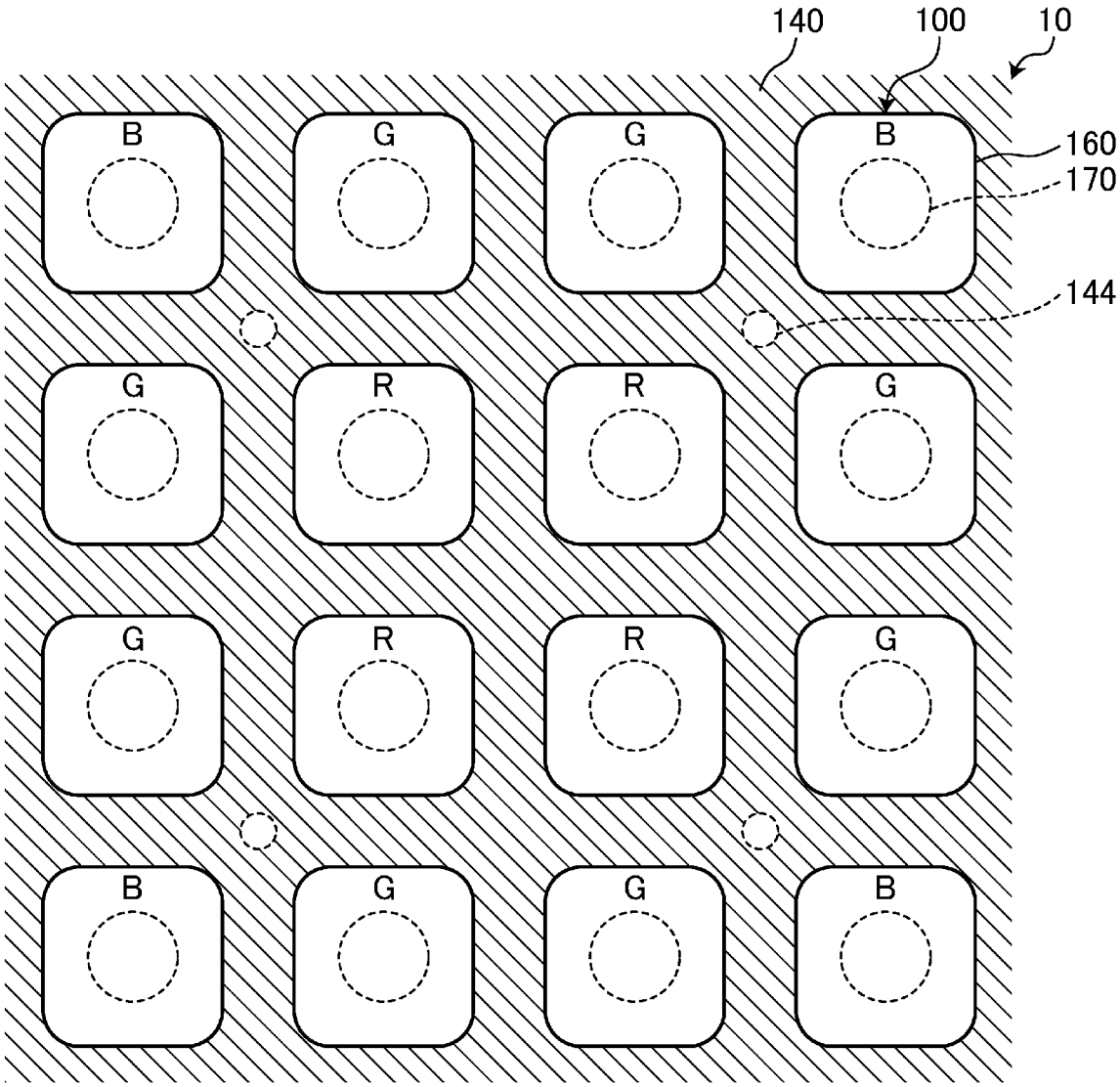
[図10]



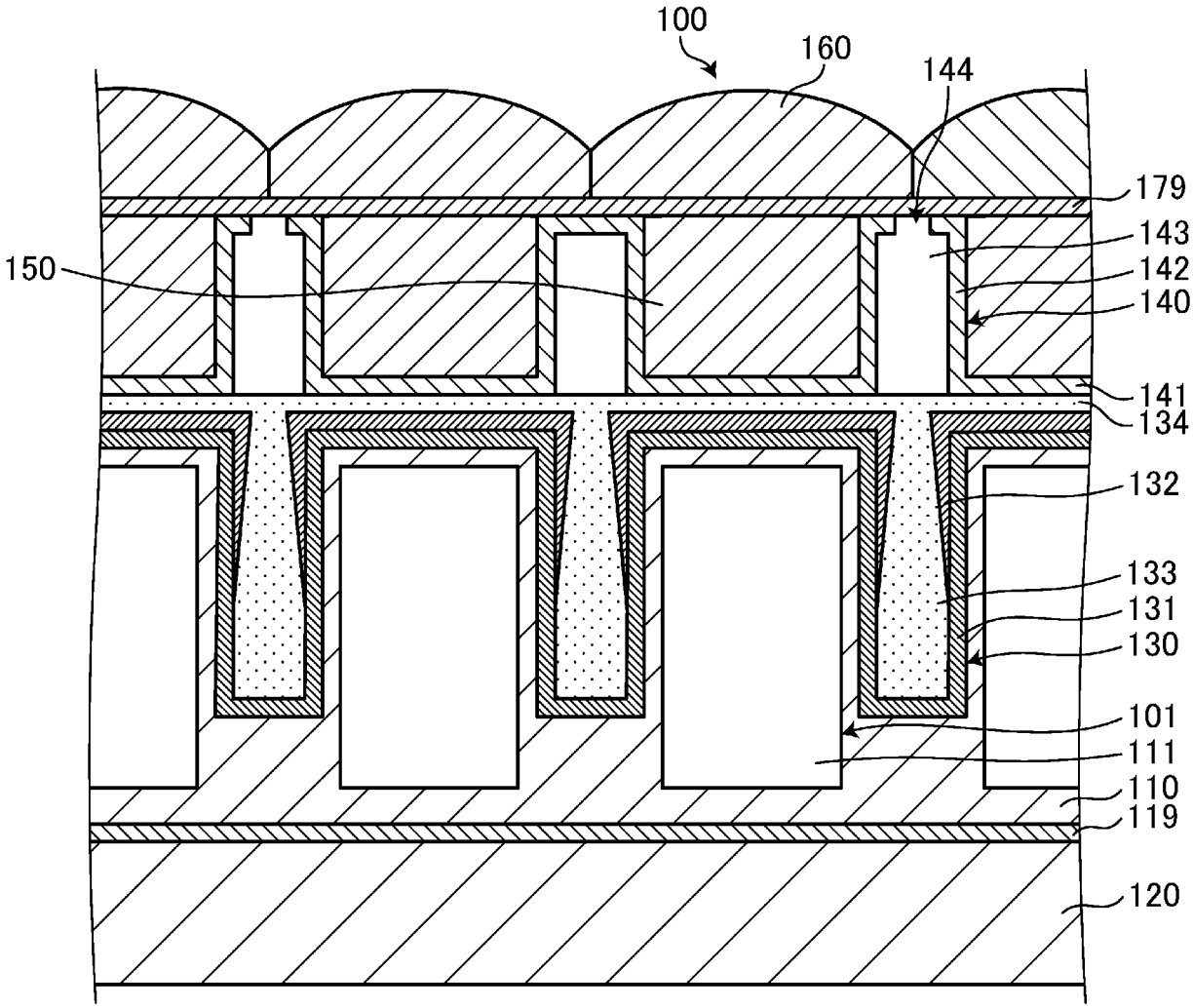
[図11]


100
144
172
171
160
173
143
150
142
170
140
174
141
134
132
133
131
130
101
111
110
119
120

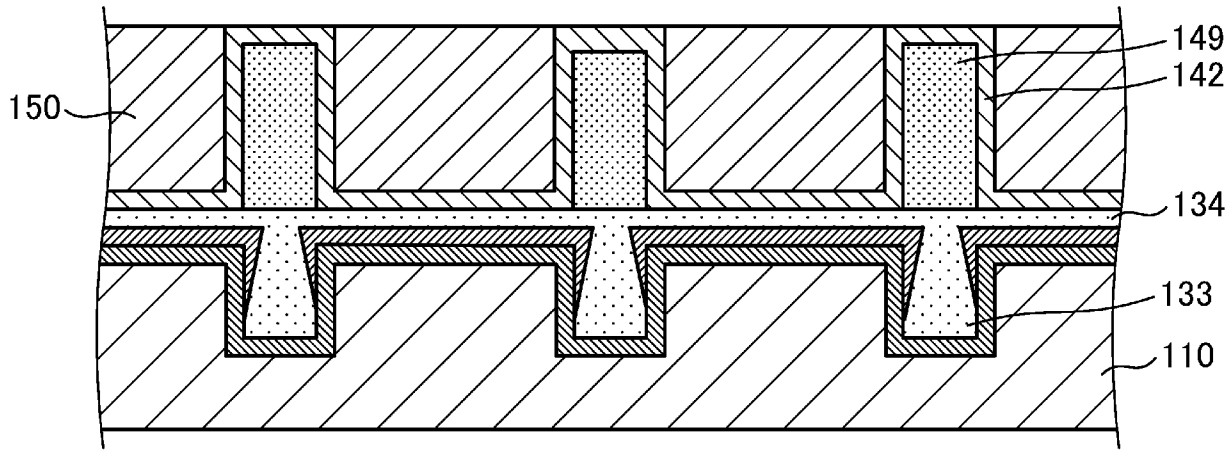
[図12]



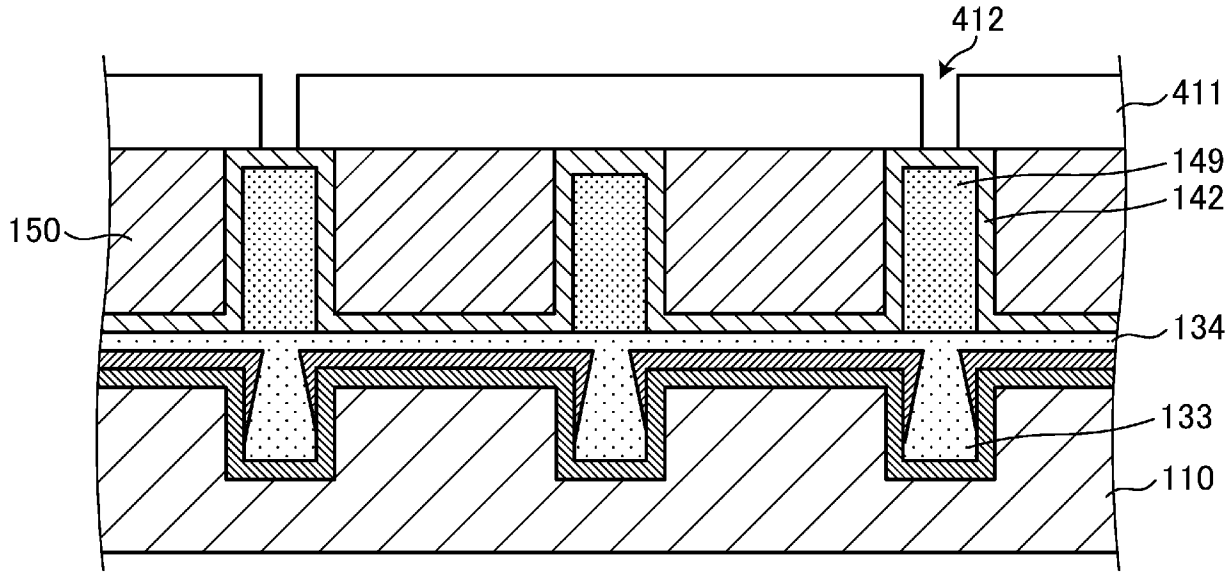
[図13]


100
160
144
179
143
150
142
140
141
134
132
133
131
130
101
111
110
119
120

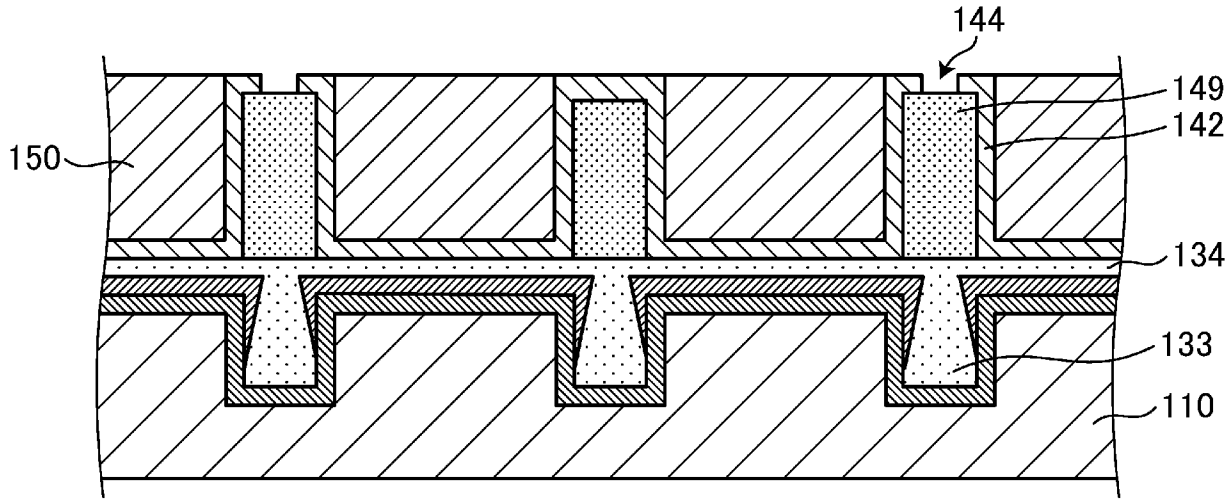
[図14A]



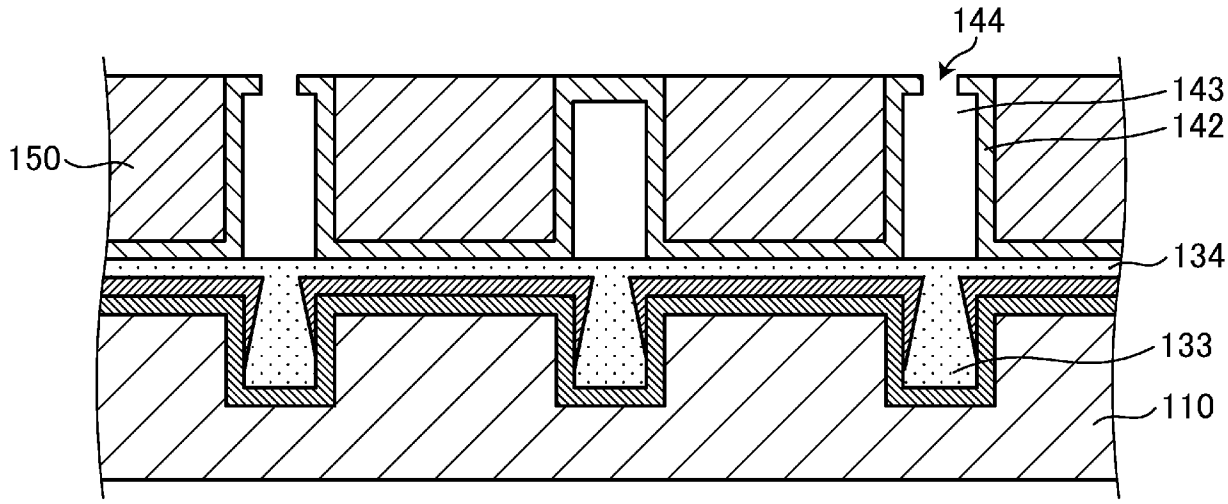
[図14B]



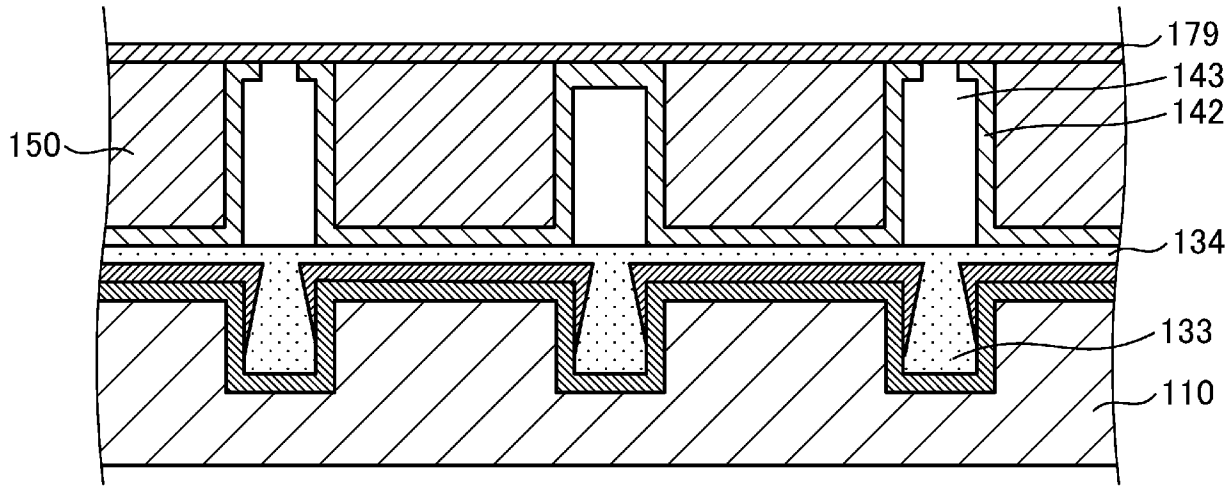
[図14C]



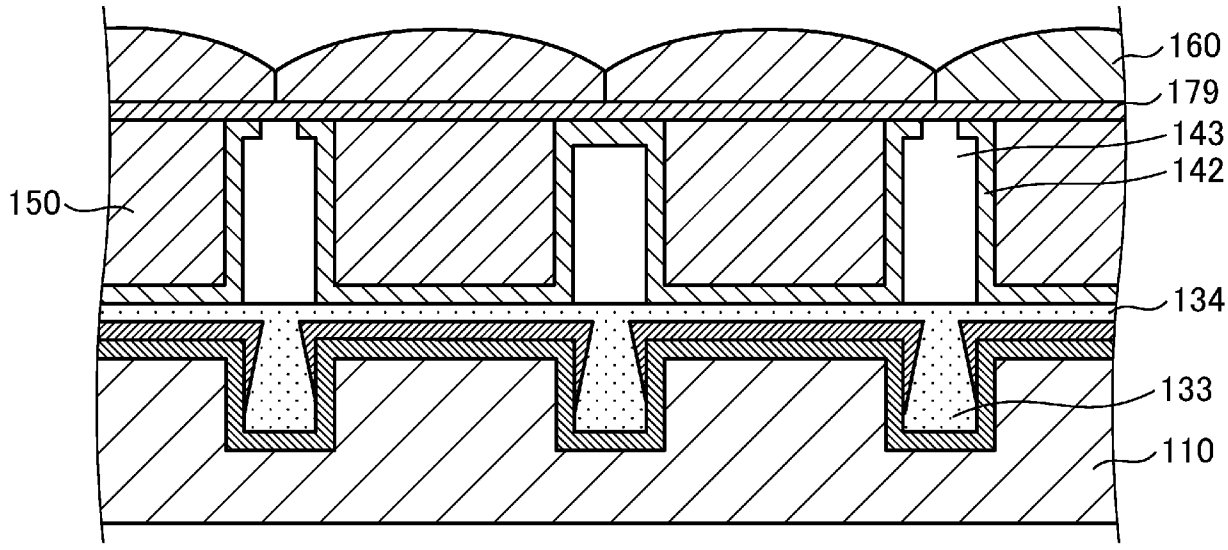
[図14D]



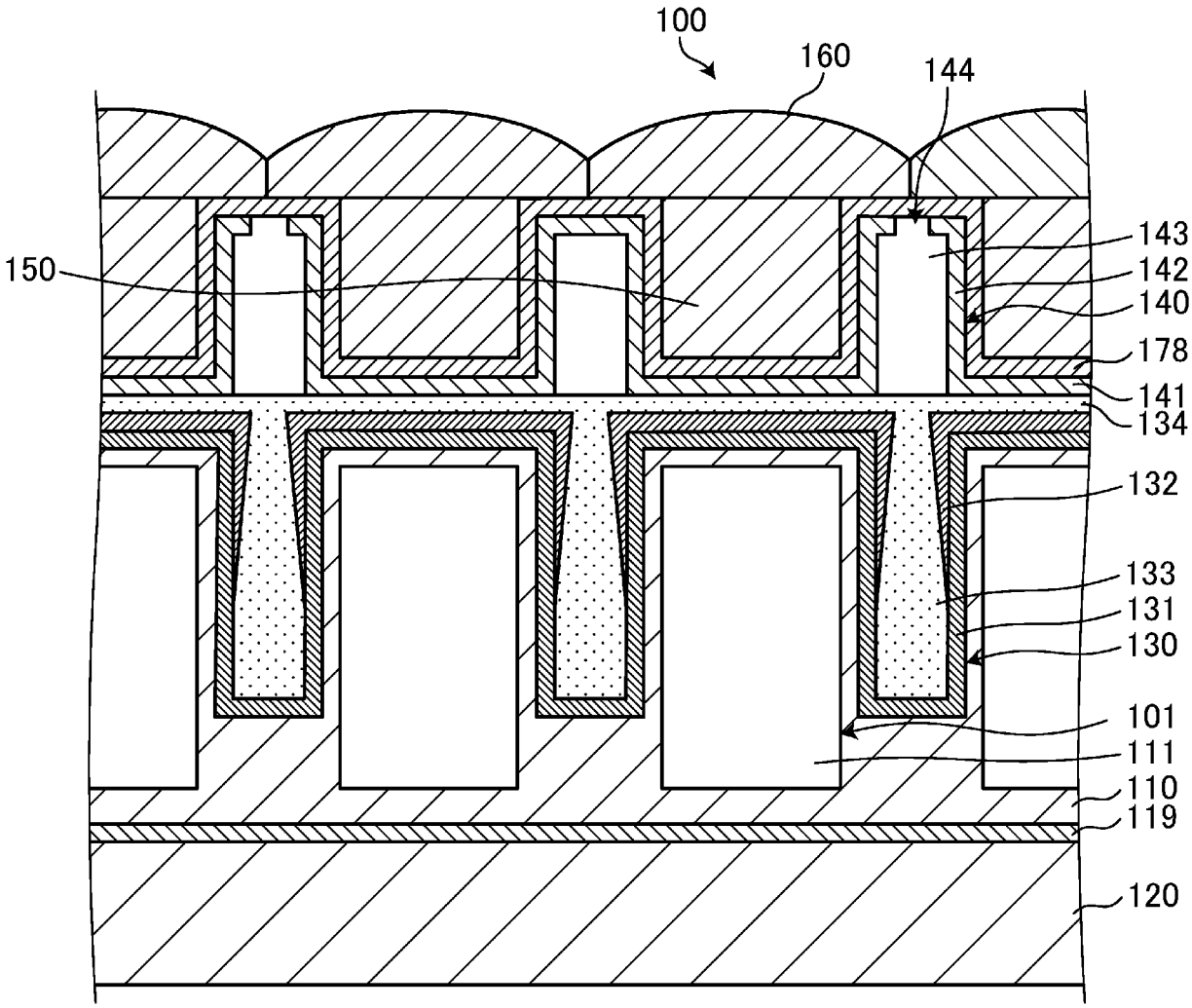
[図14E]



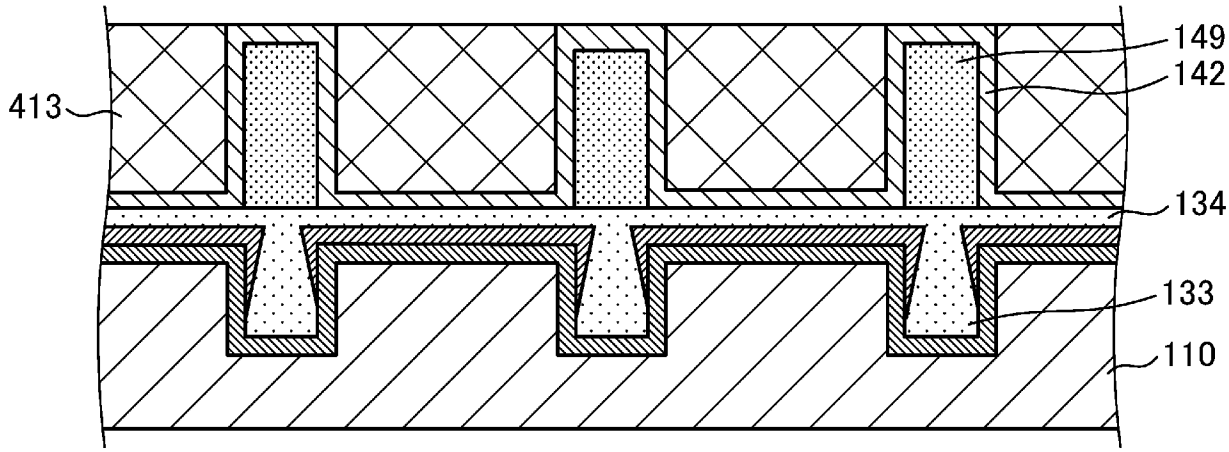
[図14F]



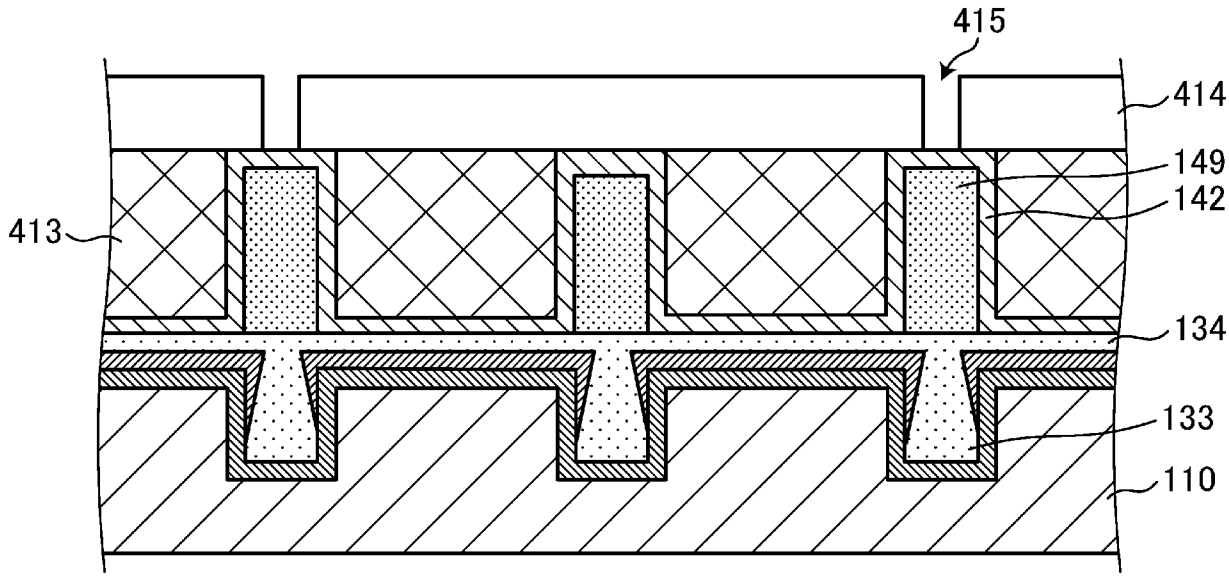
[図15]


100
160
144
150
143
142
140
178
141
134
132
133
131
130
101
111
110
119
120

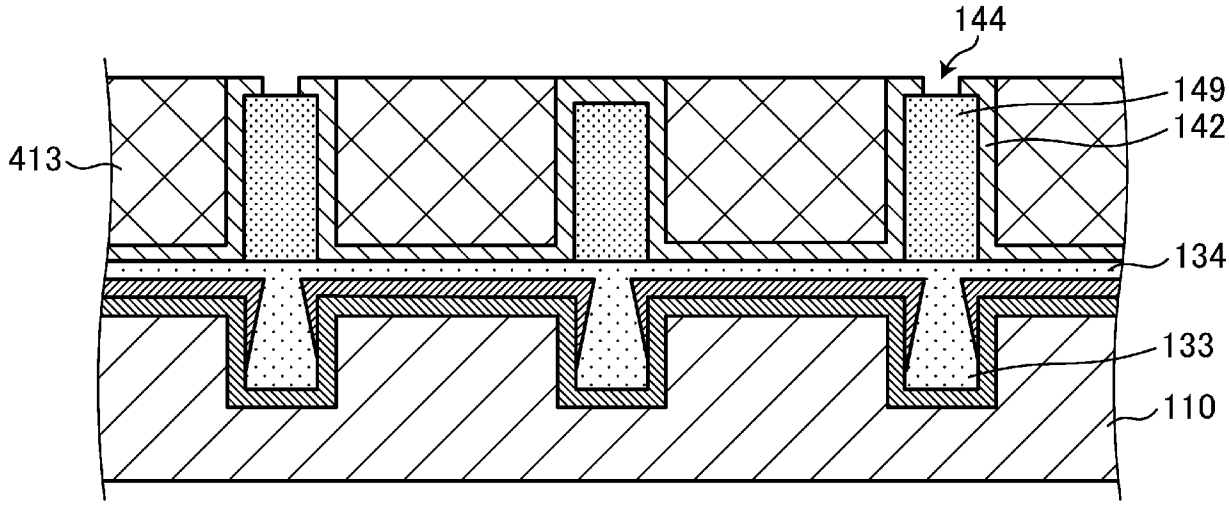
[図16A]



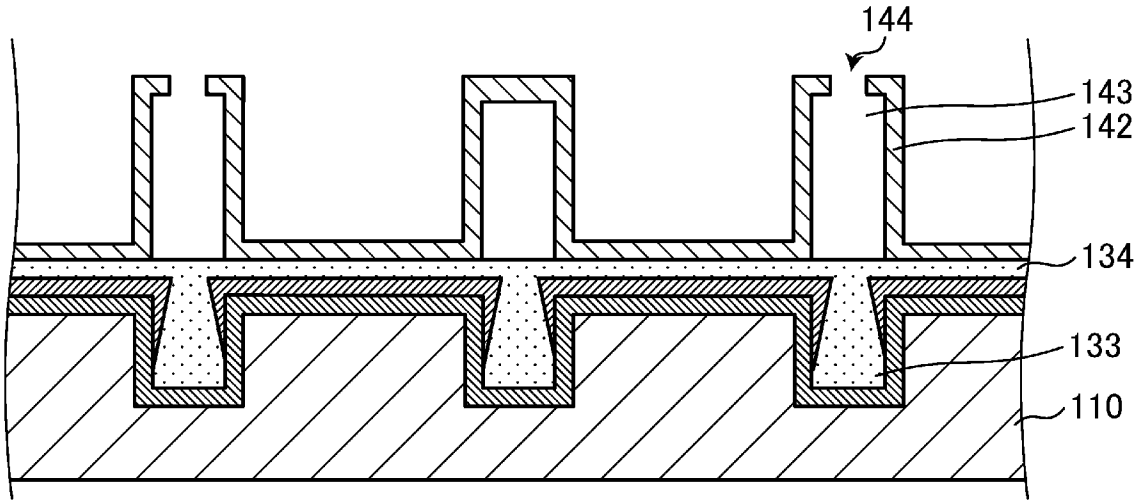
[図16B]



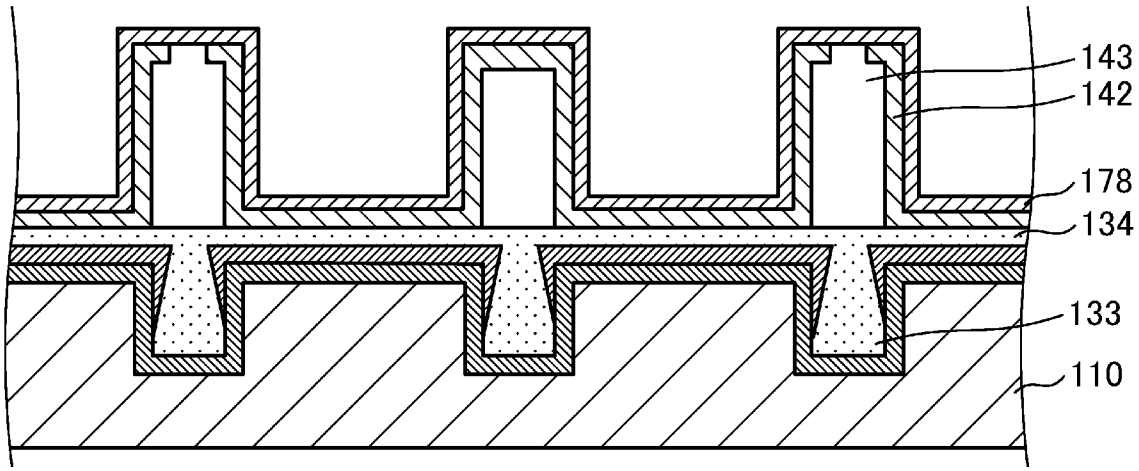
[図16C]



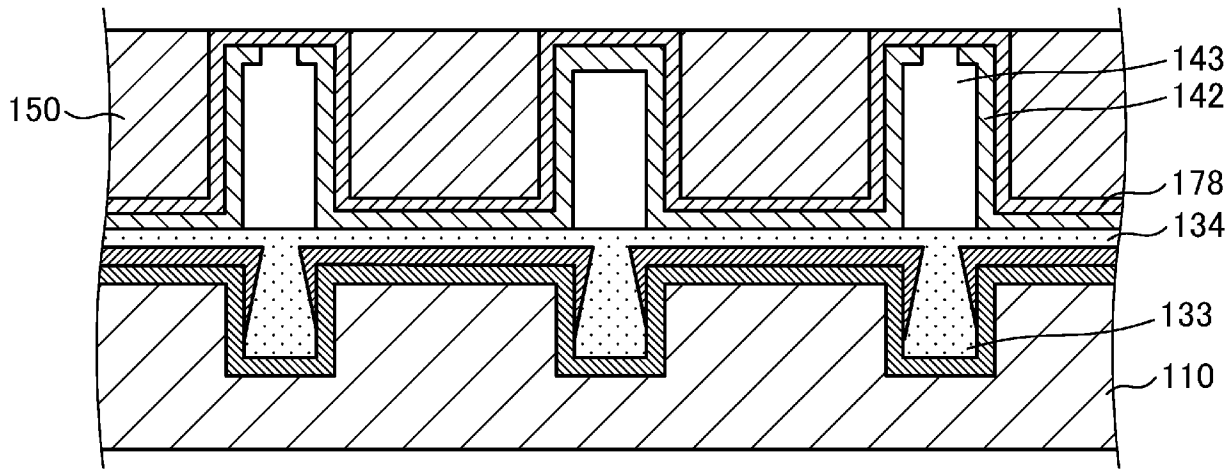
[図16D]



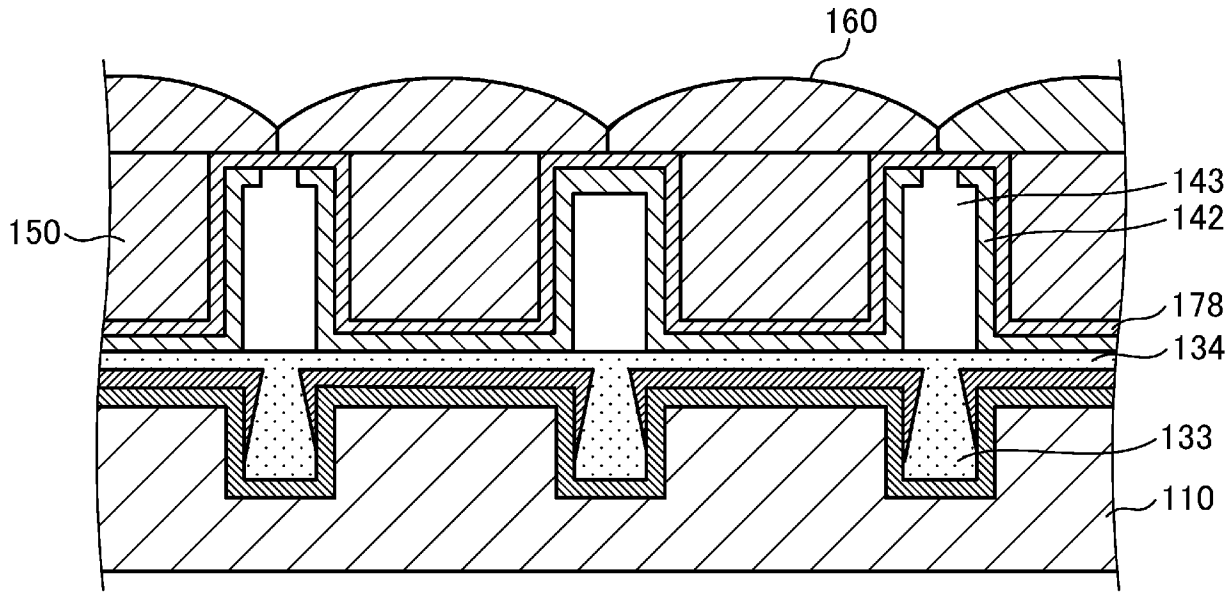
[図16E]



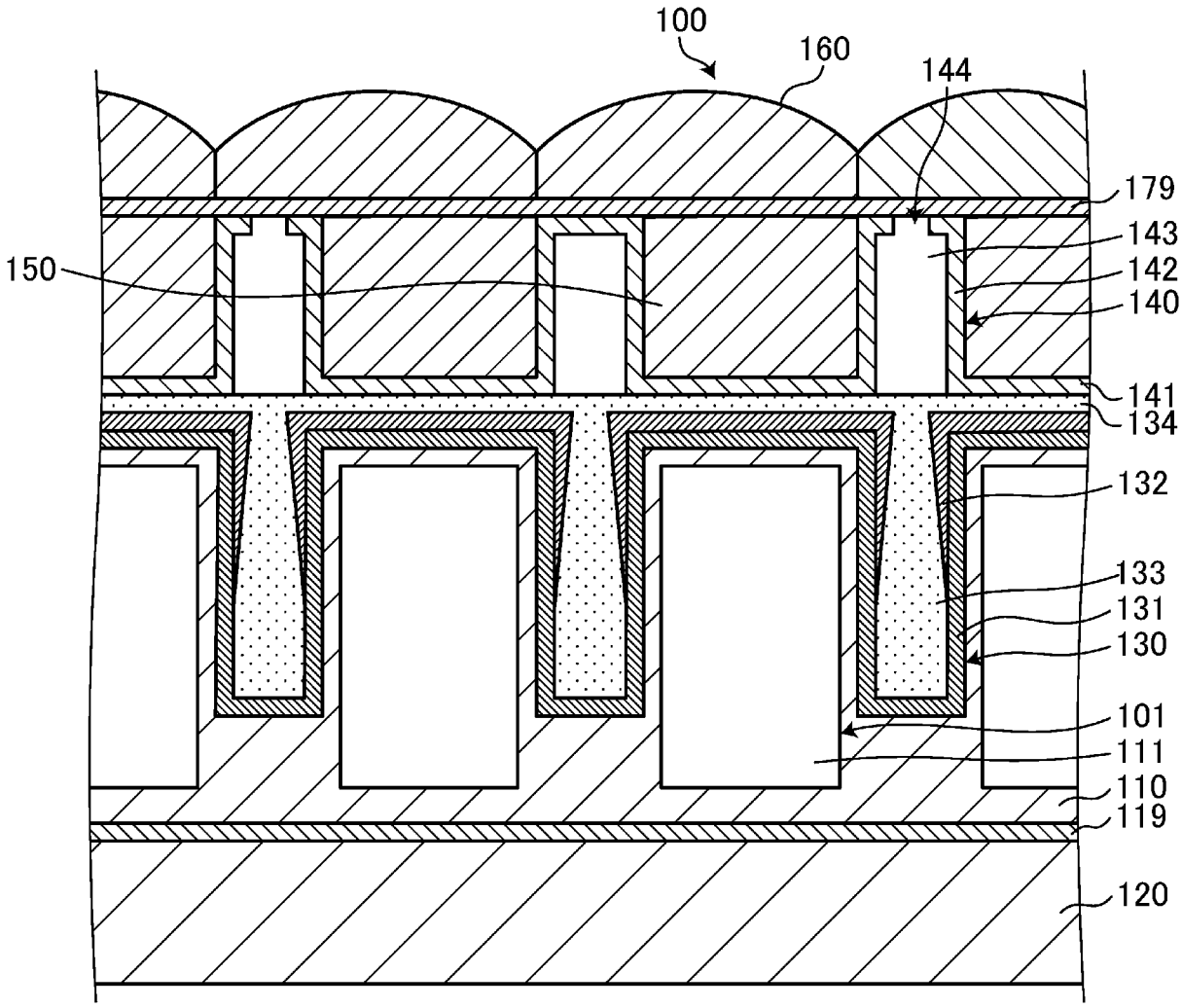
[図16F]



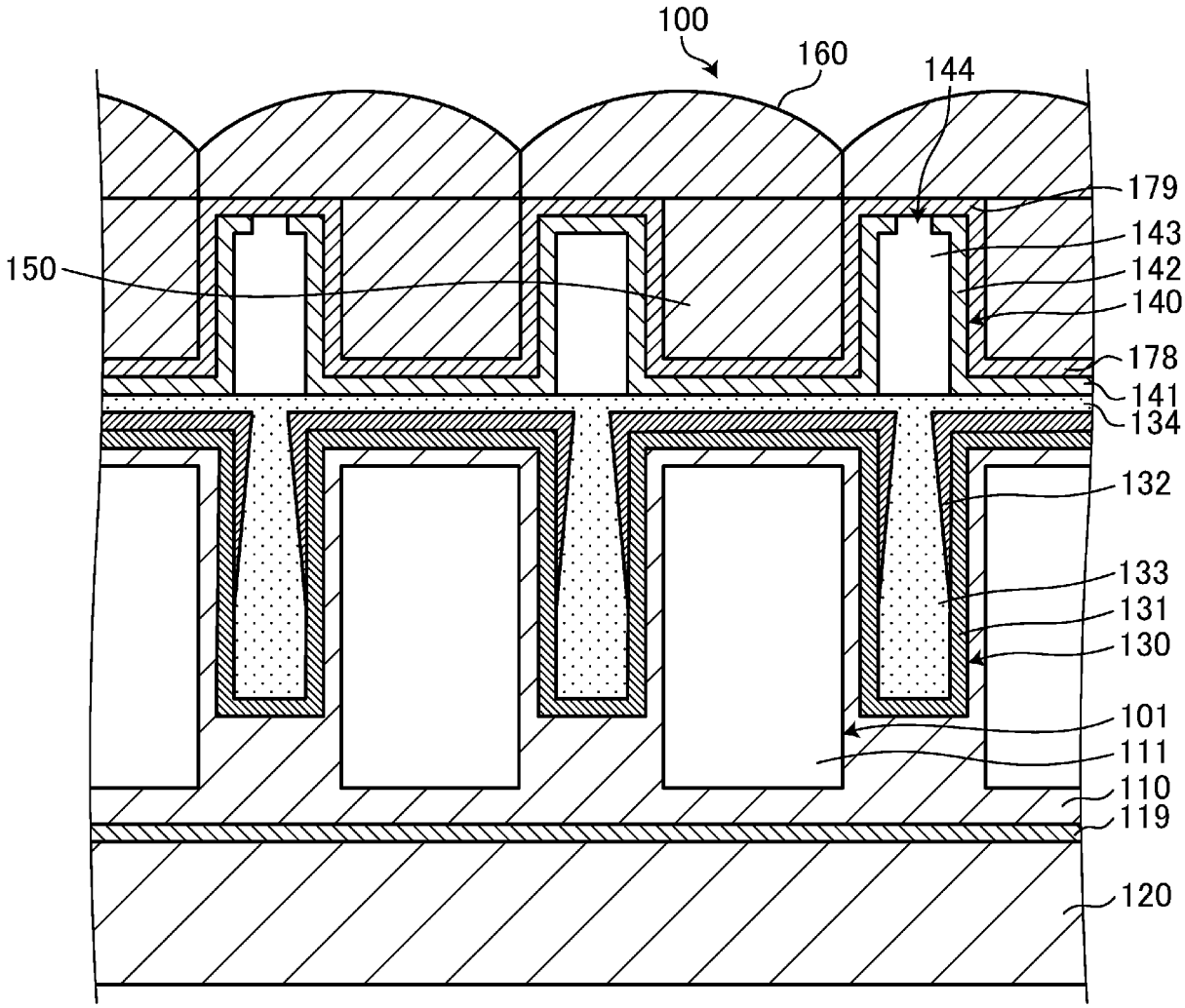
[図16G]



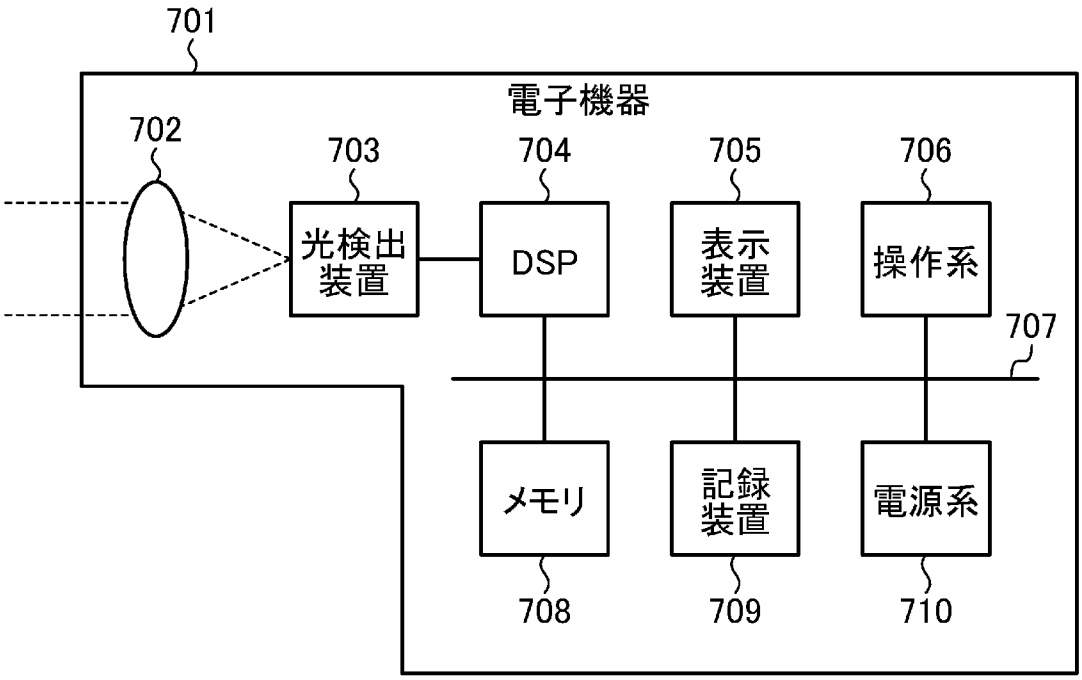
[図17]


100
160
144
179
143
142
140
150
141
134
132
133
131
130
101
111
110
119
120

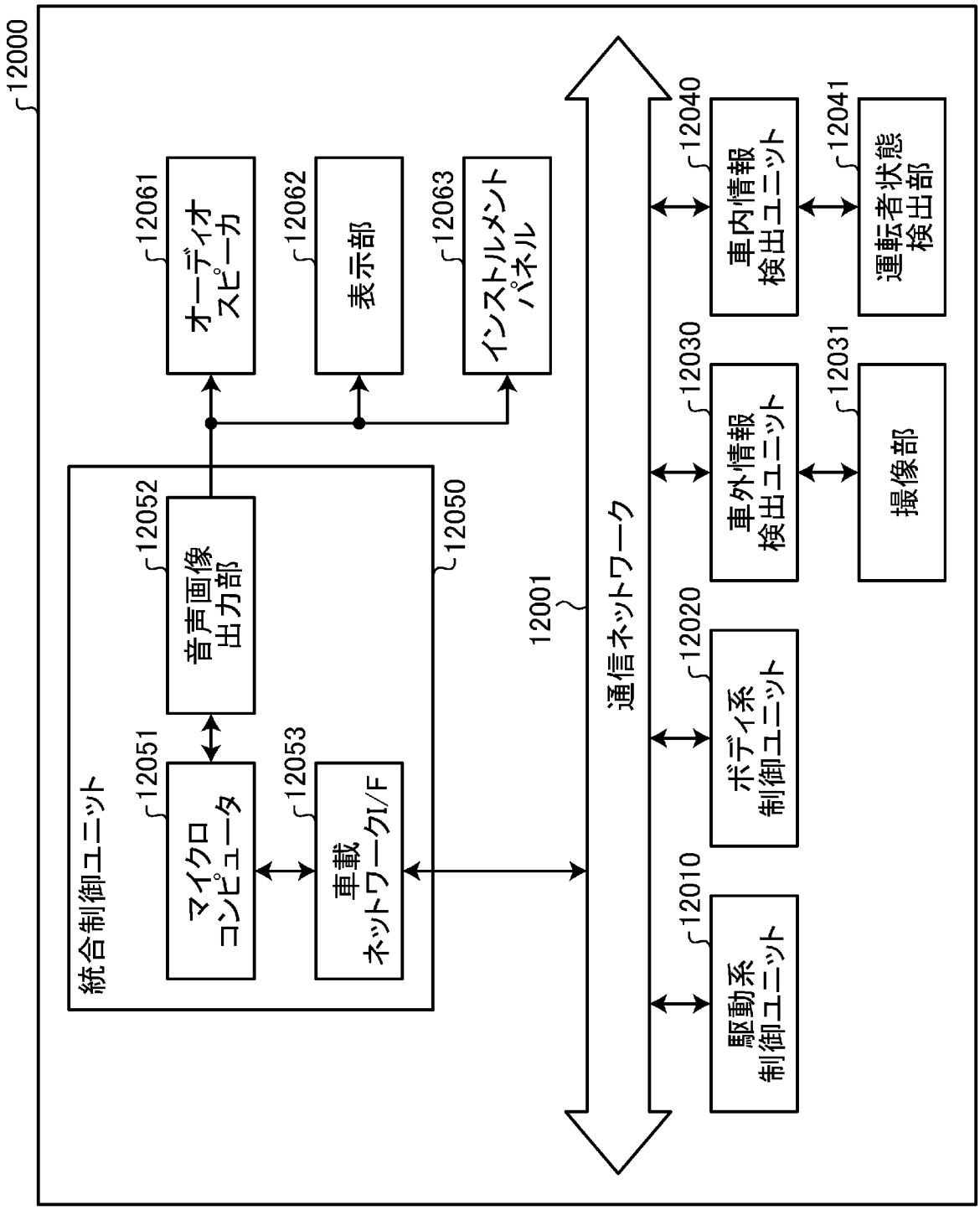
[図18]


100
160
144
179
143
142
140
150
178
141
134
132
133
131
130
101
111
110
119
120

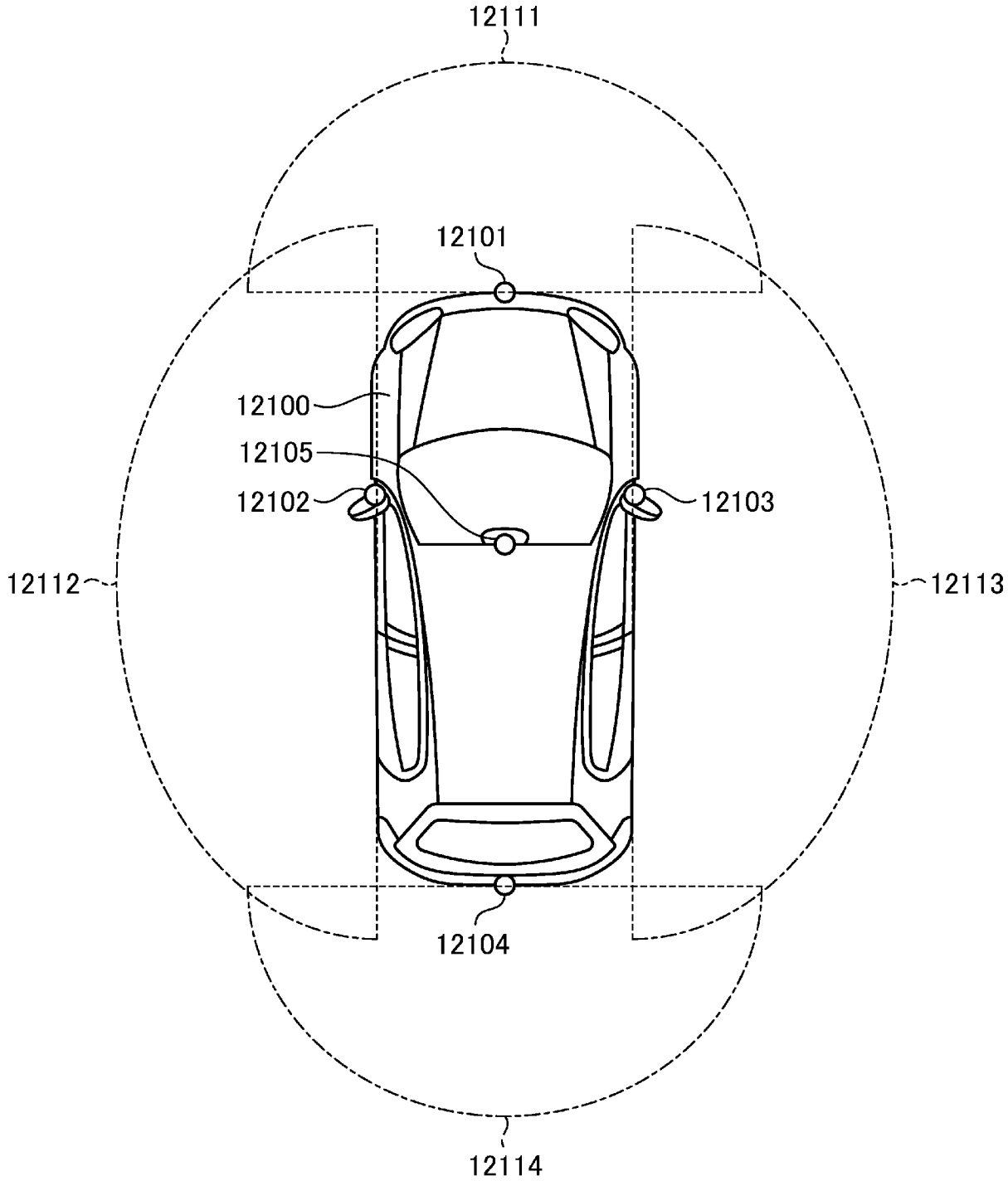
[図19]


701
電子機器
702
703
704
705
706
光検出装置
DSP
表示装置
操作系
707
メモリ
記録装置
電源系
708
709
710

[図20]


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

[図21]


12111
12101
12100
12105
12102
12103
12112
12113
12104
12114

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/039035

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H10F 39/12(2025.01)i
FI: H10F39/12 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)

H10F39/12

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 1971-2025
Registered utility model specifications of Japan 1996-2025
Published registered utility model applications of Japan 1994-2025

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	WO 2023/026913 A1 (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) 02 March 2023 (2023-03-02) paragraphs [0006], [0014], [0023]-[0025], [0034]-[0035], [0037], [0041], fig. 1-4	1-2, 9-12
Y		3-7, 13
A		8
Y	WO 2023/007796 A1 (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) 02 February 2023 (2023-02-02) paragraphs [0006], [0016]-[0023], fig. 1	3-5
A		1-2, 6-13
Y	WO 2023/042447 A1 (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) 23 March 2023 (2023-03-23) paragraphs [0005], [0011]-[0013], [0036], [0041], [0125], fig. 1, 33-34	3, 5-7, 13
A		1-2, 4, 8-12

☑ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
06 January 2025	**14 January 2025**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/039035

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2022/196169 A1 (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) 22 September 2022 (2022-09-22) entire text, all drawings	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/039035

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2023/026913 A1	02 March 2023	EP 4395360 A1 paragraphs [0006], [0014], [0023]-[0025], [0034]-[0035], [0037], [0041], fig. 1-4 CN 117693816 A KR 10-2024-0054968 A	
WO 2023/007796 A1	02 February 2023	US 2024/0321912 A1 paragraphs [0006], [0034]-[0040], fig. 1 CN 117561604 A	
WO 2023/042447 A1	23 March 2023	(Family: none)	
WO 2022/196169 A1	22 September 2022	US 2024/0145507 A1 entire text, all drawings EP 4310911 A1 CN 116802812 A KR 10-2023-0156322 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/039035

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H10F 39/12(2025.01)i
FI: H10F39/12 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））

H10F39/12

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	１９７１－２０２５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２５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	WO 2023/026913 A1 (ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社) 02.03.2023 (2023-03-02) [0006], [0014], [0023] - [0025], [0034] - [0035], [0037], [0041], 図1 - 4	1-2,9-12
Y		3-7,13
A		8
Y	WO 2023/007796 A1 (ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社) 02.02.2023 (2023-02-02) [0006], [0016] - [0023], 図1	3-5
A		1-2,6-13
Y	WO 2023/042447 A1 (ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社) 23.03.2023 (2023-03-23) [0005], [0011] - [0013], [0036], [0041], [0125], 図1, 33 - 34	3,5-7,13
A		1-2,4,8-12

☑ 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、一般的技術水準を示すもの
"D" 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
"E" 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
"L" 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
"P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
"T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
"X" 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
"Y" 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
"&" 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
06.01.2025	14.01.2025

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）

宮本　博司 5F 6313

電話番号 03-3581-1101 内線 3514

C.　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	WO 2022/196169 A1 (ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社) 22.09.2022 (2022-09-22) 全文，全図	1-13

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/JP2024/039035

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2023/026913 A1	02.03.2023	EP 4395360 A1 [0006], [0014], [0023] - [0025], [0034] - [0035], [0037], [0041], 図1 - 4 CN 117693816 A KR 10-2024-0054968 A	
WO 2023/007796 A1	02.02.2023	US 2024/0321912 A1 [0006], [0034] - [0040], 図1 CN 117561604 A	
WO 2023/042447 A1	23.03.2023	（ファミリーなし）	
WO 2022/196169 A1	22.09.2022	US 2024/0145507 A1 全文，全図 EP 4310911 A1 CN 116802812 A KR 10-2023-0156322 A	