

(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
2018年12月13日(13.12.2018)



(10) 国際公開番号

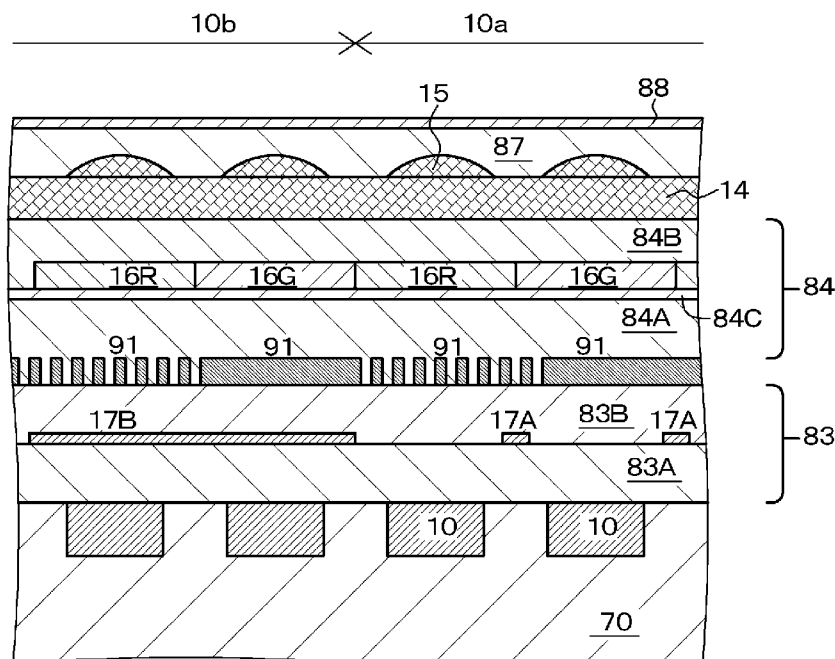
WO 2018/225367 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 27/146 (2006.01) G02B 5/30 (2006.01)
G02B 3/00 (2006.01) H04N 5/369 (2011.01)
G02B 5/20 (2006.01) H04N 9/07 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/014750
- (22) 国際出願日: 2018年4月6日(06.04.2018)
- (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 2017-114068 2017年6月9日(09.06.2017) 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: 柳田 剛志 (YANAGITA Takeshi); 〒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). 朝妻 智彦(ASATSUMA Tomohiko); 〒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: 山本 孝久, 外(YAMAMOTO Takahisa et al.); 〒1410032 東京都品川区大崎4丁目3番2号 秋葉ビル301号 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,

(54) Title: SOLID-STATE IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: 固体撮像装置

図 1



(57) **Abstract:** A solid-state imaging device comprises: an imaging element group in a two-dimensional matrix arrangement of imaging elements having a semiconductor substrate 70 or a photoelectric conversion unit 10 formed above the semiconductor substrate, and further having a wire grid polarization element 91 and an on-chip micro-lens 15; and a first interlayer insulation layer 83 and a second interlayer insulation layer 84 provided on the light impingement side of the photoelectric conversion unit 10. The wire grid polarization element 91 is provided between the first interlayer insulation layer



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

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

添付公開書類:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))

layer 83 and the second interlayer insulation layer 84, the on-chip micro-lens 15 is provided on the second insulation layer 84, the first interlayer insulation layer 83 and the second interlayer insulation layer 84 comprise an oxide material or a resin material, and the on-chip micro-lens comprises SiN or SiON.

(57) 要約: 固体撮像装置は、半導体基板70又は半導体基板の上方に形成された光電変換部10を有し、ワイヤグリッド偏光素子91及びオンチップ・マイクロレンズ15を更に有する撮像素子が2次元マトリクス状に配列されて成る撮像素子群、及び、光電変換部10の光入射側に設けられた第1層間絶縁層83及び第2層間絶縁層84を備えており、ワイヤグリッド偏光素子91は、第1層間絶縁層83と第2層間絶縁層84との間に設けられており、オンチップ・マイクロレンズ15は第2層間絶縁層84上に設けられており、第1層間絶縁層83及び第2層間絶縁層84は酸化物材料又は樹脂材料から成り、オンチップ・マイクロレンズはSiN又はSiONから成る。

明 細 書

発明の名称： 固体撮像装置

技術分野

[0001] 本開示は、固体撮像装置に関し、より具体的には、ワイヤグリッド偏光素子を備えた固体撮像装置に関する。

背景技術

[0002] ワイヤグリッド偏光素子 (Wire Grid Polarizer, WGP) が設けられた撮像素子 (光電変換素子) を複数有する固体撮像装置が、例えば、特開 2016-164956 号公報から周知である。撮像素子は、例えば、CCD 素子 (Charge Coupled Device: 電荷結合素子) や CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor: 相補性金属酸化膜半導体) イメージセンサーから成る。ワイヤグリッド偏光素子は、ライン・アンド・スペース構造を有する。ライン・アンド・スペース構造の延びる方向を、便宜上、『第 1 の方向』と呼び、ライン部の繰り返し方向 (第 1 の方向と直交する方向) を、便宜上、『第 2 の方向』と呼ぶ。

[0003] 図 127 に概念図を示すように、ワイヤグリッドの形成ピッチ P_0 が入射する電磁波の波長 λ_0 よりも有意に小さい場合、ワイヤグリッドの延在方向 (第 1 の方向) に平行な平面で振動する電磁波は、選択的にワイヤグリッドにて反射・吸収される。ここで、ライン部とライン部との間の距離 (第 2 の方向に沿ったスペース部の距離、長さ) を、ワイヤグリッドの形成ピッチ P_0 とする。すると、図 127 に示すように、ワイヤグリッド偏光素子に到達する電磁波 (光) には縦偏光成分と横偏光成分が含まれるが、ワイヤグリッド偏光素子を通過した電磁波は縦偏光成分が支配的な直線偏光となる。そして、可視光波長帯に着目して考えた場合、ワイヤグリッドの形成ピッチ P_0 がワイヤグリッド偏光素子へ入射する電磁波の実効波長 λ_{eff} よりも有意に小さい場合、第 1 の方向に平行な面に偏った偏光成分はワイヤグリッドの表面で反射若しくは吸収される。一方、第 2 の方向に平行な面に偏った偏光成分を有する電

磁波がワイヤグリッドに入射すると、ワイヤグリッドの表面を伝播した電場がワイヤグリッドの裏面から入射波長と同じ波長、同じ偏光方位のまま透過（出射）する。尚、スペース部に存在する物質に基づき求められた平均屈折率を n_{ave} としたとき、実効波長 λ_{eff} は、 (λ_0 / n_{ave}) で表される。平均屈折率 n_{ave} とは、スペース部において存在する物質の屈折率と体積の積を加算して、スペース部の体積で除した値である。波長 λ_0 の値を一定とした場合、 n_{ave} の値が小さいほど、実効波長 λ_{eff} の値は大きくなり、従って、形成ピッチ P_0 の値を大きくすることができる。また、 n_{ave} の値が大きくなるほど、ワイヤグリッド偏光素子における透過率の低下、消光比の低下を招く。

[0004] ワイヤグリッド偏光素子は、例えば、アルミニウム等の金属層から構成される。従って、ワイヤグリッド偏光素子に腐食が発生することを防止するため、ワイヤグリッド偏光素子の上あるいは上方に SiN から成る保護膜（パッシベーション膜）を形成する必要がある（例えば、特開 2012-080065 号公報参照）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開 2016-164956 号公報

特許文献2：特開 2012-080065 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特開 2012-080065 号公報に開示されたように保護膜を形成した場合、撮像素子の構成、構造に依っては、上方に位置する部分の厚さを薄くすることが困難となる虞がある。

[0007] 従って、本開示の目的は、上方に位置する部分の厚さを一層薄くすることができる構成、構造を有する撮像素子を備えた固体撮像装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 上記の目的を達成するための本開示の第1の態様及び第2の態様に係る固体撮像装置は、

半導体基板又は半導体基板の上方に形成された光電変換部を有し、ワイヤグリッド偏光素子及びオンチップ・マイクロレンズを更に有する撮像素子が2次元マトリクス状に配列されて成る撮像素子群、及び、

光電変換部の光入射側に設けられた第1層間絶縁層及び第2層間絶縁層、を備えており、

ワイヤグリッド偏光素子は、第1層間絶縁層と第2層間絶縁層との間に設けられており、

オンチップ・マイクロレンズは第2層間絶縁層上に設けられている。

[0009] そして、本開示の第1の態様に係る固体撮像装置において、第1層間絶縁層及び第2層間絶縁層は酸化物材料又は樹脂材料から成り、オンチップ・マイクロレンズは窒化シリコン（SiN）又は酸窒化シリコン（SiON）から成る。

[0010] また、本開示の第2の態様に係る固体撮像装置において、第1層間絶縁層を構成する材料の屈折率を n_1 、第2層間絶縁層を構成する材料の屈折率を n_2 、オンチップ・マイクロレンズを構成する材料の屈折率を n_0 としたとき、

$$n_0 - n_1 \geq 0$$

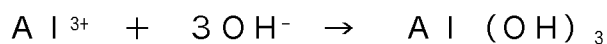
$$n_0 - n_2 \geq 0$$

を満足する。

発明の効果

[0011] ワイヤグリッド偏光素子を構成する金属材料や合金材料（以下、『金属材料等』と呼ぶ場合がある）が外気と接触すると、外気からの水分や有機物の付着によって金属材料等の腐食耐性が劣化し、撮像素子の長期信頼性が劣化する虞がある。特に、金属材料等－絶縁材料－金属材料等のライン部（後述する）に水分が付着すると、水分中には CO_2 や O_2 が溶解しているために電解液として作用し、2種類のメタル間の間で局部電池が形成される虞がある。そして、このような現象が生じると、カソード（正極）側では水素発生等の

還元反応が進み、アノード（負極側）では酸化反応が進むことにより、金属材料等の異常析出やワイヤグリッド偏光素子の形状変化が発生する結果、本来期待されるワイヤグリッド偏光素子や撮像素子の性能が損なわれる虞がある。例えば、光反射層としてアルミニウム（Al）を用いる場合、以下の反応式で示すようなアルミニウムの異常析出が発生する虞がある。しかしながら、第1層間絶縁層、第2層間絶縁層及びオンチップ・マイクロレンズを構成する材料、特に、オンチップ・マイクロレンズを構成する材料を規定することで、あるいは又、屈折率差を規定することで、このような問題の発生を確実に回避することができ、しかも、光電変換部の上方に位置する撮像素子の部分の厚さを一層薄くすることができる。そして、光電変換部の上方に位置する撮像素子の部分の厚さを一層薄くすることができる結果、光学的クロストークの低減、消光比低下や感度低下の抑制、リップル発生の防止を効果的に図ることができる。尚、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なく、また、付加的な効果があってもよい。



図面の簡単な説明

- [0012] [図1]図1は、実施例1の固体撮像装置の模式的な一部断面図である。
- [図2]図2は、実施例2の固体撮像装置の模式的な一部断面図である。
- [図3]図3は、実施例3の固体撮像装置の模式的な一部断面図である。
- [図4]図4は、実施例4の固体撮像装置の模式的な一部断面図である。
- [図5]図5は、本開示における撮像素子を構成するワイヤグリッド偏光素子の模式的な部分的平面図である。
- [図6]図6は、本開示における撮像素子を構成するワイヤグリッド偏光素子の模式的な部分的斜視図である。
- [図7]図7は、本開示における撮像素子を構成するワイヤグリッド偏光素子の変形例の模式的な部分的斜視図である。
- [図8]図8A及び図8Bは、本開示における撮像素子を構成するワイヤグリッ

ド偏光素子及び変形例の模式的な一部端面図である。

[図9]図9は、本開示における撮像素子を構成するワイヤグリッド偏光素子の変形例の模式的な一部端面図である。

[図10]図10A及び図10Bは、それぞれ、実施例1及び実施例5の固体撮像装置における撮像素子の等価回路図である。

[図11]図11は、実施例1の固体撮像装置の概念図である。

[図12]図12は、ベイヤ配列を有する本開示における撮像素子の平面レイアウト図である。

[図13]図13は、ベイヤ配列を有する本開示における撮像素子の変形例の平面レイアウト図である。

[図14]図14は、ベイヤ配列を有する本開示における撮像素子の変形例の平面レイアウト図である。

[図15]図15は、ベイヤ配列を有する本開示における撮像素子の変形例の平面レイアウト図である。

[図16]図16は、ベイヤ配列を有する本開示における撮像素子の変形例の平面レイアウト図である。

[図17]図17は、ベイヤ配列を有する本開示における撮像素子の変形例の平面レイアウト図である。

[図18]図18は、ベイヤ配列を有する本開示における撮像素子の変形例の平面レイアウト図である。

[図19]図19は、ベイヤ配列を有する本開示における撮像素子の変形例の平面レイアウト図である。

[図20]図20は、ベイヤ配列を有する本開示における撮像素子の変形例の平面レイアウト図である。

[図21]図21は、ベイヤ配列を有する本開示における撮像素子の変形例の平面レイアウト図である。

[図22]図22は、ベイヤ配列を有する本開示における撮像素子の変形例の平面レイアウト図である。

[図23]図23は、ベイヤ配列を有する本開示における撮像素子の変形例の平面レイアウト図である。

[図24]図24は、ベイヤ配列を有する本開示における撮像素子の変形例の平面レイアウト図である。

[図25]図25は、実施例5の積層型撮像素子の模式的な一部断面図である。

[図26]図26は、実施例5の積層型撮像素子の変形例の模式的な一部断面図である。

[図27]図27A並びに図27Bは、それぞれ、実施例5における赤色光用積層型撮像素子、緑色光用積層型撮像素子、青色光用積層型撮像素子及び白色光用積層型撮像素子を構成するカラーフィルタ層等の模式的な配置図、並びに、ワイヤグリッド偏光素子の模式的な配置図である。

[図28]図28A並びに図28Bは、それぞれ、実施例5における赤色光用積層型撮像素子、緑色光用積層型撮像素子、青色光用積層型撮像素子及び白色光用積層型撮像素子を構成する上層光電変換部の模式的な配置図、並びに、下層光電変換部の模式的な配置図である。

[図29]図29A並びに図29Bは、それぞれ、実施例5の第1変形例における赤色光用積層型撮像素子、緑色光用積層型撮像素子、青色光用積層型撮像素子及び白色光用積層型撮像素子を構成するカラーフィルタ層等の模式的な配置図、並びに、ワイヤグリッド偏光素子の模式的な配置図である。

[図30]図30A及び図30Bは、それぞれ、実施例5の第2変形例における白色光用積層型撮像素子を構成する領域等の模式的な配置図、及び、ワイヤグリッド偏光素子の模式的な配置図である。

[図31]図31A及び図31Bは、それぞれ、実施例5の第2変形例における白色光用積層型撮像素子を構成する上層光電変換部の模式的な配置図、及び、下層光電変換部の模式的な配置図である。

[図32]図32A及び図32Bは、それぞれ、実施例5の第3変形例における白色光用積層型撮像素子を構成する領域等の模式的な配置図、及び、ワイヤグリッド偏光素子の模式的な配置図である。

[図33]図33A及び図33Bは、それぞれ、実施例5の第3変形例における白色光用積層型撮像素子を構成する上層光電変換部の模式的な配置図、及び、下層光電変換部の模式的な配置図である。

[図34]図34A並びに図34Bは、それぞれ、実施例6における赤色光用積層型撮像素子、緑色光用積層型撮像素子、青色光用積層型撮像素子及び白色光用積層型撮像素子を構成するカラーフィルタ層等の模式的な配置図、並びに、ワイヤグリッド偏光素子の模式的な配置図である。

[図35]図35A並びに図35Bは、それぞれ、実施例6における赤色光用積層型撮像素子、緑色光用積層型撮像素子、青色光用積層型撮像素子及び白色光用積層型撮像素子を構成する上層光電変換部の模式的な配置図、並びに、下層光電変換部の模式的な配置図である。

[図36]図36A並びに図36Bは、それぞれ、実施例6の第1変形例における赤色光用積層型撮像素子、緑色光用積層型撮像素子、青色光用積層型撮像素子及び白色光用積層型撮像素子を構成するカラーフィルタ層等の模式的な配置図、並びに、ワイヤグリッド偏光素子の模式的な配置図である。

[図37]図37A並びに図37Bは、それぞれ、実施例6の第1変形例における赤色光用積層型撮像素子、緑色光用積層型撮像素子、青色光用積層型撮像素子及び白色光用積層型撮像素子を構成する上層光電変換部の模式的な配置図、並びに、下層光電変換部の模式的な配置図である。

[図38]図38は、実施例6の第2変形例における赤色光用積層型撮像素子、緑色光用積層型撮像素子、青色光用積層型撮像素子及び白色光用積層型撮像素子を構成するワイヤグリッド偏光素子の模式的な配置図であり、隣接する積層型撮像素子におけるワイヤグリッド偏光素子との関係を説明する図である。

[図39]図39A並びに図39Bは、それぞれ、実施例6の第3変形例における赤色光用積層型撮像素子、緑色光用積層型撮像素子及び青色光用積層型撮像素子を構成するカラーフィルタ層等の模式的な配置図、並びに、ワイヤグリッド偏光素子の模式的な配置図である。

[図40]図40A並びに図40Bは、それぞれ、実施例6の第3変形例における赤色光用積層型撮像素子、緑色光用積層型撮像素子及び青色光用積層型撮像素子を構成する上層光電変換部の模式的な配置図、並びに、下層光電変換部の模式的な配置図である。

[図41]図41は、実施例7の積層型撮像素子の模式的な一部断面図である。

[図42]図42は、実施例7の積層型撮像素子の等価回路図である。

[図43]図43は、実施例7の積層型撮像素子の等価回路図である。

[図44]図44は、実施例7の積層型撮像素子を構成する第1電極及び電荷蓄積用電極並びに制御部を構成するトランジスタの模式的な配置図である。

[図45]図45は、実施例7の積層型撮像素子の動作時の各部位における電位の状態を模式的に示す図である。

[図46]図46A、図46B及び図46Cは、図45（実施例7）、図60及び図61（実施例10）並びに図72及び図73（実施例12）の各部位を説明するための実施例7、実施例10及び実施例12の積層型撮像素子の等価回路図である。

[図47]図47は、実施例7の積層型撮像素子を構成する第1電極及び電荷蓄積用電極の模式的な配置図である。

[図48]図48は、実施例7の積層型撮像素子を構成する第1電極、電荷蓄積用電極、第2電極及びコンタクトホール部の模式的な透視斜視図である。

[図49]図49は、実施例7の積層型撮像素子の変形例の等価回路図である。

[図50]図50は、図49に示した実施例7の積層型撮像素子の変形例を構成する第1電極及び電荷蓄積用電極並びに制御部を構成するトランジスタの模式的な配置図である。

[図51]図51は、実施例8の積層型撮像素子の模式的な一部断面図である。

[図52]図52は、実施例9の積層型撮像素子の模式的な一部断面図である。

[図53]図53は、実施例9の積層型撮像素子の変形例の模式的な一部断面図である。

[図54]図54は、実施例9の積層型撮像素子の別の変形例の模式的な一部断

面図である。

[図55]図55は、実施例9の積層型撮像素子の更に別の変形例の模式的な一部断面図である。

[図56]図56は、実施例10の積層型撮像素子の一部分の模式的な一部断面図である。

[図57]図57は、実施例10の積層型撮像素子の等価回路図である。

[図58]図58は、実施例10の積層型撮像素子の等価回路図である。

[図59]図59は、実施例10の積層型撮像素子を構成する第1電極、転送制御用電極及び電荷蓄積用電極並びに制御部を構成するトランジスタの模式的な配置図である。

[図60]図60は、実施例10の積層型撮像素子の動作時の各部位における電位の状態を模式的に示す図である。

[図61]図61は、実施例10の積層型撮像素子の別の動作時の各部位における電位の状態を模式的に示す図である。

[図62]図62は、実施例10の積層型撮像素子を構成する第1電極、転送制御用電極及び電荷蓄積用電極の模式的な配置図である。

[図63]図63は、実施例10の積層型撮像素子を構成する第1電極、転送制御用電極、電荷蓄積用電極、第2電極及びコンタクトホール部の模式的な透視斜視図である。

[図64]図64は、実施例10の積層型撮像素子の変形例を構成する第1電極、転送制御用電極及び電荷蓄積用電極並びに制御部を構成するトランジスタの模式的な配置図である。

[図65]図65は、実施例11の積層型撮像素子の一部分の模式的な一部断面図である。

[図66]図66は、実施例11の積層型撮像素子を構成する第1電極、電荷蓄積用電極及び電荷排出電極の模式的な配置図である。

[図67]図67は、実施例11の積層型撮像素子を構成する第1電極、電荷蓄積用電極、電荷排出電極、第2電極及びコンタクトホール部の模式的な透視

斜視図である。

[図68]図68は、実施例12の積層型撮像素子の一部分の模式的な一部断面図である。

[図69]図69は、実施例12の積層型撮像素子の等価回路図である。

[図70]図70は、実施例12の積層型撮像素子の等価回路図である。

[図71]図71は、実施例12の積層型撮像素子を構成する第1電極及び電荷蓄積用電極並びに制御部を構成するトランジスタの模式的な配置図である。

[図72]図72は、実施例12の積層型撮像素子の動作時の各部位における電位の状態を模式的に示す図である。

[図73]図73は、実施例12の積層型撮像素子の別の動作時（転送時）の各部位における電位の状態を模式的に示す図である。

[図74]図74は、実施例12の積層型撮像素子を構成する第1電極及び電荷蓄積用電極の模式的な配置図である。

[図75]図75は、実施例12の積層型撮像素子を構成する第1電極、電荷蓄積用電極、第2電極及びコンタクトホール部の模式的な透視斜視図である。

[図76]図76は、実施例12の積層型撮像素子の変形例を構成する第1電極及び電荷蓄積用電極の模式的な配置図である。

[図77]図77は、実施例13の積層型撮像素子の模式的な一部断面図である。

[図78]図78は、実施例13の積層型撮像素子における電荷蓄積用電極、光電変換層及び第2電極が積層された部分を拡大した模式的な一部断面図である。

[図79]図79は、実施例13の積層型撮像素子の変形例を構成する第1電極及び電荷蓄積用電極並びに制御部を構成するトランジスタの模式的な配置図である。

[図80]図80は、実施例14の積層型撮像素子における電荷蓄積用電極、光電変換層及び第2電極が積層された部分を拡大した模式的な一部断面図である。

[図81]図81は、実施例15の積層型撮像素子の模式的な一部断面図である。

[図82]図82は、実施例16及び実施例17の積層型撮像素子の模式的な一部断面図である。

[図83]図83A及び図83Bは、実施例17における電荷蓄積用電極セグメントの模式的な平面図である。

[図84]図84A及び図84Bは、実施例17における電荷蓄積用電極セグメントの模式的な平面図である。

[図85]図85は、実施例17の積層型撮像素子を構成する第1電極及び電荷蓄積用電極並びに制御部を構成するトランジスタの模式的な配置図である。

[図86]図86は、実施例17の積層型撮像素子の変形例を構成する第1電極及び電荷蓄積用電極の模式的な配置図である。

[図87]図87は、実施例18及び実施例17の積層型撮像素子の模式的な一部断面図である。

[図88]図88A及び図88Bは、実施例18における電荷蓄積用電極セグメントの模式的な平面図である。

[図89]図89は、実施例19の固体撮像装置における第1電極及び電荷蓄積用電極セグメントの模式的な平面図である。

[図90]図90は、実施例19の固体撮像装置の第1変形例における第1電極及び電荷蓄積用電極セグメントの模式的な平面図である。

[図91]図91は、実施例19の固体撮像装置の第2変形例における第1電極及び電荷蓄積用電極セグメントの模式的な平面図である。

[図92]図92は、実施例19の固体撮像装置の第3変形例における第1電極及び電荷蓄積用電極セグメントの模式的な平面図である。

[図93]図93は、実施例19の固体撮像装置の第4変形例における第1電極及び電荷蓄積用電極セグメントの模式的な平面図である。

[図94]図94は、実施例19の固体撮像装置の第5変形例における第1電極及び電荷蓄積用電極セグメントの模式的な平面図である。

[図95]図95は、実施例19の固体撮像装置の第6変形例における第1電極及び電荷蓄積用電極セグメントの模式的な平面図である。

[図96]図96は、実施例19の固体撮像装置の第7変形例における第1電極及び電荷蓄積用電極セグメントの模式的な平面図である。

[図97]図97は、実施例19の固体撮像装置の第8変形例における第1電極及び電荷蓄積用電極セグメントの模式的な平面図である。

[図98]図98は、実施例19の固体撮像装置の第9変形例における第1電極及び電荷蓄積用電極セグメントの模式的な平面図である。

[図99]図99A、図99B及び図99Cは、実施例19の撮像素子ブロックにおける読み出し駆動例を示すチャートである。

[図100]図100は、実施例20の固体撮像装置における第1電極及び電荷蓄積用電極セグメントの模式的な平面図である。

[図101]図101は、実施例20の固体撮像装置の変形例における第1電極及び電荷蓄積用電極セグメントの模式的な平面図である。

[図102]図102は、実施例20の固体撮像装置の変形例における第1電極及び電荷蓄積用電極セグメントの模式的な平面図である。

[図103]図103は、実施例20の固体撮像装置の変形例における第1電極及び電荷蓄積用電極セグメントの模式的な平面図である。

[図104]図104は、実施例7の積層型撮像素子の別の変形例の模式的な一部断面図である。

[図105]図105は、実施例7の積層型撮像素子の更に別の変形例の模式的な一部断面図である。

[図106]図106A、図106B及び図106Cは、実施例7の積層型撮像素子の更に別の変形例の第1電極の部分等の拡大された模式的な一部断面図である。

[図107]図107は、実施例11の積層型撮像素子の別の変形例の電荷排出電極の部分等の拡大された模式的な一部断面図である。

[図108]図108は、実施例7の積層型撮像素子の更に別の変形例の模式的な

一部断面図である。

[図109]図109は、実施例7の積層型撮像素子の更に別の変形例の模式的な一部断面図である。

[図110]図110は、実施例7の積層型撮像素子の更に別の変形例の模式的な一部断面図である。

[図111]図111は、実施例10の積層型撮像素子の別の変形例の模式的な一部断面図である。

[図112]図112は、実施例7の積層型撮像素子の更に別の変形例の模式的な一部断面図である。

[図113]図113は、実施例7の積層型撮像素子の更に別の変形例の模式的な一部断面図である。

[図114]図114は、実施例10の積層型撮像素子の更に別の変形例の模式的な一部断面図である。

[図115]図115は、実施例13の積層型撮像素子の変形例における電荷蓄積用電極、光電変換層及び第2電極が積層された部分を拡大した模式的な一部断面図である。

[図116]図116は、実施例14の積層型撮像素子の変形例における電荷蓄積用電極、光電変換層及び第2電極が積層された部分を拡大した模式的な一部断面図である。

[図117]図117は、本開示の積層型撮像素子から構成された固体撮像装置を電子機器（カメラ）を用いた例の概念図である。

[図118]図118は、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119]図119は、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120]図120は、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121]図121は、カメラヘッド及びCCUの機能構成の一例を示すブロッ

ク図である。

[図122]図122は、体内情報取得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123]図123A、図123B、図123C及び図123Dは、実施例1の固体撮像装置を構成する撮像素子におけるワイヤグリッド偏光素子の製造方法を説明するための第1層間絶縁層等の模式的な一部端面図である。

[図124]図124は、実施例1の固体撮像装置における有効画素領域、光学的黒画素領域及び周辺領域の模式的な一部断面図である。

[図125]図125は、実施例1の固体撮像装置における有効画素領域、光学的黒画素領域及び周辺領域の配置を模式的に示す図である。

[図126]図126は、実施例1の固体撮像装置の変形例における有効画素領域、光学的黒画素領域及び周辺領域の模式的な一部断面図である。

[図127]図127は、ワイヤグリッド偏光素子を通過する光等を説明するための概念図である。

[図128]図128は、従来の積層型撮像素子（積層型固体撮像装置）の概念図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、図面を参照して、実施例に基づき本開示を説明するが、本開示は実施例に限定されるものではなく、実施例における種々の数値や材料は例示である。尚、説明は、以下の順序で行う。

1. 本開示の第1の態様～第2の態様に係る固体撮像装置、全般に関する説明
2. 実施例1（本開示の第1の態様～第2の態様に係る固体撮像装置）
3. 実施例2（実施例1の変形）
4. 実施例3（実施例1の別の変形）
5. 実施例4（実施例1の更に別の変形）
6. 実施例5（実施例1～実施例4の変形）
7. 実施例6（実施例5の固体撮像装置の変形）

- 8. 実施例 7 (実施例 5 ~ 実施例 6 の変形)
- 9. 実施例 8 (実施例 7 の変形)
- 10. 実施例 9 (実施例 7 ~ 実施例 8 の変形)
- 11. 実施例 10 (実施例 7 ~ 実施例 9 の変形、転送制御用電極を備えた撮像素子)
- 12. 実施例 11 (実施例 7 ~ 実施例 10 の変形、電荷排出電極を備えた撮像素子)
- 13. 実施例 12 (実施例 7 ~ 実施例 11 の変形、複数の電荷蓄積用電極セグメントを備えた撮像素子)
- 14. 実施例 13 (第 1 構成の撮像素子及び第 6 構成の撮像素子)
- 15. 実施例 14 (第 2 構成の撮像素子及び第 6 構成の撮像素子)
- 16. 実施例 15 (第 3 構成の撮像素子)
- 17. 実施例 16 (第 4 構成の撮像素子)
- 18. 実施例 17 (第 5 構成の撮像素子)
- 19. 実施例 18 (第 6 構成の撮像素子)
- 20. 実施例 19 (第 1 構成 ~ 第 2 構成の固体撮像装置)
- 21. 実施例 20 (実施例 19 の変形)
- 22. 実施例 21 (移動体への応用例)
- 23. 実施例 22 (移動体への応用例)
- 24. 実施例 23 (体内情報取得システムへの応用例)
- 25. その他

[0014] <本開示の第 1 の態様 ~ 第 2 の態様に係る固体撮像装置、全般に関する説明
>

本開示の第 1 の態様あるいは第 2 の態様に係る固体撮像装置において、
第 1 層間絶縁層は、第 1 層間絶縁層・下層と、第 1 層間絶縁層・上層が積層された構造を有し、

隣接する撮像素子の間の領域の上方に位置する第 1 層間絶縁層・下層と第 1 層間絶縁層・上層との間の部分には遮光部が設けられており、

第2層間絶縁層は、第2層間絶縁層・下層と、第2層間絶縁層・上層が積層された構造を有し、

各光電変換部の上方に位置する第2層間絶縁層・下層と第2層間絶縁層・上層との間の部分にはカラーフィルタ層が設けられている形態とすることができる。このように、遮光部を設けることで、光学的クロストークの低減を図ることができる。以下においても同様である。

[0015] あるいは又、本開示の第1の態様あるいは第2の態様に係る固体撮像装置において、

第1層間絶縁層は、第1層間絶縁層・下層と、第1層間絶縁層・中間層と、第1層間絶縁層・上層が積層された構造を有し、

隣接する撮像素子の間の領域の上方に位置する第1層間絶縁層・下層と第1層間絶縁層・中間層との間の部分には遮光部が設けられており、

各光電変換部の上方に位置する第1層間絶縁層・中間層と第1層間絶縁層・上層との間の部分にはカラーフィルタ層が設けられている形態とすることができる。

[0016] あるいは又、本開示の第1の態様あるいは第2の態様に係る固体撮像装置において、

隣接する撮像素子の間の領域の上方に位置するワイヤグリッド偏光素子とワイヤグリッド偏光素子との間の部分には、ワイヤグリッド偏光素子から延在した遮光部が設けられており、

第2層間絶縁層は、第2層間絶縁層・下層と、第2層間絶縁層・上層が積層された構造を有し、

各光電変換部の上方に位置する第2層間絶縁層・下層と第2層間絶縁層・上層との間の部分にはカラーフィルタ層が設けられている形態とすることができる。

[0017] あるいは又、本開示の第1の態様あるいは第2の態様に係る固体撮像装置において、

第1層間絶縁層は、第1層間絶縁層・下層と、第1層間絶縁層・上層が積

層された構造を有し、

各光電変換部の上方に位置する第1層間絶縁層・下層と第1層間絶縁層・上層との間の部分にはカラーフィルタ層が設けられており、

隣接する撮像素子の間の領域の上方に位置するワイヤグリッド偏光素子とワイヤグリッド偏光素子との間の部分には、ワイヤグリッド偏光素子から延在した遮光部が設けられている形態とすることができる。

[0018] 第1層間絶縁層を構成する材料の屈折率 n_1 の値として、

$$1.2 \leq n_1 \leq 2.5$$

を例示することができるし、第2層間絶縁層を構成する材料の屈折率 n_2 の値として、

$$1.2 \leq n_1 \leq 2.5$$

を例示することができるし、オンチップ・マイクロレンズを構成する材料の屈折率 n_0 として、

$$1.4 \leq n_0 \leq 2.5$$

を例示することができる。第1層間絶縁層及び第2層間絶縁層を構成する酸化物材料として、 SiO_2 、 SiON 、 SiN 、 SiC 、 SiOC 、 SiCN 等の絶縁材料や、酸化アルミニウム (AlO_x)、酸化ハフニウム (HfO_x)、酸化ジルコニウム (ZrO_x)、酸化タンタル (TaO_x)等の金属酸化物を例示することができるし、第1層間絶縁層及び第2層間絶縁層を構成する樹脂材料として、ポリメチルメタクリレート (PMMA)；ポリビニルフェノール (PVP)；ポリビニルアルコール (PVA)；ポリイミド；ポリカーボネート (PC)；ポリエチレンテレフタレート (PET)；ポリスチレン；N-2 (アミノエチル) 3-アミノプロピルトリメトキシシラン (AEAPTMS)、3-メルカプトプロピルトリメトキシシラン (MPTMS)、オクタデシルトリクロロシラン (OTS)等のシラノール誘導体 (シランカップリング剤)；ノボラック型フェノール樹脂；フッ素系樹脂；オクタデカンチオール、ドデシルイソシアネイト等の一端に制御電極と結合可能な官能基を有する直鎖炭化水素類にて例示される有機系絶縁材料 (有機ポリマー)

を例示することができる。更には、遮光部を構成する材料として、クロム（Cr）や銅（Cu）、アルミニウム（Al）、タングステン（W）、アモルファスシリコン膜、ポリシリコン膜、ゲルマニウム（Ge）膜、窒化ガリウム（GaN）膜、カドミウム－テルル（CdTe）膜、ガリウム－砒素（GaAs）膜、インジウム－リン（InP）膜、非導体構造のカーボン膜、光を通さない樹脂（例えば、ポリイミド樹脂や黒色レジスト材料）、有機光電変換膜を例示することができるし、ワイヤグリッド偏光素子から延在した遮光部は、後述するように、ワイヤグリッド偏光素子を構成するライン部と同じ構造を有する構成とすることができるし、後述するように、フレーム部と同じ構造を有する構成とすることができる。

[0019] ワイヤグリッド偏光素子は、複数の撮像素子において共通とすることができる。具体的には、ワイヤグリッド偏光素子は、固体撮像装置を構成する撮像素子の全てにおいて共通である形態とすることもできるし、固体撮像装置を構成する撮像素子を複数のブロックに所属するように分割したとき、各ブロックにおいて共通である形態とすることもできる。

[0020] 固体撮像装置は、撮像素子群が設けられた有効画素領域、及び、有効画素領域の外側に位置する周辺領域を有するが、有効画素領域の上方から周辺領域の上方に互りオンチップ・マイクロレンズが形成されている形態とすることができる。

[0021] 撮像素子群における撮像素子と撮像素子との間に導波路構造を設けてもよいし、集光管構造を設けてもよく、これによって、光学的クロストークの低減を図ることができる。ここで、導波路構造は、撮像素子を覆う層間絶縁層の撮像素子と撮像素子との間に位置する領域（例えば、筒状の領域）に形成された、層間絶縁層を構成する材料の屈折率の値よりも小さな値の屈折率を有する薄膜から構成されており、撮像素子の上方から入射した光は、この薄膜で全反射され、撮像素子に到達する。即ち、基板に対する撮像素子の正射影像是、導波路構造を構成する薄膜の基板に対する正射影像の内側に位置し、基板に対する撮像素子の正射影像是、導波路構造を構成する薄膜の基板に

対する正射影像によって囲まれている。また、集光管構造は、撮像素子を覆う層間絶縁層の撮像素子と撮像素子との間に位置する領域（例えば、筒状の領域）に形成された、金属材料あるいは合金材料から成る遮光性の薄膜から構成されており、撮像素子の上方から入射した光が、この薄膜で反射され、撮像素子に到達する。即ち、基板に対する撮像素子の正射影像は、集光管構造を構成する薄膜の基板に対する正射影像の内側に位置し、基板に対する撮像素子の正射影像は、集光管構造を構成する薄膜の基板に対する正射影像によって囲まれている。

[0022] カラーフィルタ層（波長選択手段）として、赤色、緑色、青色だけでなく、場合によっては、シアン色、マゼンダ色、黄色等の特定波長を透過させるフィルタ層を挙げることができる。カラーフィルタ層を、顔料や染料等の有機化合物を用いた有機材料系のカラーフィルタ層から構成するだけでなく、フォトリソグラフィや、プラズモンを応用した波長選択素子（導体薄膜に格子状の穴構造を設けた導体格子構造を有するカラーフィルタ層。例えば、特開2008-177191号公報参照）、アモルファスシリコン等の無機材料から成る薄膜から構成することもできる。

[0023] 以上に説明した好ましい形態を含む本開示の第1の態様あるいは第2の態様に係る固体撮像装置（以下、これらを総称して、単に、『本開示の固体撮像装置等』と呼ぶ場合がある）にあつては、複数の撮像素子が2次元マトリクス状に配列されているが、便宜上、撮像素子の一方の配列方向を『 x_0 方向』と呼び、他方の配列方向を『 y_0 方向』と呼ぶ。 x_0 方向と y_0 方向とは、直交していることが好ましい。 x_0 方向は所謂行方向あるいは所謂列方向であり、 y_0 方向は列方向あるいは行方向である。

[0024] 本開示の固体撮像装置等において、ワイヤグリッド偏光素子はライン・アンド・スペース構造を有する。即ち、ワイヤグリッド偏光素子は、少なくとも帯状の光反射層及び光吸収層の積層構造体（光吸収層が光入射側に位置する）が、複数、離間して並置されて成る形態とすることができる。あるいは又、ワイヤグリッド偏光素子は、帯状の光反射層、絶縁膜及び光吸収層の積

層構造体（光吸収層が光入射側に位置する）が、複数、離間して並置されて成る形態とすることができる。この場合、積層構造体における光反射層と光吸収層とは絶縁膜によって離間されている構成（即ち、光反射層の頂面全面に絶縁膜が形成されており、絶縁膜の頂面全面に光吸収層が形成されている構成）とすることもできるし、絶縁膜の一部が切り欠かれ、光反射層と光吸収層とは絶縁膜の切欠き部において接している構成とすることもできる。

[0025] このように、ワイヤグリッド偏光素子のライン部は、光入射側とは反対側から、第1導電材料から成る光反射層、絶縁膜、及び、第2導電材料から成る光吸収層が積層された積層構造体から成る構成とすることができる。そして、このような構成にすることで、光吸収層及び光反射層の全領域を所定の電位に保持することが可能となる結果、確実に放電の発生を防止することができる。あるいは又、ワイヤグリッド偏光素子は、絶縁膜が省略され、光入射側から、光吸収層及び光反射層が積層されて成る構成とすることができる。ここで、このような積層構造体から成るワイヤグリッド偏光素子は、例えば、

（A）例えば光電変換部を形成した後、光電変換部の上方に、第1導電材料から成り、基板又は光電変換部と電氣的に接続された光反射層形成層を設け、次いで、

（B）光反射層形成層の上に絶縁膜形成層を設け、絶縁膜形成層の上に、第2導電材料から成り、少なくとも一部が光反射層形成層と接した光吸収層形成層を設け、その後、

（C）光吸収層形成層、絶縁膜形成層及び光反射層形成層をパターニングすることで、帯状の光反射層、絶縁膜及び光吸収層のライン部が、複数、離間して並置されて成るワイヤグリッド偏光素子を得る、
各工程に基づき製造することができる。尚、

工程（B）において、基板又は光電変換部を介して光反射層形成層を所定の電位とした状態で、第2導電材料から成る光吸収層形成層を設け、

工程（C）において、基板又は光電変換部を介して光反射層形成層を所定

の電位とした状態で、光吸収層形成層、絶縁膜形成層及び光反射層形成層をパターンニングする形態とすることができる。

[0026] 光反射層の下地層として、TiやTiN、Ti/TiNの積層構造が形成されている構成とすることができ、これによって、光反射層形成層、光反射層のラフネスを改善することができる。

[0027] 光反射層（あるいは光反射層形成層）は、金属材料、合金材料若しくは半導体材料から成る構成とすることができるし、光吸収層は、金属材料、合金材料若しくは半導体材料から成る構成とすることができる。具体的には、光反射層（光反射層形成層）を構成する無機材料として、アルミニウム（Al）、銀（Ag）、金（Au）、銅（Cu）、白金（Pt）、モリブデン（Mo）、クロム（Cr）、チタン（Ti）、ニッケル（Ni）、タングステン（W）、鉄（Fe）、シリコン（Si）、ゲルマニウム（Ge）、テルル（Te）等の金属材料や、これらの金属を含む合金材料、半導体材料を挙げることができる。

[0028] 光吸収層（あるいは光吸収層形成層）を構成する材料として、消衰係数kが零でない、即ち、光吸収作用を有する金属材料や合金材料、半導体材料、具体的には、アルミニウム（Al）、銀（Ag）、金（Au）、銅（Cu）、モリブデン（Mo）、クロム（Cr）、チタン（Ti）、ニッケル（Ni）、タングステン（W）、鉄（Fe）、シリコン（Si）、ゲルマニウム（Ge）、テルル（Te）、錫（Sn）等の金属材料や、これらの金属を含む合金材料、半導体材料を挙げることができる。また、 FeSi_2 （特に $\beta\text{-FeSi}_2$ ）、 MgSi_2 、 NiSi_2 、 BaSi_2 、 CrSi_2 、 CoSi_2 等のシリサイド系材料を挙げることにもできる。特に、光吸収層（光吸収層形成層）を構成する材料として、アルミニウム又はその合金、あるいは、 $\beta\text{-FeSi}_2$ や、ゲルマニウム、テルルを含む半導体材料を用いることで、可視光域で高コントラスト（高消光比）を得ることができる。尚、可視光以外の波長帯域、例えば赤外域に偏光特性を持たせるためには、光吸収層（光吸収層形成層）を構成する材料として、銀（Ag）、銅（Cu）、金（Au）等を用いる

ことが好ましい。これらの金属の共鳴波長が赤外域近辺にあるからである。

[0029] 光反射層形成層、光吸収層形成層は、各種化学的気相成長法（CVD法）、塗布法、スパッタリング法や真空蒸着法を含む各種物理的気相成長法（PVD法）、ゾルーゲル法、メッキ法、MOCVD法、MBE法等の公知の方法に基づき形成することができる。また、光反射層形成層、光吸収層形成層のパターニング法として、リソグラフィ技術とエッチング技術との組合せ（例えば、四フッ化炭素ガス、六フッ化硫黄ガス、トリフルオロメタンガス、二フッ化キセノンガス等を用いた異方性ドライエッチング技術や、物理的エッチング技術）や、所謂リフトオフ技術、サイドウォールをマスクとして用いる所謂セルフアラインダブルパターニング技術を挙げることができる。リソグラフィ技術として、フォトリソグラフィ技術（高圧水銀灯のg線、i線、KrFエキシマレーザ、ArFエキシマレーザ、EUV等を光源として用いたリソグラフィ技術、及び、これらの液浸リソグラフィ技術、電子線リソグラフィ技術、X線リソグラフィ）を挙げることができる。あるいは又、フェムト秒レーザ等の極短時間パルスレーザによる微細加工技術や、ナノインプリント法に基づき、光反射層や光吸収層を形成することもできる。

[0030] 絶縁膜（あるいは絶縁膜形成層）を構成する材料として、入射光に対して透明であり、光吸収特性を有していない絶縁材料、具体的には、酸化シリコン（SiO₂）、NSG（ノンドープ・シリケート・ガラス）、BPSG（ホウ素・リン・シリケート・ガラス）、PSG、BSG、PbSG、AsSG、SbSG、SOG（スピノングラス）等のSiO_x系材料（シリコン系酸化膜を構成する材料）、SiN、酸化窒化シリコン（SiON）、SiOC、SiOF、SiCN、低誘電率絶縁材料（例えば、フルオロカーボン、シクロパーフルオロカーボンポリマー、ベンゾシクロブテン、環状フッ素樹脂、ポリテトラフルオロエチレン、アモルファステトラフルオロエチレン、ポリアリールエーテル、フッ化アリールエーテル、フッ化ポリイミド、有機SOG、パリレン、フッ化フラーレン、アモルファスカーボン）、ポリイミド系樹脂、フッ素系樹脂、Silk（The Dow Chemical Co. の商標であり、塗

布型低誘電率層間絶縁膜材料)、Flare (Honeywell Electronic Materials Co. の商標であり、ポリアリルエーテル (PAE)系材料) を挙げることができ、単独、あるいは、適宜、組み合わせて使用することができる。あるいは又、ポリメチルメタクリレート (PMMA) ; ポリビニルフェノール (PVP) ; ポリビニルアルコール (PVA) ; ポリイミド; ポリカーボネート (PC) ; ポリエチレンテレフタレート (PET) ; ポリスチレン; N-2 (アミノエチル) 3-アミノプロピルトリメトキシシラン (AEAPTMS)、3-メルカプトプロピルトリメトキシシラン (MPTMS)、オクタデシルトリクロロシラン (OTS) 等のシラノール誘導体 (シランカップリング剤) ; ノボラック型フェノール樹脂; フッ素系樹脂; オクタデカンチオール、ドデシルイソシアネイト等の一端に制御電極と結合可能な官能基を有する直鎖炭化水素類にて例示される有機系絶縁材料 (有機ポリマー) を挙げることができるし、これらの組み合わせを用いることもできる。絶縁膜形成層は、各種CVD法、塗布法、スパッタリング法や真空蒸着法を含む各種PVD法、スクリーン印刷法といった各種印刷法、ゾルーゲル法等の公知の方法に基づき形成することができる。絶縁膜は、光吸収層の下地層として機能すると共に、光吸収層で反射された偏光光と、光吸収層を透過し、光反射層で反射された偏光光の位相を調整し、干渉効果により消光比と透過率を向上させ、反射率を低減する目的で形成される。従って、絶縁膜は、1往復での位相が半波長分ずれるような厚さとするのが望ましく、これによって、光吸収層で反射された一方の偏光波 (例えば、TE波) は、光反射層で反射された一方の偏光波 (例えば、TE波) との干渉により打ち消し合って減衰される。以上のようにして、一方の偏光波 (例えば、TE波) を選択的に減衰させることができる。但し、光吸収層は、光吸収効果を有するが故に、反射された光が吸収される。従って、絶縁膜の厚さが、上述のように最適化されていなくても、消光比やコントラストの向上を実現することができる。それ故、実用上、所望の偏光特性と実際の作製工程との兼ね合いに基づき絶縁膜の厚さを決定すればよく、例えば、 $1 \times 10^{-9} \text{m}$ 乃至 $1 \times 10^{-7} \text{m}$ 、より好まし

くは、 $1 \times 10^{-8}\text{m}$ 乃至 $8 \times 10^{-8}\text{m}$ を例示することができる。また、絶縁膜の屈折率は、1.0より大きく、限定するものではないが、2.5以下とすることが好ましい。

[0031] ところで、光吸収層から光が入射する。そして、ワイヤグリッド偏光素子は、光の透過、反射、干渉、光学異方性による偏光波の選択的光吸収の4つの作用を利用することで、第1の方向に平行な電界成分を有する偏光波（TE波／S波及びTM波／P波のいずれか一方）を減衰させると共に、第2の方向に平行な電界成分を有する偏光波（TE波／S波及びTM波／P波のいずれか他方）を透過させる。即ち、一方の偏光波（例えば、TE波）は、光吸収層の光学異方性による偏光波の選択的光吸収作用によって減衰される。即ち、帯状の光反射層は偏光子として機能し、光吸収層及び絶縁膜を透過した一方の偏光波（例えば、TE波）を反射する。帯状の光反射層の延びる方向（第1の方向）は、消光させるべき偏光方位と一致しており、帯状の光反射層の繰り返し方向（第2の方向）は、透過させるべき偏光方位と一致している。即ち、光反射層は、偏光子としての機能を有し、ワイヤグリッド偏光素子に入射した光の内、光反射層の延びる方向と平行な方向に電界成分を有する偏光波（TE波／S波及びTM波／P波のいずれか一方）を減衰させ、光反射層の延びる方向と直交する方向（帯状の光反射層の繰り返し方向）に電界成分を有する偏光波（TE波／S波及びTM波／P波のいずれか他方）を透過させる。光反射層の延びる方向がワイヤグリッド偏光素子の光吸収軸となり、光反射層の延びる方向（第2の方向）と直交する方向がワイヤグリッド偏光素子の光透過軸となる。第2の方向は x_0 方向あるいは y_0 方向と平行である形態とすることができる。

[0032] 第1の方向に沿ったライン・アンド・スペース構造の長さは、撮像素子の実質的に光電変換を行う領域の第1の方向に沿った長さと同じとすることができるし、撮像素子の長さと同じとすることもできるし、第1の方向に沿った撮像素子の長さの整数倍とすることもできる。

[0033] 上記の各種好ましい形態、構成を含むワイヤグリッド偏光素子において、

ワイヤグリッド偏光素子のスペース部は空隙である形態とすることができる。即ち、スペース部は少なくとも空気で満たされている形態とすることもできる。このようなワイヤグリッド偏光素子を、便宜上、『第1構成のワイヤグリッド偏光素子』と呼ぶ。このように、ワイヤグリッド偏光素子のスペース部を空隙とすることで、平均屈折率 n_{ave} の値を小さくすることができる。その結果、ワイヤグリッド偏光素子における透過率の向上、消光比の向上を図ることができる。また、形成ピッチ P_0 の値を大きくすることができるので、ワイヤグリッド偏光素子の製造歩留りの向上を図ることができる。

[0034] 第1構成のワイヤグリッド偏光素子において、少なくとも、ワイヤグリッド偏光素子のスペース部に面したライン部の側面には保護膜が形成されている形態とすることができる。即ち、スペース部は空気で満たされ、加えて、スペース部には保護膜が存在する。ここで、保護膜を構成する材料として、屈折率が2以下、消衰係数が零に近い材料が望ましく、TEOS-SiO₂を含むSiO₂、SiON、SiN、SiC、SiOC、SiCN等の絶縁材料や、酸化アルミニウム (AlO_x)、酸化ハフニウム (HfO_x)、酸化ジルコニウム (ZrO_x)、酸化タンタル (TaO_x) 等の金属酸化物を挙げることができる。あるいは又、パーフルオロデシルトリクロロシランやオクタデシルトリクロロシランを挙げることができる。保護膜は、各種CVD法、塗布法、スパッタリング法や真空蒸着法を含む各種PVD法、ゾルーゲル法等の公知のプロセスによって形成することができるが、所謂単原子成長法 (ALD法、Atomic Layer Deposition 法) や、HDP-CVD法 (高密度プラズマ化学的気相成長法) を採用することが、より好ましい。ALD法を採用することで、薄い保護膜をコンフォーマルにワイヤグリッド偏光素子上に形成することができるが、より一層薄い保護膜をライン部の側面に形成するといった観点から、HDP-CVD法を採用することが更に一層好ましい。あるいは又、スペース部を、保護膜を構成する材料で充填し、しかも、保護膜に、隙間、空孔、ボイド等を設ければ、保護膜全体の屈折率を低下させることができる。

[0035] また、上記の各種好ましい形態、構成を含むワイヤグリッド偏光素子において、

ワイヤグリッド偏光素子を取り囲むフレーム部が備えられており、
フレーム部と、ワイヤグリッド偏光素子のライン部とは連結されており、
フレーム部は、ワイヤグリッド偏光素子のライン部と同じ構造を有する形態とすることができる。このようなワイヤグリッド偏光素子を、便宜上、『第2構成のワイヤグリッド偏光素子』と呼ぶ。具体的には、フレーム部は、少なくとも光反射層及び光吸収層から成り、例えば、光反射層、絶縁膜及び光吸収層から成る積層構造体であり、ライン・アンド・スペース構造が設けられていない、所謂ベタ膜の構造から構成することができる。尚、ワイヤグリッド偏光素子延在部に要求される機能にも依るが（即ち、遮光機能が不要な場合には）、積層構造体は、ワイヤグリッド偏光素子として機能しないのであれば、ワイヤグリッド偏光素子のようにライン・アンド・スペース構造が設けられていてもよい。即ち、ワイヤグリッドの形成ピッチ P_0 が入射する電磁波の実効波長よりも十分に大きい構造を有していてもよい。フレーム部は、限定するものではないが、一種、額縁状に、撮像素子に対応して設けられたワイヤグリッド偏光素子を取り囲んで配設されていることが好ましい。

[0036] このように、フレーム部とワイヤグリッド偏光素子のライン部とが連結されており、フレーム部はワイヤグリッド偏光素子のライン部と同じ構造を有する形態とすることで、本開示の固体撮像装置における撮像素子の四隅に対応するワイヤグリッド偏光素子の外周部の部分に剥離が発生するといった問題、ワイヤグリッド偏光素子の外周部の構造とワイヤグリッド偏光素子の中央部の構造に差異が生じ、ワイヤグリッド偏光素子自体の性能が低下するといった問題、ワイヤグリッド偏光素子の外周部に入射した光が偏光方向の異なる隣接する撮像素子に漏れ込み易いといった問題を解消することができ、高い信頼性を有する固体撮像装置を提供することができる。しかも、前述したとおり、フレーム部によって、ワイヤグリッド偏光素子から延在した遮光部を構成することができる。

[0037] 場合によっては、撮像素子の縁部には、基板の一方の面から他方の面に亘り、更に、ワイヤグリッド偏光素子の下方まで延びる、絶縁材料又は遮光材料が埋め込まれた溝部（一種の素子分離領域）が形成されている形態とすることができる。絶縁材料として、絶縁膜（絶縁膜形成層）や層間絶縁層を構成する材料を挙げることができるし、遮光材料として、遮光部を構成する材料を挙げることができる。このような溝部を形成することで、感度低下、偏光クロストークの発生、消光比の低下を防止することができる。

[0038] また、上記の各種好ましい形態、構成を含むワイヤグリッド偏光素子において、光反射層の延在部が基板又は光電変換部と電氣的に接続されている構成とすることができる。このように、光反射層の延在部を基板又は光電変換部と電氣的に接続することで、ワイヤグリッド偏光素子の形成時、光反射層形成層や光吸収層形成層が帯電し、一種の放電が発生する結果、ワイヤグリッド偏光素子や光電変換部に損傷が発生するといった問題の発生を、確実に回避することができる。場合によっては、光反射層の頂面全面に絶縁膜が形成されており、絶縁膜の頂面全面に光吸収層が形成されている構成としてもよく、このような構成によっても、光吸収層及び光反射層の全領域が基板又は光電変換部に電氣的に接続されるので、確実に放電の発生を防止することができる。あるいは又、場合によっては、絶縁膜を省略し、光入射側とは反対側から、光反射層及び光吸収層が積層されて成る構成とすることができる。

[0039] 基板又は光電変換部と光反射層の延在部（あるいは光反射層形成層）とが電氣的に接続される領域は、撮像領域に位置する形態とすることができるし、撮像領域の外周に設けられた光学的黒画素領域（OPB）に位置する形態とすることができるし、撮像領域の外側に設けられた周辺領域に位置する形態とすることができる。尚、基板又は光電変換部と光反射層の延在部（あるいは光反射層形成層）とが電氣的に接続される領域は、撮像領域に位置する場合、あるいは、光学的黒画素領域（OPB）に位置する場合、各撮像素子に設けられていてもよいし、複数の撮像素子に対して1箇所設けられていて

もよいし、全ての撮像素子に対して1箇所設けられていてもよく、また、1つの撮像素子に対して、1箇所設けられていてもよいし、複数箇所設けられていてもよい。また、周辺領域に位置する場合、1箇所設けられていてもよいし、複数箇所に設けられていてもよい。

[0040] 撮像素子と撮像素子との間の領域には遮光部が形成されており、光反射層の延在部は遮光部に接している形態とすることができる。ここで、遮光部に接している光反射層の延在部の長さは、撮像素子の実質的に光電変換を行う領域である光電変換領域の長さ（光電変換領域の辺の長さ）と同じとすることができるし、あるいは又、光電変換領域の長さの半分の長さ乃至同じ長さとすることができる。このような形態を採用することで、隣接する撮像素子からの混色の発生を防止することもできる。また、光反射層形成層と光吸収層形成層とが接する領域は、撮像素子と撮像素子との間の領域であって、撮像素子の四隅の内の少なくとも1箇所とすることができる。周辺領域においても遮光部が形成されており、光反射層の延在部は遮光部に接している形態とすることもできる。

[0041] 周辺領域において、ワイヤグリッド偏光素子の形成は不要である。周辺領域はフレーム部と同じ構造で占められていることが好ましい。フレーム部あるいは周辺領域は、ワイヤグリッド偏光素子として機能しないのであれば、ワイヤグリッド偏光素子のようにラインアンドスペース・パターンが設けられていてもよい。即ち、ワイヤグリッドの形成ピッチ P_0 が入射する電磁波の実効波長よりも十分に大きい構造を有していてもよい。

[0042] 光反射層の延在部や光反射層形成層が電氣的に接続される光電変換部は、例えば、遮光部あるいは配線（配線層）である。光反射層の延在部や光反射層形成層が電氣的に接続される基板の部分には、例えば、高濃度不純物領域や金属層、合金層、配線層等を形成すればよい。

[0043] 本開示の固体撮像装置等において、複数の撮像素子の配列方向と第1の方向とが成す角度が、例えば、0度の角度を有する撮像素子と、90度の角度を有する撮像素子との組合せとすることができるし、0度の角度を有する撮

像素子と、45度の角度を有する撮像素子と、90度の角度を有する撮像素子と、135度の角度を有する撮像素子との組合せとすることができる。

[0044] 更には、以上に説明した各種の好ましい形態を含む本開示の固体撮像装置等において、ワイヤグリッド偏光素子は、第1偏光子セグメント、第2偏光子セグメント、第3偏光子セグメント及び第4偏光子セグメントの4つの偏光子セグメントが 2×2 に配列されて成り（即ち、 x_0 方向に2つの偏光子セグメントが配列されており、 y_0 方向に2つの偏光子セグメントが配列されており）、

第1偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は α 度であり、

第2偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は $(\alpha + 45)$ 度であり、

、

第3偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は $(\alpha + 90)$ 度であり、

、

第4偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は $(\alpha + 135)$ 度である形態とすることができる。ここで、 α の値として「0」を例示することができるが、これに限定するものではない。

[0045] 本開示の第1の態様～第2の態様に係る固体撮像装置において、光電変換部が積層された構造とすることができる。尚、このような構造を、『積層型撮像素子』と呼ぶ。

[0046] 光電変換層に有機半導体材料を用いる撮像素子は、特定の色（波長帯）を光電変換することが可能である。そして、このような特徴を有するが故に、固体撮像装置における撮像素子として用いる場合、オンチップ・カラーフィルタ層（OCCF）と撮像素子との組合せから副画素が成り、副画素が2次元配列されている、従来の固体撮像装置では不可能な、副画素を積層した構造（積層型撮像素子）を得ることが可能である（例えば、特開2011-138927号公報参照）。また、デモザイク処理を必要としないことから、偽色が発生しないといった利点がある。以下の説明において、半導体基板の上あるいは上方に設けられた光電変換部を備えた撮像素子を、便宜上、『第

1タイプの撮像素子』と呼び、第1タイプの撮像素子を構成する光電変換部を、便宜上、『第1タイプの光電変換部』と呼び、半導体基板内に設けられた撮像素子を、便宜上、『第2タイプの撮像素子』と呼び、第2タイプの撮像素子を構成する光電変換部を、便宜上、『第2タイプの光電変換部』と呼ぶ場合がある。

[0047] 図128に従来の積層型撮像素子（積層型固体撮像装置）の構成例を示す。図128に示す例では、半導体基板370内に、第2タイプの撮像素子である第3撮像素子343及び第2撮像素子341を構成する第2タイプの光電変換部である第3光電変換部343A及び第2光電変換部341Aが積層され、形成されている。また、半導体基板370の上方（具体的には、第2撮像素子341の上方）には、第1タイプの光電変換部である第1光電変換部310Aが配置されている。ここで、第1光電変換部310Aは、第1電極321、有機材料から成る光電変換層323、第2電極322を備えており、第1タイプの撮像素子である第1撮像素子310を構成する。第2光電変換部341A及び第3光電変換部343Aにおいては、吸収係数の違いにより、それぞれ、例えば、青色光及び赤色光が光電変換される。また、第1光電変換部310Aにおいては、例えば、緑色光が光電変換される。

[0048] 第2光電変換部341A及び第3光電変換部343Aにおいて光電変換によって生成した電荷は、これらの第2光電変換部341A及び第3光電変換部343Aに一旦蓄積された後、それぞれ、縦型トランジスタ（ゲート部345を図示する）と転送トランジスタ（ゲート部346を図示する）によって第2浮遊拡散層（Floating Diffusion） FD_2 及び第3浮遊拡散層 FD_3 に転送され、更に、外部の読み出し回路（図示せず）に出力される。これらのトランジスタ及び浮遊拡散層 FD_2 、 FD_3 も半導体基板370に形成されている。

[0049] 第1光電変換部310Aにおいて光電変換によって生成した電荷は、コンタクトホール部361、配線層362を介して、半導体基板370に形成された第1浮遊拡散層 FD_1 に蓄積される。また、第1光電変換部310Aは、

コンタクトホール部 361、配線層 362 を介して、電荷量を電圧に変換する増幅トランジスタのゲート部 352 にも接続されている。そして、第 1 浮遊拡散層 FD_1 は、リセット・トランジスタ（ゲート部 351 を図示する）の一部を構成している。参照番号 371 は素子分離領域であり、参照番号 372 は半導体基板 370 の表面に形成された酸化膜であり、参照番号 376, 381 は層間絶縁層であり、参照番号 383 は絶縁層であり、参照番号 315 はオンチップ・マイクロレンズである。

[0050] 図 128 に示した従来の積層型撮像素子（積層型固体撮像装置）にあっては、第 2 光電変換部 341A 及び第 3 光電変換部 343A において光電変換によって生成した電荷は、第 2 光電変換部 341A 及び第 3 光電変換部 343A に一旦蓄積された後、第 2 浮遊拡散層 FD_2 及び第 3 浮遊拡散層 FD_3 に転送される。それ故、第 2 光電変換部 341A 及び第 3 光電変換部 343A を完全空乏化することができる。しかしながら、第 1 光電変換部 310A において光電変換によって生成した電荷は、直接、第 1 浮遊拡散層 FD_1 に蓄積される。それ故、第 1 光電変換部 310A を完全空乏化することは困難である。そして、以上の結果、kTC ノイズが大きくなり、ランダムノイズが悪化し、撮像画質の低下をもたらす場合がある。

[0051] 積層型撮像素子を備えた本開示の第 1 の態様～第 2 の態様に係る固体撮像装置を含む本開示の固体撮像装置等において、光電変換部は、第 1 電極、光電変換層及び第 2 電極が積層されて成り、更に、絶縁層、及び、第 1 電極と離間して配置され、且つ、絶縁層を介して光電変換層と対向して配置された電荷蓄積用電極を備えている形態とすることができる。電荷蓄積用電極を備えた撮像素子を、便宜上、以下、『電荷蓄積用電極を備えた撮像素子』と呼ぶ場合がある。

[0052] このように、第 1 電極と離間して配置され、且つ、絶縁層を介して光電変換層と対向して配置された電荷蓄積用電極を備えることで、光電変換層に光が照射され、光電変換層において光電変換されるとき、光電変換層に電荷を蓄えることができる。それ故、露光開始時、電荷蓄積部を完全空乏化し、電

荷を消去することが可能となる。その結果、 kTC ノイズが大きくなり、ランダムノイズが悪化し、撮像画質の低下をもたらすといった現象の発生を抑制することができるので、高精度の偏光情報取得と良好な撮像特性の両立を図ることができる。

[0053] 電荷蓄積用電極を備えた撮像素子にあっては、例えばシリコン半導体基板やInGaAs基板等の化合物半導体基板といった半導体基板（半導体層といった概念を含む）を備えており、光電変換部は、半導体基板の上方に配置されている形態とすることができる。尚、第1電極、電荷蓄積用電極及び第2電極は、後述する駆動回路に接続されている。

[0054] 光入射側に位置する第2電極は、複数の撮像素子において共通化されていてもよい。即ち、第2電極を所謂ベタ電極とすることができる。光電変換層は、複数の撮像素子において共通化されていてもよいし、即ち、複数の撮像素子において1層の光電変換層が形成されていてもよいし、撮像素子毎に設けられていてもよい。

[0055] 更には、以上に説明した各種の好ましい形態、構成を含む電荷蓄積用電極を備えた撮像素子において、第1電極は、絶縁層に設けられた開口部内を延在し、光電変換層と接続されている形態とすることができる。あるいは又、光電変換層は、絶縁層に設けられた開口部内を延在し、第1電極と接続されている形態とすることができ、この場合、

第1電極の頂面の縁部は絶縁層で覆われており、

開口部の底面には第1電極が露出しており、

第1電極の頂面と接する絶縁層の面を第1面、電荷蓄積用電極と対向する光電変換層の部分と接する絶縁層の面を第2面としたとき、開口部の側面は、第1面から第2面に向かって広がる傾斜を有する形態とすることができ、更には、第1面から第2面に向かって広がる傾斜を有する開口部の側面は、電荷蓄積用電極側に位置する形態とすることができる。尚、光電変換層と第1電極との間に他の層が形成されている形態（例えば、光電変換層と第1電極との間に電荷蓄積に適した材料層が形成されている形態）を包含する。

[0056] 更には、以上に説明した各種の好ましい形態、構成を含む電荷蓄積用電極を備えた撮像素子において、

半導体基板に設けられ、駆動回路を有する制御部を更に備えており、

第1電極及び電荷蓄積用電極は、駆動回路に接続されており、

電荷蓄積期間において、駆動回路から、第1電極に電位 V_{11} が印加され、電荷蓄積用電極に電位 V_{12} が印加され、光電変換層に電荷が蓄積され、

電荷転送期間において、駆動回路から、第1電極に電位 V_{21} が印加され、電荷蓄積用電極に電位 V_{22} が印加され、光電変換層に蓄積された電荷が第1電極を經由して制御部に読み出される構成とすることができる。但し、第1電極の電位が第2電極の電位よりも高い場合、

$$V_{12} \geq V_{11}、\text{且つ、} V_{22} < V_{21}$$

であり、第1電極の電位が第2電極の電位よりも低い場合、

$$V_{12} \leq V_{11}、\text{且つ、} V_{22} > V_{21}$$

である。

[0057] 更には、以上に説明した各種の好ましい形態、構成を含む電荷蓄積用電極を備えた撮像素子にあっては、第1電極と電荷蓄積用電極との間に、第1電極及び電荷蓄積用電極と離間して配置され、且つ、絶縁層を介して光電変換層と対向して配置された転送制御用電極（電荷転送電極）を更に備えている形態とすることができる。このような形態の電荷蓄積用電極を備えた撮像素子を、便宜上、『転送制御用電極を備えた撮像素子』と呼ぶ。

[0058] そして、転送制御用電極を備えた撮像素子にあっては、

半導体基板に設けられ、駆動回路を有する制御部を更に備えており、

第1電極、電荷蓄積用電極及び転送制御用電極は、駆動回路に接続されており、

電荷蓄積期間において、駆動回路から、第1電極に電位 V_{11} が印加され、電荷蓄積用電極に電位 V_{12} が印加され、転送制御用電極に電位 V_{13} が印加され、光電変換層に電荷が蓄積され、

電荷転送期間において、駆動回路から、第1電極に電位 V_{21} が印加され、電

荷蓄積用電極に電位 V_{22} が印加され、転送制御用電極に電位 V_{23} が印加され、光電変換層に蓄積された電荷が第 1 電極を介して制御部に読み出される構成とすることができる。但し、第 1 電極の電位が第 2 電極の電位よりも高い場合、

$$V_{12} > V_{13}、\text{且つ、} V_{22} \leq V_{23} \leq V_{21}$$

であり、第 1 電極の電位が第 2 電極の電位よりも低い場合、

$$V_{12} < V_{13}、\text{且つ、} V_{22} \geq V_{23} \geq V_{21}$$

である。

[0059] 更には、以上に説明した各種の好ましい形態、構成を含む電荷蓄積用電極を備えた撮像素子にあっては、光電変換層に接続され、第 1 電極及び電荷蓄積用電極と離間して配置された電荷排出電極を更に備えている形態とすることができる。このような形態の電荷蓄積用電極を備えた撮像素子を、便宜上、『電荷排出電極を備えた撮像素子』と呼ぶ。そして、電荷排出電極を備えた撮像素子において、電荷排出電極は、第 1 電極及び電荷蓄積用電極を取り囲むように（即ち、額縁状に）配置されている形態とすることができる。電荷排出電極は、複数の撮像素子において共有化（共通化）することができる。そして、この場合、

光電変換層は、絶縁層に設けられた第 2 開口部内を延在し、電荷排出電極と接続されており、

電荷排出電極の頂面の縁部は絶縁層で覆われており、

第 2 開口部の底面には電荷排出電極が露出しており、

電荷排出電極の頂面と接する絶縁層の面を第 3 面、電荷蓄積用電極と対向する光電変換層の部分と接する絶縁層の面を第 2 面としたとき、第 2 開口部の側面は、第 3 面から第 2 面に向かって広がる傾斜を有する形態とすることができる。

[0060] 更には、電荷排出電極を備えた撮像素子にあっては、

半導体基板に設けられ、駆動回路を有する制御部を更に備えており、

第 1 電極、電荷蓄積用電極及び電荷排出電極は、駆動回路に接続されてお

り、

電荷蓄積期間において、駆動回路から、第1電極に電位 V_{11} が印加され、電荷蓄積用電極に電位 V_{12} が印加され、電荷排出電極に電位 V_{14} が印加され、光電変換層に電荷が蓄積され、

電荷転送期間において、駆動回路から、第1電極に電位 V_{21} が印加され、電荷蓄積用電極に電位 V_{22} が印加され、電荷排出電極に電位 V_{24} が印加され、光電変換層に蓄積された電荷が第1電極を介して制御部に読み出される構成とすることができる。但し、第1電極の電位が第2電極の電位よりも高い場合

、

$$V_{14} > V_{11}、\text{且つ、} V_{24} < V_{21}$$

であり、第1電極の電位が第2電極の電位よりも低い場合、

$$V_{14} < V_{11}、\text{且つ、} V_{24} > V_{21}$$

である。

[0061] 更には、以上に説明した各種の好ましい形態、構成を含む電荷蓄積用電極を備えた撮像素子において、電荷蓄積用電極は、複数の電荷蓄積用電極セグメントから構成されている形態とすることができる。このような形態の電荷蓄積用電極を備えた撮像素子を、便宜上、『複数の電荷蓄積用電極セグメントを備えた撮像素子』と呼ぶ。電荷蓄積用電極セグメントの数は、2以上であればよい。そして、複数の電荷蓄積用電極セグメントを備えた撮像素子にあっては、N個の電荷蓄積用電極セグメントのそれぞれに、異なる電位を加える場合、

第1電極の電位が第2電極の電位よりも高い場合、電荷転送期間において、第1電極に最も近い所に位置する電荷蓄積用電極セグメント（第1番目の光電変換部セグメント）に印加される電位は、第1電極に最も遠い所に位置する電荷蓄積用電極セグメント（第N番目の光電変換部セグメント）に印加される電位よりも高く、

第1電極の電位が第2電極の電位よりも低い場合、電荷転送期間において、第1電極に最も近い所に位置する電荷蓄積用電極セグメント（第1番目の

光電変換部セグメント）に印加される電位は、第1電極に最も遠い所に位置する電荷蓄積用電極セグメント（第N番目の光電変換部セグメント）に印加される電位よりも低い形態とすることができる。

[0062] 以上に説明した各種の好ましい形態、構成を含む電荷蓄積用電極を備えた撮像素子において、

半導体基板には、制御部を構成する少なくとも浮遊拡散層及び増幅トランジスタが設けられており、

第1電極は、浮遊拡散層及び増幅トランジスタのゲート部に接続されている構成とすることができる。そして、この場合、更には、

半導体基板には、更に、制御部を構成するリセット・トランジスタ及び選択トランジスタが設けられており、

浮遊拡散層は、リセット・トランジスタの一方のソース／ドレイン領域に接続されており、

増幅トランジスタの一方のソース／ドレイン領域は、選択トランジスタの一方のソース／ドレイン領域に接続されており、選択トランジスタの他方のソース／ドレイン領域は信号線に接続されている構成とすることができる。

[0063] 更には、以上に説明した各種の好ましい形態、構成を含む電荷蓄積用電極を備えた撮像素子において、電荷蓄積用電極の大きさは第1電極よりも大きい形態とすることができる。電荷蓄積用電極の面積を S_1' 、第1電極の面積を S_1 としたとき、限定するものではないが、

$$4 \leq S_1' / S_1$$

を満足することが好ましい。

[0064] あるいは又、以上に説明した各種の好ましい形態を含む電荷蓄積用電極を備えた撮像素子の変形例として、以下に説明する第1構成～第6構成の撮像素子を挙げることができる。即ち、以上に説明した各種の好ましい形態を含む第1構成～第6構成の撮像素子において、

光電変換部は、N個（但し、 $N \geq 2$ ）の光電変換部セグメントから構成されており、

光電変換層は、N個の光電変換層セグメントから構成されており、

絶縁層は、N個の絶縁層セグメントから構成されており、

第1構成～第3構成の撮像素子にあっては、電荷蓄積用電極は、N個の電荷蓄積用電極セグメントから構成されており、

第4構成～第5構成の撮像素子にあっては、電荷蓄積用電極は、相互に離間されて配置された、N個の電荷蓄積用電極セグメントから構成されており、

第n番目（但し、 $n = 1, 2, 3 \dots N$ ）の光電変換部セグメントは、第n番目の電荷蓄積用電極セグメント、第n番目の絶縁層セグメント及び第n番目の光電変換層セグメントから構成されており、

nの値が大きい光電変換部セグメントほど、第1電極から離れて位置する。

[0065] そして、第1構成の撮像素子にあっては、第1番目の光電変換部セグメントから第N番目の光電変換部セグメントに互り、絶縁層セグメントの厚さが、漸次、変化している。また、第2構成の撮像素子にあっては、第1番目の光電変換部セグメントから第N番目の光電変換部セグメントに互り、光電変換層セグメントの厚さが、漸次、変化している。更には、第3構成の撮像素子にあっては、隣接する光電変換部セグメントにおいて、絶縁層セグメントを構成する材料が異なる。また、第4構成の撮像素子にあっては、隣接する光電変換部セグメントにおいて、電荷蓄積用電極セグメントを構成する材料が異なる。更には、第5構成の撮像素子にあっては、第1番目の光電変換部セグメントから第N番目の光電変換部セグメントに互り、電荷蓄積用電極セグメントの面積が、漸次、小さくなっている。面積は、連続的に小さくなっているてもよいし、階段状に小さくなっているてもよい。

[0066] あるいは又、以上に説明した各種の好ましい形態を含む第6構成の撮像素子において、電荷蓄積用電極と絶縁層と光電変換層の積層方向をZ方向、第1電極から離れる方向をX方向としたとき、YZ仮想平面で電荷蓄積用電極と絶縁層と光電変換層が積層された積層部分を切断したときの積層部分の断

面積は、第1電極からの距離に依存して変化する。断面積の変化は、連続的な変化であってもよいし、階段状の変化であってもよい。

[0067] 第1構成～第2構成の撮像素子において、N個の光電変換層セグメントは連続して設けられており、N個の絶縁層セグメントも連続して設けられており、N個の電荷蓄積用電極セグメントも連続して設けられている。第3構成～第5構成の撮像素子において、N個の光電変換層セグメントは連続して設けられている。また、第4構成、第5構成の撮像素子において、N個の絶縁層セグメントは連続して設けられている一方、第3構成の撮像素子において、N個の絶縁層セグメントは、光電変換部セグメントのそれぞれに対応して設けられている。更には、第4構成～第5構成の撮像素子において、場合によっては、第3構成の撮像素子において、N個の電荷蓄積用電極セグメントは、光電変換部セグメントのそれぞれに対応して設けられている。そして第1構成～第6構成の撮像素子にあっては、電荷蓄積用電極セグメントの全てに同じ電位が加えられる。あるいは又、第4構成～第5構成の撮像素子において、場合によっては、第3構成の撮像素子において、N個の電荷蓄積用電極セグメントのそれぞれに、異なる電位を加えてもよい。

[0068] 第1構成～第6構成の撮像素子にあっては、絶縁層セグメントの厚さが規定され、あるいは又、光電変換層セグメントの厚さが規定され、あるいは又、絶縁層セグメントを構成する材料が異なり、あるいは又、電荷蓄積用電極セグメントを構成する材料が異なり、あるいは又、電荷蓄積用電極セグメントの面積が規定され、あるいは又、積層部分の断面積が規定されているので、一種の電荷転送勾配が形成され、光電変換によって生成した電荷を、一層容易に、且つ、確実に、第1電極へ転送することが可能となる。そして、その結果、残像の発生や転送残しの発生を防止することができる。

[0069] 第1構成～第5構成の撮像素子にあっては、nの値が大きい光電変換部セグメントほど第1電極から離れて位置するが、第1電極から離れて位置するか否かは、X方向を基準として判断する。また、第6構成の撮像素子にあっては、第1電極から離れる方向をX方向としているが、『X方向』を以下の

とおり、定義する。即ち、撮像素子あるいは積層型撮像素子が複数配列された画素領域は、2次元アレイ状に、即ち、X方向及びY方向に規則的に複数配列された画素から構成される。画素の平面形状を矩形とした場合、第1電極に最も近い辺が延びる方向をY方向とし、Y方向と直交する方向をX方向とする。あるいは又、画素の平面形状を任意の形状とした場合、第1電極に最も近い線分や曲線が含まれる全体的な方向をY方向とし、Y方向と直交する方向をX方向とする。通常、X方向は x_0 方向あるいは y_0 方向と平行であり、Y方向は y_0 方向あるいは x_0 方向と平行である。

[0070] 以下、第1構成～第6構成の撮像素子に関して、第1電極の電位が第2電極の電位よりも高い場合についての説明を行うが、第1電極の電位が第2電極の電位よりも低い場合は、電位の高低を逆にすればよい。

[0071] 蓄積すべき電荷を電子とする場合、絶縁層セグメントの厚さが、漸次、厚くなる構成を採用すればよいし、蓄積すべき電荷を正孔とする場合、絶縁層セグメントの厚さが、漸次、薄くなる構成を採用すればよい。そして、これらの場合、電荷蓄積期間において、 $|V_{12}| \geq |V_{11}|$ といった状態になると、第n番目の光電変換部セグメントの方が、第(n+1)番目の光電変換部セグメントよりも、多くの電荷を蓄積することができるし、強い電界が加わり、第1番目の光電変換部セグメントから第1電極への電荷の流れを確実に防止することができる。そして、電荷転送期間において、 $|V_{22}| < |V_{21}|$ といった状態になると、第1番目の光電変換部セグメントから第1電極への電荷の流れ、第(n+1)番目の光電変換部セグメントから第n番目の光電変換部セグメントへの電荷の流れを、確実に確保することができる。

[0072] 第2構成の撮像素子にあっては、第1番目の光電変換部セグメントから第N番目の光電変換部セグメントに亙り、光電変換層セグメントの厚さが、漸次、変化しているが、光電変換層セグメントの厚さは、漸次、厚くなっていてもよいし、薄くなっていてもよく、これによって、一種の電荷転送勾配が形成される。

[0073] 蓄積すべき電荷を電子とする場合、光電変換層セグメントの厚さが、漸次

、厚くなる構成を採用すればよいし、蓄積すべき電荷を正孔とする場合、光電変換層セグメントの厚さが、漸次、薄くなる構成を採用すればよい。そして、光電変換層セグメントの厚さが、漸次、厚くなる場合、電荷蓄積期間において $V_{12} \geq V_{11}$ といった状態になると、また、光電変換層セグメントの厚さが、漸次、薄くなる場合、電荷蓄積期間において $V_{12} \leq V_{11}$ といった状態になると、第 n 番目の光電変換部セグメントの方が、第 $(n+1)$ 番目の光電変換部セグメントよりも強い電界が加わり、第 1 番目の光電変換部セグメントから第 1 電極への電荷の流れを確実に防止することができる。そして、電荷転送期間において、光電変換層セグメントの厚さが、漸次、厚くなる場合、 $V_{22} < V_{21}$ といった状態になると、また、光電変換層セグメントの厚さが、漸次、薄くなる場合、 $V_{22} > V_{21}$ といった状態になると、第 1 番目の光電変換部セグメントから第 1 電極への電荷の流れ、第 $(n+1)$ 番目の光電変換部セグメントから第 n 番目の光電変換部セグメントへの電荷の流れを、確実に確保することができる。

[0074] 第 3 構成の撮像素子にあっては、隣接する光電変換部セグメントにおいて、絶縁層セグメントを構成する材料が異なり、これによって、一種の電荷転送勾配が形成されるが、第 1 番目の光電変換部セグメントから第 N 番目の光電変換部セグメントに互り、絶縁層セグメントを構成する材料の比誘電率の値が、漸次、小さくなることが好ましい。そして、このような構成を採用することで、電荷蓄積期間において、 $V_{12} \geq V_{11}$ といった状態になると、第 n 番目の光電変換部セグメントの方が、第 $(n+1)$ 番目の光電変換部セグメントよりも多くの電荷を蓄積することができる。そして、電荷転送期間において、 $V_{22} < V_{21}$ といった状態になると、第 1 番目の光電変換部セグメントから第 1 電極への電荷の流れ、第 $(n+1)$ 番目の光電変換部セグメントから第 n 番目の光電変換部セグメントへの電荷の流れを、確実に確保することができる。

[0075] 第 4 構成の撮像素子にあっては、隣接する光電変換部セグメントにおいて、電荷蓄積用電極セグメントを構成する材料が異なり、これによって、一種

の電荷転送勾配が形成されるが、第1番目の光電変換部セグメントから第N番目の光電変換部セグメントに互り、絶縁層セグメントを構成する材料の仕事関数の値が、漸次、大きくなることが好ましい。そして、このような構成を採用することで、電圧の正負に依存すること無く、信号電荷転送に有利な電位勾配を形成することができる。

[0076] 第5構成の撮像素子にあっては、第1番目の光電変換部セグメントから第N番目の光電変換部セグメントに互り、電荷蓄積用電極セグメントの面積が、漸次、小さくなっており、これによって、一種の電荷転送勾配が形成されるので、電荷蓄積期間において、 $V_{12} \geq V_{11}$ といった状態になると、第n番目の光電変換部セグメントの方が、第(n+1)番目の光電変換部セグメントよりも多くの電荷を蓄積することができる。そして、電荷転送期間において、 $V_{22} < V_{21}$ といった状態になると、第1番目の光電変換部セグメントから第1電極への電荷の流れ、第(n+1)番目の光電変換部セグメントから第n番目の光電変換部セグメントへの電荷の流れを、確実に確保することができる。

[0077] 第6構成の撮像素子において、積層部分の断面積は第1電極からの距離に依存して変化し、これによって、一種の電荷転送勾配が形成される。具体的には、積層部分の断面の厚さを一定とし、積層部分の断面の幅を第1電極から離れるほど狭くする構成を採用すれば、第5構成の撮像素子において説明したと同様に、電荷蓄積期間において、 $V_{12} \geq V_{11}$ といった状態になると、第1電極に近い領域の方が、遠い領域よりも多くの電荷を蓄積することができる。従って、電荷転送期間において、 $V_{22} < V_{21}$ といった状態になると、第1電極に近い領域から第1電極への電荷の流れ、遠い領域から近い領域への電荷の流れを、確実に確保することができる。一方、積層部分の断面の幅を一定とし、積層部分の断面の厚さ、具体的には、絶縁層セグメントの厚さを、漸次、厚くする構成を採用すれば、第1構成の撮像素子において説明したと同様に、電荷蓄積期間において、 $V_{12} \geq V_{11}$ といった状態になると、第1電極に近い領域の方が、遠い領域よりも、多くの電荷を蓄積することができるし

、強い電界が加わり、第1電極に近い領域から第1電極への電荷の流れを確実に防止することができる。そして、電荷転送期間において、 $V_{22} < V_{21}$ といった状態になると、第1電極に近い領域から第1電極への電荷の流れ、遠い領域から近い領域への電荷の流れを、確実に確保することができる。また、光電変換層セグメントの厚さを、漸次、厚くする構成を採用すれば、第2構成の撮像素子において説明したと同様に、電荷蓄積期間において、 $V_{12} \geq V_{11}$ といった状態になると、第1電極に近い領域の方が、遠い領域よりも強い電界が加わり、第1電極に近い領域から第1電極への電荷の流れを確実に防止することができる。そして、電荷転送期間において、 $V_{22} < V_{21}$ といった状態になると、第1電極に近い領域から第1電極への電荷の流れ、遠い領域から近い領域への電荷の流れを、確実に確保することができる。

[0078] 以上に説明した第1構成～第6構成の撮像素子の2種類あるいはそれ以上を、所望に応じて、適宜、組み合わせることができる。

[0079] 本開示の第1の態様～第2の態様に係る固体撮像装置の変形例として、電荷蓄積用電極を備えた撮像素子（第1構成～第6構成の撮像素子を含む）を、複数、有しており、
複数の撮像素子から撮像素子ブロックが構成されており、
撮像素子ブロックを構成する複数の撮像素子において第1電極が共有されている固体撮像装置とすることができる。このような構成の固体撮像装置を、便宜上、『第1構成の固体撮像装置』と呼ぶ。

[0080] あるいは又、本開示の第1の態様～第2の態様に係る固体撮像装置の変形例として、
電荷蓄積用電極を備えた撮像素子（第1構成～第6構成の撮像素子を含む）を少なくとも1つ有する積層型撮像素子を、複数、有しており、
複数の積層型撮像素子から撮像素子ブロックが構成されており、
撮像素子ブロックを構成する複数の積層型撮像素子において第1電極が共有されている固体撮像装置とすることができる。このような構成の固体撮像装置を、便宜上、『第2構成の固体撮像装置』と呼ぶ。そして、このように

撮像素子ブロックを構成する複数の撮像素子において第1電極を共有化すれば、撮像素子が複数配列された画素領域における構成、構造を簡素化、微細化することができる。

[0081] 第1構成～第2構成の固体撮像装置にあっては、複数の撮像素子（1つの撮像素子ブロック）に対して1つの浮遊拡散層が設けられる。ここで、1つの浮遊拡散層に対して設けられる複数の撮像素子は、第1タイプの撮像素子の複数から構成されていてもよいし、少なくとも1つの第1タイプの撮像素子と、1又は2以上の第2タイプの撮像素子とから構成されていてもよい。そして、電荷転送期間のタイミングを適切に制御することで、複数の撮像素子が1つの浮遊拡散層を共有することが可能となる。複数の撮像素子は連係して動作させられ、駆動回路には撮像素子ブロックとして接続されている。即ち、撮像素子ブロックを構成する複数の撮像素子が1つの駆動回路に接続されている。但し、電荷蓄積用電極の制御は、撮像素子毎に行われる。また、複数の撮像素子が1つのコンタクトホール部を共有することが可能である。複数の撮像素子で共有された第1電極と、各撮像素子の電荷蓄積用電極の配置関係は、第1電極が、各撮像素子の電荷蓄積用電極に隣接して配置されている場合もある。あるいは又、第1電極が、複数の撮像素子の一部の電荷蓄積用電極に隣接して配置されており、複数の撮像素子の残りの電荷蓄積用電極とは隣接して配置されてはいない場合もあり、この場合には、複数の撮像素子の残りから第1電極への電荷の移動は、複数の撮像素子の一部を経由した移動となる。撮像素子を構成する電荷蓄積用電極と撮像素子を構成する電荷蓄積用電極との間の距離（便宜上、『距離A』と呼ぶ）は、第1電極に隣接した撮像素子における第1電極と電荷蓄積用電極との間の距離（便宜上、『距離B』と呼ぶ）よりも長いことが、各撮像素子から第1電極への電荷の移動を確実なものとするために好ましい。また、第1電極から離れて位置する撮像素子ほど、距離Aの値を大きくすることが好ましい。

[0082] あるいは又、本開示の第1の態様～第2の態様に係る固体撮像装置の変形例として、

2×2に配列された第1積層型撮像素子、第2積層型撮像素子、第3積層型撮像素子及び第4積層型撮像素子の4つの積層型撮像素子から構成された撮像素子ユニットが、2次元マトリクス状に配列されて成る固体撮像装置とすることができる。このような構成の固体撮像装置を、便宜上、『第3構成の固体撮像装置』と呼ぶ。

[0083] 第3構成の固体撮像装置固体撮像装置にあっては、各撮像素子ユニットにおいて、

第1積層型撮像素子は、赤色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部を備えており、

第2積層型撮像素子は、緑色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部を備えており、

第3積層型撮像素子は、青色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部を備えており、

第1積層型撮像素子、第2積層型撮像素子及び第3積層型撮像素子は、ワイヤグリッド偏光素子を備えていない構成とすることができる。そして、この場合、第4積層型撮像素子は、白色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部を備えている構成とすることができる。

[0084] あるいは又、第3構成の固体撮像装置において、各撮像素子ユニットは、更に、第1積層型撮像素子、第2積層型撮像素子及び第3積層型撮像素子の光入射側にワイヤグリッド偏光素子を備えており；第1積層型撮像素子、第2積層型撮像素子、第3積層型撮像素子及び第4積層型撮像素子に備えられたワイヤグリッド偏光素子は、同じ偏光方位を有する構成とすることができる、更には、この場合、隣接する撮像素子ユニットにおいて、ワイヤグリッド偏光素子の有する偏光方位は異なっている構成とすることができる。

[0085] あるいは又、第3構成の固体撮像装置において、

第1積層型撮像素子は、赤色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部を備えており、

第2積層型撮像素子は、緑色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外

光に感度を有する光電変換部を備えており、

第3積層型撮像素子は、青色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部を備えており、

2×2に配列された、第1撮像素子ユニット、第2撮像素子ユニット、第3撮像素子ユニット及び第4撮像素子ユニットの4つの撮像素子ユニット（即ち、 x_0 方向に配列された2つの撮像素子ユニット、及び、 y_0 方向に配列された2つの撮像素子ユニット）から撮像素子ユニット群が構成されており、

第1撮像素子ユニットに備えられた第1ワイヤグリッド偏光素子が透過させるべき偏光方位は α 度であり、

第2撮像素子ユニットに備えられた第2ワイヤグリッド偏光素子が透過させるべき偏光方位は $(\alpha + 45)$ 度であり、

第3撮像素子ユニットに備えられた第3ワイヤグリッド偏光素子が透過させるべき偏光方位は $(\alpha + 90)$ 度であり、

第4撮像素子ユニットに備えられた第4ワイヤグリッド偏光素子が透過させるべき偏光方位は $(\alpha + 135)$ 度である構成とすることができる。

[0086] あるいは又、第3構成の固体撮像装置において、

第1積層型撮像素子は、赤色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部を備えており、

第2積層型撮像素子は、緑色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部を備えており、

第3積層型撮像素子は、青色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部を備えており、

第4積層型撮像素子は、白色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部を備えており、

第4積層型撮像素子の光入射側に備えられたワイヤグリッド偏光素子は、2×2に配列された（即ち、 x_0 方向に2つの偏光子セグメントが配列され、 y_0 方向に2つの偏光子セグメントが配列された）、第4-1偏光子セグメント、第4-2偏光子セグメント、第4-3偏光子セグメント及び第4-4偏

光子セグメントの4つの偏光子セグメントから構成されており、

第4-1偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は α 度であり、

第4-2偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は $(\alpha + 45)$ 度であり、

第4-3偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は $(\alpha + 90)$ 度であり、

第4-4偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は $(\alpha + 135)$ 度である構成とすることができる。

[0087] そして、このような構成にあつては、

各撮像素子ユニットは、更に、第1積層型撮像素子、第2積層型撮像素子及び第3積層型撮像素子のそれぞれの光入射側にワイヤグリッド偏光素子を備えており、

第1積層型撮像素子の光入射側に備えられたワイヤグリッド偏光素子は、 2×2 に配列された（即ち、 x_0 方向に2つの偏光子セグメントが配列され、 y_0 方向に2つの偏光子セグメントが配列された）、第1-1偏光子セグメント、第1-2偏光子セグメント、第1-3偏光子セグメント及び第1-4偏光子セグメントの4つの偏光子セグメントから構成されており、

第1-1偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は β 度であり、

第1-2偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は $(\beta + 45)$ 度であり、

第1-3偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は $(\beta + 90)$ 度であり、

第1-4偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は $(\beta + 135)$ 度であり、

第2積層型撮像素子の光入射側に備えられたワイヤグリッド偏光素子は、 2×2 に配列された（即ち、 x_0 方向に2つの偏光子セグメントが配列され、 y_0 方向に2つの偏光子セグメントが配列された）、第2-1偏光子セグメント、第2-2偏光子セグメント、第2-3偏光子セグメント及び第2-4偏

光子セグメントの4つの偏光子セグメントから構成されており、

第2-1偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は γ 度であり、

第2-2偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は $(\gamma + 45)$ 度であり、

第2-3偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は $(\gamma + 90)$ 度であり、

第2-4偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は $(\gamma + 135)$ 度であり、

第3積層型撮像素子の光入射側に備えられたワイヤグリッド偏光素子は、 2×2 に配列された（即ち、 x_0 方向に2つの偏光子セグメントが配列され、 y_0 方向に2つの偏光子セグメントが配列された）、第3-1偏光子セグメント、第3-2偏光子セグメント、第3-3偏光子セグメント及び第3-4偏光子セグメントの4つの偏光子セグメントから構成されており、

第3-1偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は δ 度であり、

第3-2偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は $(\delta + 45)$ 度であり、

第3-3偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は $(\delta + 90)$ 度であり、

第3-4偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は $(\delta + 135)$ 度である構成とすることができる。

[0088] α 、 β 、 γ 、 δ の値として、 y_0 方向と間に成す角度「0度」を例示することができる。また、限定するものではないが、 $\alpha = \beta = \gamma = \delta$ とすることが好ましい。

[0089] 更には、以上に説明した各種の好ましい形態、構成を含む電荷蓄積用電極を備えた撮像素子において、第2電極側から光が入射し、第2電極よりの光入射側には遮光層が形成されている形態とすることができる。あるいは又、第2電極側から光が入射し、第1電極（場合によっては、第1電極及び転送制御用電極）には光が入射しない形態とすることができる。そして、この場

合、第2電極よりの光入射側であって、第1電極（場合によっては、第1電極及び転送制御用電極）の上方には遮光層が形成されている構成とすることができるし、あるいは又、オンチップ・マイクロレンズに入射する光は、電荷蓄積用電極に集光される構成とすることができる。ここで、遮光層は、第2電極の光入射側の面よりも上方に配設されてもよいし、第2電極の光入射側の面の上に配設されてもよい。場合によっては、第2電極に遮光層が形成されていてもよい。遮光層を構成する材料として、クロム（Cr）や銅（Cu）、アルミニウム（Al）、タングステン（W）、光を通さない樹脂（例えば、ポリイミド樹脂）を例示することができる。

[0090] 電荷蓄積用電極を備えた撮像素子として、具体的には、青色光（425 nm乃至495 nmの光）を吸収する光電変換層（便宜上、『第1タイプの青色光用光電変換層』と呼ぶ）を備えた青色光に感度を有する撮像素子（便宜上、『第1タイプの青色光用撮像素子』と呼ぶ）、緑色光（495 nm乃至570 nmの光）を吸収する光電変換層（便宜上、『第1タイプの緑色光用光電変換層』と呼ぶ）を備えた緑色光に感度を有する撮像素子（便宜上、『第1タイプの緑色光用撮像素子』と呼ぶ）、赤色光（620 nm乃至750 nmの光）を吸収する光電変換層（便宜上、『第1タイプの赤色光用光電変換層』と呼ぶ）を備えた赤色光に感度を有する撮像素子（便宜上、『第1タイプの赤色光用撮像素子』と呼ぶ）を挙げることができる。また、電荷蓄積用電極を備えていない撮像素子であって、青色光に感度を有する撮像素子を、便宜上、『第2タイプの青色光用撮像素子』と呼び、緑色光に感度を有する撮像素子を、便宜上、『第2タイプの緑色光用撮像素子』と呼び、赤色光に感度を有する撮像素子を、便宜上、『第2タイプの赤色光用撮像素子』と呼び、第2タイプの青色光用撮像素子を構成する光電変換層を、便宜上、『第2タイプの青色光用光電変換層』と呼び、第2タイプの緑色光用撮像素子を構成する光電変換層を、便宜上、『第2タイプの緑色光用光電変換層』と呼び、第2タイプの赤色光用撮像素子を構成する光電変換層を、便宜上、『第2タイプの赤色光用光電変換層』と呼ぶ。白色光に感度を有する光電変換

層は、例えば、425nm乃至750nmの光に感度を有する。

[0091] 積層型撮像素子は、具体的には、例えば、

[A] 第1タイプの青色光用光電変換部、第1タイプの緑色光用光電変換部及び第1タイプの赤色光用光電変換部が、垂直方向に積層され、

第1タイプの青色光用撮像素子、第1タイプの緑色光用撮像素子及び第1タイプの赤色光用撮像素子の制御部のそれぞれが、半導体基板に設けられた構成、構造

[B] 第1タイプの青色光用光電変換部及び第1タイプの緑色光用光電変換部が、垂直方向に積層され、

これらの2層の第1タイプの光電変換部の下方に、第2タイプの赤色光用光電変換部が配置され、

第1タイプの青色光用撮像素子、第1タイプの緑色光用撮像素子及び第2タイプの赤色光用撮像素子の制御部のそれぞれが、半導体基板に設けられた構成、構造

[C] 第1タイプの緑色光用光電変換部の下方に、第2タイプの青色光用光電変換部及び第2タイプの赤色光用光電変換部が配置され、

第1タイプの緑色光用撮像素子、第2タイプの青色光用撮像素子及び第2タイプの赤色光用撮像素子の制御部のそれぞれが、半導体基板に設けられた構成、構造

[D] 第1タイプの青色光用光電変換部の下方に、第2タイプの緑色光用光電変換部及び第2タイプの赤色光用光電変換部が配置され、

第1タイプの青色光用撮像素子、第2タイプの緑色光用撮像素子及び第2タイプの赤色光用撮像素子の制御部のそれぞれが、半導体基板に設けられた構成、構造

を挙げることができる。これらの撮像素子の光電変換部の垂直方向における配置順は、光入射方向から青色光用光電変換部、緑色光用光電変換部、赤色光用光電変換部の順、あるいは、光入射方向から緑色光用光電変換部、青色光用光電変換部、赤色光用光電変換部の順であることが好ましい。これは、

より短い波長の光がより入射表面側において効率良く吸収されるからである。赤色は3色の中では最も長い波長であるので、光入射面から見て赤色光用光電変換部を最下層に位置させることが好ましい。これらの撮像素子の積層構造によって、1つの画素が構成される。また、第1タイプの近赤外光用光電変換部（あるいは、赤外光用光電変換部）を備えていてもよい。ここで、第1タイプの赤外光用光電変換部の光電変換層は、例えば、有機系材料から構成され、第1タイプの撮像素子の積層構造の最下層であって、第2タイプの撮像素子よりも上に配置することが好ましい。あるいは又、第1タイプの光電変換部の下方に、第2タイプの近赤外光用光電変換部（あるいは、赤外光用光電変換部）を備えていてもよい。

[0092] あるいは又、積層型撮像素子において、複数の光電変換部は、白色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部から成る構成とすることができる。尚、光入射側の光電変換部を『上層光電変換部』、上層光電変換部の下方に位置する光電変換部を『下層光電変換部』と呼ぶとき、上層光電変換部は、白色光に感度を有する光電変換部から構成され、下層光電変換部は、近赤外光に感度を有する光電変換部から構成されていてもよいし、上層光電変換部は、近赤外光に感度を有する光電変換部から構成され、下層光電変換部は、白色光に感度を有する光電変換部から構成されていてもよい。

[0093] あるいは又、積層型撮像素子において、複数の光電変換部は、赤色光又は緑色光又は青色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部から成る構成とすることができる。ここで、上層光電変換部は、赤色光又は緑色光又は青色光に感度を有する光電変換部から構成され、下層光電変換部は、近赤外光に感度を有する光電変換部から構成されていてもよいし、上層光電変換部は、近赤外光に感度を有する光電変換部から構成され、下層光電変換部は、赤色光又は緑色光又は青色光に感度を有する光電変換部から構成されていてもよい。そして、このような構成にあっては、ワイヤグリッド偏光素子よりも光入射側にカラーフィルタ層（波長選択手段）が

配置されている構成とすることができる。あるいは又、このような構成にあつては、カラーフィルタ層（波長選択手段）を適切に選択することで、赤色光又は緑色光又は青色光に感度を有する光電変換部は、赤色光に感度を有する赤色光用光電変換部、緑色光に感度を有する緑色光用光電変換部、及び、青色光に感度を有する青色光用光電変換部から成る群から選択された少なくとも2種類の光電変換部が積層されて成る構成とすることができる。

[0094] 第1タイプの撮像素子にあつては、例えば、第1電極が、半導体基板の上に設けられた層間絶縁層上に形成されている。半導体基板に形成された撮像素子は、裏面照射型とすることもできるし、表面照射型とすることもできる。

[0095] 光電変換層を有機系材料から構成する場合、光電変換層を、

(1) p型有機半導体から構成する。

(2) n型有機半導体から構成する。

(3) p型有機半導体層／n型有機半導体層の積層構造から構成する。p型有機半導体層／p型有機半導体とn型有機半導体との混合層（バルクヘテロ構造）／n型有機半導体層の積層構造から構成する。p型有機半導体層／p型有機半導体とn型有機半導体との混合層（バルクヘテロ構造）の積層構造から構成する。n型有機半導体層／p型有機半導体とn型有機半導体との混合層（バルクヘテロ構造）の積層構造から構成する。

(4) p型有機半導体とn型有機半導体の混合（バルクヘテロ構造）から構成する。

の4態様のいずれかとすることができる。但し、積層順は任意に入れ替えた構成とすることができる。

[0096] p型有機半導体として、ナフタレン誘導体、アントラセン誘導体、フェナントレン誘導体、ピレン誘導体、ペリレン誘導体、テトラセン誘導体、ペンタセン誘導体、キナクリドン誘導体、チオフェン誘導体、チエノチオフェン誘導体、ベンゾチオフェン誘導体、ベンゾチエノベンゾチオフェン誘導体、トリアリルアミン誘導体、カルバゾール誘導体、ペリレン誘導体、ピセン誘

導体、クリセン誘導体、フルオランテン誘導体、フタロシアニン誘導体、サブフタロシアニン誘導体、サブポルフィラジン誘導体、複素環化合物を配位子とする金属錯体、ポリチオフェン誘導体、ポリベンゾチアジアゾール誘導体、ポリフルオレン誘導体等を挙げることができる。n型有機半導体として、フラーレン及びフラーレン誘導体（例えば、C₆₀や、C₇₀、C₇₄等のフラーレン（高次フラーレン）、内包フラーレン等）又はフラーレン誘導体（例えば、フラーレンフッ化物やPCBMフラーレン化合物、フラーレン多量体等）、p型有機半導体よりもHOMO及びLUMOが大きい（深い）有機半導体、透明な無機金属酸化物を挙げることができる。n型有機半導体として、具体的には、窒素原子、酸素原子、硫黄原子を含有する複素環化合物、例えば、ピリジン誘導体、ピラジン誘導体、ピリミジン誘導体、トリアジン誘導体、キノリン誘導体、キノキサリン誘導体、イソキノリン誘導体、アクリジン誘導体、フェナジン誘導体、フェナントロリン誘導体、テトラゾール誘導体、ピラゾール誘導体、イミダゾール誘導体、チアゾール誘導体、オキサゾール誘導体、イミダゾール誘導体、ベンゾイミダゾール誘導体、ベンゾトリアゾール誘導体、ベンゾオキサゾール誘導体、ベンゾオキサゾール誘導体、カルバゾール誘導体、ベンゾフラン誘導体、ジベンゾフラン誘導体、サブポルフィラジン誘導体、ポリフェニレンビニレン誘導体、ポリベンゾチアジアゾール誘導体、ポリフルオレン誘導体等を分子骨格の一部に有する有機分子、有機金属錯体やサブフタロシアニン誘導体を挙げることができる。フラーレン誘導体に含まれる基等として、ハロゲン原子；直鎖、分岐若しくは環状のアルキル基若しくはフェニル基；直鎖若しくは縮環した芳香族化合物を有する基；ハロゲン化物を有する基；パーシャルフルオロアルキル基；パーフルオロアルキル基；シリルアルキル基；シリルアルコキシ基；アリールシリル基；アリールスルファニル基；アルキルスルファニル基；アリールスルホニル基；アルキルスルホニル基；アリールスルフィド基；アルキルスルフィド基；アミノ基；アルキルアミノ基；アリールアミノ基；ヒドロキシ基；アルコキシ基；アシルアミノ基；アシルオキシ基；カルボニル基；

カルボキシ基；カルボキソアミド基；カルボアルコキシ基；アシル基；スルホニル基；シアノ基；ニトロ基；カルコゲン化物を有する基；ホスフィン基；ホスホン基；これらの誘導体を挙げることができる。有機系材料から構成された光電変換層（『有機光電変換層』と呼ぶ場合がある）の厚さは、限定するものではないが、例えば、 $1 \times 10^{-8} \text{m}$ 乃至 $5 \times 10^{-7} \text{m}$ 、好ましくは $2.5 \times 10^{-8} \text{m}$ 乃至 $3 \times 10^{-7} \text{m}$ 、より好ましくは $2.5 \times 10^{-8} \text{m}$ 乃至 $2 \times 10^{-7} \text{m}$ 、一層好ましくは $1 \times 10^{-7} \text{m}$ 乃至 $1.8 \times 10^{-7} \text{m}$ を例示することができる。尚、有機半導体は、p型、n型と分類されることが多いが、p型とは正孔を輸送し易いという意味であり、n型とは電子を輸送し易いという意味であり、無機半導体のように熱励起の多数キャリアとして正孔又は電子を有しているという解釈に限定されない。

[0097] あるいは又、緑色光を光電変換する有機光電変換層を構成する材料として、例えば、ローダミン系色素、メラシアニン系色素、キナクリドン誘導体、サブフタロシアニン系色素（サブフタロシアニン誘導体）等を挙げることができるし、青色光を光電変換する有機光電変換層を構成する材料として、例えば、クマリン酸色素、トリスー８－ヒドリキシキノリアルミニウム（Alq3）、メラシアニン系色素等を挙げることができるし、赤色光を光電変換する有機光電変換層を構成する材料として、例えば、フタロシアニン系色素、サブフタロシアニン系色素（サブフタロシアニン誘導体）を挙げることができる。

[0098] あるいは又、光電変換層を構成する無機系材料として、結晶シリコン、アモルファスシリコン、微結晶シリコン、結晶セレン、アモルファスセレン、及び、カルコパライト系化合物であるCIGS（ CuInGaSe ）、CIS（ CuInSe_2 ）、 CuInS_2 、 CuAlS_2 、 CuAlSe_2 、 CuGaS_2 、 CuGaSe_2 、 AgAlS_2 、 AgAlSe_2 、 AgInS_2 、 AgInSe_2 、あるいは又、III－V族化合物であるGaAs、InP、AlGaAs、InGaP、AlGaInP、InGaAsP、更には、CdSe、CdS、 In_2Se_3 、 In_2S_3 、 Bi_2Se_3 、 Bi_2S_3 、ZnSe、ZnS、Pb

Se、PbS等の化合物半導体を挙げることができる。加えて、これらの材料から成る量子ドットを光電変換層に使用することも可能である。

[0099] あるいは又、光電変換層を、下層半導体層と、上層光電変換層の積層構造とすることができる。このように下層半導体層を設けることで、電荷蓄積時の再結合を防止することができ、光電変換層に蓄積した電荷の第1電極への転送効率を増加させることができるし、暗電流の生成を抑制することができる。上層光電変換層を構成する材料は、上記の光電変換層を構成する各種材料から、適宜、選択すればよい。一方、下層半導体層を構成する材料として、バンドギャップエネルギーの値が大きく（例えば、3.0 eV以上のバンドギャップエネルギーの値）、しかも、光電変換層を構成する材料よりも高い移動度を有する材料を用いることが好ましい。具体的には、IGZO等の酸化物半導体材料；遷移金属ダイカルコゲナイド；シリコンカーバイド；ダイヤモンド；グラフェン；カーボンナノチューブ；縮合多環炭化水素化合物や縮合複素環化合物等の有機半導体材料を挙げることができる。あるいは又、下層半導体層を構成する材料として、蓄積すべき電荷が正孔である場合、光電変換層を構成する材料のイオン化ポテンシャルよりも小さなイオン化ポテンシャルを有する材料を挙げることができるし、蓄積すべき電荷が電子である場合、光電変換層を構成する材料の電子親和力よりも大きな電子親和力を有する材料を挙げることができる。あるいは又、下層半導体層を構成する材料における不純物濃度は $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以下であることが好ましい。下層半導体層は、単層構成であってもよいし、多層構成であってもよい。また、電荷蓄積用電極の上方に位置する下層半導体層を構成する材料と、第1電極の上方に位置する下層半導体層を構成する材料とを、異ならせてもよい。

[0100] 本開示の固体撮像装置等によって、単板式カラー固体撮像装置を構成することができる。

[0101] 本開示の固体撮像装置等を構成する全ての撮像素子がワイヤグリッド偏光素子を備えていてもよいし、一部の撮像素子がワイヤグリッド偏光素子を備えていてもよい。

[0102] 本開示の固体撮像装置等にあつては、ベイヤ配列の撮像素子を備えた固体撮像装置と異なり（即ち、カラーフィルタ層を用いて青色、緑色、赤色の分光を行うのではなく）、同一画素内で光の入射方向において、複数種の波長の光に対して感度を有する撮像素子を積層して1つの画素を構成すれば、感度の向上及び単位体積当たりの画素密度の向上を図ることができる。また、有機系材料は吸収係数が高いため、有機光電変換層の膜厚を従来のSi系光電変換層と比較して薄くすることができ、隣接画素からの光漏れや、光の入射角の制限が緩和される。更には、従来のSi系撮像素子では3色の画素間で補間処理を行って色信号を作成するために偽色が生じるが、積層型撮像素子を備えた本開示の第1の態様～第2の態様に係る固体撮像装置にあつては、偽色の発生が抑えられる。有機光電変換層それ自体がカラーフィルタ層としても機能するので、カラーフィルタ層を配設しなくとも色分離が可能である。

[0103] あるいは又、本開示の固体撮像装置等にあつては、カラーフィルタ層を用いることで、青色、緑色、赤色の分光特性への要求を緩和することができるし、また、高い量産性を有する。このような固体撮像装置における撮像素子の配列として、ベイヤ配列の他、インターライン配列、GストライプRB市松配列、GストライプRB完全市松配列、市松補色配列、ストライプ配列、斜めストライプ配列、原色色差配列、フィールド色差順次配列、フレーム色差順次配列、MOS型配列、改良MOS型配列、フレームインターリーブ配列、フィールドインターリーブ配列を挙げることができる。ここで、1つの撮像素子によって1つの画素（あるいは副画素）が構成される。

[0104] 例えば、ベイヤ配列の場合、1撮像素子ユニット（1画素）は4つの本開示における撮像素子から構成されている形態とすることができる。そして、 2×2 の副画素領域の内の3つの副画素領域のそれぞれに、赤色カラーフィルタ層、緑色カラーフィルタ層、青色カラーフィルタ層を配置し、本来、緑色カラーフィルタ層を配置すべき残りの1つの副画素領域にはカラーフィルタ層を配置せず、この残りの1つの副画素領域（白色副画素領域）にワイヤ

グリッド偏光素子を配置する構成とすることができる。あるいは又、ベイヤ配列の場合、 2×2 の副画素領域の内の3つの副画素領域のそれぞれに、赤色カラーフィルタ層、緑色カラーフィルタ層、青色カラーフィルタ層を配置し、残りの1つの副画素領域に緑色カラーフィルタ層とワイヤグリッド偏光素子を配置する構成とすることもできる。色分離や分光を目的としない場合、若しくは、撮像素子において、それ自体が特定波長に感度を有するような撮像素子である場合、カラーフィルタ層は不要な場合がある。また、カラーフィルタ層（波長選択手段）を配置しない副画素領域にあっては、カラーフィルタ層を配置した副画素領域との間の平坦性を確保するために、カラーフィルタ層の代わりに透明な樹脂層を形成してもよい。即ち、撮像素子は、赤色光に感度を有する赤色光用撮像素子、緑色光に感度を有する緑色光用撮像素子、青色光に感度を有する青色光用撮像素子の組合せから構成されていてもよい。そして、これらに加えて、近赤外線あるいは赤外線に感度を有する近赤外光用撮像素子あるいは赤外光用の撮像素子の組合せから構成されていてもよいし、単色の画像を得る固体撮像装置としてもよいし、単色の画像と近赤外線あるいは赤外線に基づく画像の組合せを得る固体撮像装置としてもよい。

[0105] 本開示における撮像素子が複数配列された画素領域は、2次元アレイ状に規則的に複数配列された画素から構成される。画素領域は、通常、実際に光を受光し光電変換によって生成された信号電荷を増幅して駆動回路に読み出す有効画素領域と、前述したように、黒レベルの基準になる光学的黒を出力するための黒基準画素領域（光学的黒画素領域（OPB）とも呼ばれる）とから構成されている。黒基準画素領域は、通常、有効画素領域の外周部に配置されている。また、周辺領域は、通常、黒基準画素領域の外周部に配置されている。

[0106] 以上に説明した各種の好ましい形態、構成を含む本開示における撮像素子において、光が照射され、光電変換層で光電変換が生じ、正孔（ホール）と電子がキャリア分離される。そして、正孔が取り出される電極を陽極、電子

が取り出される電極を陰極とする。第1電極が陽極を構成し、第2電極が陰極を構成する形態もあるし、逆に、第1電極が陰極を構成し、第2電極が陽極を構成する形態もある。

[0107] 第1電極、電荷蓄積用電極、転送制御用電極、電荷排出電極及び第2電極は透明導電材料から成る構成とすることができる。第1電極、電荷蓄積用電極、転送制御用電極及び電荷排出電極を総称して、『第1電極等』と呼ぶ場合がある。あるいは又、本開示における撮像素子が、例えばベイヤ配列のように平面に配される場合には、第2電極は透明導電材料から成り、第1電極等は金属材料から成る構成とすることができ、この場合、具体的には、光入射側に位置する第2電極は透明導電材料から成り、第1電極等は、例えば、 $Al-Nd$ （アルミニウム及びネオジウムの合金）又は $Al-Sc$ （アルミニウム、サマリウム及び銅の合金）から成る構成とすることができる。透明導電材料から成る電極を『透明電極』と呼ぶ場合がある。ここで、ここで、透明導電材料のバンドギャップエネルギーは、 2.5 eV 以上、好ましくは 3.1 eV 以上であることが望ましい。透明電極を構成する透明導電材料として、導電性のある金属酸化物を挙げることができ、具体的には、酸化インジウム、インジウム-錫酸化物（ ITO 、Indium Tin Oxide、 Sn ドーパの In_2O_3 、結晶性 ITO 及びアモルファス ITO を含む）、酸化亜鉛にドーパントとしてインジウムを添加したインジウム-亜鉛酸化物（ IZO 、Indium Zinc Oxide）、酸化ガリウムにドーパントとしてインジウムを添加したインジウム-ガリウム酸化物（ IGO ）、酸化亜鉛にドーパントとしてインジウムとガリウムを添加したインジウム-ガリウム-亜鉛酸化物（ $IGZO$ 、 $In-Ga-ZnO_4$ ）、酸化亜鉛にドーパントとしてインジウムと錫を添加したインジウム-錫-亜鉛酸化物（ $ITZO$ ）、 IFO （ F ドーパの In_2O_3 ）、酸化錫（ SnO_2 ）、 ATO （ Sb ドーパの SnO_2 ）、 FTO （ F ドーパの SnO_2 ）、酸化亜鉛（他元素をドーパした ZnO を含む）、酸化亜鉛にドーパントとしてアルミニウムを添加したアルミニウム-亜鉛酸化物（ AZO ）、酸化亜鉛にドーパントとしてガリウムを添加したガリウム-亜鉛酸化物（ GZO

）、酸化チタン（ TiO_2 ）、酸化チタンにドーパントとしてニオブを添加したニオブチタン酸化物（ TiNbO_5 ）、酸化アンチモン、スピネル型酸化物、 YbFe_2O_4 構造を有する酸化物を例示することができる。あるいは又、ガリウム酸化物、チタン酸化物、ニオブ酸化物、ニッケル酸化物等を母層とする透明電極を挙げることができる。透明電極の厚さとして、 $2 \times 10^{-8}\text{m}$ 乃至 $2 \times 10^{-7}\text{m}$ 、好ましくは $3 \times 10^{-8}\text{m}$ 乃至 $1 \times 10^{-7}\text{m}$ を挙げることができる。第1電極が透明性を要求される場合、製造プロセスの簡素化といった観点から、電荷排出電極も透明導電材料から構成することが好ましい。

[0108] あるいは又、透明性が不要である場合、正孔を取り出す電極としての機能を有する陽極を構成する導電材料として、高仕事関数（例えば、 $\phi = 4.5\text{ eV} \sim 5.5\text{ eV}$ ）を有する導電材料から構成することが好ましく、具体的には、金（ Au ）、銀（ Ag ）、クロム（ Cr ）、ニッケル（ Ni ）、パラジウム（ Pd ）、白金（ Pt ）、鉄（ Fe ）、イリジウム（ Ir ）、ゲルマニウム（ Ge ）、オスミウム（ Os ）、レニウム（ Re ）、テルル（ Te ）を例示することができる。一方、電子を取り出す電極としての機能を有する陰極を構成する導電材料として、低仕事関数（例えば、 $\phi = 3.5\text{ eV} \sim 4.5\text{ eV}$ ）を有する導電材料から構成することが好ましく、具体的には、アルカリ金属（例えば Li 、 Na 、 K 等）及びそのフッ化物又は酸化物、アルカリ土類金属（例えば Mg 、 Ca 等）及びそのフッ化物又は酸化物、アルミニウム（ Al ）、亜鉛（ Zn ）、錫（ Sn ）、タリウム（ Tl ）、ナトリウム－カリウム合金、アルミニウム－リチウム合金、マグネシウム－銀合金、インジウム、イッテリビウム等の希土類金属、あるいは、これらの合金を挙げることができる。あるいは又、陽極や陰極を構成する材料として、白金（ Pt ）、金（ Au ）、パラジウム（ Pd ）、クロム（ Cr ）、ニッケル（ Ni ）、アルミニウム（ Al ）、銀（ Ag ）、タンタル（ Ta ）、タングステン（ W ）、銅（ Cu ）、チタン（ Ti ）、インジウム（ In ）、錫（ Sn ）、鉄（ Fe ）、コバルト（ Co ）、モリブデン（ Mo ）等の金属、あるいは、これらの金属元素を含む合金、これらの金属から成る導電性粒子、これら

の金属を含む合金の導電性粒子、不純物を含有したポリシリコン、炭素系材料、酸化物半導体、カーボン・ナノ・チューブ、グラフェン等の導電性材料を挙げることができるし、これらの元素を含む層の積層構造とすることもできる。更には、陽極や陰極を構成する材料として、ポリ（３，４－エチレンジオキシチオフェン）／ポリスチレンスルホン酸〔PEDOT／PSS〕といった有機材料（導電性高分子）を挙げることができる。また、これらの導電性材料をバインダー（高分子）に混合してペースト又はインクとしたものを硬化させ、電極として用いてもよい。

[0109] 第１電極等や第２電極（陽極や陰極）の形成（成膜）方法として、乾式法あるいは湿式法を用いることが可能である。乾式法として、物理的気相成長法（PVD法）及び化学的気相成長法（CVD法）を挙げることができる。PVD法の原理を用いた形成（成膜）方法として、抵抗加熱あるいは高周波加熱を用いた真空蒸着法、EB（電子ビーム）蒸着法、各種スパッタリング法（マグネトロンスパッタリング法、RF－DC結合形バイアスパッタリング法、ECRスパッタリング法、対向ターゲットスパッタリング法、高周波スパッタリング法）、イオンプレーティング法、レーザアブレーション法、分子線エピタキシー法、レーザ転写法を挙げることができる。また、CVD法として、プラズマCVD法、熱CVD法、有機金属（MO）CVD法、光CVD法を挙げることができる。一方、湿式法として、電解メッキ法や無電解メッキ法、スピコート法、インクジェット法、スプレーコート法、スタンプ法、マイクロコンタクトプリント法、フレキソ印刷法、オフセット印刷法、グラビア印刷法、ディップ法等の方法を挙げることができる。パターンニング法として、シャドーマスク、レーザ転写、フォトリソグラフィー等の化学的エッチング、紫外線やレーザ等による物理的エッチング等を挙げることができる。第１電極等や第２電極の平坦化技術として、レーザ平坦化法、リフロー法、CMP（Chemical Mechanical Polishing）法等を用いることができる。

[0110] 絶縁層を構成する材料として、酸化ケイ素系材料；窒化ケイ素（SiN_y）

；酸化アルミニウム (Al_2O_3) 等の金属酸化物高誘電絶縁材料に例示される無機系絶縁材料だけでなく、ポリメチルメタクリレート (PMMA) ；ポリビニルフェノール (PVP) ；ポリビニルアルコール (PVA) ；ポリイミド；ポリカーボネート (PC) ；ポリエチレンテレフタレート (PET) ；ポリスチレン；N-2 (アミノエチル) 3-アミノプロピルトリメトキシシラン (AEAPTMS)、3-メルカプトプロピルトリメトキシシラン (MPTMS)、オクタデシルトリクロロシラン (OTS) 等のシラノール誘導体 (シランカップリング剤) ；ノボラック型フェノール樹脂；フッ素系樹脂；オクタデカンチオール、ドデシルイソシアネイト等の一端に制御電極と結合可能な官能基を有する直鎖炭化水素類にて例示される有機系絶縁材料 (有機ポリマー) を挙げることができるし、これらの組み合わせを用いることもできる。酸化ケイ素系材料として、酸化シリコン (SiO_x)、BPSG、PSG、BSG、AsSG、PbSG、酸化窒化シリコン ($SiON$)、SOG (スピノングラス)、低誘電率絶縁材料 (例えば、ポリアリールエーテル、シクロパーフルオロカーボンポリマー及びベンゾシクロブテン、環状フッ素樹脂、ポリテトラフルオロエチレン、フッ化アリールエーテル、フッ化ポリイミド、アモルファスカーボン、有機SOG) を例示することができる。

[0111] 制御部を構成する浮遊拡散層、増幅トランジスタ、リセット・トランジスタ及び選択トランジスタの構成、構造は、従来の浮遊拡散層、増幅トランジスタ、リセット・トランジスタ及び選択トランジスタの構成、構造と同様とすることができる。駆動回路も周知の構成、構造とすることができる。

[0112] 第1電極は、浮遊拡散層及び増幅トランジスタのゲート部に接続されているが、第1電極と浮遊拡散層及び増幅トランジスタのゲート部との接続のためにコンタクトホール部を形成すればよい。コンタクトホール部を構成する材料として、不純物がドーピングされたポリシリコンや、タングステン、Ti、Pt、Pd、Cu、TiW、TiN、TiNW、 WSi_2 、 $MoSi_2$ 等の高融点金属や金属シリサイド、これらの材料から成る層の積層構造 (例えば

、 $Ti/TiN/W$)を例示することができる。

[0113] 光電変換層と第1電極との間に、第1キャリアブロッキング層を設けてもよいし、有機光電変換層と第2電極との間に、第2キャリアブロッキング層を設けてもよい。また、第1キャリアブロッキング層と第1電極との間に第1電荷注入層を設けてもよいし、第2キャリアブロッキング層と第2電極との間に第2電荷注入層を設けてもよい。例えば、電子注入層を構成する材料として、例えば、リチウム(Li)、ナトリウム(Na)、カリウム(K)といったアルカリ金属及びそのフッ化物や酸化物、マグネシウム(Mg)、カルシウム(Ca)といったアルカリ土類金属及びそのフッ化物や酸化物を挙げることができる。

[0114] 各種有機層の形成(成膜)方法として、乾式成膜法及び湿式成膜法を挙げることができる。乾式成膜法として、抵抗加熱あるいは高周波加熱、電子ビーム加熱を用いた真空蒸着法、フラッシュ蒸着法、プラズマ蒸着法、EB蒸着法、各種スパッタリング法(2極スパッタリング法、直流スパッタリング法、直流マグネトロンスパッタリング法、高周波スパッタリング法、マグネトロンスパッタリング法、RF-DC結合形バイアスパッタリング法、ECRスパッタリング法、対向ターゲットスパッタリング法、高周波スパッタリング法、イオンビームスパッタリング法)、DC(Direct Current)法、RF法、多陰極法、活性化反応法、電界蒸着法、高周波イオンプレーティング法や反応性イオンプレーティング法等の各種イオンプレーティング法、レーザアブレーション法、分子線エピタキシー法、レーザ転写法、分子線エピタキシー法(MBE法)を挙げることができる。また、CVD法として、プラズマCVD法、熱CVD法、MOCVD法、光CVD法を挙げることができる。一方、湿式法として、具体的には、スピコート法;浸漬法;キャスト法;マイクロコンタクトプリント法;ドロップキャスト法;スクリーン印刷法やインクジェット印刷法、オフセット印刷法、グラビア印刷法、フレキシソ印刷法といった各種印刷法;スタンプ法;スプレー法;エアドクタコーター法、ブレードコーター法、ロッドコーター法、ナイフコーター法、スクイ

ズコーター法、リバースロールコーター法、トランスファーロールコーター法、グラビアコーター法、キスコーター法、キャストコーター法、スプレーコーター法、スリットオリフィスコーター法、カレンダーコーター法といった各種コーティング法を例示することができる。塗布法においては、溶媒として、トルエン、クロロホルム、ヘキサン、エタノールといった無極性又は極性の低い有機溶媒を例示することができる。パターニング法として、シャドーマスク、レーザ転写、フォトリソグラフィー等の化学的エッチング、紫外線やレーザ等による物理的エッチング等を挙げることができる。各種有機層の平坦化技術として、レーザ平坦化法、リフロー法等を用いることができる。

[0115] 撮像素子あるいは固体撮像装置には、前述したとおり、必要に応じて、遮光層を設けてもよいし、撮像素子を駆動するための駆動回路や配線が設けられている。必要に応じて、撮像素子への光の入射を制御するためのシャッターを配設してもよいし、固体撮像装置の目的に応じて光学カットフィルタを具備してもよい。

[0116] また、第1構成～第2構成の固体撮像装置にあっては、1つの本開示における撮像素子の上方に1つのオンチップ・マイクロレンズが配設されている形態とすることができるし、あるいは又、2つの本開示における撮像素子から撮像素子ブロックが構成されており、撮像素子ブロックの上方に1つのオンチップ・マイクロレンズが配設されている形態とすることができる。

[0117] 例えば、固体撮像装置を読出し用集積回路（ROIC）と積層する場合、読出し用集積回路及び銅（Cu）から成る接続部が形成された駆動用基板と、接続部が形成された撮像素子とを、接続部同士が接するように重ね合わせ、接続部同士を接合することで、積層することができるし、接続部同士をハンダバンプ等を用いて接合することもできる。

[0118] また、本開示の第1の態様～第2の態様に係る固体撮像装置を駆動するための駆動方法にあっては、

全ての撮像素子において、一斉に、光電変換層に電荷を蓄積しながら、第

1 電極における電荷を系外に排出し、その後、

全ての撮像素子において、一斉に、光電変換層に蓄積された電荷を第 1 電極に転送し、転送完了後、順次、各撮像素子において第 1 電極に転送された電荷を読み出す、

各工程を繰り返す固体撮像装置の駆動方法とすることができる。

[0119] このような固体撮像装置の駆動方法にあつては、各撮像素子は、第 2 電極側から入射した光が第 1 電極には入射しない構造を有し、全ての撮像素子において、一斉に、光電変換層に電荷を蓄積しながら、第 1 電極における電荷を系外に排出するので、全撮像素子において同時に第 1 電極のリセットを確実に行うことができる。そして、その後、全ての撮像素子において、一斉に、光電変換層に蓄積された電荷を第 1 電極に転送し、転送完了後、順次、各撮像素子において第 1 電極に転送された電荷を読み出す。それ故、所謂グローバルシャッター機能を容易に実現することができる。

[0120] 本開示における撮像素子として、CCD 素子、CMOS イメージセンサー、CIS (Contact Image Sensor)、CMD (Charge Modulation Device) 型の信号増幅型イメージセンサーを挙げることができる。本開示の第 1 の態様～第 2 の態様に係る固体撮像装置、第 1 構成～第 3 構成の固体撮像装置から、例えば、デジタルスチルカメラやビデオカメラ、カムコーダ、監視カメラ、車両搭載用カメラ、スマートホン用カメラ、ゲーム用のユーザーインターフェースカメラ、生体認証用カメラを構成することができる。そして、通常の撮像に加えて、偏光情報が同時に取得可能な固体撮像装置とすることができる。また、立体画像を撮像する固体撮像装置とすることもできる。

実施例 1

[0121] 実施例 1 は、本開示の第 1 の態様及び第 2 の態様に係る固体撮像装置に関する。実施例 1 の固体撮像装置の模式的な一部端面図を図 1 に示す。また、実施例 1 の撮像素子を構成するワイヤグリッド偏光素子の模式的な部分的平面図を図 5 に示し、部分的斜視図を図 6 に示し、模式的な一部端面図を図 8 A に示す。更には、実施例 1 の固体撮像装置における撮像素子の等価回路図

を図10Aに示す。

[0122] 実施例1の固体撮像装置は、有効画素領域10aと周辺領域（図示せず）を備えており、有効画素領域10aと周辺領域との間には光学的黒画素領域（OPB）10bが設けられている。そして、実施例1の固体撮像装置は、半導体基板70又は半導体基板70の上方に（実施例1にあっては、具体的には、半導体基板70に）形成された光電変換部10を有し、ワイヤグリッド偏光素子91及びオンチップ・マイクロレンズ15を更に有する撮像素子が2次元マトリクス状に配列されて成る撮像素子群、及び、

光電変換部10の光入射側に設けられた第1層間絶縁層83（83A，83B）及び第2層間絶縁層84（84A，84B）、を備えており、

ワイヤグリッド偏光素子91は、第1層間絶縁層83（83A，83B）と第2層間絶縁層84（84A，84B）との間に設けられており、

オンチップ・マイクロレンズ15は第2層間絶縁層84上に設けられている。尚、光電変換部側から、第1層間絶縁層83（83A，83B）及び第2層間絶縁層84（84A，84B）が積層されている。

[0123] そして、実施例1の固体撮像装置において、第1層間絶縁層83（83A，83B）及び第2層間絶縁層84（84A，84B）は酸化物材料又は樹脂材料から成り、オンチップ・マイクロレンズ15は窒化シリコン（SiN）又は酸窒化シリコン（SiON）、具体的には、実施例1にあってはSiNから成る。尚、オンチップ・マイクロレンズ15をSiNから形成することは、例えば、特開2012-023251号公報から周知であるが、この特許公開公報にあっては、より高い屈折率を有する材料としてSiNを用いているのであって、ワイヤグリッド偏光素子91の保護のためのパッシベーション膜としてオンチップ・マイクロレンズ15を機能させることを意図したものではない。

[0124] また、実施例1の固体撮像装置において、第1層間絶縁層83A，83Bを構成する材料の屈折率を n_1 、第2層間絶縁層84A，84Bを構成する材

料の屈折率を n_2 、オンチップ・マイクロレンズ 15 を構成する材料の屈折率を n_0 としたとき、

$$n_0 - n_1 \geq 0$$

$$n_0 - n_2 \geq 0$$

を満足する。

[0125] 実施例 1 の固体撮像装置は、撮像素子が、 x_0 方向及び y_0 方向に 2 次元マトリクス状に配列されて成る。 x_0 方向は所謂行方向あるいは所謂列方向であり、 y_0 方向は列方向あるいは行方向である。実施例 1 の固体撮像装置から、例えば、デジタルスチルカメラやビデオカメラ、カムコーダ、監視カメラ、車両搭載用カメラ（車載カメラ）、スマートホン用カメラ、ゲーム用のユーザーインターフェースカメラ、生体認証用カメラ等が構成されている。

[0126] そして、実施例 1 の固体撮像装置において、

第 1 層間絶縁層 83 は、第 1 層間絶縁層・下層 83 A と、第 1 層間絶縁層・上層 83 B が積層された構造を有し、

隣接する撮像素子の間の領域の上方に位置する第 1 層間絶縁層・下層 83 A と第 1 層間絶縁層・上層 83 B との間の部分には遮光部 17 A が設けられており、

第 2 層間絶縁層 84 は、第 2 層間絶縁層・下層 84 A と、第 2 層間絶縁層・上層 84 B が積層された構造を有し、

各光電変換部 10 の上方に位置する第 2 層間絶縁層・下層 84 A と第 2 層間絶縁層・上層 84 B との間の部分にはカラーフィルタ層（波長選択手段）16 R、16 G が設けられている。ワイヤグリッド偏光素子 91 は第 2 層間絶縁層・下層 84 A で覆われている。

[0127] ここで、第 1 層間絶縁層 83 A、83 B を構成する材料の屈折率 n_1 の値として、

$$1.2 \leq n_1 \leq 2.5$$

を例示することができ、具体的には、

$$n_1 (\text{平均値}) = 1.45$$

であり、第2層間絶縁層84A、84Bを構成する材料の屈折率 n_2 の値として、

$$1.2 \leq n_2 \leq 2.5$$

を例示することができ、具体的には、

$$n_2 (\text{平均値}) = 1.45$$

である。また、オンチップ・マイクロレンズ15を構成する材料の屈折率を n_0 として、

$$1.4 \leq n_0 \leq 2.5$$

を例示することができ、具体的には、

$$n_0 = 1.9$$

である。ここで、第1層間絶縁層・下層83A、第1層間絶縁層・上層83B及び第2層間絶縁層・下層84AはSiO₂から成り、第2層間絶縁層・上層84Bはアクリル系樹脂から成る。第2層間絶縁層・下層84Aとカラーフィルタ層16R、16Gとの間には、アクリル樹脂（屈折率＝1.45）から成るカラーフィルタ層・下地層84Cが形成されている。

[0128] ワイヤグリッド偏光素子91は、有効画素領域10aから光学的黒画素領域10bに互り形成されている。光学的黒画素領域(OPB)10bにも遮光部17Bが形成されている。更には、図5の模式的な部分的平面図に示すように、ワイヤグリッド偏光素子91を取り囲むフレーム部98を備えており、フレーム部98とワイヤグリッド偏光素子91のライン部92とが連結されている。フレーム部98はワイヤグリッド偏光素子91のライン部92と同じ構造を有する。但し、図1～図4においては、フレーム部98の図示を省略した。図5に示した例にあっては、複数の撮像素子の配列方向と第1の方向とが成す角度が、0度の角度を有する撮像素子と、45度の角度を有する撮像素子と、90度の角度(α)を有する撮像素子と、135度の角度を有する撮像素子との組合せである。オンチップ・マイクロレンズ15の下には、SiNから成るオンチップ・マイクロレンズ下地層14が、オンチップ・マイクロレンズ15と一体に形成されている。

- [0129] オンチップ・マイクロレンズ15は周知の方法で作製することができる。
即ち、第2層間絶縁層84の上にオンチップ・マイクロレンズ下地層14を形成した後、オンチップ・マイクロレンズ下地層14上にレジスト層を形成し、レジスト層をパターニングする。そして、レジスト層を加熱することでレジスト層にオンチップ・マイクロレンズと同様の形状を付与し、その後、レジスト層及びオンチップ・マイクロレンズ下地層14をエッチバックすることで、オンチップ・マイクロレンズ15を形成することができる。
- [0130] ワイヤグリッド偏光素子91は、ライン・アンド・スペース構造を有する。スペース部を参照番号96で示す。ワイヤグリッド偏光素子91のライン部92は、光入射側とは反対側（実施例1にあっては光電変換部側）から、第1導電材料（具体的には、アルミニウム（Al））から成る光反射層93、 SiO_2 から成る絶縁膜94、及び、第2導電材料（具体的には、タングステン（W））から成る光吸収層95が積層された積層構造体（第1積層構造体）から構成されている。光反射層93の頂面全面に絶縁膜94が形成されており、絶縁膜94の頂面全面に光吸収層95が形成されている。具体的には、光反射層93は、厚さ150nmのアルミニウム（Al）から構成され、絶縁膜94は、厚さ25nmあるいは50nmの SiO_2 から構成され、光吸収層95は、厚さ25nmのタングステン（W）から構成されている。光反射層93は、偏光子としての機能を有し、ワイヤグリッド偏光素子91に入射した光の内、光反射層93の延びる方向（第1の方向）と平行な方向に電界成分を有する偏光波を減衰させ、光反射層93の延びる方向と直交する方向（第2の方向）に電界成分を有する偏光波を透過させる。第1の方向はワイヤグリッド偏光素子91の光吸収軸であり、第2の方向はワイヤグリッド偏光素子91の光透過軸である。第1層間絶縁層・上層83Bと光反射層93との間には、TiやTiN、Ti/TiNの積層構造から成る下地膜が形成されているが、下地膜の図示は省略した。
- [0131] 実施例1の固体撮像装置において、光反射層93、絶縁膜94及び光吸収層95は、撮像素子において共通である。光学的黒画素領域（OPB）は、

光反射層 93、絶縁膜 94 及び光吸収層 95 から成るフレーム部 98（図 5 を参照）と同じ構造で占められている。

[0132] ワイヤグリッド偏光素子 91 は、以下の方法で作製することができる。即ち、第 1 層間絶縁層・上層 83B 上に、Ti あるいは TiN、Ti/TiN の積層構造から成る下地膜（図示せず）、第 1 導電材料（具体的には、アルミニウム）から成る光反射層形成層 93A を真空蒸着法に基づき設ける（図 123A 及び図 123B 参照）。次いで、光反射層形成層 93A の上に絶縁膜形成層 94A を設け、絶縁膜形成層 94A の上に、第 2 導電材料から成る光吸収層形成層 95A を設ける。具体的には、SiO₂ から成る絶縁膜形成層 94A を、光反射層形成層 93A 上に CVD 法に基づき形成する（図 123C 参照）。そして、絶縁膜形成層 94A 上に、スパッタリング法によって、タングステン（W）から成る光吸収層形成層 95A を形成する。こうして、図 123D に示す構造を得ることができる。

[0133] その後、リソグラフィ技術及びドライエッチング技術に基づき、光吸収層形成層 95A、絶縁膜形成層 94A 及び光反射層形成層 93A、更には、下地膜をパターンニングすることで、帯状の光反射層 93、絶縁膜 94 及び光吸収層 95 のライン部（積層構造体）92 が、複数、離間して並置されて成るライン・アンド・スペース構造を有するワイヤグリッド偏光素子 91 を得ることができる。その後、CVD 法に基づき第 2 層間絶縁層 84 を、ワイヤグリッド偏光素子 91 を覆うように形成すればよい。ワイヤグリッド偏光素子 91 とワイヤグリッド偏光素子 91 との間は、光反射層 93、絶縁膜 94 及び光吸収層 95 から成るフレーム部 98（図 5 を参照）で占められ、光学的黒画素領域（OPB）及び周辺領域は、フレーム部 98 と同じ構成の積層構造体で占められる。

[0134] このように、フレーム部 98 とワイヤグリッド偏光素子 91 のライン部 92 とを連結することで、また、フレーム部 98 をワイヤグリッド偏光素子 91 のライン部 92 と同じ構造とすることで、安定して、しかも、均質・均一なワイヤグリッド偏光素子 91 を形成することができる。それ故、撮像素子

の四隅に対応するワイヤグリッド偏光素子 91 の外周部の部分に剥離が発生するといった問題、ワイヤグリッド偏光素子 91 の外周部の構造とワイヤグリッド偏光素子 91 の中央部の構造に差異が生じ、ワイヤグリッド偏光素子 91 自体の性能が低下するといった問題、ワイヤグリッド偏光素子 91 の外周部に入射した光が偏光方向の異なる隣接する撮像素子に漏れ込み易いといった問題を解消することができ、高い信頼性を有する撮像素子、固体撮像装置を提供することができる。

- [0135] オンチップ・マイクロレンズ 15 及びオンチップ・マイクロレンズ下地層 14 は屈折率 1.41 の低屈折率層 87 で覆われており、低屈折率層 87 の上には SiO_2 から成る保護層 88 が形成されている。保護層 88 の上にはガラス板（図示せず）が配置されている。遮光部 17A, 17B を構成する材料として、クロム（Cr）や銅（Cu）、アルミニウム（Al）、タングステン（W）、光を通さない樹脂（例えば、ポリイミド樹脂）を例示することができ、実施例 1 にあっては、具体的には、遮光部 17A, 17B を、例えば、アルミニウム（Al）やタングステン（W）、あるいは又、前述した材料から構成した。遮光部 17A, 17B を配線層（配線）として機能させることもできる。
- [0136] 図 1 に示す実施例 1 の撮像素子は、表面照射型の撮像素子である。そして、周知の構成、構造を有する光電変換部 10 が、シリコン半導体基板 70 内に、周知の方法で形成されている。また、光電変換部 10 を駆動する回路は、周知の回路とすることができる。
- [0137] 具体的には、図 10A にのみ図示する転送トランジスタ TR_{trs} は、転送ゲート線 TG に接続されたゲート部、チャネル形成領域、高濃度不純物領域に接続された（あるいは又、高濃度不純物領域と領域を共有した）一方のソース／ドレイン領域、及び、浮遊拡散層を構成する他方のソース／ドレイン領域から構成されている。
- [0138] 図 10A にのみ図示するリセット・トランジスタ TR_{rst} は、ゲート部、チャネル形成領域、及び、ソース／ドレイン領域から構成されている。リセット

・トランジスタ $T R_{rst}$ のゲート部はリセット線 $R S T$ に接続され、リセット・トランジスタ $T R_{rst}$ の一方のソース／ドレイン領域は電源 V_{DD} に接続され、他方のソース／ドレイン領域は、浮遊拡散層 $F D$ を兼ねている。

[0139] 図 10A にのみ図示する増幅トランジスタ $T R_{amp}$ は、ゲート部、チャネル形成領域、及び、ソース／ドレイン領域から構成されている。ゲート部は配線層を介して、リセット・トランジスタ $T R_{rst}$ の他方のソース／ドレイン領域（浮遊拡散層 $F D$ ）に接続されている。また、一方のソース／ドレイン領域は、電源 V_{DD} に接続されている。

[0140] 図 10A にのみ図示する選択トランジスタ $T R_{sel}$ は、ゲート部、チャネル形成領域、及び、ソース／ドレイン領域から構成されている。ゲート部は、選択線 $S E L$ に接続されている。また、一方のソース／ドレイン領域は、増幅トランジスタ $T R_{amp}$ を構成する他方のソース／ドレイン領域と領域を共有しており、他方のソース／ドレイン領域は、信号線（データ出力線） $V S L$ （117）に接続されている。

[0141] 撮像素子の電荷蓄積、リセット動作、電荷転送といった一連の動作は、従来の撮像素子における電荷蓄積、リセット動作、電荷転送といった一連の動作と同様であるので、詳細な説明は省略する。

[0142] 光電変換部 10、転送トランジスタ $T R_{trs}$ 、リセット・トランジスタ $T R_{rst}$ 、増幅トランジスタ $T R_{amp}$ 及び選択トランジスタ $T R_{sel}$ は、第 1 層間絶縁層・下層 83A によって覆われている。

[0143] 図 11 に、実施例 1 の固体撮像装置の概念図を示す。実施例 1 の固体撮像装置 100 は、撮像素子 101 が 2 次元アレイ状に配列された撮像領域 111、並びに、その駆動回路（周辺回路）としての垂直駆動回路 112、コラム信号処理回路 113、水平駆動回路 114、出力回路 115 及び駆動制御回路 116 等から構成されている。これらの回路は周知の回路から構成することができるし、また、他の回路構成（例えば、従来の CCD 撮像装置や CMOS 撮像装置にて用いられる各種の回路）を用いて構成することができることは云うまでもない。図 11 において、撮像素子 101 における参照番号

「１０１」の表示は、１行のみとした。

[0144] 駆動制御回路１１６は、垂直同期信号、水平同期信号及びマスター・クロックに基づいて、垂直駆動回路１１２、カラム信号処理回路１１３及び水平駆動回路１１４の動作の基準となるクロック信号や制御信号を生成する。そして、生成されたクロック信号や制御信号は、垂直駆動回路１１２、カラム信号処理回路１１３及び水平駆動回路１１４に入力される。

[0145] 垂直駆動回路１１２は、例えば、シフトレジスタによって構成され、撮像領域１１１の各撮像素子１０１を行単位で順次垂直方向に選択走査する。そして、各撮像素子１０１における受光量に応じて生成した電流（信号）に基づく画素信号（画像信号）は、信号線（データ出力線）１１７、VSLを介してカラム信号処理回路１１３に送られる。

[0146] カラム信号処理回路１１３は、例えば、撮像素子１０１の列毎に配置されており、１行分の撮像素子１０１から出力される画像信号を撮像素子毎に黒基準画素（図示しないが、有効画素領域の周囲に形成される）からの信号によって、ノイズ除去や信号増幅の信号処理を行う。カラム信号処理回路１１３の出力段には、水平選択スイッチ（図示せず）が水平信号線１１８との間に接続されて設けられる。

[0147] 水平駆動回路１１４は、例えばシフトレジスタによって構成され、水平走査パルスを順次出力することによって、カラム信号処理回路１１３の各々を順次選択し、カラム信号処理回路１１３の各々から信号を水平信号線１１８に出力する。

[0148] 出力回路１１５は、カラム信号処理回路１１３の各々から水平信号線１１８を介して順次供給される信号に対して、信号処理を行って出力する。

[0149] 以下、ワイヤグリッド偏光素子９１と光電変換部１０との配置関係について、説明する。尚、図１２～図２４に図示する撮像素子ユニットの平面レイアウト図において、「R」は赤色カラーフィルタ層を備えた赤色光用撮像素子（光電変換素子）を示し、「G」は緑色カラーフィルタ層を備えた緑色光用撮像素子（光電変換素子）を示し、「B」は青色カラーフィルタ層を備え

た青色光用撮像素子（光電変換素子）を示し、「W」はカラーフィルタ層を備えていない（あるいは又、透明な樹脂層を備えた）白色光用撮像素子（光電変換素子）を示す。ワイヤグリッド偏光素子にハッチング線を付したが、ハッチング線の延びる方向と直交する方向は、ワイヤグリッド偏光素子（あるいは偏光子セグメント）が透過させるべき偏光方位を示している。以下においても同様である。

[0150] 図12に示すように、複数の撮像素子の配列方向と第1の方向とが成す角度が、例えば、0度の角度を有する撮像素子と、90度の角度を有する撮像素子との組合せとすることができる。また、図13に示すように、複数の撮像素子の配列方向と第1の方向とが成す角度が、例えば、45度の角度を有する撮像素子と、135度の角度を有する撮像素子との組合せとすることができる。

[0151] 図34Bに示すように、ワイヤグリッド偏光素子91を有する白色光用撮像素子Wを x_0 方向及び y_0 方向に1撮像素子を飛ばして配置してもよい。尚、図34に関しては、後に詳しく説明する。あるいは又、2撮像素子を飛ばして、あるいは又、3撮像素子を飛ばして配置に配置してもよいし、ワイヤグリッド偏光素子91を有する撮像素子を、千鳥格子状に配置してもよい。図14に平面レイアウト図は、図34Bに示した例の変形例である。

[0152] 図15や図16に平面レイアウトを図示する構成とすることも可能である。ここで、図15に示す平面レイアウトを有するCMOSイメージセンサーの場合、 2×2 の撮像素子で選択トランジスタ、リセット・トランジスタ、増幅トランジスタを共有する 2×2 画素共有法式を採用することができ、画素加算を行わない撮像モードでは偏光情報を含む撮像を行い、 2×2 の副画素領域の蓄積電荷をFD加算するモードでは、全偏光成分を積分した通常撮像画像を提供することができる。また、図16に示す平面レイアウトの場合、 2×2 の撮像素子に対して1方向のワイヤグリッド偏光素子91を配置するレイアウトであるため、撮像素子ユニット間での積層構造体の不連続が生じ難く、高品質な偏光撮像を実現できる。

[0153] 更には、図17、図18、図19、図20、図21、図22、図23、図24に平面レイアウトを図示する構成とすることも可能である。

[0154] 実施例1の固体撮像装置にあっては、第1層間絶縁層、第2層間絶縁層及びオンチップ・マイクロレンズを構成する材料、特に、オンチップ・マイクロレンズを構成する材料を規定することで、オンチップ・マイクロレンズをパッシベーション膜として機能させることができる。あるいは又、実施例1の固体撮像装置にあっては、第1層間絶縁層、第2層間絶縁層及びオンチップ・マイクロレンズを構成する材料の屈折率差を規定している。それ故、ワイヤグリッド偏光素子を構成する金属材料等の異常析出やワイヤグリッド偏光素子の形状変化が発生する結果、本来期待されるワイヤグリッド偏光素子や撮像素子の性能が損なわれるといった問題の発生を、確実に回避することができる。しかも、従来のパッシベーション膜の形成を省略することができるので、光電変換部の上方に位置する撮像素子の部分の厚さを一層薄くすることができる。具体的には、例えば、従来の撮像素子と比較して、約10%程度、光電変換部の上方に位置する撮像素子の部分の厚さを薄くすることができる。そして、光電変換部の上方に位置する撮像素子の部分の厚さを一層薄くすることができる結果、光学的クロストークの低減、偏光光の混入（偏光クロストーク）を最小にできるし、消光比低下やリップル発生の防止を効果的に図ることができる。また、一般に、屈折率の異なる層が、多数、積層されると感度の低下を招くが、実施例1の固体撮像装置にあっては、屈折率の異なる層の積層数を少なくすることができるので、感度低下の抑制を効果的に図ることができる。しかも、ワイヤグリッド偏光素子は光吸収層を有する吸収型ワイヤグリッド偏光素子であるために、光反射率が低く、映像に対する迷光、フレア等の影響を軽減することができる。

[0155] そして、実施例1の固体撮像装置にあっては、ワイヤグリッド偏光素子を備えているので、通常の撮像に加えて、偏光情報が同時に取得可能な固体撮像装置とすることができる。即ち、入射光の偏光情報を空間的に偏光分離する偏光分離機能を、固体撮像装置に付与することができる。具体的には、各

撮像素子において光強度、偏光成分強度、偏光方向を得ることができるので、例えば、撮像後に、偏光情報に基づき画像データを加工することができる。例えば、空や窓ガラスを撮像した画像の部分、水面を撮像した画像の部分等に対して所望の処理を加えることで、偏光成分を強調あるいは低減させることができ、あるいは又、偏光成分と無偏光成分とを分離することができる、画像のコントラストの改善、不要な情報を削除を行うことができる。尚、具体的には、例えば、固体撮像装置を用いて撮像を行うときに撮像モードを規定することで、このような処理を行うことができる。更には、固体撮像装置によって、窓ガラスへの映り込みの除去を行うことができるし、偏光情報を画像情報に加えることで複数の物体の境界（輪郭）の鮮明化を図ることができる。あるいは又、路面の状態の検出や、路面上の障害物の検出を行うこともできる。更には、物体の複屈折性を反映した模様の撮像、リターデーション分布の測定、偏光顕微鏡画像の取得、物体の表面形状の取得や物体の表面性状の測定、移動体（車両等）の検出、雲の分布等の測定といった気象観測、各種の分野への適用、応用が可能である。また、立体画像を撮像する固体撮像装置とすることもできる。

- [0156] ワイヤグリッド偏光素子 91 の変形例として、図 8 B の模式的な一部端面図に示すように、ワイヤグリッド偏光素子 91 のスペース部 96 は空隙である構成を挙げることができる。即ち、スペース部 96 の一部若しくは全部が空気で満たされている。図示した例では、具体的には、スペース部 96 の全てが空気で満たされている。このような構造は、ライン・アンド・スペース構造を有するワイヤグリッド偏光素子 91 を得た後、適切な成膜（形成）条件の CVD 法に基づき、 SiO_2 から成る第 2 層間絶縁層・下層 84 A を全面に形成する。ライン部 92 とライン部 92 との間に位置するスペース部 96 の上方は、第 2 層間絶縁層・下層 84 A によって塞がれる。このようにワイヤグリッド偏光素子 91 のスペース部 96 を空隙とすることで（具体的には、空気で充填されているので）、平均屈折率 n_{ave} の値を小さくすることができ、その結果、ワイヤグリッド偏光素子 91 における透過率の向上、消光比の

向上を図ることができる。また、形成ピッチ P_0 の値を大きくすることができるので、ワイヤグリッド偏光素子 91 の製造歩留りの向上を図ることができる。

[0157] 図 8 B の変形例として、場合によっては、図 9 にワイヤグリッド偏光素子 91 の模式的な一部端面図を示すように、スペース部 96 に面したライン部 92 の側面に、例えば、 SiO_2 から成る保護膜 97 が形成されていてもよい。即ち、スペース部 96 は空気で満たされ、加えて、スペース部には保護膜 97 が存在する。保護膜 97 は、例えば、HDP-CVD 法に基づき成膜（形成）されており、これによって、より一層薄い保護膜 97 をコンフォーマルにライン部 92 の側面に形成することができる。

[0158] ワイヤグリッド偏光素子は、絶縁膜が省略された構造、即ち、光入射側とは反対側から、光反射層（例えば、アルミニウムから成る）及び光吸収層（例えば、タングステンから成る）が積層された構成とすることができる。あるいは又、1 層の導電遮光材料層から構成することもできる。導電遮光材料層を構成する材料として、アルミニウム（Al）、銅（Cu）、金（Au）、銀（Ag）、白金（Pt）、タングステン（W）、あるいは、これらの金属を含む合金といった、撮像素子が感度を有する波長域において複素屈折率の小さい導体材料を挙げることができる。

[0159] 図 6 に示したワイヤグリッド偏光素子 91 の例では、積層構造体における光反射層 93 と光吸収層 95 とが絶縁膜 94 によって離間されている構成（即ち、光反射層 93 の頂面全面に絶縁膜 94 が形成されており、絶縁膜 94 の頂面全面に光吸収層 95 が形成されている構成）としたが、代替的に、絶縁膜の一部が切り欠かれ、光反射層と光吸収層とは絶縁膜の切欠き部において接している構成とすることもできる。即ち、模式的な部分的斜視図を図 7 に示すように、絶縁膜 94 の一部が切り欠かれ、光反射層 93 と光吸収層 95 とは絶縁膜 94 の切欠き部 94a において接している構成とすることもできる。

実施例 2

[0160] 実施例 2 は、実施例 1 の変形である。図 2 に模式的な一部断面図を示すように、実施例 2 の固体撮像装置において、

第 1 層間絶縁層 8 3 は、第 1 層間絶縁層・下層 8 3 A' と、第 1 層間絶縁層・中間層 8 3 B' と、第 1 層間絶縁層・上層 8 3 C' が積層された構造を有し、

隣接する撮像素子の間の領域の上方に位置する第 1 層間絶縁層・下層 8 3 A' と第 1 層間絶縁層・中間層 8 3 B' との間の部分には遮光部 1 7 A, 1 7 B が設けられており、

各光電変換部 1 0 の上方に位置する第 1 層間絶縁層・中間層 8 3 B' と第 1 層間絶縁層・上層 8 3 C' との間の部分にカラーフィルタ層 1 6 R, 1 6 G が設けられている。尚、参照番号 8 3 D' はカラーフィルタ層・下地層を示す。

[0161] 以上の点を除き、実施例 2 の固体撮像装置の構成、構造は、実施例 1 の固体撮像装置の構成、構造と同様とすることができるので、詳細な説明は省略する。

実施例 3

[0162] 実施例 3 も、実施例 1 の変形である。図 3 に模式的な一部断面図を示すように、実施例 3 の固体撮像装置において、

隣接する撮像素子の間の領域の上方に位置するワイヤグリッド偏光素子 9 1 とワイヤグリッド偏光素子 9 1 との間の部分には、ワイヤグリッド偏光素子 9 1 から延在した遮光部（具体的には、フレーム部 9 8）が設けられており、

第 2 層間絶縁層 8 4 は、第 2 層間絶縁層・下層 8 4 A と、第 2 層間絶縁層・上層 8 4 B が積層された構造を有し、

各光電変換部 1 0 の上方に位置する第 2 層間絶縁層・下層 8 4 A と第 2 層間絶縁層・上層 8 4 B との間の部分にはカラーフィルタ層 1 6 R, 1 6 G が設けられている。

[0163] 以上の点を除き、実施例 3 の固体撮像装置の構成、構造は、実施例 1 の固

体撮像装置の構成、構造と同様とすることができるので、詳細な説明は省略する。

実施例 4

[0164] 実施例 4 も、実施例 1 の変形である。図 4 に模式的な一部断面図を示すように、実施例 4 の固体撮像装置において、

第 1 層間絶縁層 8 3 は、第 1 層間絶縁層・下層 8 3 A” と、第 1 層間絶縁層・上層 8 3 B” が積層された構造を有し、

各光電変換部 1 0 の上方に位置する第 1 層間絶縁層・下層 8 3 A” と第 1 層間絶縁層・上層 8 3 B” との間の部分にはカラーフィルタ層 1 6 R, 1 6 G が設けられており、

隣接する撮像素子の間の領域の上方に位置するワイヤグリッド偏光素子 9 1 とワイヤグリッド偏光素子 9 1 との間の部分には、ワイヤグリッド偏光素子 9 1 から延在した遮光部（具体的には、フレーム部 9 8）が設けられている。尚、参照番号 8 3 C” はカラーフィルタ層・下地層を示す。

[0165] 以上の点を除き、実施例 4 の固体撮像装置の構成、構造は、実施例 1 の固体撮像装置の構成、構造と同様とすることができるので、詳細な説明は省略する。

実施例 5

[0166] 実施例 5 は、実施例 1 ～実施例 4 の変形であり、撮像素子が積層型撮像素子から構成されている。実施例 5 の積層型光電変換部の模式的な一部断面図を図 2 5 に示し、赤色光用積層型撮像素子、緑色光用積層型撮像素子、青色光用積層型撮像素子及び白色光用積層型撮像素子を構成するカラーフィルタ層等の模式的な配置図を図 2 7 A に示し、ワイヤグリッド偏光素子の模式的な配置図を図 2 7 B に示し、上層光電変換部の模式的な配置図を図 2 8 A に示し、下層光電変換部の模式的な配置図を図 2 8 B に示す。尚、図 2 5 には、一部のトランジスタのみを図示した。また、実施例 5 の積層型光電変換部の等価回路図を図 1 0 B に示す。

[0167] 実施例 5 の積層型撮像素子は、ワイヤグリッド偏光素子 9 1、及び、積層

された複数の光電変換部10から構成されており、ワイヤグリッド偏光素子91と複数の光電変換部10とは、ワイヤグリッド偏光素子91が複数の光電変換部10よりも光入射側に配設された状態で積層されている。

[0168] また、実施例5の固体撮像装置は、積層型撮像素子が、 x_0 方向及び y_0 方向に2次元マトリクス状に配列されて成り、

各積層型撮像素子は、ワイヤグリッド偏光素子91、及び、積層された複数の光電変換部10から構成されており、

各積層型撮像素子を構成するワイヤグリッド偏光素子91と複数の光電変換部10とは、ワイヤグリッド偏光素子91が複数の光電変換部10よりも光入射側に配設された状態で積層されている。

[0169] あるいは又、実施例5の固体撮像装置は、 2×2 に配列された第1積層型撮像素子10₁、第2積層型撮像素子10₂、第3積層型撮像素子10₃及び第4積層型撮像素子10₄の4つの積層型撮像素子から構成された撮像素子ユニットが、2次元マトリクス状に配列されて成り、

各撮像素子ユニットは、更に、少なくとも第4積層型撮像素子10₄の光入射側にワイヤグリッド偏光素子91Wを備えている。

[0170] そして、実施例5において、複数の光電変換部は、白色光に感度を有する光電変換部10W、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部10iRから成る。ここで、光電変換部10Wは上層光電変換部を構成し、光電変換部10iRは下層光電変換部を構成する。赤色光に感度を有する光電変換部10R、緑色光に感度を有する光電変換部10G、及び、青色光に感度を有する光電変換部10Bは、白色光に感度を有する光電変換部10Wと同じレベルに形成されている。また、赤色光に感度を有する光電変換部10R、緑色光に感度を有する光電変換部10G、及び、青色光に感度を有する光電変換部10Bの上方には、ワイヤグリッド偏光素子は設けられていない一方、下方には、近赤外光に感度を有する光電変換部10iRが設けられている。

[0171] カラーフィルタ層16R、16G、16Bが設けられているので、光電変換部10R、光電変換部10G、光電変換部10B、光電変換部10Wの構

成、構造は同じとすることができ、可視光の波長帯全域を光電変換可能な光電変換部から構成することが好ましい。また、光電変換部 $10iR$ の構成、構造も同じである。近赤外光は、カラーフィルタ層 $16R$, $16G$, $16B$ を通過する。限定するものではないが、光電変換部 $10R$, $10G$, $10B$, $10W$ は、有機光電変換材料や、例えば厚さ約 $3\mu m$ のシリコン層から構成すればよいし、光電変換部 $10iR$ は、有機光電変換材料や、例えば厚さ約 $4\mu m$ のシリコン層から構成すればよい。以下の実施例 5 の変形例、実施例 6、実施例 6 の変形例においても同様とすることができる。

[0172] また、実施例 5 の積層型撮像素子において、ワイヤグリッド偏光素子 $91W$ は、第 1 偏光子セグメント $91'W_1$ 、第 2 偏光子セグメント $91'W_2$ 、第 3 偏光子セグメント $91'W_3$ 及び第 4 偏光子セグメント $91'W_4$ の 4 つの偏光子セグメントが 2×2 に配列されて成る。即ち、これらの 4 つの偏光子セグメントの内、 x_0 方向に 2 つの偏光子セグメントが配列されており、 y_0 方向に 2 つの偏光子セグメントが配列されている。そして、第 1 偏光子セグメント $91'W_1$ が透過させるべき偏光方位は α 度であり、第 2 偏光子セグメント $91'W_2$ が透過させるべき偏光方位は $(\alpha + 45)$ 度であり、第 3 偏光子セグメント $91'W_3$ が透過させるべき偏光方位は $(\alpha + 90)$ 度であり、第 4 偏光子セグメント $91'W_4$ が透過させるべき偏光方位は $(\alpha + 135)$ 度である。 α の値として、 y_0 方向と間に成す角度を「0度」とした。

[0173] ここで、図 25 に示す実施例 5 の積層型撮像素子は、裏面照射型の積層型撮像素子である。そして、具体的には、図 27A、図 27B、図 28A 及び図 28B に示す例では、第 1 積層型撮像素子 10_1 は、赤色カラーフィルタ層 $16R$ [図 27A 参照]、赤色カラーフィルタ層 $16R$ の下方に配設された 4 つの上層光電変換部（赤色光用撮像素子 $10R_1$, $10R_2$, $10R_3$, $10R_4$ ）[図 28A 参照]、及び、上層光電変換部のそれぞれの下方に配設された下層光電変換部（近赤外光用光電変換部 $10iR_{11}$, $10iR_{12}$, $10iR_{13}$, $10iR_{14}$ ）[図 28B 参照] から構成されている。

[0174] また、第 2 積層型撮像素子 10_2 は、緑色カラーフィルタ層 $16G$ (図 27

A参照)、緑色カラーフィルタ層16Gの下方に配設された4つの上層光電変換部(緑色光用撮像素子 $10G_1$, $10G_2$, $10G_3$, $10G_4$)、及び、上層光電変換部のそれぞれの下方に配設された下層光電変換部(近赤外光用光電変換部 $10iR_{21}$, $10iR_{22}$, $10iR_{23}$, $10iR_{24}$)から構成されている。

[0175] 更には、第3積層型撮像素子 10_3 は、青色カラーフィルタ層16B(図27A参照)、青色カラーフィルタ層16Bの下方に配設された4つの上層光電変換部(青色光用撮像素子 $10B_1$, $10B_2$, $10B_3$, $10B_4$)、及び、上層光電変換部のそれぞれの下方に配設された下層光電変換部(近赤外光用光電変換部 $10iR_{31}$, $10iR_{32}$, $10iR_{33}$, $10iR_{34}$)から構成されている。

[0176] また、第4積層型撮像素子 10_4 は、透明樹脂層90W(図27A参照)、透明樹脂層90Wの下方に配設された4つの偏光子セグメント $91'W_1$, $91'W_2$, $91'W_3$, $91'W_4$ 、4つのワイヤグリッド偏光素子のそれぞれの下方に配設された上層光電変換部(白色光用撮像素子 $10W_1$, $10W_2$, $10W_3$, $10W_4$)、及び、上層光電変換部のそれぞれの下方に配設された下層光電変換部(近赤外光用光電変換部 $10iR_{41}$, $10iR_{42}$, $10iR_{43}$, $10iR_{44}$)から構成されている。

[0177] あるいは又、言い換えれば、

第1積層型撮像素子 10_1 は、赤色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部を備えており、

第2積層型撮像素子 10_2 は、緑色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部を備えており、

第3積層型撮像素子 10_3 は、青色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部を備えており、

第4積層型撮像素子 10_4 は、白色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部を備えており、

第4積層型撮像素子 10_4 の光入射側に備えられたワイヤグリッド偏光素子

は、 2×2 に配列された（即ち、 x_0 方向に2つの偏光子セグメントが配列され、 y_0 方向に2つの偏光子セグメントが配列された）、第4-1ワイヤグリッド偏光素子（偏光子セグメント） $91' W_1$ 、第4-2ワイヤグリッド偏光素子（偏光子セグメント） $91' W_2$ 、第4-3ワイヤグリッド偏光素子（偏光子セグメント） $91' W_3$ 及び第4-4ワイヤグリッド偏光素子（偏光子セグメント） $91' W_4$ の4つの偏光子セグメントから構成されており、

第4-1ワイヤグリッド偏光素子（偏光子セグメント） $91' W_1$ が透過させるべき偏光方位は α 度であり、

第4-2ワイヤグリッド偏光素子（偏光子セグメント） $91' W_2$ が透過させるべき偏光方位は $(\alpha + 45)$ 度であり、

第4-3ワイヤグリッド偏光素子（偏光子セグメント） $91' W_3$ が透過させるべき偏光方位は $(\alpha + 90)$ 度であり、

第4-4ワイヤグリッド偏光素子（偏光子セグメント） $91' W_4$ が透過させるべき偏光方位は $(\alpha + 135)$ 度である。

[0178] 上層光電変換部は、半導体基板70に設けられたn型半導体領域31を光電変換層として備えている。縦型トランジスタから成る転送トランジスタ $TR_{1\ trs}$ のゲート部35が、n型半導体領域31まで延びており、且つ、転送ゲート線 TG_1 に接続されている。また、転送トランジスタ $TR_{1\ trs}$ のゲート部35の近傍の半導体基板70の領域35Cには、第1浮遊拡散層 FD_1 が設けられている。n型半導体領域31に蓄積された電荷は、ゲート部35に沿って形成される転送チャネルを介して第1浮遊拡散層 FD_1 に読み出される。

[0179] 上層光電変換部にあっては、更に、半導体基板70の第1面側に、上層光電変換部の制御部を構成するリセット・トランジスタ $TR_{1\ rst}$ 、増幅トランジスタ $TR_{1\ amp}$ 及び選択トランジスタ $TR_{1\ sel}$ が設けられている（図10Bも参照）。

[0180] リセット・トランジスタ $TR_{1\ rst}$ は、ゲート部、チャネル形成領域、及び、ソース／ドレイン領域から構成されている。リセット・トランジスタ $TR_{1\ rst}$ のゲート部はリセット線 $RS T_1$ に接続され、リセット・トランジスタ $TR_{1\ rs}$

t の一方のソース／ドレイン領域は電源 V_{DD} に接続され、他方のソース／ドレイン領域は、第1浮遊拡散層 FD_1 を兼ねている。

[0181] 増幅トランジスタ $TR1_{amp}$ は、ゲート部、チャネル形成領域、及び、ソース／ドレイン領域から構成されている。ゲート部は、リセット・トランジスタ $TR1_{rst}$ の他方のソース／ドレイン領域（第1浮遊拡散層 FD_1 ）に接続されている。一方のソース／ドレイン領域は、電源 V_{DD} に接続されている。

[0182] 選択トランジスタ $TR1_{sel}$ は、ゲート部、チャネル形成領域、及び、ソース／ドレイン領域から構成されている。ゲート部は、選択線 SEL_1 に接続されている。また、一方のソース／ドレイン領域は、増幅トランジスタ $TR1_{amp}$ を構成する他方のソース／ドレイン領域と領域を共有しており、他方のソース／ドレイン領域は、信号線（データ出力線） $VS L_1$ に接続されている。

[0183] 下層光電変換部は、半導体基板70に設けられたn型半導体領域33を光電変換層として備えている。転送トランジスタ $TR2_{trs}$ のゲート部36は転送ゲート線 TG_2 に接続されている。また、転送トランジスタ $TR2_{trs}$ のゲート部36の近傍の半導体基板70の領域36Cには、第2浮遊拡散層 FD_2 が設けられている。n型半導体領域33に蓄積された電荷は、ゲート部36に沿って形成される転送チャネル36Aを介して第2浮遊拡散層 FD_2 に読み出される。

[0184] 下層光電変換部にあっては、更に、半導体基板70の第1面側に、下層光電変換部の制御部を構成するリセット・トランジスタ $TR2_{rst}$ 、増幅トランジスタ $TR2_{amp}$ 及び選択トランジスタ $TR2_{sel}$ が設けられている。

[0185] リセット・トランジスタ $TR2_{rst}$ は、ゲート部、チャネル形成領域、及び、ソース／ドレイン領域から構成されている。リセット・トランジスタ $TR2_{rst}$ のゲート部はリセット線 RST_2 に接続され、リセット・トランジスタ $TR2_{rst}$ の一方のソース／ドレイン領域は電源 V_{DD} に接続され、他方のソース／ドレイン領域は、第2浮遊拡散層 FD_2 を兼ねている。

[0186] 増幅トランジスタ $TR2_{amp}$ は、ゲート部、チャネル形成領域、及び、ソース／ドレイン領域から構成されている。ゲート部は、リセット・トランジスタ

TR_{2rst} の他方のソース／ドレイン領域（第2浮遊拡散層 FD_2 ）に接続されている。一方のソース／ドレイン領域は、電源 V_{DD} に接続されている。

[0187] 選択トランジスタ TR_{2sel} は、ゲート部、チャネル形成領域、及び、ソース／ドレイン領域から構成されている。ゲート部は、選択線 SEL_2 に接続されている。また、一方のソース／ドレイン領域は、増幅トランジスタ TR_{2amp} を構成する他方のソース／ドレイン領域と領域を共有しており、他方のソース／ドレイン領域は、信号線（データ出力線） $VS L_2$ に接続されている。

[0188] リセット線 RST_1 、 RST_2 、選択線 SEL_1 、 SEL_2 、転送ゲート線 TG_1 、 TG_2 は、駆動回路を構成する垂直駆動回路112に接続され、信号線（データ出力線） $VS L_1$ 、 $VS L_2$ は、駆動回路を構成するカラム信号処理回路113に接続されている。

[0189] 上層光電変換部及び下層光電変換部の電荷蓄積、リセット動作、電荷転送といった一連の動作は、従来の電荷蓄積、リセット動作、電荷転送といった一連の動作と同様であるので、詳細な説明は省略する。

[0190] n型半導体領域33と半導体基板70の表面70Aとの間には p^+ 層34が設けられており、暗電流発生を抑制している。n型半導体領域31とn型半導体領域33との間には、 p^+ 層32が形成されており、更には、n型半導体領域33の側面の一部は p^+ 層32によって囲まれている。半導体基板70の裏面70Bの側には、 p^+ 層73が形成されている。

[0191] p^+ 層73の上には、第1層間絶縁層83、ワイヤグリッド偏光素子91、第2層間絶縁層84、及び、オンチップ・マイクロレンズ下地層14、オンチップ・マイクロレンズ15が形成されている。また、例えば、第2層間絶縁層84には、カラーフィルタ層16（図25あるいは後述する図26には図示せず）が形成されている。

[0192] 実施例5の撮像素子、積層型撮像素子は、例えば、以下の方法で作製することができる。即ち、まず、SOI基板を準備する。そして、SOI基板の表面に第1シリコン層をエピタキシャル成長法に基づき形成し、この第1シリコン層に、 p^+ 層73、n型半導体領域31を形成する。次いで、第1シリ

コン層上に第2シリコン層をエピタキシャル成長法に基づき形成し、この第2シリコン層に、素子分離領域71、酸化膜72、 p^+ 層32、 n 型半導体領域33、 p^+ 層34を形成する。また、第2シリコン層に、撮像素子の制御部を構成する各種トランジスタ等を形成し、更にその上に、配線層（図示せず）や層間絶縁層76、各種配線を形成した後、層間絶縁層76と支持基板（図示せず）とを貼り合わせる。その後、SOI基板を除去して第1シリコン層を露出させる。第2シリコン層の表面が半導体基板70の表面70Aに該当し、第1シリコン層の表面が半導体基板70の裏面70Bに該当する。また、第1シリコン層と第2シリコン層を纏めて半導体基板70と表現している。次いで、 p^+ 層73に第1層間絶縁層83、ワイヤグリッド偏光素子91、カラーフィルタ層16を含む第2層間絶縁層84、オンチップ・マイクロレンズ下地層14及びオンチップ・マイクロレンズ15を形成する。以上によって、実施例5の積層型撮像素子を得ることができる。

[0193] 実施例5にあっては、ワイヤグリッド偏光素子91は、白色光に感度を有する光電変換部10W、近赤外光に感度を有する光電変換部10iRと同じ大きさを有するがこれに限定するものでなく、光電変換部10W、光電変換部10iRよりも大きくともよい。

[0194] 実施例5の積層型撮像素子においては、ワイヤグリッド偏光素子が複数の光電変換部よりも光入射側に配設された状態で積層されているが故に、波長領域全ての偏光情報を取得しつつ、輝度向上のために光の波長帯を拡大して利用できるので、感度向上と分光改善を達成することができる結果、高精度の偏光情報取得と良好な撮像特性の両立を図ることができる。

[0195] しかも、上層光電変換部の上方にオンチップで一体的にワイヤグリッド偏光素子が形成されているが故に、積層型撮像素子の厚さを薄くすることができる。その結果、隣接する積層型撮像素子への偏光光の混入（偏光クロストーク）を最小にできるし、ワイヤグリッド偏光素子は光吸収層を有する吸収型ワイヤグリッド偏光素子であるために反射率が低く、映像に対する迷光、フレア等の影響を軽減することができる。

[0196] 実施例5の積層型撮像素子にあっては、赤色光用撮像素子、緑色光用撮像素子、青色光用撮像素子の下方に近赤外光用光電変換部が配設されているが、赤色光用撮像素子、緑色光用撮像素子、青色光用撮像素子の上方にはワイヤグリッド偏光素子は配設されておらず、カラーフィルタ層（波長選択手段）が形成されている。一方、白色光用撮像素子の下方には近赤外光用光電変換部が配設され、しかも、上方にはワイヤグリッド偏光素子が配設されているが、カラーフィルタ層（波長選択手段）は形成されていない。このような構造を採用することで、赤色光、緑色光、青色光を波長分離することに起因して輝度出力が低下することを防止でき、赤色光、緑色光、青色光の波長帯での偏光情報を漏らすことなく取得することができ、色・輝度・偏光情報を最大限に利用できるし、また、カラーフィルタ層での光の損失がないため、偏光情報を有する出力が向上するといった利点を得ることができる。

[0197] 図26に示す実施例5の積層型撮像素子の変形例は、表面照射型の積層型撮像素子である。具体的には、半導体基板70の表面70A側には、制御部を構成する各種トランジスタが設けられている。これらのトランジスタは、上述したトランジスタと同様の構成、構造とすることができる。また、半導体基板70には、上層光電変換部及び下層光電変換部が設けられているが、これらの光電変換部も、実質的に前述したと同様の構成、構造とすることができる。半導体基板70の表面70Aの上には、層間絶縁層77が形成されており、層間絶縁層77の上に、第1層間絶縁層83、ワイヤグリッド偏光素子91、カラーフィルタ層16を含む第2層間絶縁層84、オンチップ・マイクロレンズ下地層14及びオンチップ・マイクロレンズ15が形成されている。このように、表面照射型である点を除き、実施例5の積層型撮像素子の変形例の構成、構造は、上述した実施例5の撮像素子、積層型撮像素子の構成、構造と同様とすることができるので、詳細な説明は省略する。

[0198] 〈実施例5の積層型撮像素子の第1変形例〉

あるいは又、実施例5の積層型撮像素子の第1変形例として、赤色光用積層型撮像素子、緑色光用積層型撮像素子、青色光用積層型撮像素子及び白色

光用積層型撮像素子を構成するカラーフィルタ層等の模式的な配置図を図29Aに示し、ワイヤグリッド偏光子の模式的な配置図を図29Bに示すように、複数の光電変換部は、赤色光又は緑色光又は青色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部から成る構成とすることができる。

[0199] 即ち、第1積層型撮像素子 $1O_1$ は、赤色カラーフィルタ層16R [図29A参照]、赤色カラーフィルタ層16Rの下方に配設された4つの偏光子セグメント $91'R_1$, $91'R_2$, $91'R_3$, $91'R_4$ [図29B参照]、4つの偏光子セグメントのそれぞれの下方に配設された上層光電変換部（赤色光用撮像素子 $1OR_1$, $1OR_2$, $1OR_3$, $1OR_4$ ） [図28A参照]、及び、上層光電変換部のそれぞれの下方に配設された下層光電変換部（近赤外光用光電変換部 $1OiR_{11}$, $1OiR_{12}$, $1OiR_{13}$, $1OiR_{14}$ ） [図28B参照] から構成されている。

[0200] また、第2積層型撮像素子 $1O_2$ は、緑色カラーフィルタ層16G [図29A参照]、緑色カラーフィルタ層16Gの下方に配設された4つの偏光子セグメント $91'G_1$, $91'G_2$, $91'G_3$, $91'G_4$ [図29B参照]、4つの偏光子セグメントのそれぞれの下方に配設された上層光電変換部（緑色光用撮像素子 $1OG_1$, $1OG_2$, $1OG_3$, $1OG_4$ ） [図28A参照]、及び、上層光電変換部のそれぞれの下方に配設された下層光電変換部（近赤外光用光電変換部 $1OiR_{21}$, $1OiR_{22}$, $1OiR_{23}$, $1OiR_{24}$ ） [図28B参照] から構成されている。

[0201] 更には、第3積層型撮像素子 $1O_3$ は、青色カラーフィルタ層16B [図29A参照]、青色カラーフィルタ層16Bの下方に配設された4つの偏光子セグメント $91'B_1$, $91'B_2$, $91'B_3$, $91'B_4$ [図29B参照]、4つの偏光子セグメントのそれぞれの下方に配設された上層光電変換部（青色光用撮像素子 $1OB_1$, $1OB_2$, $1OB_3$, $1OB_4$ ） [図28A参照]、及び、上層光電変換部のそれぞれの下方に配設された下層光電変換部（近赤外光用光電変換部 $1OiR_{31}$, $1OiR_{32}$, $1OiR_{33}$, $1OiR_{34}$ ） [図28B

参照] から構成されている。

[0202] また、第4積層型撮像素子 10_4 は、透明樹脂層90W [図29A参照]、透明樹脂層90Wの下方に配設された4つの偏光子セグメント $91'W_1$ 、 $91'W_2$ 、 $91'W_3$ 、 $91'W_4$ [図29B参照]、4つの偏光子セグメントのそれぞれの下方に配設された上層光電変換部（白色光用撮像素子 $10W_1$ 、 $10W_2$ 、 $10W_3$ 、 $10W_4$ ） [図28A参照]、及び、上層光電変換部のそれぞれの下方に配設された下層光電変換部（近赤外光用光電変換部 $10iR_{41}$ 、 $10iR_{42}$ 、 $10iR_{43}$ 、 $10iR_{44}$ ） [図28B参照] から構成されている。

[0203] あるいは又、言い換えれば、更に、第1積層型撮像素子 10_1 、第2積層型撮像素子 10_2 及び第3積層型撮像素子 10_3 のそれぞれの光入射側にワイヤグリッド偏光素子を備えており、

第1積層型撮像素子 10_1 の光入射側に備えられたワイヤグリッド偏光素子は、 2×2 に配列された（即ち、 x_0 方向に2つの偏光子セグメントが配列され、 y_0 方向に2つの偏光子セグメントが配列された）、第1-1ワイヤグリッド偏光素子（偏光子セグメント） $91'R_1$ 、第1-2ワイヤグリッド偏光素子（偏光子セグメント） $91'R_2$ 、第1-3ワイヤグリッド偏光素子（偏光子セグメント） $91'R_3$ 及び第1-4ワイヤグリッド偏光素子（偏光子セグメント） $91'R_4$ の4つの偏光子セグメントから構成されており、

第1-1ワイヤグリッド偏光素子（偏光子セグメント） $91'R_1$ が透過させるべき偏光方位は β 度であり、

第1-2ワイヤグリッド偏光素子（偏光子セグメント） $91'R_2$ が透過させるべき偏光方位は $(\beta + 45)$ 度であり、

第1-3ワイヤグリッド偏光素子（偏光子セグメント） $91'R_3$ が透過させるべき偏光方位は $(\beta + 90)$ 度であり、

第1-4ワイヤグリッド偏光素子（偏光子セグメント） $91'R_4$ が透過させるべき偏光方位は $(\beta + 135)$ 度である。

[0204] また、第2積層型撮像素子 10_2 の光入射側に備えられたワイヤグリッド偏光素子は、 2×2 に配列された（即ち、 x_0 方向に2つの偏光子セグメントが

配列され、 y_0 方向に2つの偏光子セグメントが配列された)、第2-1ワイヤグリッド偏光素子(偏光子セグメント) $91' G_1$ 、第2-2ワイヤグリッド偏光素子(偏光子セグメント) $91' G_2$ 、第2-3ワイヤグリッド偏光素子(偏光子セグメント) $91' G_3$ 及び第2-4ワイヤグリッド偏光素子(偏光子セグメント) $91' G_4$ の4つの偏光子セグメントから構成されており、

第2-1ワイヤグリッド偏光素子(偏光子セグメント) $91' G_1$ が透過させるべき偏光方位は γ 度であり、

第2-2ワイヤグリッド偏光素子(偏光子セグメント) $91' G_2$ が透過させるべき偏光方位は $(\gamma + 45)$ 度であり、

第2-3ワイヤグリッド偏光素子(偏光子セグメント) $91' G_3$ が透過させるべき偏光方位は $(\gamma + 90)$ 度であり、

第2-4ワイヤグリッド偏光素子(偏光子セグメント) $91' G_4$ が透過させるべき偏光方位は $(\gamma + 135)$ 度である。

[0205] また、第3積層型撮像素子 10_3 の光入射側に備えられたワイヤグリッド偏光素子は、 2×2 に配列された(即ち、 x_0 方向に2つの偏光子セグメントが配列され、 y_0 方向に2つの偏光子セグメントが配列された)、第3-1ワイヤグリッド偏光素子(偏光子セグメント) $91' B_1$ 、第3-2ワイヤグリッド偏光素子(偏光子セグメント) $91' B_2$ 、第3-3ワイヤグリッド偏光素子(偏光子セグメント) $91' B_3$ 及び第3-4ワイヤグリッド偏光素子(偏光子セグメント) $91' B_4$ の4つの偏光子セグメントから構成されており、

第3-1ワイヤグリッド偏光素子(偏光子セグメント) $91' B_1$ が透過させるべき偏光方位は δ 度であり、

第3-2ワイヤグリッド偏光素子(偏光子セグメント) $91' B_2$ が透過させるべき偏光方位は $(\delta + 45)$ 度であり、

第3-3ワイヤグリッド偏光素子(偏光子セグメント) $91' B_3$ が透過させるべき偏光方位は $(\delta + 90)$ 度であり、

第3-4ワイヤグリッド偏光素子(偏光子セグメント) $91' B_4$ が透過させるべき偏光方位は $(\delta + 135)$ 度である。

[0206] ここで、 $\beta = \gamma = \delta$ とし、 β 、 γ 、 δ の値として、 y_0 方向と間に成す角度を「0度」とした。

[0207] 〈実施例5の積層型撮像素子の第2変形例〉

あるいは又、実施例5の積層型撮像素子の第2変形例として、単色の固体撮像装置を構成する積層型撮像素子を挙げることができる。即ち、 2×2 の白色光用積層型撮像素子を構成する領域Wの模式的な配置図を図30Aに示し、ワイヤグリッド偏光素子 91_1 、 91_2 、 91_3 、 91_4 の模式的な配置図を図30Bに示し、白色光用積層型撮像素子を構成する上層光電変換部10Wの模式的な配置図を図31Aに示し、下層光電変換部10iRの模式的な配置図を図33Bに示す。具体的には、積層型撮像素子は、白色光用積層型撮像素子を構成する領域W（透明樹脂層90Wが形成されていてもよい）〔図30A参照〕、これらの領域Wのそれぞれの下方に配設された4つの偏光子セグメント $91'W_1$ 、 $91'W_2$ 、 $91'W_3$ 、 $91'W_4$ 〔図30B参照〕、4つの偏光子セグメントのそれぞれの下方に配設された上層光電変換部（白色光用撮像素子10W）〔図31A参照〕、及び、上層光電変換部のそれぞれの下方に配設された下層光電変換部（近赤外光用光電変換部10iR）〔図31B参照〕から構成されている。

[0208] 〈実施例5の積層型撮像素子の第3変形例〉

あるいは又、実施例5の積層型撮像素子の第3変形例として、ベイヤ配列を有する固体撮像装置を構成する積層型撮像素子を挙げることができる。即ち、赤色光用積層型撮像素子、緑色光用積層型撮像素子及び青色光用積層型撮像素子を構成するカラーフィルタ層等の模式的な配置図を図32Aに示し、ワイヤグリッド偏光素子の模式的な配置図を図32Bに示し、赤色光用積層型撮像素子、緑色光用積層型撮像素子及び青色光用積層型撮像素子を構成する上層光電変換部の模式的な配置図を図33Aに示し、下層光電変換部の模式的な配置図を図33Bに示すように、複数の光電変換部は、赤色光又は緑色光又は青色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部から成る構成とすることができる。

[0209] 即ち、第1積層型撮像素子 $1O_1$ は、赤色カラーフィルタ層 $16R$ [図32A参照]、赤色カラーフィルタ層 $16R$ の下方に配設された4つの偏光子セグメント $91'R_1, 91'R_2, 91'R_3, 91'R_4$ [図32B参照]、4つの偏光子セグメントのそれぞれの下方に配設された上層光電変換部（赤色光用撮像素子 $1OR_1, 1OR_2, 1OR_3, 1OR_4$ ） [図33A参照]、及び、上層光電変換部のそれぞれの下方に配設された下層光電変換部（近赤外光用光電変換部 $1OiR_{11}, 1OiR_{12}, 1OiR_{13}, 1OiR_{14}$ ） [図33B参照] から構成されている。

[0210] また、第2積層型撮像素子 $1O_2$ 及び第4積層型撮像素子 $1O_4$ は、緑色カラーフィルタ層 $16G$ [図32A参照]、緑色カラーフィルタ層 $16G$ のそれぞれの下方に配設された4つの偏光子セグメント $91'G_1, 91'G_2, 91'G_3, 91'G_4$ [図32B参照]、4つの偏光子セグメントのそれぞれの下方に配設された上層光電変換部（緑色光用撮像素子 $1OG_1, 1OG_2, 1OG_3, 1OG_4$ ） [図33A参照]、及び、上層光電変換部のそれぞれの下方に配設された下層光電変換部（近赤外光用光電変換部 $1OiR_{21}, 1OiR_{22}, 1OiR_{23}, 1OiR_{24}, 1OiR_{41}, 1OiR_{42}, 1OiR_{43}, 1OiR_{44}$ ） [図33B参照] から構成されている。

[0211] 更には、第3積層型撮像素子 $1O_3$ は、青色カラーフィルタ層 $16B$ [図32A参照]、青色カラーフィルタ層 $16B$ の下方に配設された4つの偏光子セグメント $91'B_1, 91'B_2, 91'B_3, 91'B_4$ [図32B参照]、4つの偏光子セグメントのそれぞれの下方に配設された上層光電変換部（青色光用撮像素子 $1OB_1, 1OB_2, 1OB_3, 1OB_4$ ） [図33A参照]、及び、上層光電変換部のそれぞれの下方に配設された下層光電変換部（近赤外光用光電変換部 $1OiR_{31}, 1OiR_{32}, 1OiR_{33}, 1OiR_{34}$ ） [図33B参照] から構成されている。

[0212] 以上に説明した実施例5の積層型撮像素子あるいはその変形例にあつては、上層光電変換部は、赤色光、緑色光、青色光、白色光に感度を有する光電変換部から構成され、下層光電変換部は、近赤外光に感度を有する光電変換

部から構成したが、代替的に、上層光電変換部は、近赤外光に感度を有する光電変換部から構成され、下層光電変換部は、赤色光、緑色光、青色光、白色光に感度を有する光電変換部から構成されていてもよい。また、赤色光又は緑色光又は青色光に感度を有する光電変換部は、赤色光に感度を有する赤色光用光電変換部、緑色光に感度を有する緑色光用光電変換部、及び、青色光に感度を有する青色光用光電変換部から成る群から選択された少なくとも2種類の光電変換部が積層されて成る構成とすることもできる。

実施例 6

[0213] 実施例6は、実施例5の変形である。実施例6における赤色光用積層型撮像素子、緑色光用積層型撮像素子、青色光用積層型撮像素子及び白色光用積層型撮像素子を構成するカラーフィルタ層等の模式的な配置図を図34Aに示し、ワイヤグリッド偏光素子の模式的な配置図を図34Bに示す。また、実施例6における赤色光用積層型撮像素子、緑色光用積層型撮像素子、青色光用積層型撮像素子及び白色光用積層型撮像素子を構成する上層光電変換部の模式的な配置図を図35Aに示し、並びに、下層光電変換部の模式的な配置図を図35Bに示す。

[0214] 実施例6の固体撮像装置にあっては、第1撮像素子ユニット12₁において、

第1積層型撮像素子11₁は、赤色光に感度を有する光電変換部10R₁、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部10iR₁₁を備えており、

第2積層型撮像素子11₂は、緑色光に感度を有する光電変換部10G₁、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部10iR₁₂を備えており、

第3積層型撮像素子11₃は、青色光に感度を有する光電変換部10B₁、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部10iR₁₃を備えており、

第4積層型撮像素子11₄は、白色光に感度を有する光電変換部10W₁、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部10iR₁₄を備えている。

[0215] また、第2撮像素子ユニット12₂において、

第1積層型撮像素子11₁は、赤色光に感度を有する光電変換部10R₂、及

び、近赤外光に感度を有する光電変換部 $10iR_{21}$ を備えており、

第2積層型撮像素子 11_2 は、緑色光に感度を有する光電変換部 $10G_2$ 、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部 $10iR_{22}$ を備えており、

第3積層型撮像素子 11_3 は、青色光に感度を有する光電変換部 $10B_2$ 、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部 $10iR_{23}$ を備えており、

第4積層型撮像素子 11_4 は、白色光に感度を有する光電変換部 $10W_2$ 、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部 $10iR_{24}$ を備えている。

[0216] 更には、第3撮像素子ユニット 12_3 において、

第1積層型撮像素子 11_1 は、赤色光に感度を有する光電変換部 $10R_3$ 、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部 $10iR_{31}$ を備えており、

第2積層型撮像素子 11_2 は、緑色光に感度を有する光電変換部 $10G_3$ 、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部 $10iR_{32}$ を備えており、

第3積層型撮像素子 11_3 は、青色光に感度を有する光電変換部 $10B_3$ 、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部 $10iR_{33}$ を備えており、

第4積層型撮像素子 11_4 は、白色光に感度を有する光電変換部 $10W_3$ 、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部 $10iR_{34}$ を備えている。

[0217] また、第4撮像素子ユニット 12_4 において、

第1積層型撮像素子 11_1 は、赤色光に感度を有する光電変換部 $10R_4$ 、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部 $10iR_{41}$ を備えており、

第2積層型撮像素子 11_2 は、緑色光に感度を有する光電変換部 $10G_4$ 、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部 $10iR_{42}$ を備えており、

第3積層型撮像素子 11_3 は、青色光に感度を有する光電変換部 $10B_4$ 、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部 $10iR_{43}$ を備えており、

第4積層型撮像素子 11_4 は、白色光に感度を有する光電変換部 $10W_4$ 、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部 $10iR_{44}$ を備えている。

[0218] そして、第1積層型撮像素子 11_1 、第2積層型撮像素子 11_2 及び第3積層型撮像素子 11_3 は、ワイヤグリッド偏光素子を備えておらず、第4積層型撮像素子 11_4 はワイヤグリッド偏光素子 $91W_1$, $91W_2$, $91W_3$, $91W_4$ を

備えている。

[0219] 以上の点を除き、実施例6における積層型撮像素子の構成、構造、固体撮像装置の構成、構造は、実施例5において説明した積層型撮像素子、固体撮像装置の構成、構造と同様とすることができるので、詳細な説明は省略する。

[0220] 実施例6にあつては、第1積層型撮像素子 11_1 、第2積層型撮像素子 11_2 及び第3積層型撮像素子 11_3 は、ワイヤグリッド偏光素子を備えておらず、第4積層型撮像素子 11_4 はワイヤグリッド偏光素子 $91W_1$, $91W_2$, $91W_3$, $91W_4$ を備えているので、赤色光、緑色光、青色光を波長分離することにより起因して輝度出力が低下することを防止でき、赤色光、緑色光、青色光の波長帯での偏光情報を漏らすことなく取得することができ、色・輝度・偏光情報を最大限に利用できるし、また、カラーフィルタ層での光の損失がないため、偏光情報を有する出力が向上するといった利点を得ることができる。

[0221] 〈実施例6の固体撮像装置の第1変形例〉

実施例6の第1変形例における赤色光用積層型撮像素子、緑色光用積層型撮像素子、青色光用積層型撮像素子及び白色光用積層型撮像素子を構成するカラーフィルタ層等の模式的な配置図を図36Aに示し、ワイヤグリッド偏光素子の模式的な配置図を図36Bに示す。また、実施例6の第1変形例における赤色光用積層型撮像素子、緑色光用積層型撮像素子、青色光用積層型撮像素子及び白色光用積層型撮像素子を構成する上層光電変換部の模式的な配置図を図37Aに示し、下層光電変換部の模式的な配置図を図37Bに示す。

[0222] この実施例6の第1変形例において、各撮像素子ユニット 12_1 , 12_2 , 12_3 , 12_4 は、更に、第1積層型撮像素子 11_1 、第2積層型撮像素子 11_2 及び第3積層型撮像素子 11_3 の光入射側にワイヤグリッド偏光素子 91_1 , 91_2 , 91_3 を備えており、第1積層型撮像素子 11_1 、第2積層型撮像素子 11_2 、第3積層型撮像素子及び第4積層型撮像素子 11_4 に備えられたワイヤグリッド偏光素子 91_1 , 91_2 , 91_3 , 91_4 は、1つのワイヤグリッド偏光素子内

では同じ偏光方位を有する。

- [0223] 即ち、第1撮像素子ユニット12₁において、第1積層型撮像素子11₁を構成する光電変換部10R₁、第2積層型撮像素子11₁を構成する光電変換部10G₁、第3積層型撮像素子11₁を構成する光電変換部10B₁、第4積層型撮像素子11₁を構成する光電変換部10W₁に対して1つのワイヤグリッド偏光素子91₁が配設されているし、1つの下層光電変換部10iRが配設されている。
- [0224] また、第2撮像素子ユニット12₂において、第1積層型撮像素子11₂を構成する光電変換部10R₂、第2積層型撮像素子11₂を構成する光電変換部10G₂、第3積層型撮像素子11₂を構成する光電変換部10B₂、第4積層型撮像素子11₂を構成する光電変換部10W₂に対して1つのワイヤグリッド偏光素子91₂が配設されているし、1つの下層光電変換部10iRが配設されている。
- [0225] また、第3撮像素子ユニット12₃において、第1積層型撮像素子11₃を構成する光電変換部10R₃、第2積層型撮像素子11₃を構成する光電変換部10G₃、第3積層型撮像素子11₃を構成する光電変換部10B₃、第4積層型撮像素子11₃を構成する光電変換部10W₃に対して1つのワイヤグリッド偏光素子91₃が配設されているし、1つの下層光電変換部10iRが配設されている。
- [0226] また、第4撮像素子ユニット12₄において、第1積層型撮像素子11₄を構成する光電変換部10R₄、第2積層型撮像素子11₄を構成する光電変換部10G₄、第3積層型撮像素子11₄を構成する光電変換部10B₄、第4積層型撮像素子11₄を構成する光電変換部10W₄に対して1つのワイヤグリッド偏光素子91₄が配設されているし、1つの下層光電変換部10iRが配設されている。
- [0227] そして、更には、隣接する撮像素子ユニットにおいて、ワイヤグリッド偏光素子の有する偏光方位は異なっている（図38のワイヤグリッド偏光素子の模式的な配置図を参照）。

[0228] 〈実施例 6 の固体撮像装置の第 2 変形例〉

あるいは又、実施例 6 の積層型撮像素子の第 2 変形例として、ベイヤ配列を有する固体撮像装置を構成する積層型撮像素子を挙げることができる。実施例 6 の第 2 変形例における赤色光用積層型撮像素子、緑色光用積層型撮像素子及び青色光用積層型撮像素子を構成するカラーフィルタ層等の模式的な配置図を図 39 A に示し、ワイヤグリッド偏光素子の模式的な配置図を図 39 B に示す。また、実施例 6 の第 2 変形例における赤色光用積層型撮像素子、緑色光用積層型撮像素子及び青色光用積層型撮像素子を構成する上層光電変換部の模式的な配置図を図 40 A に示し、下層光電変換部の模式的な配置図を図 40 B に示す。

[0229] 実施例 6 の積層型撮像素子の第 2 変形例にあつては、複数の光電変換部は、赤色光又は緑色光又は青色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部から成る構成とすることができる。

[0230] 即ち、第 1 撮像素子ユニット 1 2₁ を構成する第 1 積層型撮像素子 1 1₁ は、赤色カラーフィルタ層 1 6 R₁、2 つの緑色カラーフィルタ層 1 6 G₁、青色カラーフィルタ層 1 6 B₁ [図 39 A 参照]、これらのカラーフィルタ層 1 6 R₁、1 6 G₁、1 6 B₁ の下方に配設された 1 つのワイヤグリッド偏光素子 9 1₁ [図 39 B 参照]、1 つのワイヤグリッド偏光素子 9 1₁ の下方に配設された 4 つの上層光電変換部（赤色光用撮像素子 1 0 R₁、緑色光用撮像素子 1 0 G₁、青色光用撮像素子 1 0 B₁、緑色光用撮像素子 1 0 G₁） [図 40 A 参照]、及び、上層光電変換部の下方に配設された 1 つの下層光電変換部（近赤外光用光電変換部 1 0 i R） [図 40 B 参照] から構成されている。

[0231] また、第 2 撮像素子ユニット 1 2₂ を構成する第 1 積層型撮像素子 1 1₂ は、赤色カラーフィルタ層 1 6 R₂、2 つの緑色カラーフィルタ層 1 6 G₂、青色カラーフィルタ層 1 6 B₂ [図 39 A 参照]、これらのカラーフィルタ層 1 6 R₂、1 6 G₂、1 6 B₂ の下方に配設された 1 つのワイヤグリッド偏光素子 9 1₂ [図 39 B 参照]、1 つのワイヤグリッド偏光素子 9 1₂ の下方に配設された 4 つの上層光電変換部（赤色光用撮像素子 1 0 R₂、緑色光用撮像素子 1 0 G₂、

青色光用撮像素子 $10B_2$ 、緑色光用撮像素子 $10G_2$) [図40A参照]、及び、上層光電変換部の下方に配設された1つの下層光電変換部(近赤外光用光電変換部 $10iR$) [図40B参照] から構成されている。

[0232] また、第3撮像素子ユニット 12_3 を構成する第1積層型撮像素子 11_3 は、赤色カラーフィルタ層 $16R_3$ 、2つの緑色カラーフィルタ層 $16G_3$ 、青色カラーフィルタ層 $16B_3$ [図39A参照]、これらのカラーフィルタ層 $16R_3$ 、 $90G_3$ 、 $90B_3$ の下方に配設された1つのワイヤグリッド偏光素子 91_3 [図39B参照]、1つのワイヤグリッド偏光素子 91_3 の下方に配設された4つの上層光電変換部(赤色光用撮像素子 $10R_3$ 、緑色光用撮像素子 $10G_3$ 、青色光用撮像素子 $10B_3$ 、緑色光用撮像素子 $10G_3$) [図40A参照]、及び、上層光電変換部の下方に配設された1つの下層光電変換部(近赤外光用光電変換部 $10iR$) [図40B参照] から構成されている。

[0233] また、第4撮像素子ユニット 12_4 を構成する第1積層型撮像素子 11_4 は、赤色カラーフィルタ層 $16R_4$ 、2つの緑色カラーフィルタ層 $16G_4$ 、青色カラーフィルタ層 $16B_4$ [図39A参照]、これらのカラーフィルタ層 $16R_4$ 、 $90G_4$ 、 $90B_4$ の下方に配設された1つのワイヤグリッド偏光素子 91_4 [図39B参照]、1つのワイヤグリッド偏光素子 91_4 の下方に配設された4つの上層光電変換部(赤色光用撮像素子 $10R_4$ 、緑色光用撮像素子 $10G_4$ 、青色光用撮像素子 $10B_4$ 、緑色光用撮像素子 $10G_4$) [図40A参照]、及び、上層光電変換部の下方に配設された1つの下層光電変換部(近赤外光用光電変換部 $10iR$) [図40B参照] から構成されている。

[0234] あるいは又、云い換えれば、実施例6の第1変形例、第2変形例において、図36A、図36B、図37A、図37B、図39A、図39B、図40A、図40Bに示したように、

第1積層型撮像素子 11_1 は、赤色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部を備えており、

第2積層型撮像素子 11_2 は、緑色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部を備えており、

第3積層型撮像素子 $1\ 1_3$ は、青色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部を備えており、

2×2 に配列された、第1撮像素子ユニット $1\ 2_1$ 、第2撮像素子ユニット $1\ 2_2$ 、第3撮像素子ユニット $1\ 2_3$ 及び第4撮像素子ユニット $1\ 2_4$ の4つの撮像素子ユニット（即ち、 x_0 方向に配列された2つの撮像素子ユニット、及び、 y_0 方向に配列された2つの撮像素子ユニット）から撮像素子ユニット群が構成されており、

第1撮像素子ユニット $1\ 2_1$ に備えられた第1ワイヤグリッド偏光素子 $9\ 1_1$ が透過させるべき偏光方位は α 度であり、

第2撮像素子ユニット $1\ 2_2$ に備えられた第2ワイヤグリッド偏光素子 $9\ 1_2$ が透過させるべき偏光方位は $(\alpha + 45)$ 度であり、

第3撮像素子ユニット $1\ 2_3$ に備えられた第3ワイヤグリッド偏光素子 $9\ 1_3$ が透過させるべき偏光方位は $(\alpha + 90)$ 度であり、

第4撮像素子ユニット $1\ 2_4$ に備えられた第4ワイヤグリッド偏光素子 $9\ 1_4$ が透過させるべき偏光方位は $(\alpha + 135)$ 度である構成とすることができる。

実施例 7

[0235] 実施例7は、実施例5～実施例6の変形であり、電荷蓄積用電極を備えた積層型撮像素子に関する。

[0236] 実施例7の積層型撮像素子（電荷蓄積用電極を備えた積層型撮像素子）の模式的な一部断面図を図41に示し、実施例7の積層型撮像素子の等価回路図を図42及び図43に示し、実施例7の積層型撮像素子の電荷蓄積用電極を備えた光電変換部を構成する第1電極及び電荷蓄積用電極並びに制御部を構成するトランジスタの模式的な配置図を図44に示し、実施例7の積層型撮像素子の動作時の各部位における電位の状態を模式的に図45に示し、実施例7の積層型撮像素子の各部位を説明するための等価回路図を図46Aに示す。また、実施例7の積層型撮像素子の電荷蓄積用電極を備えた光電変換部を構成する第1電極及び電荷蓄積用電極の模式的な配置図を図47に示し

、第1電極、電荷蓄積用電極、第2電極及びコンタクトホール部の模式的な透視斜視図を図48に示す。

[0237] 実施例7の積層型撮像素子（例えば、後述する緑色光用撮像素子）において、積層された複数の光電変換部の内の少なくとも1つの光電変換部（具体的には、1つの電荷蓄積用電極を備えた光電変換部であり、上層光電変換部）は、第1電極21、光電変換層23及び第2電極22が積層されて成り、更に、第1電極21と離間して配置され、且つ、絶縁層82を介して光電変換層23と対向して配置された電荷蓄積用電極24を備えている。尚、ワイヤグリッド偏光素子91を簡素化して図示している。

[0238] そして、半導体基板（より具体的には、シリコン半導体層）70を更に備えており、光電変換部（電荷蓄積用電極を備えた光電変換部）は、半導体基板70の上方に配置されている。また、半導体基板70に設けられ、第1電極21及び第2電極22が接続された駆動回路を有する制御部を更に備えている。ここで、半導体基板70における光入射面を上方とし、半導体基板70の反対側を下方とする。半導体基板70の下方には複数の配線から成る配線層62が設けられている。

[0239] 半導体基板70には、制御部を構成する少なくとも浮遊拡散層 FD_1 及び増幅トランジスタ $TR1_{amp}$ が設けられており、第1電極21は、浮遊拡散層 FD_1 及び増幅トランジスタ $TR1_{amp}$ のゲート部に接続されている。半導体基板70には、更に、制御部を構成するリセット・トランジスタ $TR1_{rst}$ 及び選択トランジスタ $TR1_{sel}$ が設けられている。浮遊拡散層 FD_1 は、リセット・トランジスタ $TR1_{rst}$ の一方のソース／ドレイン領域に接続されており、増幅トランジスタ $TR1_{amp}$ の一方のソース／ドレイン領域は、選択トランジスタ $TR1_{sel}$ の一方のソース／ドレイン領域に接続されており、選択トランジスタ $TR1_{sel}$ の他方のソース／ドレイン領域は信号線 $VS L_1$ に接続されている。これらの増幅トランジスタ $TR1_{amp}$ 、リセット・トランジスタ $TR1_{rst}$ 及び選択トランジスタ $TR1_{sel}$ は、駆動回路を構成する。

[0240] 具体的には、実施例7の積層型撮像素子は、裏面照射型の撮像素子であり

、緑色光を吸収する第1タイプの緑色光用光電変換層を備えた緑色光に感度を有する第1タイプの実施例7の緑色光用撮像素子（以下、『第1撮像素子』と呼ぶ）、青色光を吸収する第2タイプの青色光用光電変換層を備えた青色光に感度を有する第2タイプの従来の青色光用撮像素子（以下、『第2撮像素子』と呼ぶ）、赤色光を吸収する第2タイプの赤色光用光電変換層を備えた赤色光に感度を有する第2タイプの従来の赤色光用撮像素子（以下、『第3撮像素子』と呼ぶ）の3つの撮像素子が積層された構造を有する。ここで赤色光用撮像素子（第3撮像素子）及び青色光用撮像素子（第2撮像素子）は、半導体基板70内に設けられており、第2撮像素子の方が、第3撮像素子よりも光入射側に位置する。また、緑色光用撮像素子（第1撮像素子）は、青色光用撮像素子（第2撮像素子）の上方に設けられている。第1撮像素子、第2撮像素子及び第3撮像素子の積層構造によって、1画素が構成される。カラーフィルタ層は設けられていない。

[0241] 第1撮像素子にあっては、層間絶縁層81上に、第1電極21及び電荷蓄積用電極24が、離間して形成されている。層間絶縁層81及び電荷蓄積用電極24は、絶縁層82によって覆われている。絶縁層82上には光電変換層23が形成され、光電変換層23上には第2電極22が形成されている。第2電極22を含む全面には、第1層間絶縁層83が形成されており、第1層間絶縁層83上にワイヤグリッド偏光素子91、第2層間絶縁層84、オンチップ・マイクロレンズ下地層14、オンチップ・マイクロレンズ15が設けられている。カラーフィルタ層は設けられていない。第1電極21、電荷蓄積用電極24及び第2電極22は、例えば、ITO（仕事関数：約4.4 eV）から成る透明電極から構成されている。光電変換層23は、少なくとも緑色光に感度を有する周知の有機光電変換材料（例えば、ローダミン系色素、メラシアニン系色素、キナクリドン等の有機系材料）を含む層から構成されている。また、光電変換層23は、更に、電荷蓄積に適した材料層を含む構成であってもよい。即ち、光電変換層23と第1電極21との間に（例えば、接続部67内に）、更に、電荷蓄積に適した材料層が形成されてい

てもよい。層間絶縁層 8 1 や絶縁層 8 2、第 1 層間絶縁層 8 3、第 2 層間絶縁層 8 4 は、周知の絶縁材料（例えば、 SiO_2 や SiN ）から構成されている。光電変換層 2 3 と第 1 電極 2 1 とは、絶縁層 8 2 に設けられた接続部 6 7 によって接続されている。接続部 6 7 内には、光電変換層 2 3 が延在している。即ち、光電変換層 2 3 は、絶縁層 8 2 に設けられた開口部 8 5 内を延在し、第 1 電極 2 1 と接続されている。

[0242] 電荷蓄積用電極 2 4 は駆動回路に接続されている。具体的には、電荷蓄積用電極 2 4 は、層間絶縁層 8 1 内に設けられた接続孔 6 6、パッド部 6 4 及び配線 V_{OA} を介して、駆動回路を構成する垂直駆動回路 1 1 2 に接続されている。

[0243] 電荷蓄積用電極 2 4 の大きさは第 1 電極 2 1 よりも大きい。電荷蓄積用電極 2 4 の面積を S_1' 、第 1 電極 2 1 の面積を S_1 としたとき、限定するものではないが、

$$4 \leq S_1' / S_1$$

を満足することが好ましく、実施例 7 にあつては、限定するものではないが、例えば、

$$S_1' / S_1 = 8$$

とした。尚、後述する実施例 1 3 ~ 実施例 1 6 にあつては、3 つの光電変換部セグメント $10'_1$, $10'_2$, $10'_3$) の大きさを同じ大きさとし、平面形状も同じとした。

[0244] 半導体基板 7 0 の第 1 面（おもて面）7 0 A の側には素子分離領域 7 1 が形成され、また、半導体基板 7 0 の第 1 面 7 0 A には酸化膜 7 2 が形成されている。更には、半導体基板 7 0 の第 1 面側には、第 1 撮像素子の制御部を構成するリセット・トランジスタ $TR1_{rst}$ 、増幅トランジスタ $TR1_{amp}$ 及び選択トランジスタ $TR1_{sel}$ が設けられ、更に、第 1 浮遊拡散層 FD_1 が設けられている。

[0245] リセット・トランジスタ $TR1_{rst}$ は、ゲート部 5 1、チャネル形成領域 5 1 A、及び、ソース／ドレイン領域 5 1 B, 5 1 C から構成されている。リセ

ット・トランジスタ TR_{rst} のゲート部 51 はリセット線 RS_{T1} に接続され、リセット・トランジスタ TR_{rst} の一方のソース／ドレイン領域 51C は、第1浮遊拡散層 FD_1 を兼ねており、他方のソース／ドレイン領域 51B は、電源 V_{DD} に接続されている。

[0246] 第1電極 21 は、層間絶縁層 81 内に設けられた接続孔 65、パッド部 63、半導体基板 70 及び層間絶縁層 76 に形成されたコンタクトホール部 61、層間絶縁層 76 に形成された配線層 62 を介して、リセット・トランジスタ TR_{rst} の一方のソース／ドレイン領域 51C（第1浮遊拡散層 FD_1 ）に接続されている。

[0247] 増幅トランジスタ TR_{amp} は、ゲート部 52、チャネル形成領域 52A、及び、ソース／ドレイン領域 52B、52C から構成されている。ゲート部 52 は配線層 62 を介して、第1電極 21 及びリセット・トランジスタ TR_{rst} の一方のソース／ドレイン領域 51C（第1浮遊拡散層 FD_1 ）に接続されている。また、一方のソース／ドレイン領域 52B は、電源 V_{DD} に接続されている。

[0248] 選択トランジスタ TR_{sel} は、ゲート部 53、チャネル形成領域 53A、及び、ソース／ドレイン領域 53B、53C から構成されている。ゲート部 53 は、選択線 SEL_1 に接続されている。また、一方のソース／ドレイン領域 53B は、増幅トランジスタ TR_{amp} を構成する他方のソース／ドレイン領域 52C と領域を共有しており、他方のソース／ドレイン領域 53C は、信号線（データ出力線） VS_{L1} （117）に接続されている。

[0249] 第2撮像素子は、半導体基板 70 に設けられた n 型半導体領域 41 を光電変換層として備えている。縦型トランジスタから成る転送トランジスタ TR_{trs} のゲート部 45 が、n 型半導体領域 41 まで延びており、且つ、転送ゲート線 TG_2 に接続されている。また、転送トランジスタ TR_{trs} のゲート部 45 の近傍の半導体基板 70 の領域 45C には、第2浮遊拡散層 FD_2 が設けられている。n 型半導体領域 41 に蓄積された電荷は、ゲート部 45 に沿って形成される転送チャネルを介して第2浮遊拡散層 FD_2 に読み出される。

- [0250] 第2撮像素子にあっては、更に、半導体基板70の第1面側に、第2撮像素子の制御部を構成するリセット・トランジスタ TR_{rst2} 、増幅トランジスタ TR_{amp2} 及び選択トランジスタ TR_{sel2} が設けられている。
- [0251] リセット・トランジスタ TR_{rst2} は、ゲート部、チャネル形成領域、及び、ソース／ドレイン領域から構成されている。リセット・トランジスタ TR_{rst2} のゲート部はリセット線 RS_2 に接続され、リセット・トランジスタ TR_{rst2} の一方のソース／ドレイン領域は電源 V_{DD} に接続され、他方のソース／ドレイン領域は、第2浮遊拡散層 FD_2 を兼ねている。
- [0252] 増幅トランジスタ TR_{amp2} は、ゲート部、チャネル形成領域、及び、ソース／ドレイン領域から構成されている。ゲート部は、リセット・トランジスタ TR_{rst2} の他方のソース／ドレイン領域（第2浮遊拡散層 FD_2 ）に接続されている。また、一方のソース／ドレイン領域は、電源 V_{DD} に接続されている。
- [0253] 選択トランジスタ TR_{sel2} は、ゲート部、チャネル形成領域、及び、ソース／ドレイン領域から構成されている。ゲート部は、選択線 SEL_2 に接続されている。また、一方のソース／ドレイン領域は、増幅トランジスタ TR_{amp2} を構成する他方のソース／ドレイン領域と領域を共有しており、他方のソース／ドレイン領域は、信号線（データ出力線） VS_2 に接続されている。
- [0254] 第3撮像素子は、半導体基板70に設けられたn型半導体領域43を光電変換層として備えている。転送トランジスタ TR_{trs3} のゲート部46は転送ゲート線 TG_3 に接続されている。また、転送トランジスタ TR_{trs3} のゲート部46の近傍の半導体基板70の領域46Cには、第3浮遊拡散層 FD_3 が設けられている。n型半導体領域43に蓄積された電荷は、ゲート部46に沿って形成される転送チャネル46Aを介して第3浮遊拡散層 FD_3 に読み出される。
- [0255] 第3撮像素子にあっては、更に、半導体基板70の第1面側に、第3撮像素子の制御部を構成するリセット・トランジスタ TR_{rst3} 、増幅トランジスタ TR_{amp3} 及び選択トランジスタ TR_{sel3} が設けられている。
- [0256] リセット・トランジスタ TR_{rst3} は、ゲート部、チャネル形成領域、及び、

ソース／ドレイン領域から構成されている。リセット・トランジスタ TR_{rst} のゲート部はリセット線 $RS T_3$ に接続され、リセット・トランジスタ TR_{rst} の一方のソース／ドレイン領域は電源 V_{DD} に接続され、他方のソース／ドレイン領域は、第3浮遊拡散層 FD_3 を兼ねている。

[0257] 増幅トランジスタ TR_{amp} は、ゲート部、チャネル形成領域、及び、ソース／ドレイン領域から構成されている。ゲート部は、リセット・トランジスタ TR_{rst} の他方のソース／ドレイン領域（第3浮遊拡散層 FD_3 ）に接続されている。また、一方のソース／ドレイン領域は、電源 V_{DD} に接続されている。

[0258] 選択トランジスタ TR_{sel} は、ゲート部、チャネル形成領域、及び、ソース／ドレイン領域から構成されている。ゲート部は、選択線 SEL_3 に接続されている。また、一方のソース／ドレイン領域は、増幅トランジスタ TR_{amp} を構成する他方のソース／ドレイン領域と領域を共有しており、他方のソース／ドレイン領域は、信号線（データ出力線） VSL_3 に接続されている。

[0259] リセット線 $RS T_1$, $RS T_2$, $RS T_3$ 、選択線 SEL_1 , SEL_2 , SEL_3 、転送ゲート線 TG_2 , TG_3 は、駆動回路を構成する垂直駆動回路 112 に接続され、信号線（データ出力線） VSL_1 , VSL_2 , VSL_3 は、駆動回路を構成するカラム信号処理回路 113 に接続されている。

[0260] n型半導体領域 43 と半導体基板 70 の表面 70A との間には p^+ 層 44 が設けられており、暗電流発生を抑制している。n型半導体領域 41 と n型半導体領域 43 との間には、 p^+ 層 42 が形成されており、更には、n型半導体領域 43 の側面の一部は p^+ 層 42 によって囲まれている。半導体基板 70 の裏面 70B の側には、 p^+ 層 73 が形成されており、 p^+ 層 73 から半導体基板 70 の内部のコンタクトホール部 61 を形成すべき部分には、 HfO_2 膜 74 及び絶縁材料膜 75 が形成されている。層間絶縁層 76 には、複数の層に互配線が形成されているが、図示は省略した。

[0261] HfO_2 膜 74 は、負の固定電荷を有する膜であり、このような膜を設けることによって、暗電流の発生を抑制することができる。尚、 HfO_2 膜の代わりに、酸化アルミニウム (Al_2O_3) 膜、酸化ジルコニウム (ZrO_2) 膜、酸

化タンタル (Ta_2O_5) 膜、酸化チタン (TiO_2) 膜、酸化ランタン (La_2O_3) 膜、酸化プラセオジム (Pr_2O_3) 膜、酸化セリウム (CeO_2) 膜、酸化ネオジム (Nd_2O_3) 膜、酸化プロメチウム (Pm_2O_3) 膜、酸化サマリウム (Sm_2O_3) 膜、酸化ユウロピウム (Eu_2O_3) 膜、酸化ガドリニウム (Gd_2O_3) 膜、酸化テルビウム (Tb_2O_3) 膜、酸化ジスプロシウム (Dy_2O_3) 膜、酸化ホルミウム (Ho_2O_3) 膜、酸化ツリウム (Tm_2O_3) 膜、酸化イットルビウム (Yb_2O_3) 膜、酸化ルテチウム (Lu_2O_3) 膜、酸化イットリウム (Y_2O_3) 膜、窒化ハフニウム膜、窒化アルミニウム膜、酸窒化ハフニウム膜、酸窒化アルミニウム膜を用いることもできる。これらの膜の成膜（形成）方法として、例えば、CVD法、PVD法、ALD法が挙げることができる。

[0262] 以下、図45及び図46Aを参照して、実施例7の電荷蓄積用電極を備えた積層型撮像素子（あるいは又、本開示における撮像素子、第1撮像素子）の動作を説明する。ここで、第1電極21の電位を第2電極22の電位よりも高くした。即ち、例えば、第1電極21を正の電位とし、第2電極22を負の電位とし、光電変換層23において光電変換によって生成した電子が浮遊拡散層に読み出される。他の実施例においても同様とする。尚、第1電極21を負の電位とし、第2電極22を正の電位とし、光電変換層23において光電変換に基づき生成した正孔が浮遊拡散層に読み出される形態にあっては、以下の述べる電位の高低を逆にすればよい。

[0263] 図45、後述する実施例10における図60、図61、実施例12における図72、図73中で使用している符号は、以下のとおりである。

[0264] P_A 電荷蓄積用電極24あるいは転送制御用電極（電荷転送電極）25と第1電極21の中間に位置する領域と対向した光電変換層23の領域の点 P_A における電位

P_B 電荷蓄積用電極24と対向した光電変換層23の領域の点 P_B における電位

P_{C1} 電荷蓄積用電極セグメント24Aと対向した光電変換層23

の領域の点 P_{C1} における電位

P_{C2} 電荷蓄積用電極セグメント 24 B と対向した光電変換層 23

の領域の点 P_{C2} における電位

P_{C3} 電荷蓄積用電極セグメント 24 C と対向した光電変換層 23

の領域の点 P_{C3} における電位

P_D 転送制御用電極（電荷転送電極）25 と対向した光電変換層 2

3 の領域の点 P_D における電位

F_D 第 1 浮遊拡散層 F_{D1} における電位

V_{OA} 電荷蓄積用電極 24 における電位

V_{OA-A} 電荷蓄積用電極セグメント 24 A における電位

V_{OA-B} 電荷蓄積用電極セグメント 24 B における電位

V_{OA-C} 電荷蓄積用電極セグメント 24 C における電位

V_{OT} 転送制御用電極（電荷転送電極）25 における電位

RST リセット・トランジスタ $TR1_{rst}$ のゲート部 51 における電位

V_{DD} 電源の電位

VSL_1 信号線（データ出力線） VSL_1

$TR1_{rst}$ リセット・トランジスタ $TR1_{rst}$

$TR1_{amp}$ 増幅トランジスタ $TR1_{amp}$

$TR1_{sel}$ 選択トランジスタ $TR1_{sel}$

[0265] 電荷蓄積期間においては、駆動回路から、第 1 電極 21 に電位 V_{11} が印加され、電荷蓄積用電極 24 に電位 V_{12} が印加される。光電変換層 23 に入射された光によって光電変換層 23 において光電変換が生じる。光電変換によって生成した正孔は、第 2 電極 22 から配線 V_{0U} を介して駆動回路へと送出される。一方、第 1 電極 21 の電位を第 2 電極 22 の電位よりも高くしたので、即ち、例えば、第 1 電極 21 に正の電位が印加され、第 2 電極 22 に負の電位が印加されるとしたので、 $V_{12} \geq V_{11}$ 、好ましくは、 $V_{12} > V_{11}$ とする。これによって、光電変換によって生成した電子は、電荷蓄積用電極 24 に引き付けられ、電荷蓄積用電極 24 と対向した光電変換層 23 の領域に止まる。即ち

、光電変換層 2 3 に電荷が蓄積される。 $V_{12} > V_{11}$ であるが故に、光電変換層 2 3 の内部に生成した電子が、第 1 電極 2 1 に向かって移動することはない。光電変換の時間経過に伴い、電荷蓄積用電極 2 4 と対向した光電変換層 2 3 の領域における電位は、より負側の値となる。

[0266] 電荷蓄積期間の後期において、リセット動作がなされる。これによって、第 1 浮遊拡散層 FD_1 の電位がリセットされ、第 1 浮遊拡散層 FD_1 の電位は電源の電位 V_{DD} となる。

[0267] リセット動作の完了後、電荷の読み出しを行う。即ち、電荷転送期間において、駆動回路から、第 1 電極 2 1 に電位 V_{21} が印加され、電荷蓄積用電極 2 4 に電位 V_{22} が印加される。ここで、 $V_{22} < V_{21}$ とする。これによって、電荷蓄積用電極 2 4 と対向した光電変換層 2 3 の領域に止まっていた電子は、第 1 電極 2 1、更には、第 1 浮遊拡散層 FD_1 へと読み出される。即ち、光電変換層 2 3 に蓄積された電荷が制御部に読み出される。

[0268] 以上で、電荷蓄積、リセット動作、電荷転送といった一連の動作が完了する。

[0269] 第 1 浮遊拡散層 FD_1 へ電子が読み出された後の増幅トランジスタ TR_{1_amp} 、選択トランジスタ TR_{1_sel} の動作は、従来のこれらのトランジスタの動作と同じである。また、第 2 撮像素子、第 3 撮像素子の電荷蓄積、リセット動作、電荷転送といった一連の動作は、従来の電荷蓄積、リセット動作、電荷転送といった一連の動作と同様である。また、第 1 浮遊拡散層 FD_1 のリセットノイズは、従来と同様に、相関 2 重サンプリング (CDS, Correlated Double Sampling) 処理によって除去することができる。

[0270] 以上のとおり、実施例 7 にあっては、第 1 電極と離間して配置され、且つ、絶縁層を介して光電変換層と対向して配置された電荷蓄積用電極が備えられているので、光電変換部（電荷蓄積用電極を備えた光電変換部）に光が照射され、光電変換部において光電変換されるとき、光電変換層と絶縁層と電荷蓄積用電極とによって一種のキャパシタが形成され、光電変換層に電荷を蓄えることができる。それ故、露光開始時、電荷蓄積部を完全空乏化し、電

荷を消去することが可能となる。その結果、 kTC ノイズが大きくなり、ランダムノイズが悪化し、撮像画質の低下をもたらすといった現象の発生を抑制することができる。また、全画素を一斉にリセットすることができるので、所謂グローバルシャッター機能を実現することができる。

[0271] 実施例7の積層型撮像素子の変形例の等価回路図を図49に示し、第1電極及び電荷蓄積用電極並びに制御部を構成するトランジスタの模式的な配置図を図50に示すように、リセット・トランジスタ $TR1_{rst}$ の他方のソース／ドレイン領域51Bを、電源 V_{DD} に接続する代わりに、接地してもよい。

[0272] 実施例7の積層型撮像素子は、例えば、以下の方法で作製することができる。即ち、先ず、SOI基板を準備する。そして、SOI基板の表面に第1シリコン層をエピタキシャル成長法に基づき形成し、この第1シリコン層に、 p^+ 層73、 n 型半導体領域41を形成する。次いで、第1シリコン層上に第2シリコン層をエピタキシャル成長法に基づき形成し、この第2シリコン層に、素子分離領域71、酸化膜72、 p^+ 層42、 n 型半導体領域43、 p^+ 層44を形成する。また、第2シリコン層に、積層型撮像素子の制御部を構成する各種トランジスタ等を形成し、更にその上に、配線層62や層間絶縁層76、各種配線を形成した後、層間絶縁層76と支持基板（図示せず）とを貼り合わせる。その後、SOI基板を除去して第1シリコン層を露出させる。尚、第2シリコン層の表面が半導体基板70の表面70Aに該当し、第1シリコン層の表面が半導体基板70の裏面70Bに該当する。また、第1シリコン層と第2シリコン層を纏めて半導体基板70と表現している。次いで、半導体基板70の裏面70Bの側に、コンタクトホール部61を形成するための開口部を形成し、 HfO_2 膜74、絶縁材料膜75及びコンタクトホール部61を形成し、更に、パッド部63、64、層間絶縁層81、接続孔65、66、第1電極21、電荷蓄積用電極24、絶縁層82を形成する。次に、接続部67を開口し、光電変換層23、第2電極22、第1層間絶縁層83、ワイヤグリッド偏光素子91、第2層間絶縁層84、オンチップ・マイクロレンズ下地層14及びオンチップ・マイクロレンズ15を形成する。

。以上によって、実施例 7 の積層型撮像素子を得ることができる。

実施例 8

[0273] 実施例 8 は、実施例 7 の変形である。図 5 1 に模式的な一部断面図を示す実施例 8 の積層型撮像素子は、表面照射型の撮像素子であり、緑色光を吸収する第 1 タイプの緑色光用光電変換層を備えた緑色光に感度を有する第 1 タイプの実施例 7 の緑色光用撮像素子（第 1 撮像素子）、青色光を吸収する第 2 タイプの青色光用光電変換層を備えた青色光に感度を有する第 2 タイプの従来の青色光用撮像素子（第 2 撮像素子）、赤色光を吸収する第 2 タイプの赤色光用光電変換層を備えた赤色光に感度を有する第 2 タイプの従来の赤色光用撮像素子（第 3 撮像素子）の 3 つの撮像素子が積層された構造を有する。ここで赤色光用撮像素子（第 3 撮像素子）及び青色光用撮像素子（第 2 撮像素子）は、半導体基板 70 内に設けられており、第 2 撮像素子の方が、第 3 撮像素子よりも光入射側に位置する。また、緑色光用撮像素子（第 1 撮像素子）は、青色光用撮像素子（第 2 撮像素子）の上方に設けられている。

[0274] 半導体基板 70 の表面 70A 側には、実施例 7 と同様に制御部を構成する各種トランジスタが設けられている。これらのトランジスタは、実質的に実施例 7 において説明したトランジスタと同様の構成、構造とすることができる。また、半導体基板 70 には、第 2 撮像素子、第 3 撮像素子が設けられているが、これらの撮像素子も、実質的に実施例 7 において説明した第 2 撮像素子、第 3 撮像素子と同様の構成、構造とすることができる。

[0275] 半導体基板 70 の表面 70A の上には、層間絶縁層 77, 78 が形成されており、層間絶縁層 78 の上に、実施例 7 の積層型撮像素子を構成する電荷蓄積用電極を備えた光電変換部（第 1 電極 21、光電変換層 23 及び第 2 電極 22、並びに、電荷蓄積用電極 24 等）が設けられている。

[0276] このように、表面照射型である点を除き、実施例 8 の積層型撮像素子の構成、構造は、実施例 7 の積層型撮像素子の構成、構造と同様とすることができるので、詳細な説明は省略する。

実施例 9

[0277] 実施例 9 は、実施例 7 及び実施例 8 の変形である。

[0278] 図 5 2 に模式的な一部断面図を示す実施例 9 の積層型撮像素子は、裏面照射型の撮像素子であり、第 1 タイプの実施例 7 の第 1 撮像素子、及び、第 2 タイプの第 2 撮像素子の 2 つの撮像素子が積層された構造を有する。また、図 5 3 に模式的な一部断面図を示す実施例 9 の積層型撮像素子の変形例は、表面照射型の撮像素子であり、第 1 タイプの実施例 7 の第 1 撮像素子、及び、第 2 タイプの第 2 撮像素子の 2 つの撮像素子が積層された構造を有する。ここで、第 1 撮像素子は原色の光を吸収し、第 2 撮像素子は補色の光を吸収する。あるいは又、第 1 撮像素子は白色光を吸収し、第 2 撮像素子は赤外線を吸収する。

[0279] 図 5 4 に模式的な一部断面図を示す実施例 9 の撮像素子の変形例は、裏面照射型の撮像素子であり、第 1 タイプの実施例 7 の第 1 撮像素子から構成されている。また、図 5 5 に模式的な一部断面図を示す実施例 9 の撮像素子の変形例は、表面照射型の撮像素子であり、第 1 タイプの実施例 7 の第 1 撮像素子から構成されている。ここで、第 1 撮像素子は、赤色光を吸収する撮像素子、緑色光を吸収する撮像素子、青色光を吸収する撮像素子の 3 種類の撮像素子から構成されている。更には、これらの撮像素子の複数から、本開示の第 1 の態様に係る固体撮像装置が構成される。複数のこれらの撮像素子の配置として、ベイア配列を挙げることができる。各撮像素子の光入射側には、必要に応じて、青色、緑色、赤色の分光を行うためのカラーフィルタ層が配設されている。

[0280] 尚、第 1 タイプの実施例 7 の電荷蓄積用電極を備えた光電変換部を 1 つ、設ける代わりに、2 つ、積層する形態（即ち、電荷蓄積用電極を備えた光電変換部を 2 つ、積層し、半導体基板に 2 つの光電変換部の制御部を設ける形態）、あるいは又、3 つ、積層する形態（即ち、電荷蓄積用電極を備えた光電変換部を 3 つ、積層し、半導体基板に 3 つの光電変換部の制御部を設ける形態）とすることもできる。第 1 タイプの撮像素子と第 2 タイプの撮像素子の積層構造例を、以下の表に例示する。

[0281]

	第 1 タイプ	第 2 タイプ
裏面照射型 及び 表面照射型	1 緑色	2 青色＋赤色
	1 原色	1 補色
	1 白色	1 赤外線
	1 青色又は緑色又は赤色	0
	2 緑色＋赤外光	2 青色＋赤色
	2 緑色＋青色	1 赤色
	2 白色＋赤外光	0
	3 緑色＋青色＋赤色	2 青緑色（エメラルド色） ＋赤外光
	3 緑色＋青色＋赤色	1 赤外光
	3 青色＋緑色＋赤色	0

実施例 10

[0282] 実施例 10 は、実施例 7 ～ 実施例 9 の変形であり、転送制御用電極（電荷転送電極）を備えた本開示における撮像素子に関する。実施例 10 の積層型撮像素子の一部分の模式的な一部断面図を図 56 に示し、実施例 10 の積層型撮像素子の等価回路図を図 57 及び図 58 に示し、実施例 10 の積層型撮像素子の電荷蓄積用電極を備えた光電変換部を構成する第 1 電極、転送制御用電極及び電荷蓄積用電極並びに制御部を構成するトランジスタの模式的な配置図を図 59 に示し、実施例 10 の積層型撮像素子の動作時の各部位における電位の状態を模式的に図 60 及び図 61 に示し、実施例 10 の積層型撮像素子の各部位を説明するための等価回路図を図 46B に示す。また、実施

例 10 の積層型撮像素子の電荷蓄積用電極を備えた光電変換部を構成する第 1 電極、転送制御用電極及び電荷蓄積用電極の模式的な配置図を図 6 2 に示し、第 1 電極、転送制御用電極、電荷蓄積用電極、第 2 電極及びコンタクトホール部の模式的な透視斜視図を図 6 3 に示す。

[0283] 実施例 10 の積層型撮像素子にあっては、第 1 電極 2 1 と電荷蓄積用電極 2 4 との間に、第 1 電極 2 1 及び電荷蓄積用電極 2 4 と離間して配置され、且つ、絶縁層 8 2 を介して光電変換層 2 3 と対向して配置された転送制御用電極（電荷転送電極）2 5 を更に備えている。転送制御用電極 2 5 は、層間絶縁層 8 1 内に設けられた接続孔 6 8 B、パッド部 6 8 A 及び配線 V_{0T} を介して、駆動回路を構成する画素駆動回路に接続されている。尚、層間絶縁層 8 1 より下方に位置する各種の撮像素子構成要素を、図面を簡素化するために、便宜上、纏めて、参照番号 1 3 で示す。

[0284] 以下、図 6 0、図 6 1 を参照して、実施例 10 の積層型撮像素子（第 1 撮像素子）の動作を説明する。尚、図 6 0 と図 6 1 とでは、特に、電荷蓄積用電極 2 4 に印加される電位及び点 P_D における電位の値が相違している。

[0285] 電荷蓄積期間において、駆動回路から、第 1 電極 2 1 に電位 V_{11} が印加され、電荷蓄積用電極 2 4 に電位 V_{12} が印加され、転送制御用電極 2 5 に電位 V_{13} が印加される。光電変換層 2 3 に入射された光によって光電変換層 2 3 において光電変換が生じる。光電変換によって生成した正孔は、第 2 電極 2 2 から配線 V_{00} を介して駆動回路へと送出される。一方、第 1 電極 2 1 の電位を第 2 電極 2 2 の電位よりも高くしたので、即ち、例えば、第 1 電極 2 1 に正の電位が印加され、第 2 電極 2 2 に負の電位が印加されるとしたので、 $V_{12} > V_{11}$ （例えば、 $V_{12} > V_{11} > V_{13}$ 、又は、 $V_{11} > V_{12} > V_{13}$ ）とする。これによって、光電変換によって生成した電子は、電荷蓄積用電極 2 4 に引き付けられ、電荷蓄積用電極 2 4 と対向した光電変換層 2 3 の領域に止まる。即ち、光電変換層 2 3 に電荷が蓄積される。 $V_{12} > V_{13}$ であるが故に、光電変換層 2 3 の内部に生成した電子が、第 1 電極 2 1 に向かって移動することを確実に防止することができる。光電変換の時間経過に伴い、電荷蓄積用電極 2 4 と対向し

た光電変換層 2 3 の領域における電位は、より負側の値となる。

[0286] 電荷蓄積期間の後期において、リセット動作がなされる。これによって、第 1 浮遊拡散層 FD_1 の電位がリセットされ、第 1 浮遊拡散層 FD_1 の電位は電源の電位 V_{DD} となる。

[0287] リセット動作の完了後、電荷の読み出しを行う。即ち、電荷転送期間において、駆動回路から、第 1 電極 2 1 に電位 V_{21} が印加され、電荷蓄積用電極 2 4 に電位 V_{22} が印加され、転送制御用電極 2 5 に電位 V_{23} が印加される。ここで、 $V_{22} \leq V_{23} \leq V_{21}$ とする。これによって、電荷蓄積用電極 2 4 と対向した光電変換層 2 3 の領域に止まっていた電子は、第 1 電極 2 1、更には、第 1 浮遊拡散層 FD_1 へと確実に読み出される。即ち、光電変換層 2 3 に蓄積された電荷が制御部に読み出される。

[0288] 以上で、電荷蓄積、リセット動作、電荷転送といった一連の動作が完了する。

[0289] 第 1 浮遊拡散層 FD_1 へ電子が読み出された後の増幅トランジスタ TR_{1_amp} 、選択トランジスタ TR_{1_sel} の動作は、従来のこれらのトランジスタの動作と同じである。また、例えば、第 2 撮像素子、第 3 撮像素子の電荷蓄積、リセット動作、電荷転送といった一連の動作は、従来の電荷蓄積、リセット動作、電荷転送といった一連の動作と同様である。

[0290] 実施例 10 の積層型撮像素子の変形例を構成する第 1 電極及び電荷蓄積用電極並びに制御部を構成するトランジスタの模式的な配置図を図 6 4 に示すように、リセット・トランジスタ TR_{1_rst} の他方のソース／ドレイン領域 5 1 B を、電源 V_{DD} に接続する代わりに、接地してもよい。

実施例 11

[0291] 実施例 11 は、実施例 7 ～実施例 10 の変形であり、電荷排出電極を備えた本開示における撮像素子に関する。実施例 11 の積層型撮像素子の一部分の模式的な一部断面図を図 6 5 に示し、実施例 11 の積層型撮像素子の電荷蓄積用電極を備えた光電変換部を構成する第 1 電極、電荷蓄積用電極及び電荷排出電極の模式的な配置図を図 6 6 に示し、第 1 電極、電荷蓄積用電極、

電荷排出電極、第2電極及びコンタクトホール部の模式的な透視斜視図を図67に示す。

- [0292] 実施例11の積層型撮像素子にあっては、接続部69を介して光電変換層23に接続され、第1電極21及び電荷蓄積用電極24と離間して配置された電荷排出電極26を更に備えている。ここで、電荷排出電極26は、第1電極21及び電荷蓄積用電極24を取り囲むように（即ち、額縁状に）配置されている。電荷排出電極26は、駆動回路を構成する画素駆動回路に接続されている。接続部69内には、光電変換層23が延在している。即ち、光電変換層23は、絶縁層82に設けられた第2開口部86内を延在し、電荷排出電極26と接続されている。電荷排出電極26は、複数の積層型撮像素子において共有化（共通化）されている。
- [0293] 実施例11にあっては、電荷蓄積期間において、駆動回路から、第1電極21に電位 V_{11} が印加され、電荷蓄積用電極24に電位 V_{12} が印加され、電荷排出電極26に電位 V_{14} が印加され、光電変換層23に電荷が蓄積される。光電変換層23に入射された光によって光電変換層23において光電変換が生じる。光電変換によって生成した正孔は、第2電極22から配線 V_{0U} を介して駆動回路へと送出される。一方、第1電極21の電位を第2電極22の電位よりも高くしたので、即ち、例えば、第1電極21に正の電位が印加され、第2電極22に負の電位が印加されるとしたので、 $V_{14} > V_{11}$ （例えば、 $V_{12} > V_{14} > V_{11}$ ）とする。これによって、光電変換によって生成した電子は、電荷蓄積用電極24に引き付けられ、電荷蓄積用電極24と対向した光電変換層23の領域に止まり、第1電極21に向かって移動することを確実に防止することができる。但し、電荷蓄積用電極24による引き付けが充分ではなく、あるいは又、光電変換層23に蓄積しきれなかった電子（所謂オーバーフローした電子）は、電荷排出電極26を経由して、駆動回路に送出される。
- [0294] 電荷蓄積期間の後期において、リセット動作がなされる。これによって、第1浮遊拡散層 FD_1 の電位がリセットされ、第1浮遊拡散層 FD_1 の電位は電源の電位 V_{DD} となる。

- [0295] リセット動作の完了後、電荷の読み出しを行う。即ち、電荷転送期間において、駆動回路から、第1電極21に電位 V_{21} が印加され、電荷蓄積用電極24に電位 V_{22} が印加され、電荷排出電極26に電位 V_{24} が印加される。ここで、 $V_{24} < V_{21}$ （例えば、 $V_{24} < V_{22} < V_{21}$ ）とする。これによって、電荷蓄積用電極24と対向した光電変換層23の領域に止まっていた電子は、第1電極21、更には、第1浮遊拡散層 FD_1 へと確実に読み出される。即ち、光電変換層23に蓄積された電荷が制御部に読み出される。
- [0296] 以上で、電荷蓄積、リセット動作、電荷転送といった一連の動作が完了する。
- [0297] 第1浮遊拡散層 FD_1 へ電子が読み出された後の増幅トランジスタ TR_{1amp} 、選択トランジスタ TR_{1sel} の動作は、従来のこれらのトランジスタの動作と同じである。また、例えば、第2撮像素子、第3撮像素子の電荷蓄積、リセット動作、電荷転送といった一連の動作は、従来の電荷蓄積、リセット動作、電荷転送といった一連の動作と同様である。
- [0298] 実施例11にあっては、所謂オーバーフローした電子は電荷排出電極26を経由して駆動回路に送出されるので、隣接画素の電荷蓄積部への漏れ込みを抑制することができ、ブルーミングの発生を抑えることができる。そして、これにより、積層型撮像素子の撮像性能を向上させることができる。

実施例 12

- [0299] 実施例12は、実施例7～実施例11の変形であり、複数の電荷蓄積用電極セグメントを備えた本開示における撮像素子に関する。
- [0300] 実施例12の積層型撮像素子の一部分の模式的な一部断面図を図68に示し、実施例12の積層型撮像素子の等価回路図を図69及び図70に示し、実施例12の積層型撮像素子の電荷蓄積用電極を備えた光電変換部を構成する第1電極及び電荷蓄積用電極並びに制御部を構成するトランジスタの模式的な配置図を図71に示し、実施例12の積層型撮像素子の動作時の各部位における電位の状態を模式的に図72、図73に示し、実施例12の積層型撮像素子の各部位を説明するための等価回路図を図46Cに示す。また、実

施例 1 2 の積層型撮像素子の電荷蓄積用電極を備えた光電変換部を構成する第 1 電極及び電荷蓄積用電極の模式的な配置図を図 7 4 に示し、第 1 電極、電荷蓄積用電極、第 2 電極及びコンタクトホール部の模式的な透視斜視図を図 7 5 に示す。

[0301] 実施例 1 2 において、電荷蓄積用電極 2 4 は、複数の電荷蓄積用電極セグメント 2 4 A, 2 4 B, 2 4 C から構成されている。電荷蓄積用電極セグメントの数は、2 以上であればよく、実施例 1 2 においては「3」とした。そして、実施例 1 2 の積層型撮像素子にあっては、第 1 電極 2 1 の電位が第 2 電極 2 2 の電位よりも高いので、即ち、例えば、第 1 電極 2 1 に正の電位が印加され、第 2 電極 2 2 に負の電位が印加されるので、電荷転送期間において、第 1 電極 2 1 に最も近い所に位置する電荷蓄積用電極セグメント 2 4 A に印加される電位は、第 1 電極 2 1 に最も遠い所に位置する電荷蓄積用電極セグメント 2 4 C に印加される電位よりも高い。このように、電荷蓄積用電極 2 4 に電位勾配を付与することで、電荷蓄積用電極 2 4 と対向した光電変換層 2 3 の領域に止まっていた電子は、第 1 電極 2 1、更には、第 1 浮遊拡散層 FD_1 へと一層確実に読み出される。即ち、光電変換層 2 3 に蓄積された電荷が制御部に読み出される。

[0302] 図 7 2 に示す例では、電荷転送期間において、電荷蓄積用電極セグメント 2 4 C の電位 < 電荷蓄積用電極セグメント 2 4 B の電位 < 電荷蓄積用電極セグメント 2 4 A の電位とすることで、光電変換層 2 3 の領域に止まっていた電子を、一斉に、第 1 浮遊拡散層 FD_1 へと読み出す。一方、図 7 3 に示す例では、電荷転送期間において、電荷蓄積用電極セグメント 2 4 C の電位、電荷蓄積用電極セグメント 2 4 B の電位、電荷蓄積用電極セグメント 2 4 A の電位を段々と変化させることで（即ち、階段状あるいはスロープ状に変化させることで）、電荷蓄積用電極セグメント 2 4 C と対向する光電変換層 2 3 の領域に止まっていた電子を、電荷蓄積用電極セグメント 2 4 B と対向する光電変換層 2 3 の領域に移動させ、次いで、電荷蓄積用電極セグメント 2 4 B と対向する光電変換層 2 3 の領域に止まっていた電子を、電荷蓄積用電極

セグメント 2 4 A と対向する光電変換層 2 3 の領域に移動させ、次いで、電荷蓄積用電極セグメント 2 4 A と対向する光電変換層 2 3 の領域に止まっていた電子を、第 1 浮遊拡散層 FD_1 へと確実に読み出す。

- [0303] 実施例 1 2 の積層型撮像素子の変形例を構成する第 1 電極及び電荷蓄積用電極並びに制御部を構成するトランジスタの模式的な配置図を図 7 6 に示すように、リセット・トランジスタ TR_{rst} の他方のソース／ドレイン領域 5 1 B を、電源 V_{DD} に接続する代わりに、接地してもよい。

実施例 13

- [0304] 実施例 1 3 は、実施例 7 ～実施例 1 2 の変形であり、第 1 構成及び第 6 構成の撮像素子に関する。

- [0305] 実施例 1 3 の積層型撮像素子の模式的な一部断面図を図 7 7 に示し、電荷蓄積用電極、光電変換層及び第 2 電極が積層された部分を拡大した模式的な一部断面図を図 7 8 に示す。実施例 1 3 の積層型撮像素子の等価回路図は、図 4 2 及び図 4 3 において説明した実施例 7 の積層型撮像素子の等価回路図と同様であるし、実施例 1 3 の積層型撮像素子の電荷蓄積用電極を備えた光電変換部を構成する第 1 電極及び電荷蓄積用電極並びに制御部を構成するトランジスタの模式的な配置図は、図 4 4 において説明した実施例 7 の積層型撮像素子と同様である。更には、実施例 1 3 の積層型撮像素子（第 1 撮像素子）の動作は、実質的に、実施例 7 の積層型撮像素子の動作と同様である。

- [0306] ここで、実施例 1 3 の積層型撮像素子あるいは後述する実施例 1 4 ～実施例 1 8 の積層型撮像素子において、

光電変換部は、 N 個（但し、 $N \geq 2$ ）の光電変換部セグメント（具体的には、3 つの光電変換部セグメント $10'_1$, $10'_2$, $10'_3$ ）から構成されており、

光電変換層 2 3 は、 N 個の光電変換層セグメント（具体的には、3 つの光電変換層セグメント $23'_1$, $23'_2$, $23'_3$ ）から構成されており、

絶縁層 8 2 は、 N 個の絶縁層セグメント（具体的には、3 つの絶縁層セグメント $82'_1$, $82'_2$, $82'_3$ ）から構成されており、

実施例 13～実施例 15 において、電荷蓄積用電極 24 は、N 個の電荷蓄積用電極セグメント（具体的には、各実施例にあつては、3 つの電荷蓄積用電極セグメント $24'_1$, $24'_2$, $24'_3$ ）から構成されており、

実施例 16～実施例 17 において、場合によっては、実施例 15 において、電荷蓄積用電極 24 は、相互に離間されて配置された、N 個の電荷蓄積用電極セグメント（具体的には、3 つの電荷蓄積用電極セグメント $24'_1$, $24'_2$, $24'_3$ ）から構成されており、

第 n 番目（但し、 $n = 1, 2, 3 \cdots N$ ）の光電変換部セグメント $10'_n$ は、第 n 番目の電荷蓄積用電極セグメント $24'_n$ 、第 n 番目の絶縁層セグメント $82'_n$ 及び第 n 番目の光電変換層セグメント $23'_n$ から構成されており、

n の値が大きい光電変換部セグメントほど、第 1 電極 21 から離れて位置する。

[0307] あるいは又、実施例 13 の積層型撮像素子あるいは後述する実施例 14、実施例 17 の積層型撮像素子は、

第 1 電極 21、光電変換層 23 及び第 2 電極 22 が積層されて成る光電変換部を備えており、

光電変換部は、更に、第 1 電極 21 と離間して配置され、且つ、絶縁層 82 を介して光電変換層 23 と対向して配置された電荷蓄積用電極 24 を備えており、

電荷蓄積用電極 24 と絶縁層 82 と光電変換層 23 の積層方向を Z 方向、第 1 電極 21 から離れる方向を X 方向としたとき、YZ 仮想平面で電荷蓄積用電極 24 と絶縁層 82 と光電変換層 23 が積層された積層部分を切断したときの積層部分の断面積は、第 1 電極からの距離に依存して変化する。

[0308] 更に、実施例 13 の積層型撮像素子にあつては、第 1 番目の光電変換部セグメント $10'_1$ から第 N 番目の光電変換部セグメント $10'_N$ に互り、絶縁層セグメントの厚さが、漸次、変化している。具体的には、絶縁層セグメントの厚さは、漸次、厚くなっている。あるいは又、実施例 13 の積層型撮像素

子にあっては、積層部分の断面の幅は一定であり、積層部分の断面の厚さ、具体的には、絶縁層セグメントの厚さは、第1電極21からの距離に依存して、漸次、厚くなっている。尚、絶縁層セグメントの厚さは、階段状に厚くなっている。第 n 番目の光電変換部セグメント10' _{n} 内における絶縁層セグメント82' _{n} の厚さは一定とした。第 n 番目の光電変換部セグメント10' _{n} における絶縁層セグメント82' _{n} の厚さを「1」としたとき、第 $(n+1)$ 番目の光電変換部セグメント10' _{$(n+1)$} における絶縁層セグメント82' _{$(n+1)$} の厚さとして、2乃至10を例示することができるが、このような値に限定するものではない。実施例13にあっては、電荷蓄積用電極セグメント24'₁, 24'₂, 24'₃の厚さを漸次薄くすることで、絶縁層セグメント82'₁, 82'₂, 82'₃の厚さを漸次厚くしている。光電変換層セグメント23'₁, 23'₂, 23'₃の厚さは一定である。

[0309] 以下、実施例13の積層型撮像素子の動作を説明する。

[0310] 電荷蓄積期間においては、駆動回路から、第1電極21に電位 V_{11} が印加され、電荷蓄積用電極24に電位 V_{12} が印加される。光電変換層23に入射された光によって光電変換層23において光電変換が生じる。光電変換によって生成した正孔は、第2電極22から配線 V_{00} を介して駆動回路へと送出される。一方、第1電極21の電位を第2電極22の電位よりも高くしたので、即ち、例えば、第1電極21に正の電位が印加され、第2電極22に負の電位が印加されるとしたので、 $V_{12} \geq V_{11}$ 、好ましくは、 $V_{12} > V_{11}$ とする。これによって、光電変換によって生成した電子は、電荷蓄積用電極24に引き付けられ、電荷蓄積用電極24と対向した光電変換層23の領域に止まる。即ち、光電変換層23に電荷が蓄積される。 $V_{12} > V_{11}$ であるが故に、光電変換層23の内部に生成した電子が、第1電極21に向かって移動することはない。光電変換の時間経過に伴い、電荷蓄積用電極24と対向した光電変換層23の領域における電位は、より負側の値となる。

[0311] 実施例13の積層型撮像素子にあっては、絶縁層セグメントの厚さが、漸次、厚くなる構成を採用しているので、電荷蓄積期間において、 $V_{12} \geq V_{11}$ と

いった状態になると、第 n 番目の光電変換部セグメント $10'_n$ の方が、第 $(n+1)$ 番目の光電変換部セグメント $10'_{(n+1)}$ よりも、多くの電荷を蓄積することができるし、強い電界が加わり、第 1 番目の光電変換部セグメント $10'_1$ から第 1 電極 21 への電荷の流れを確実に防止することができる。

[0312] 電荷蓄積期間の後期において、リセット動作がなされる。これによって、第 1 浮遊拡散層 FD_1 の電位がリセットされ、第 1 浮遊拡散層 FD_1 の電位は電源の電位 V_{DD} となる。

[0313] リセット動作の完了後、電荷の読み出しを行う。即ち、電荷転送期間において、駆動回路から、第 1 電極 21 に電位 V_{21} が印加され、電荷蓄積用電極 24 に電位 V_{22} が印加される。ここで、 $V_{21} > V_{22}$ とする。これによって、電荷蓄積用電極 24 と対向した光電変換層 23 の領域に止まっていた電子は、第 1 電極 21、更には、第 1 浮遊拡散層 FD_1 へと読み出される。即ち、光電変換層 23 に蓄積された電荷が制御部に読み出される。

[0314] より具体的には、電荷転送期間において、 $V_{21} > V_{22}$ といった状態になると、第 1 番目の光電変換部セグメント $10'_1$ から第 1 電極 21 への電荷の流れ、第 $(n+1)$ 番目の光電変換部セグメント $10'_{(n+1)}$ から第 n 番目の光電変換部セグメント $10'_n$ への電荷の流れを、確実に確保することができる。

[0315] 以上で、電荷蓄積、リセット動作、電荷転送といった一連の動作が完了する。

[0316] 実施例 13 の積層型撮像素子にあっては、第 1 番目の光電変換部セグメントから第 N 番目の光電変換部セグメントに互り、絶縁層セグメントの厚さが、漸次、変化しているので、あるいは又、 YZ 仮想平面で電荷蓄積用電極と絶縁層と光電変換層が積層された積層部分を切断したときの積層部分の断面積は、第 1 電極からの距離に依存して変化するので、一種の電荷転送勾配が形成され、光電変換によって生成した電荷を、一層容易に、且つ、確実に転送することが可能となる。

[0317] 実施例 13 の積層型撮像素子は、実質的に、実施例 7 の積層型撮像素子と同様の方法で作製することができるので、詳細な説明は省略する。

[0318] 尚、実施例 13 の積層型撮像素子にあっては、第 1 電極 21、電荷蓄積用電極 24 及び絶縁層 82 の形成において、先ず、層間絶縁層 81 上に、電荷蓄積用電極 24' ₃ を形成するための導電材料層を成膜（形成）し、導電材料層をパターニングして光電変換部セグメント 10' ₁, 10' ₂, 10' ₃ 及び第 1 電極 21 を形成すべき領域に導電材料層を残すことで、第 1 電極 21 の一部及び電荷蓄積用電極 24' ₃ を得ることができる。次に、全面に、絶縁層セグメント 82' ₃ を形成するための絶縁層を成膜（形成）し、絶縁層をパターニングし、平坦化処理を行うことで、絶縁層セグメント 82' ₃ を得ることができる。次に、全面に、電荷蓄積用電極 24' ₂ を形成するための導電材料層を成膜（形成）し、導電材料層をパターニングして、光電変換部セグメント 10' ₁, 10' ₂ 及び第 1 電極 21 を形成すべき領域に導電材料層を残すことで、第 1 電極 21 の一部及び電荷蓄積用電極 24' ₂ を得ることができる。次に、全面に絶縁層セグメント 82' ₂ を形成するための絶縁層を成膜（形成）し、絶縁層をパターニングし、平坦化処理を行うことで、絶縁層セグメント 82' ₂ を得ることができる。次に、全面に、電荷蓄積用電極 24' ₁ を形成するための導電材料層を成膜（形成）し、導電材料層をパターニングして、光電変換部セグメント 10' ₁ 及び第 1 電極 21 を形成すべき領域に導電材料層を残すことで、第 1 電極 21 及び電荷蓄積用電極 24' ₁ を得ることができる。次に、全面に絶縁層を成膜（形成）し、平坦化処理を行うことで、絶縁層セグメント 82' ₁（絶縁層 82）を得ることができる。そして、絶縁層 82 上に光電変換層 23 を形成する。こうして、光電変換部セグメント 10' ₁, 10' ₂, 10' ₃ を得ることができる。

[0319] 実施例 13 の積層型撮像素子の変形例を構成する第 1 電極及び電荷蓄積用電極並びに制御部を構成するトランジスタの模式的な配置図を図 79 に示すように、リセット・トランジスタ TR1_{rst} の他方のソース／ドレイン領域 51B を、電源 V_{DD} に接続する代わりに、接地してもよい。

実施例 14

[0320] 実施例 14 の積層型撮像素子は、本開示の第 2 構成及び第 6 構成の撮像素

子に関する。電荷蓄積用電極、光電変換層及び第2電極が積層された部分を拡大した模式的な一部断面図を図80に示すように、実施例14の積層型撮像素子にあっては、第1番目の光電変換部セグメント $10'_1$ から第N番目の光電変換部セグメント $10'_N$ に互り、光電変換層セグメントの厚さが、漸次、変化している。あるいは又、実施例14の積層型撮像素子にあっては、積層部分の断面の幅は一定であり、積層部分の断面の厚さ、具体的には、光電変換層セグメントの厚さを、第1電極21からの距離に依存して漸次、厚くする。より具体的には、光電変換層セグメントの厚さは、漸次、厚くなっている。尚、光電変換層セグメントの厚さは、階段状に厚くなっている。第n番目の光電変換部セグメント $10'_n$ 内における光電変換層セグメント $23'_n$ の厚さは一定とした。第n番目の光電変換部セグメント $10'_n$ における光電変換層セグメント $23'_n$ の厚さを「1」としたとき、第(n+1)番目の光電変換部セグメント $10'_{(n+1)}$ における光電変換層セグメント $23_{(n+1)}$ の厚さとして、2乃至10を例示することができるが、このような値に限定するものではない。実施例14にあっては、電荷蓄積用電極セグメント $24'_1$, $24'_2$, $24'_3$ の厚さを漸次薄くすることで、光電変換層セグメント $23'_1$, $23'_2$, $23'_3$ の厚さを漸次厚くしている。絶縁層セグメント $82'_1$, $82'_2$, $82'_3$ の厚さは一定である。

[0321] 実施例14の積層型撮像素子にあっては、光電変換層セグメントの厚さが、漸次、厚くなるので、電荷蓄積期間において、 $V_{12} \geq V_{11}$ といった状態になると、第n番目の光電変換部セグメント $10'_n$ の方が、第(n+1)番目の光電変換部セグメント $10'_{(n+1)}$ よりも強い電界が加わり、第1番目の光電変換部セグメント $10'_1$ から第1電極21への電荷の流れを確実に防止することができる。そして、電荷転送期間において、 $V_{22} < V_{21}$ といった状態になると、第1番目の光電変換部セグメント $10'_1$ から第1電極21への電荷の流れ、第(n+1)番目の光電変換部セグメント $10'_{(n+1)}$ から第n番目の光電変換部セグメント $10'_n$ への電荷の流れを、確実に確保することができる。

[0322] このように、実施例14の積層型撮像素子にあっては、第1番目の光電変

換部セグメントから第N番目の光電変換部セグメントに亙り、光電変換層セグメントの厚さが、漸次、変化しているので、あるいは又、YZ仮想平面で電荷蓄積用電極と絶縁層と光電変換層が積層された積層部分を切断したときの積層部分の断面積は、第1電極からの距離に依存して変化するので、一種の電荷転送勾配が形成され、光電変換によって生成した電荷を、一層容易に、且つ、確実に転送することが可能となる。

[0323] 実施例14の積層型撮像素子にあっては、第1電極21、電荷蓄積用電極24、絶縁層82及び光電変換層23の形成において、先ず、層間絶縁層81上に、電荷蓄積用電極24'₃を形成するための導電材料層を成膜（形成）し、導電材料層をパターニングして、光電変換部セグメント10'₁、10'₂、10'₃及び第1電極21を形成すべき領域に導電材料層を残すことで、第1電極21の一部及び電荷蓄積用電極24'₃を得ることができる。次いで、全面に、電荷蓄積用電極24'₂を形成するための導電材料層を成膜（形成）し、導電材料層をパターニングして、光電変換部セグメント10'₁、10'₂及び第1電極21を形成すべき領域に導電材料層を残すことで、第1電極21の一部及び電荷蓄積用電極24'₂を得ることができる。次いで、全面に、電荷蓄積用電極24'₁を形成するための導電材料層を成膜（形成）し、導電材料層をパターニングして、光電変換部セグメント10'₁及び第1電極21を形成すべき領域に導電材料層を残すことで、第1電極21及び電荷蓄積用電極24'₁を得ることができる。次に、全面に絶縁層82をコンフォーマルに成膜（形成）する。そして、絶縁層82の上に光電変換層23を形成し、光電変換層23に平坦化処理を施す。こうして、光電変換部セグメント10'₁、10'₂、10'₃を得ることができる。

実施例 15

[0324] 実施例15は、第3構成の撮像素子に関する。実施例15の積層型撮像素子の模式的な一部断面図を図81に示す。実施例15の積層型撮像素子にあっては、隣接する光電変換部セグメントにおいて、絶縁層セグメントを構成する材料が異なる。ここで、第1番目の光電変換部セグメント10'₁から第

N番目の光電変換部セグメント10'_Nに互り、絶縁層セグメントを構成する材料の比誘電率の値を、漸次、小さくしている。実施例15の積層型撮像素子にあっては、N個の電荷蓄積用電極セグメントの全てに同じ電位を加えてもよいし、N個の電荷蓄積用電極セグメントのそれぞれに、異なる電位を加えてもよい。後者の場合、実施例16において説明すると同様に、相互に離間されて配置された電荷蓄積用電極セグメント24'₁, 24'₂, 24'₃を、パッド部64₁, 64₂, 64₃を介して、駆動回路を構成する垂直駆動回路112に接続すればよい。

- [0325] そして、このような構成を採用することで、一種の電荷転送勾配が形成され、電荷蓄積期間において、 $V_{12} \geq V_{11}$ といった状態になると、第n番目の光電変換部セグメントの方が、第(n+1)番目の光電変換部セグメントよりも多くの電荷を蓄積することができる。そして、電荷転送期間において、 $V_{22} < V_{21}$ といった状態になると、第1番目の光電変換部セグメントから第1電極への電荷の流れ、第(n+1)番目の光電変換部セグメントから第n番目の光電変換部セグメントへの電荷の流れを、確実に確保することができる。

実施例 16

- [0326] 実施例16は、第4構成の撮像素子に関する。実施例16の積層型撮像素子の模式的な一部断面図を図82に示す。実施例16の積層型撮像素子にあっては、隣接する光電変換部セグメントにおいて、電荷蓄積用電極セグメントを構成する材料が異なる。ここで、第1番目の光電変換部セグメント10'₁から第N番目の光電変換部セグメント10'_Nに互り、絶縁層セグメントを構成する材料の仕事関数の値を、漸次、大きくしている。実施例16の積層型撮像素子にあっては、N個の電荷蓄積用電極セグメントの全てに同じ電位を加えてもよいし、N個の電荷蓄積用電極セグメントのそれぞれに、異なる電位を加えてもよい。後者の場合、電荷蓄積用電極セグメント24'₁, 24'₂, 24'₃は、パッド部64₁, 64₂, 64₃を介して、駆動回路を構成する垂直駆動回路112に接続されている。

実施例 17

[0327] 実施例 17 の積層型撮像素子は、第 5 構成の撮像素子に関する。実施例 17 における電荷蓄積用電極セグメントの模式的な平面図を図 83A、図 83B、図 84A 及び図 84B に示し、実施例 17 の積層型撮像素子の電荷蓄積用電極を備えた光電変換部を構成する第 1 電極及び電荷蓄積用電極並びに制御部を構成するトランジスタの模式的な配置図を図 85 に示す。実施例 17 の積層型撮像素子の模式的な一部断面図は、図 82 あるいは図 87 に示すと同様である。実施例 17 の積層型撮像素子にあっては、第 1 番目の光電変換部セグメント $10'_1$ から第 N 番目の光電変換部セグメント $10'_N$ に互り、電荷蓄積用電極セグメントの面積が、漸次、小さくなっている。実施例 17 の積層型撮像素子にあっては、N 個の電荷蓄積用電極セグメントの全てに同じ電位を加えてもよいし、N 個の電荷蓄積用電極セグメントのそれぞれに、異なる電位を加えてもよい。具体的には、実施例 16 において説明したと同様に、相互に離間されて配置された電荷蓄積用電極セグメント $24'_1$, $24'_2$, $24'_3$ を、パッド部 64_1 , 64_2 , 64_3 を介して、駆動回路を構成する垂直駆動回路 112 に接続すればよい。

[0328] 実施例 17 において、電荷蓄積用電極 24 は、複数の電荷蓄積用電極セグメント $24'_1$, $24'_2$, $24'_3$ から構成されている。電荷蓄積用電極セグメントの数は、2 以上であればよく、実施例 17 においては「3」とした。そして、実施例 17 の積層型撮像素子にあっては、第 1 電極 21 の電位が第 2 電極 22 の電位よりも高いので、即ち、例えば、第 1 電極 21 に正の電位が印加され、第 2 電極 22 に負の電位が印加されるので、電荷転送期間において、第 1 電極 21 に最も近い所に位置する電荷蓄積用電極セグメント $24'_1$ に印加される電位は、第 1 電極 21 に最も遠い所に位置する電荷蓄積用電極セグメント $24'_3$ に印加される電位よりも高い。このように、電荷蓄積用電極 24 に電位勾配を付与することで、電荷蓄積用電極 24 と対向した光電変換層 23 の領域に止まっていた電子は、第 1 電極 21、更には、第 1 浮遊拡散層 FD_1 へと一層確実に読み出される。即ち、光電変換層 23 に蓄積された電荷が制御部に読み出される。

[0329] そして、電荷転送期間において、電荷蓄積用電極セグメント $24'_3$ の電位 $<$ 電荷蓄積用電極セグメント $24'_2$ の電位 $<$ 電荷蓄積用電極セグメント $24'_1$ の電位とすることで、光電変換層 23 の領域に止まっていた電子を、一斉に、第1浮遊拡散層 FD_1 へと読み出すことができる。あるいは又、電荷転送期間において、電荷蓄積用電極セグメント $24'_3$ の電位、電荷蓄積用電極セグメント $24'_2$ の電位、電荷蓄積用電極セグメント $24'_1$ の電位を段々と変化させることで（即ち、階段状あるいはスロープ状に変化させることで）、電荷蓄積用電極セグメント $24'_3$ と対向する光電変換層 23 の領域に止まっていた電子を、電荷蓄積用電極セグメント $24'_2$ と対向する光電変換層 23 の領域に移動させ、次いで、電荷蓄積用電極セグメント $24'_2$ と対向する光電変換層 23 の領域に止まっていた電子を、電荷蓄積用電極セグメント $24'_1$ と対向する光電変換層 23 の領域に移動させ、次いで、電荷蓄積用電極セグメント $24'_1$ と対向する光電変換層 23 の領域に止まっていた電子を、第1浮遊拡散層 FD_1 へと確実に読み出すことができる。

[0330] 実施例17の積層型撮像素子の変形例を構成する第1電極及び電荷蓄積用電極並びに制御部を構成するトランジスタの模式的な配置図を図86に示すように、リセット・トランジスタ TR_{rst} の他方のソース／ドレイン領域 $51B$ を、電源 V_{DD} に接続する代わりに、接地してもよい。

[0331] 実施例17の積層型撮像素子にあっても、このような構成を採用することで、一種の電荷転送勾配が形成される。即ち、第1番目の光電変換部セグメント $10'_1$ から第 N 番目の光電変換部セグメント $10'_N$ に互り、電荷蓄積用電極セグメントの面積が、漸次、小さくなっているため、電荷蓄積期間において、 $V_{12} \geq V_{11}$ といった状態になると、第 n 番目の光電変換部セグメントの方が、第 $(n+1)$ 番目の光電変換部セグメントよりも多くの電荷を蓄積することができる。そして、電荷転送期間において、 $V_{22} < V_{21}$ といった状態になると、第1番目の光電変換部セグメントから第1電極への電荷の流れ、第 $(n+1)$ 番目の光電変換部セグメントから第 n 番目の光電変換部セグメントへの電荷の流れを、確実に確保することができる。

実施例 18

[0332] 実施例 18 は、第 6 構成の撮像素子に関する。実施例 18 の積層型撮像素子の模式的な一部断面図を、図 87 に示す。また、実施例 18 における電荷蓄積用電極セグメントの模式的な平面図を図 88A 及び図 88B に示す。実施例 18 の積層型撮像素子は、第 1 電極 21、光電変換層 23 及び第 2 電極 22 が積層されて成る光電変換部を備えており、光電変換部は、更に、第 1 電極 21 と離間して配置され、且つ、絶縁層 82 を介して光電変換層 23 と対向して配置された電荷蓄積用電極 24 ($24''_1$, $24''_2$, $24''_3$) を備えている。そして、電荷蓄積用電極 24 ($24''_1$, $24''_2$, $24''_3$) と絶縁層 82 と光電変換層 23 の積層方向を Z 方向、第 1 電極 21 から離れる方向を X 方向としたとき、YZ 仮想平面で電荷蓄積用電極 24 ($24''_1$, $24''_2$, $24''_3$) と絶縁層 82 と光電変換層 23 が積層された積層部分を切断したときの積層部分の断面積は、第 1 電極 21 からの距離に依存して変化する。

[0333] 具体的には、実施例 18 の積層型撮像素子にあっては、積層部分の断面の厚さは一定であり、積層部分の断面の幅は、第 1 電極 21 から離れるほど狭くなっている。尚、幅は、連続的に狭くなっているもよいし（図 88A 参照）、階段状に狭くなっているもよい（図 88B 参照）。

[0334] このように、実施例 18 の積層型撮像素子にあっては、YZ 仮想平面で電荷蓄積用電極 24 ($24''_1$, $24''_2$, $24''_3$) と絶縁層 82 と光電変換層 23 が積層された積層部分を切断したときの積層部分の断面積は、第 1 電極からの距離に依存して変化するるので、一種の電荷転送勾配が形成され、光電変換によって生成した電荷を、一層容易に、且つ、確実に転送することが可能となる。

実施例 19

[0335] 実施例 19 は、第 1 構成及び第 2 構成の固体撮像装置に関する。

[0336] 実施例 19 の固体撮像装置は、

第 1 電極 21、光電変換層 23 及び第 2 電極 22 が積層されて成る光電変換部を備えており、

光電変換部は、更に、第1電極21と離間して配置され、且つ、絶縁層82を介して光電変換層23と対向して配置された電荷蓄積用電極24を備えた積層型撮像素子を、複数、有しており、

複数の積層型撮像素子から撮像素子ブロックが構成されており、

撮像素子ブロックを構成する複数の積層型撮像素子において第1電極21が共有されている。

[0337] あるいは又、実施例19の固体撮像装置は、実施例7～実施例18において説明した積層型撮像素子を、複数、備えている。

[0338] 実施例19にあっては、複数の積層型撮像素子に対して1つの浮遊拡散層が設けられる。そして、電荷転送期間のタイミングを適切に制御することで、複数の積層型撮像素子が1つの浮遊拡散層を共有することが可能となる。そして、この場合、複数の積層型撮像素子が1つのコンタクトホール部を共有することが可能である。

[0339] 尚、撮像素子ブロックを構成する複数の積層型撮像素子において第1電極21が共有されている点を除き、実施例19の固体撮像装置は、実質的に、実施例7～実施例18において説明した固体撮像装置と同様の構成、構造を有する。

[0340] 実施例19の固体撮像装置における第1電極21及び電荷蓄積用電極24の配置状態を、模式的に図89（実施例19）、図90（実施例19の第1変形例）、図91（実施例19の第2変形例）、図92（実施例19の第3変形例）及び図93（実施例19の第4変形例）に示す。図89、図90、図93及び図94には、16個の積層型撮像素子を図示しており、図91及び図92には、12個の積層型撮像素子を図示している。そして、2個の積層型撮像素子から撮像素子ブロックが構成されている。撮像素子ブロックを点線で囲んで示している。第1電極21、電荷蓄積用電極24に付した添え字は、第1電極21、電荷蓄積用電極24を区別するためのものである。以下の説明においても同様である。また、1つの積層型撮像素子の上方に1つのオンチップ・マイクロレンズ（図89～図98には図示せず）が配設され

ている。そして、1つの撮像素子ブロックにおいては、第1電極21を挟んで、2つの電荷蓄積用電極24が配置されている（図89、図90参照）。あるいは又、並置された2つの電荷蓄積用電極24に対向して1つの第1電極21が配置されている（図93、図94参照）。即ち、第1電極は、各積層型撮像素子の電荷蓄積用電極に隣接して配置されている。あるいは又、第1電極が、複数の積層型撮像素子の一部の電荷蓄積用電極に隣接して配置されており、複数の積層型撮像素子の残りの電荷蓄積用電極とは隣接して配置されてはならず（図91、図92参照）、この場合には、複数の積層型撮像素子の残りから第1電極への電荷の移動は、複数の積層型撮像素子の一部を経由した移動となる。積層型撮像素子を構成する電荷蓄積用電極と積層型撮像素子を構成する電荷蓄積用電極との間の距離Aは、第1電極に隣接した積層型撮像素子における第1電極と電荷蓄積用電極との間の距離Bよりも長いことが、各積層型撮像素子から第1電極への電荷の移動を確実なものとするために好ましい。また、第1電極から離れて位置する積層型撮像素子ほど、距離Aの値を大きくすることが好ましい。また、図90、図92及び図94に示す例では、撮像素子ブロックを構成する複数の積層型撮像素子の間には電荷移動制御電極27が配設されている。電荷移動制御電極27を配設することで、電荷移動制御電極27を挟んで位置する撮像素子ブロックにおける電荷の移動を確実に抑制することができる。尚、電荷移動制御電極27に印加される電位を V_{17} としたとき、 $V_{12} > V_{17}$ （例えば、 $V_{12-2} > V_{17}$ ）とすればよい。

- [0341] 電荷移動制御電極27は、第1電極側に、第1電極21あるいは電荷蓄積用電極24と同じレベルに形成されていてもよいし、異なるレベル（具体的には、第1電極21あるいは電荷蓄積用電極24よりも下方のレベル）に形成されていてもよい。前者の場合、電荷移動制御電極27と光電変換層との間の距離を短くできるので、ポテンシャルを制御し易い。一方、後者の場合、電荷移動制御電極27と電荷蓄積用電極24との間の距離を短くすることができるため、微細化に有利である。

[0342] 以下、第1電極 $2\ 1_2$ 及び2個の2つの電荷蓄積用電極 $2\ 4_{21}$, $2\ 4_{22}$ によって構成される撮像素子ブロックの動作を説明する。

[0343] 電荷蓄積期間においては、駆動回路から、第1電極 $2\ 1_2$ に電位 V_a が印加され、電荷蓄積用電極 $2\ 4_{21}$, $2\ 4_{22}$ に電位 V_A が印加される。光電変換層 $2\ 3$ に入射された光によって光電変換層 $2\ 3$ において光電変換が生じる。光電変換によって生成した正孔は、第2電極 $2\ 2$ から配線 V_{0U} を介して駆動回路へと送出される。一方、第1電極 $2\ 1_2$ の電位を第2電極 $2\ 2$ の電位よりも高くしたので、即ち、例えば、第1電極 $2\ 1_2$ に正の電位が印加され、第2電極 $2\ 2$ に負の電位が印加されるとしたので、 $V_A \geq V_a$ 、好ましくは、 $V_A > V_a$ とする。これによって、光電変換によって生成した電子は、電荷蓄積用電極 $2\ 4_{21}$, $2\ 4_{22}$ に引き付けられ、電荷蓄積用電極 $2\ 4_{21}$, $2\ 4_{22}$ と対向した光電変換層 $2\ 3$ の領域に止まる。即ち、光電変換層 $2\ 3$ に電荷が蓄積される。 $V_A \geq V_a$ であるが故に、光電変換層 $2\ 3$ の内部に生成した電子が、第1電極 $2\ 1_2$ に向かって移動することはない。光電変換の時間経過に伴い、電荷蓄積用電極 $2\ 4_{21}$, $2\ 4_{22}$ と対向した光電変換層 $2\ 3$ の領域における電位は、より負側の値となる。

[0344] 電荷蓄積期間の後期において、リセット動作がなされる。これによって、第1浮遊拡散層の電位がリセットされ、第1浮遊拡散層の電位は電源の電位 V_{DD} となる。

[0345] リセット動作の完了後、電荷の読み出しを行う。即ち、電荷転送期間において、駆動回路から、第1電極 $2\ 1_2$ に電位 V_b が印加され、電荷蓄積用電極 $2\ 4_{21}$ に電位 V_{21-B} が印加され、電荷蓄積用電極 $2\ 4_{22}$ に電位 V_{22-B} が印加される。ここで、 $V_{21-B} < V_b < V_{22-B}$ とする。これによって、電荷蓄積用電極 $2\ 4_{21}$ と対向した光電変換層 $2\ 3$ の領域に止まっていた電子は、第1電極 $2\ 1_2$ 、更には、第1浮遊拡散層へと読み出される。即ち、電荷蓄積用電極 $2\ 4_{21}$ に対向した光電変換層 $2\ 3$ の領域に蓄積された電荷が制御部に読み出される。読み出しが完了したならば、 $V_{22-B} \leq V_{21-B} < V_b$ とする。尚、図93、図94に示した例にあっては、 $V_{22-B} < V_b < V_{21-B}$ としてもよい。これによって、電荷蓄積用電極 $2\ 4_{22}$ と対向した光電変換層 $2\ 3$ の領域に止まっていた電子は、第1電極 $2\ 1_2$

、更には、第1浮遊拡散層へと読み出される。また、図9 1、図9 2に示した例にあっては、電荷蓄積用電極2 4₂₂と対向した光電変換層2 3の領域に止まっていた電子を、電荷蓄積用電極2 4₂₂が隣接している第1電極2 1₃を経由して、第1浮遊拡散層へと読み出してもよい。このように、電荷蓄積用電極2 4₂₂に対向した光電変換層2 3の領域に蓄積された電荷が制御部に読み出される。尚、電荷蓄積用電極2 4₂₁に対向した光電変換層2 3の領域に蓄積された電荷の制御部への読み出しが完了したならば、第1浮遊拡散層の電位をリセットしてもよい。

[0346] 図9 9 Aに、実施例1 9の撮像素子ブロックにおける読み出し駆動例を示すが、

[ステップーA]

コンパレータへのオートゼロ信号入力

[ステップーB]

共有された1つの浮遊拡散層のリセット動作

[ステップーC]

電荷蓄積用電極2 4₂₁に対応した積層型撮像素子におけるP相読み出し及び第1電極2 1₂への電荷の移動

[ステップーD]

電荷蓄積用電極2 4₂₁に対応した積層型撮像素子におけるD相読み出し及び第1電極2 1₂への電荷の移動

[ステップーE]

共有された1つの浮遊拡散層のリセット動作

[ステップーF]

コンパレータへのオートゼロ信号入力

[ステップーG]

電荷蓄積用電極2 4₂₂に対応した積層型撮像素子におけるP相読み出し及び第1電極2 1₂への電荷の移動

[ステップーH]

電荷蓄積用電極 $2\ 4\ 22$ に対応した積層型撮像素子における D 相読み出し及び第 1 電極 $2\ 1\ 2$ への電荷の移動

という流れで、電荷蓄積用電極 $2\ 4\ 21$ 及び電荷蓄積用電極 $2\ 4\ 22$ に対応した 2 つの積層型撮像素子からの信号を読み出す。相関 2 重サンプリング (CDS) 処理に基づき、[ステップ C] における P 相読み出しと [ステップ D] における D 相読み出しとの差分が、電荷蓄積用電極 $2\ 4\ 21$ に対応した積層型撮像素子からの信号であり、[ステップ G] における P 相読み出しと [ステップ H] における D 相読み出しとの差分が、電荷蓄積用電極 $2\ 4\ 22$ に対応した積層型撮像素子からの信号である。

[0347] 尚、[ステップ E] の動作を省略してもよい (図 9 9 B 参照)。また、[ステップ F] の動作を省略してもよく、この場合、更には、[ステップ G] を省略することができ (図 9 9 C 参照)、[ステップ C] における P 相読み出しと [ステップ D] における D 相読み出しとの差分が、電荷蓄積用電極 $2\ 4\ 21$ に対応した積層型撮像素子からの信号であり、[ステップ D] における D 相読み出しと [ステップ H] における D 相読み出しとの差分が、電荷蓄積用電極 $2\ 4\ 22$ に対応した積層型撮像素子からの信号となる。

[0348] 第 1 電極 $2\ 1$ 及び電荷蓄積用電極 $2\ 4$ の配置状態を模式的に図 9 5 (実施例 1 9 の第 6 変形例) 及び図 9 6 (実施例 1 9 の第 7 変形例) に示す変形例では、4 個の積層型撮像素子から撮像素子ブロックが構成されている。これらの固体撮像装置の動作は、実質的に、図 8 9 ~ 図 9 4 に示す固体撮像装置の動作と同様とすることができる。

[0349] 第 1 電極 $2\ 1$ 及び電荷蓄積用電極 $2\ 4$ の配置状態を模式的に図 9 7 及び図 9 8 に示す第 8 変形例及び第 9 変形例では、16 個の積層型撮像素子から撮像素子ブロックが構成されている。図 9 7 及び図 9 8 に示すように、電荷蓄積用電極 $2\ 4\ 11$ と電荷蓄積用電極 $2\ 4\ 12$ との間、電荷蓄積用電極 $2\ 4\ 12$ と電荷蓄積用電極 $2\ 4\ 13$ との間、電荷蓄積用電極 $2\ 4\ 13$ と電荷蓄積用電極 $2\ 4\ 14$ との間には、電荷移動制御電極 $2\ 7\ A_1$, $2\ 7\ A_2$, $2\ 7\ A_3$ が配設されている。また、図 9 8 に示すように、電荷蓄積用電極 $2\ 4\ 21$, $2\ 4\ 31$, $2\ 4\ 41$ と電荷蓄積用電極 2

4₂₂, 2 4₃₂, 2 4₄₂との間、電荷蓄積用電極 2 4₂₂, 2 4₃₂, 2 4₄₂と電荷蓄積用電極 2 4₂₃, 2 4₃₃, 2 4₄₃との間、電荷蓄積用電極 2 4₂₃, 2 4₃₃, 2 4₄₃と電荷蓄積用電極 2 4₂₄, 2 4₃₄, 2 4₄₄の間には、電荷移動制御電極 2 7 B₁, 2 7 B₂, 2 7 B₃が配設されている。更には、撮像素子ブロックと撮像素子ブロックとの間には、電荷移動制御電極 2 7 Cが配設されている。そして、これらの固体撮像装置においては、16個の電荷蓄積用電極 2 4を制御することで、光電変換層 2 3に蓄積された電荷を第1電極 2 1から読み出すことができる。

[0350] [ステップー10]

具体的には、先ず、電荷蓄積用電極 2 4₁₁に対向する光電変換層 2 3の領域に蓄積された電荷を第1電極 2 1から読み出す。次に、電荷蓄積用電極 2 4₁₂に対向する光電変換層 2 3の領域に蓄積された電荷を、電荷蓄積用電極 2 4₁₁に対向する光電変換層 2 3の領域を経由して、第1電極 2 1から読み出す。次に、電荷蓄積用電極 2 4₁₃に対向する光電変換層 2 3の領域に蓄積された電荷を、電荷蓄積用電極 2 4₁₂及び電荷蓄積用電極 2 4₁₁に対向する光電変換層 2 3の領域を経由して、第1電極 2 1から読み出す。

[0351] [ステップー20]

その後、電荷蓄積用電極 2 4₂₁に対向する光電変換層 2 3の領域に蓄積された電荷を電荷蓄積用電極 2 4₁₁に対向する光電変換層 2 3の領域に移動させる。電荷蓄積用電極 2 4₂₂に対向する光電変換層 2 3の領域に蓄積された電荷を電荷蓄積用電極 2 4₁₂に対向する光電変換層 2 3の領域に移動させる。電荷蓄積用電極 2 4₂₃に対向する光電変換層 2 3の領域に蓄積された電荷を電荷蓄積用電極 2 4₁₃に対向する光電変換層 2 3の領域に移動させる。電荷蓄積用電極 2 4₂₄に対向する光電変換層 2 3の領域に蓄積された電荷を電荷蓄積用電極 2 4₁₄に対向する光電変換層 2 3の領域に移動させる。

[0352] [ステップー21]

電荷蓄積用電極 2 4₃₁に対向する光電変換層 2 3の領域に蓄積された電荷を電荷蓄積用電極 2 4₂₁に対向する光電変換層 2 3の領域に移動させる。電荷蓄

積用電極 2 4₃₂ に対向する光電変換層 2 3 の領域に蓄積された電荷を電荷蓄積用電極 2 4₂₂ に対向する光電変換層 2 3 の領域に移動させる。電荷蓄積用電極 2 4₃₃ に対向する光電変換層 2 3 の領域に蓄積された電荷を電荷蓄積用電極 2 4₂₃ に対向する光電変換層 2 3 の領域に移動させる。電荷蓄積用電極 2 4₃₄ に対向する光電変換層 2 3 の領域に蓄積された電荷を電荷蓄積用電極 2 4₂₄ に対向する光電変換層 2 3 の領域に移動させる。

[0353] [ステップー 2 2]

電荷蓄積用電極 2 4₄₁ に対向する光電変換層 2 3 の領域に蓄積された電荷を電荷蓄積用電極 2 4₃₁ に対向する光電変換層 2 3 の領域に移動させる。電荷蓄積用電極 2 4₄₂ に対向する光電変換層 2 3 の領域に蓄積された電荷を電荷蓄積用電極 2 4₃₂ に対向する光電変換層 2 3 の領域に移動させる。電荷蓄積用電極 2 4₄₃ に対向する光電変換層 2 3 の領域に蓄積された電荷を電荷蓄積用電極 2 4₃₃ に対向する光電変換層 2 3 の領域に移動させる。電荷蓄積用電極 2 4₄₄ に対向する光電変換層 2 3 の領域に蓄積された電荷を電荷蓄積用電極 2 4₃₄ に対向する光電変換層 2 3 の領域に移動させる。

[0354] [ステップー 3 0]

そして、[ステップー 1 0] を再び実行することで、電荷蓄積用電極 2 4₂₁ に対向する光電変換層 2 3 の領域に蓄積された電荷、電荷蓄積用電極 2 4₂₂ に対向する光電変換層 2 3 の領域に蓄積された電荷、電荷蓄積用電極 2 4₂₃ に対向する光電変換層 2 3 の領域に蓄積された電荷、及び、電荷蓄積用電極 2 4₂₄ に対向する光電変換層 2 3 の領域に蓄積された電荷を、第 1 電極 2 1 を経由して読み出すことができる。

[0355] [ステップー 4 0]

その後、電荷蓄積用電極 2 4₂₁ に対向する光電変換層 2 3 の領域に蓄積された電荷を電荷蓄積用電極 2 4₁₁ に対向する光電変換層 2 3 の領域に移動させる。電荷蓄積用電極 2 4₂₂ に対向する光電変換層 2 3 の領域に蓄積された電荷を電荷蓄積用電極 2 4₁₂ に対向する光電変換層 2 3 の領域に移動させる。電荷蓄積用電極 2 4₂₃ に対向する光電変換層 2 3 の領域に蓄積された電荷を電荷蓄積

用電極 2 4₁₃ に対向する光電変換層 2 3 の領域に移動させる。電荷蓄積用電極 2 4₂₄ に対向する光電変換層 2 3 の領域に蓄積された電荷を電荷蓄積用電極 2 4₁₄ に対向する光電変換層 2 3 の領域に移動させる。

[0356] [ステップー 4 1]

電荷蓄積用電極 2 4₃₁ に対向する光電変換層 2 3 の領域に蓄積された電荷を電荷蓄積用電極 2 4₂₁ に対向する光電変換層 2 3 の領域に移動させる。電荷蓄積用電極 2 4₃₂ に対向する光電変換層 2 3 の領域に蓄積された電荷を電荷蓄積用電極 2 4₂₂ に対向する光電変換層 2 3 の領域に移動させる。電荷蓄積用電極 2 4₃₃ に対向する光電変換層 2 3 の領域に蓄積された電荷を電荷蓄積用電極 2 4₂₃ に対向する光電変換層 2 3 の領域に移動させる。電荷蓄積用電極 2 4₃₄ に対向する光電変換層 2 3 の領域に蓄積された電荷を電荷蓄積用電極 2 4₂₄ に対向する光電変換層 2 3 の領域に移動させる。

[0357] [ステップー 5 0]

そして、[ステップー 1 0] を再び実行することで、電荷蓄積用電極 2 4₃₁ に対向する光電変換層 2 3 の領域に蓄積された電荷、電荷蓄積用電極 2 4₃₂ に対向する光電変換層 2 3 の領域に蓄積された電荷、電荷蓄積用電極 2 4₃₃ に対向する光電変換層 2 3 の領域に蓄積された電荷、及び、電荷蓄積用電極 2 4₃₄ に対向する光電変換層 2 3 の領域に蓄積された電荷を、第 1 電極 2 1 を経由して読み出すことができる。

[0358] [ステップー 6 0]

その後、電荷蓄積用電極 2 4₂₁ に対向する光電変換層 2 3 の領域に蓄積された電荷を電荷蓄積用電極 2 4₁₁ に対向する光電変換層 2 3 の領域に移動させる。電荷蓄積用電極 2 4₂₂ に対向する光電変換層 2 3 の領域に蓄積された電荷を電荷蓄積用電極 2 4₁₂ に対向する光電変換層 2 3 の領域に移動させる。電荷蓄積用電極 2 4₂₃ に対向する光電変換層 2 3 の領域に蓄積された電荷を電荷蓄積用電極 2 4₁₃ に対向する光電変換層 2 3 の領域に移動させる。電荷蓄積用電極 2 4₂₄ に対向する光電変換層 2 3 の領域に蓄積された電荷を電荷蓄積用電極 2 4₁₄ に対向する光電変換層 2 3 の領域に移動させる。

[0359] [ステップー 7 0]

そして、[ステップー 1 0] を再び実行することで、電荷蓄積用電極 2 4₄₁ に対向する光電変換層 2 3 の領域に蓄積された電荷、電荷蓄積用電極 2 4₄₂ に対向する光電変換層 2 3 の領域に蓄積された電荷、電荷蓄積用電極 2 4₄₃ に対向する光電変換層 2 3 の領域に蓄積された電荷、及び、電荷蓄積用電極 2 4₄₄ に対向する光電変換層 2 3 の領域に蓄積された電荷を、第 1 電極 2 1 を経由して読み出すことができる。

[0360] 実施例 1 9 の固体撮像装置にあっては、撮像素子ブロックを構成する複数の積層型撮像素子において第 1 電極が共有されているので、積層型撮像素子が複数配列された画素領域における構成、構造を簡素化、微細化することができる。尚、1 つの浮遊拡散層に対して設けられる複数の積層型撮像素子は、第 1 タイプの撮像素子の複数から構成されていてもよいし、少なくとも 1 つの第 1 タイプの撮像素子と、1 又は 2 以上の第 2 タイプの撮像素子とから構成されていてもよい。

実施例 20

[0361] 実施例 2 0 は、実施例 1 9 の変形である。第 1 電極 2 1 及び電荷蓄積用電極 2 4 の配置状態を模式的に図 1 0 0、図 1 0 1、図 1 0 2 及び図 1 0 3 に示す実施例 2 0 の固体撮像装置にあっては、2 個の積層型撮像素子から撮像素子ブロックが構成されている。そして、撮像素子ブロックの上方に 1 つのオンチップ・マイクロレンズ 1 5 が配設されている。尚、図 1 0 1 及び図 1 0 3 に示した例では、撮像素子ブロックを構成する複数の積層型撮像素子の間に電荷移動制御電極 2 7 が配設されている。

[0362] 例えば、撮像素子ブロックを構成する電荷蓄積用電極 2 4₁₁、2 4₂₁、2 4₃₁、2 4₄₁ に対応する光電変換層は、図面、右斜め上からの入射光に対して高い感度を有する。また、撮像素子ブロックを構成する電荷蓄積用電極 2 4₁₂、2 4₂₂、2 4₃₂、2 4₄₂ に対応する光電変換層は、図面、左斜め上からの入射光に対して高い感度を有する。従って、例えば、電荷蓄積用電極 2 4₁₁ を有する積層型撮像素子と電荷蓄積用電極 2 4₁₂ を有する積層型撮像素子と組み合わせる

ことで、像面位相差信号の取得が可能となる。また、電荷蓄積用電極 2 4₁₁を有する積層型撮像素子からの信号と電荷蓄積用電極 2 4₁₂を有する積層型撮像素子からの信号を加算すれば、これらの積層型撮像素子との組合せによって、1つの積層型撮像素子を構成することができる。図 1 0 0 に示した例では、電荷蓄積用電極 2 4₁₁と電荷蓄積用電極 2 4₁₂との間に第 1 電極 2 1₁を配置しているが、図 1 0 2 に示した例のように、並置された 2 つの電荷蓄積用電極 2 4₁₁, 2 4₁₂に対向して 1 つの第 1 電極 2 1₁を配置することで、感度の一層の向上を図ることができる。

実施例 21

[0363] 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。

[0364] 図 1 1 8 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。

[0365] 車両制御システム 1 2 0 0 0 は、通信ネットワーク 1 2 0 0 1 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 1 1 8 に示した例では、車両制御システム 1 2 0 0 0 は、駆動系制御ユニット 1 2 0 1 0、ボディ系制御ユニット 1 2 0 2 0、車外情報検出ユニット 1 2 0 3 0、車内情報検出ユニット 1 2 0 4 0、及び統合制御ユニット 1 2 0 5 0 を備える。また、統合制御ユニット 1 2 0 5 0 の機能構成として、マイクロコンピュータ 1 2 0 5 1、音声画像出力部 1 2 0 5 2、及び車載ネットワーク I/F (i n t e r f a c e) 1 2 0 5 3 が図示されている。

[0366] 駆動系制御ユニット 1 2 0 1 0 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 1 2 0 1 0 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。

[0367] 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。

[0368] 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。

[0369] 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。

[0370] 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。

[0371] 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。

[0372] 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。

[0373] 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。

[0374] 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 118 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。

[0375] 図119は、撮像部12031の設置位置の例を示す図である。

[0376] 図119では、車両12100は、撮像部12031として、撮像部12101, 12102, 12103, 12104, 12105を有する。

[0377] 撮像部12101, 12102, 12103, 12104, 12105は、例えば、車両12100のフロントノーズ、サイドミラー、リアバンパ、バックドア及び車室内のフロントガラスの上部等の位置に設けられる。フロントノーズに備えられる撮像部12101及び車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部12105は、主として車両12100の前方の画像を取得する。サイドミラーに備えられる撮像部12102, 12103は、主として車両12100の側方の画像を取得する。リアバンパ又はバックドアに備えられる撮像部12104は、主として車両12100の後方の画像を取得する。撮像部12101及び12105で取得される前方の画像は、主として先行車両又は、歩行者、障害物、信号機、交通標識又は車線等の検出に用いられる。

[0378] なお、図119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。

[0379] 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。

[0380] 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、この距離の時間的变化（車両 12100 に対する相対速度）を求めることにより、特に車両 12100 の進行路上にある最も近い立体物で、車両 12100 と略同じ方向に所定の速度（例えば、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 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。

[0381] 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。

[0382] 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。

実施例 22

[0383] また、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。

[0384] 図 120 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。

[0385] 図 120 では、術者（医師）11131 が、内視鏡手術システム 11000 を用いて、患者ベッド 11133 上の患者 11132 に手術を行っている様子が図示されている。図示するように、内視鏡手術システム 11000 は、内視鏡 11100 と、気腹チューブ 11111 やエネルギー処置具 11112 等の、その他の術具 11110 と、内視鏡 11100 を支持する支持アーム装置 11120 と、内視鏡下手術のための各種の装置が搭載されたカート 11200 と、から構成される。

[0386] 内視鏡 11100 は、先端から所定の長さの領域が患者 11132 の体腔内に挿入される鏡筒 11101 と、鏡筒 11101 の基端に接続されるカメラヘッド 11102 と、から構成される。図示する例では、硬性の鏡筒 11101 を有するいわゆる硬性鏡として構成される内視鏡 11100 を図示しているが、内視鏡 11100 は、軟性の鏡筒を有するいわゆる軟性鏡として構成されてもよい。

[0387] 鏡筒 11101 の先端には、対物レンズが嵌め込まれた開口部が設けられている。内視鏡 11100 には光源装置 11203 が接続されており、当該光源装置 11203 によって生成された光が、鏡筒 11101 の内部に延設

されるライトガイドによって当該鏡筒の先端まで導光され、対物レンズを介して患者 11132 の体腔内の観察対象に向かって照射される。なお、内視鏡 11100 は、直視鏡であってもよいし、斜視鏡又は側視鏡であってもよい。

[0388] カメラヘッド 11102 の内部には光学系及び撮像素子が設けられており、観察対象からの反射光（観察光）は当該光学系によって当該撮像素子に集光される。当該撮像素子によって観察光が光電変換され、観察光に対応する電気信号、すなわち観察像に対応する画像信号が生成される。当該画像信号は、RAWデータとしてカメラコントロールユニット（CCU： Camera Control Unit）11201 に送信される。

[0389] CCU 11201 は、CPU（Central Processing Unit）やGPU（Graphics Processing Unit）等によって構成され、内視鏡 11100 及び表示装置 11202 の動作を統括的に制御する。さらに、CCU 11201 は、カメラヘッド 11102 から画像信号を受け取り、その画像信号に対して、例えば現像処理（デモザイク処理）等の、当該画像信号に基づく画像を表示するための各種の画像処理を施す。

[0390] 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。

[0391] 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。

[0392] 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。

[0393] 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 1 1 1 1 2 の駆動を制御する。気腹装置 1 1 2 0 6 は、内視鏡 1 1 1 0 0 による視野の確保及び術者の作業空間の確保の目的で、患者 1 1 1 3 2 の体腔を膨らめるために、気腹チューブ 1 1 1 1 1 を介して当該体腔内にガスを送り込む。レコーダ 1 1 2 0 7 は、手術に関する各種の情報を記録可能な装置である。プリンタ 1 1 2 0 8 は、手術に関する各種の情報を、テキスト、画像又はグラフ等各種の形式で印刷可能な装置である。

[0394] なお、内視鏡 1 1 1 0 0 に術部を撮影する際の照射光を供給する光源装置 1 1 2 0 3 は、例えば L E D、レーザ光源又はこれらの組み合わせによって構成される白色光源から構成することができる。R G Bレーザ光源の組み合わせにより白色光源が構成される場合には、各色（各波長）の出力強度及び出力タイミングを高精度に制御することができるため、光源装置 1 1 2 0 3 において撮像画像のホワイトバランスの調整を行うことができる。また、この場合には、R G Bレーザ光源それぞれからのレーザ光を時分割で観察対象に照射し、その照射タイミングに同期してカメラヘッド 1 1 1 0 2 の撮像素子の駆動を制御することにより、R G B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層を設けなくても、カラー画像を得ることができる。

[0395] また、光源装置 1 1 2 0 3 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 1 1 1 0 2 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。

[0396] また、光源装置 1 1 2 0 3 は、特殊光観察に対応した所定の波長帯域の光を供給可能に構成されてもよい。特殊光観察では、例えば、体組織における光の吸収の波長依存性を利用して、通常の観察時における照射光（すなわち、白色光）に比べて狭帯域の光を照射することにより、粘膜表層の血管等の所定の組織を高コントラストで撮影する、いわゆる狭帯域光観察（N a r r o w B a n d I m a g i n g）が行われる。あるいは、特殊光観察では

、励起光を照射することにより発生する蛍光により画像を得る蛍光観察が行われてもよい。蛍光観察では、体組織に励起光を照射し当該体組織からの蛍光を観察すること（自家蛍光観察）、又はインドシアニンググリーン（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。

[0397] 図 121 は、図 120 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。

[0398] 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。

[0399] レンズユニット 11401 は、鏡筒 11101 との接続部に設けられる光学系である。鏡筒 11101 の先端から取り込まれた観察光は、カメラヘッド 11102 まで導光され、当該レンズユニット 11401 に入射する。レンズユニット 11401 は、ズームレンズ及びフォーカスレンズを含む複数のレンズが組み合わされて構成される。

[0400] 撮像部 11402 は、撮像素子で構成される。撮像部 11402 を構成する撮像素子は、1 つ（いわゆる単板式）であってもよいし、複数（いわゆる多板式）であってもよい。撮像部 11402 が多板式で構成される場合には、例えば各撮像素子によって RGB それぞれに対応する画像信号が生成され、それらが合成されることによりカラー画像が得られてもよい。あるいは、撮像部 11402 は、3D（Dimensional）表示に対応する右目用及び左目用の画像信号をそれぞれ取得するための 1 対の撮像素子を有するように構成されてもよい。3D 表示が行われることにより、術者 11131

は術部における生体組織の奥行きをより正確に把握することが可能になる。

なお、撮像部 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。

[0401] 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。

[0402] 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。

[0403] 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。

[0404] 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 0 5 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。

[0405] なお、上記のフレームレートや露出値、倍率、焦点等の撮像条件は、ユーザによって適宜指定されてもよいし、取得された画像信号に基づいてCCU 1 1 2 0 1 の制御部 1 1 4 1 3 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 1 1 1 0 0 に搭載されていることになる。

[0406] カメラヘッド制御部 1 1 4 0 5 は、通信部 1 1 4 0 4 を介して受信したC

C U 1 1 2 0 1からの制御信号に基づいて、カメラヘッド1 1 1 0 2の駆動を制御する。

[0407] 通信部1 1 4 1 1は、カメラヘッド1 1 1 0 2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 1 1は、カメラヘッド1 1 1 0 2から、伝送ケーブル1 1 4 0 0を介して送信される画像信号を受信する。

[0408] また、通信部1 1 4 1 1は、カメラヘッド1 1 1 0 2に対して、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。

[0409] 画像処理部1 1 4 1 2は、カメラヘッド1 1 1 0 2から送信されたR A Wデータである画像信号に対して各種の画像処理を施す。

[0410] 制御部1 1 4 1 3は、内視鏡1 1 1 0 0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1 1 4 1 3は、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生成する。

[0411] また、制御部1 1 4 1 3は、画像処理部1 1 4 1 2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1 1 2 0 2に表示させる。この際、制御部1 1 4 1 3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1 1 4 1 3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1 1 1 1 2の使用時のミスト等を認識することができる。制御部1 1 4 1 3は、表示装置1 1 2 0 2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1 1 1 3 1に提示されることにより、術者1 1 1 3 1の負担を軽減することや、術者1 1 1 3 1が確実に手術を進めることが可能になる。

[0412] カメラヘッド1 1 1 0 2及びC C U 1 1 2 0 1を接続する伝送ケーブル1 1 4 0 0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。

[0413] 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。

実施例 23

[0414] 更には、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。

[0415] 図 122 は、本開示に係る技術（本技術）が適用され得る、カプセル型内視鏡を用いた患者の体内情報取得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。

[0416] 体内情報取得システム 10001 は、カプセル型内視鏡 10100 と、外部制御装置 10200 とから構成される。

[0417] カプセル型内視鏡 10100 は、検査時に、患者によって飲み込まれる。カプセル型内視鏡 10100 は、撮像機能及び無線通信機能を有し、患者から自然排出されるまでの間、胃や腸等の臓器の内部を蠕動運動等によって移動しつつ、当該臓器の内部の画像（以下、体内画像ともいう）を所定の間隔で順次撮像し、その体内画像についての情報を体外の外部制御装置 10200 に順次無線送信する。

[0418] 外部制御装置 10200 は、体内情報取得システム 10001 の動作を統括的に制御する。また、外部制御装置 10200 は、カプセル型内視鏡 10100 から送信されてくる体内画像についての情報を受信し、受信した体内画像についての情報に基づいて、表示装置（図示せず）に当該体内画像を表示するための画像データを生成する。

[0419] 体内情報取得システム 10001 では、このようにして、カプセル型内視鏡 10100 が飲み込まれてから排出されるまでの間、患者の体内の様子を撮像した体内画像を随時得ることができる。

[0420] カプセル型内視鏡 10100 と外部制御装置 10200 の構成及び機能に

ついてより詳細に説明する。

- [0421] カプセル型内視鏡 10100 は、カプセル型の筐体 10101 を有し、その筐体 10101 内には、光源部 10111、撮像部 10112、画像処理部 10113、無線通信部 10114、給電部 10115、電源部 10116、及び制御部 10117 が収納されている。
- [0422] 光源部 10111 は、例えば LED (light emitting diode) 等の光源から構成され、撮像部 10112 の撮像視野に対して光を照射する。
- [0423] 撮像部 10112 は、撮像素子、及び当該撮像素子の前段に設けられる複数のレンズからなる光学系から構成される。観察対象である体組織に照射された光の反射光（以下、観察光という）は、当該光学系によって集光され、当該撮像素子に入射する。撮像部 10112 では、撮像素子において、そこに入射した観察光が光電変換され、その観察光に対応する画像信号が生成される。撮像部 10112 によって生成された画像信号は、画像処理部 10113 に提供される。
- [0424] 画像処理部 10113 は、CPU (Central Processing Unit) や GPU (Graphics Processing Unit) 等のプロセッサによって構成され、撮像部 10112 によって生成された画像信号に対して各種の信号処理を行う。画像処理部 10113 は、信号処理を施した画像信号を、RAW データとして無線通信部 10114 に提供する。
- [0425] 無線通信部 10114 は、画像処理部 10113 によって信号処理が施された画像信号に対して変調処理等の所定の処理を行い、その画像信号を、アンテナ 10114A を介して外部制御装置 10200 に送信する。また、無線通信部 10114 は、外部制御装置 10200 から、カプセル型内視鏡 10100 の駆動制御に関する制御信号を、アンテナ 10114A を介して受信する。無線通信部 10114 は、外部制御装置 10200 から受信した制御信号を制御部 10117 に提供する。
- [0426] 給電部 10115 は、受電用のアンテナコイル、当該アンテナコイルに発生した電流から電力を再生する電力再生回路、及び昇圧回路等から構成され

る。給電部１０１１５では、いわゆる非接触充電の原理を用いて電力が生成される。

[0427] 電源部１０１１６は、二次電池によって構成され、給電部１０１１５によって生成された電力を蓄電する。図１２２では、図面が煩雑になることを避けるために、電源部１０１１６からの電力の供給先を示す矢印等の図示を省略しているが、電源部１０１１６に蓄電された電力は、光源部１０１１１、撮像部１０１１２、画像処理部１０１１３、無線通信部１０１１４、及び制御部１０１１７に供給され、これらの駆動に用いられ得る。

[0428] 制御部１０１１７は、ＣＰＵ等のプロセッサによって構成され、光源部１０１１１、撮像部１０１１２、画像処理部１０１１３、無線通信部１０１１４、及び、給電部１０１１５の駆動を、外部制御装置１０２００から送信される制御信号に従って適宜制御する。

[0429] 外部制御装置１０２００は、ＣＰＵ、ＧＰＵ等のプロセッサ、又はプロセッサとメモリ等の記憶素子が混載されたマイクロコンピュータ若しくは制御基板等で構成される。外部制御装置１０２００は、カプセル型内視鏡１０１００の制御部１０１１７に対して制御信号を、アンテナ１０２００Ａを介して送信することにより、カプセル型内視鏡１０１００の動作を制御する。カプセル型内視鏡１０１００では、例えば、外部制御装置１０２００からの制御信号により、光源部１０１１１における観察対象に対する光の照射条件が変更され得る。また、外部制御装置１０２００からの制御信号により、撮像条件（例えば、撮像部１０１１２におけるフレームレート、露出値等）が変更され得る。また、外部制御装置１０２００からの制御信号により、画像処理部１０１１３における処理の内容や、無線通信部１０１１４が画像信号を送信する条件（例えば、送信間隔、送信画像数等）が変更されてもよい。

[0430] また、外部制御装置１０２００は、カプセル型内視鏡１０１００から送信される画像信号に対して、各種の画像処理を施し、撮像された体内画像を表示装置に表示するための画像データを生成する。当該画像処理としては、例えば現像処理（デモザイク処理）、高画質化処理（帯域強調処理、超解像処

理、NR (Noise reduction) 処理及び／又は手ブレ補正処理等)、並びに／又は拡大処理(電子ズーム処理)等、各種の信号処理を行うことができる。外部制御装置10200は、表示装置の駆動を制御して、生成した画像データに基づいて撮像された体内画像を表示させる。あるいは、外部制御装置10200は、生成した画像データを記録装置(図示せず)に記録させたり、印刷装置(図示せず)に印刷出力させてもよい。

[0431] 以上、本開示を好ましい実施例に基づき説明したが、本開示はこれらの実施例に限定されるものではない。実施例にて説明した撮像素子や積層型撮像素子、固体撮像装置の構造や構成、製造条件、製造方法、使用した材料は例示であり、適宜変更することができる。各実施例の撮像素子及び積層型撮像素子を、適宜、組み合わせることができる。例えば、実施例13の積層型撮像素子と実施例14の積層型撮像素子と実施例15の積層型撮像素子と実施例16の積層型撮像素子と実施例17の積層型撮像素子を任意に組み合わせることができるし、実施例13の積層型撮像素子と実施例14の積層型撮像素子と実施例15の積層型撮像素子と実施例16の積層型撮像素子と実施例18の積層型撮像素子を任意に組み合わせることができる。また、実施例5～実施例6において説明したワイヤグリッド偏光素子と上層光電変換部との組み合わせ、あるいは、ワイヤグリッド偏光素子と下層光電変換部との組み合わせを、実施例1～実施例4に適用することができる。

[0432] 場合によっては、浮遊拡散層 FD_1 、 FD_2 、 FD_3 、51C、45C、46Cを共有化することもできる。

[0433] 図104に、例えば、実施例7において説明した積層型撮像素子の変形例を示すように、第1電極21は、絶縁層82に設けられた開口部85A内を延在し、光電変換層23と接続されている構成とすることもできる。

[0434] あるいは又、図105に、例えば、実施例7において説明した積層型撮像素子の変形例を示し、図106Aに第1電極の部分等の拡大された模式的な一部断面図を示すように、第1電極21の頂面の縁部は絶縁層82で覆われており、開口部85Bの底面には第1電極21が露出しており、第1電極2

1の頂面と接する絶縁層82の面を第1面82a、電荷蓄積用電極24と対向する光電変換層23の部分と接する絶縁層82の面を第2面82bとしたとき、開口部85Bの側面は、第1面82aから第2面82bに向かって広がる傾斜を有する。このように、開口部85Bの側面に傾斜を付けることで、光電変換層23から第1電極21への電荷の移動がより滑らかとなる。尚、図106Aに示した例では、開口部85Bの軸線を中心として、開口部85Bの側面は回転対称であるが、図106Bに示すように、第1面82aから第2面82bに向かって広がる傾斜を有する開口部85Cの側面が電荷蓄積用電極24側に位置するように、開口部85Cを設けてもよい。これによって、開口部85Cを挟んで電荷蓄積用電極24とは反対側の光電変換層23の部分からの電荷の移動が行われ難くなる。また、開口部85Bの側面は、第1面82aから第2面82bに向かって広がる傾斜を有するが、第2面82bにおける開口部85Bの側面の縁部は、図106Aに示したように、第1電極21の縁部よりも外側に位置してもよいし、図106Cに示すように、第1電極21の縁部よりも内側に位置してもよい。前者の構成を採用することで、電荷の転送が一層容易になるし、後者の構成を採用することで、開口部の形成時の形状バラツキを小さくすることができる。

[0435] これらの開口部85B、85Cは、絶縁層に開口部をエッチング法に基づき形成するときに形成するレジスト材料から成るエッチング用マスクをリフローすることで、エッチング用マスクの開口側面に傾斜を付け、このエッチング用マスクを用いて絶縁層82をエッチングすることで、形成することができる。

[0436] あるいは又、実施例11において説明した電荷排出電極26に関して、図107に示すように、光電変換層23は、絶縁層82に設けられた第2開口部86A内を延在し、電荷排出電極26と接続されており、電荷排出電極26の頂面の縁部は絶縁層82で覆われており、第2開口部86Aの底面には電荷排出電極26が露出しており、電荷排出電極26の頂面と接する絶縁層82の面を第3面82c、電荷蓄積用電極24と対向する光電変換層23の

部分と接する絶縁層 8 2 の面を第 2 面 8 2 b としたとき、第 2 開口部 8 6 A の側面は、第 3 面 8 2 c から第 2 面 8 2 b に向かって広がる傾斜を有する形態とすることができる。尚、図 1 0 8 ~ 図 1 1 1 にあっては、第 1 層間絶縁層 8 3、ワイヤグリッド偏光素子 9 1 及び第 2 層間絶縁層 8 4 を簡略化して図示した。

[0437] また、図 1 0 8 に、例えば、実施例 7 において説明した積層型撮像素子の變形例を示すように、第 2 電極 2 2 の側から光が入射し、第 2 電極 2 2 より光入射側には遮光層 1 8 が形成されている構成とすることもできる。尚、光電変換層よりも光入射側に設けられた各種配線を遮光層として機能させることもできる。

[0438] 尚、図 1 0 8 に示した例では、遮光層 1 8 は、第 2 電極 2 2 の上方に形成されているが、即ち、第 2 電極 2 2 より光入射側であって、第 1 電極 2 1 の上方に遮光層 1 8 が形成されているが、図 1 0 9 に示すように、第 2 電極 2 2 の光入射側の面の上に配設されてもよい。また、場合によっては、図 1 1 0 に示すように、第 2 電極 2 2 に遮光層 1 8 が形成されていてもよい。

[0439] あるいは又、第 2 電極 2 2 側から光が入射し、第 1 電極 2 1 には光が入射しない構造とすることもできる。具体的には、図 1 0 8 に示したように、第 2 電極 2 2 より光入射側であって、第 1 電極 2 1 の上方には遮光層 1 8 が形成されている。あるいは又、図 1 1 2 に示すように、電荷蓄積用電極 2 4 及び第 2 電極 2 2 の上方にはオンチップ・マイクロレンズ 1 5 が設けられており、オンチップ・マイクロレンズ 1 5 に入射する光は、電荷蓄積用電極 2 4 に集光され、第 1 電極 2 1 には到達しない構造とすることもできる。尚、実施例 1 0 において説明したように、転送制御用電極 2 5 が設けられている場合、第 1 電極 2 1 及び転送制御用電極 2 5 には光が入射しない形態とすることができ、具体的には、図 1 1 1 に図示するように、第 1 電極 2 1 及び転送制御用電極 2 5 の上方には遮光層 1 8 が形成されている構造とすることもできる。あるいは又、オンチップ・マイクロレンズ 1 5 に入射する光は、第 1 電極 2 1 あるいは第 1 電極 2 1 及び転送制御用電極 2 5 には到達しない構

造とすることもできる。

[0440] これらの構成、構造を採用することで、あるいは又、電荷蓄積用電極 2 4 の上方に位置する光電変換層 2 3 の部分のみに光が入射するように遮光層 1 8 を設け、あるいは又、オンチップ・マイクロレンズ 1 5 を設計することで、第 1 電極 2 1 の上方（あるいは、第 1 電極 2 1 及び転送制御用電極 2 5 の上方）に位置する光電変換層 2 3 の部分は光電変換に寄与しなくなるので、全画素をより確実に一斉にリセットすることができ、グローバルシャッター機能を一層容易に実現することができる。即ち、これらの構成、構造を有する積層型撮像素子を、複数、備えた固体撮像装置の駆動方法にあっては、

全ての積層型撮像素子において、一斉に、光電変換層 2 3 に電荷を蓄積しながら、第 1 電極 2 1 における電荷を系外に排出し、その後、

全ての積層型撮像素子において、一斉に、光電変換層 2 3 に蓄積された電荷を第 1 電極 2 1 に転送し、転送完了後、順次、各積層型撮像素子において第 1 電極 2 1 に転送された電荷を読み出す、
各工程を繰り返す。

[0441] このような固体撮像装置の駆動方法にあっては、各積層型撮像素子は、第 2 電極側から入射した光が第 1 電極には入射しない構造を有し、全ての積層型撮像素子において、一斉に、光電変換層に電荷を蓄積しながら、第 1 電極における電荷を系外に排出するので、全積層型撮像素子において同時に第 1 電極のリセットを確実に行うことができる。そして、その後、全ての積層型撮像素子において、一斉に、光電変換層に蓄積された電荷を第 1 電極に転送し、転送完了後、順次、各積層型撮像素子において第 1 電極に転送された電荷を読み出す。それ故、所謂グローバルシャッター機能を容易に実現することができる。

[0442] 光電変換層は 1 層からの構成に限定されない。例えば、実施例 7 において説明した積層型撮像素子の變形例を図 1 1 3 に示すように、光電変換層 2 3 を、例えば、I G Z O から成る下層半導体層 2 3 A と、実施例 7 において説明した光電変換層 2 3 を構成する材料から成る上層光電変換層 2 3 B の積層

構造とすることもできる。このように下層半導体層 23A を設けることで、電荷蓄積時の再結合を防止することができ、光電変換層 23 に蓄積した電荷の第 1 電極 21 への転送効率を増加させることができるし、暗電流の生成を抑制することができる。

[0443] また、実施例 10 の変形例として、図 114 に示すように、第 1 電極 21 に最も近い位置から電荷蓄積用電極 24 に向けて、複数の転送制御用電極を設けてもよい。尚、図 114 には、2 つの転送制御用電極 25A, 25B を設けた例を示した。そして、電荷蓄積用電極 24 及び第 2 電極 22 上方にはオンチップ・マイクロレンズ 15 が設けられており、オンチップ・マイクロレンズ 15 に入射する光は、電荷蓄積用電極 24 に集光され、第 1 電極 21 及び転送制御用電極 25A, 25B には到達しない構造とすることもできる。

[0444] 図 77 及び図 78 に示した実施例 13 にあっては、電荷蓄積用電極セグメント 24' ₁, 24' ₂, 24' ₃ の厚さを漸次薄くすることで、絶縁層セグメント 82' ₁, 82' ₂, 82' ₃ の厚さを漸次厚くしている。一方、実施例 13 の変形例における電荷蓄積用電極、光電変換層及び第 2 電極が積層された部分を拡大した模式的な一部断面図を図 115 に示すように、電荷蓄積用電極セグメント 24' ₁, 24' ₂, 24' ₃ の厚さを一定とし、絶縁層セグメント 82' ₁, 82' ₂, 82' ₃ の厚さを漸次厚くしてもよい。尚、光電変換層セグメント 23' ₁, 23' ₂, 23' ₃ の厚さは一定である。

[0445] また、図 80 に示した実施例 14 にあっては、電荷蓄積用電極セグメント 24' ₁, 24' ₂, 24' ₃ の厚さを漸次薄くすることで、光電変換層セグメント 23' ₁, 23' ₂, 23' ₃ の厚さを漸次厚くしている。一方、実施例 14 の変形例における電荷蓄積用電極、光電変換層及び第 2 電極が積層された部分を拡大した模式的な一部断面図を図 116 に示すように、電荷蓄積用電極セグメント 24' ₁, 24' ₂, 24' ₃ の厚さを一定とし、絶縁層セグメント 82' ₁, 82' ₂, 82' ₃ の厚さを漸次薄くすることで、光電変換層セグメント 23' ₁, 23' ₂, 23' ₃ の厚さを漸次厚くしてもよい。

- [0446] 実施例7にあっては、上層光電変換部の上方にワイヤグリッド偏光素子を設けたが、代替的に、上層光電変換部の下方（上層光電変換部と下層光電変換部の間、より具体的には、層間絶縁層81）にワイヤグリッド偏光素子を設けてもよい。
- [0447] 以上に説明した各種の変形例は、実施例8～実施例20に対しても適用することができることは云うまでもない。
- [0448] 実施例においては、電子を信号電荷としており、半導体基板に形成された光電変換層の導電型をn型としたが、正孔を信号電荷とする固体撮像装置にも適用できる。この場合には、各半導体領域を逆の導電型の半導体領域で構成すればよく、半導体基板に形成された光電変換層の導電型はp型とすればよい。
- [0449] また、実施例において、ワイヤグリッド偏光素子は、専ら、可視光波長帯に感度を有する積層型撮像素子における偏光情報の取得のために用いられたが、積層型撮像素子が赤外線や紫外線に感度を有する場合、それに応じて、ライン部の形成ピッチ P_0 を拡大・縮小することで、任意の波長帯で機能するワイヤグリッド偏光素子としての実装が可能である。
- [0450] また、実施例にあっては、入射光量に応じた信号電荷を物理量として検知する単位画素が行列状に配置されて成るCMOS型固体撮像装置に適用した場合を例に挙げて説明したが、CMOS型固体撮像装置への適用に限られるものではなく、CCD型固体撮像装置に適用することもできる。後者の場合、信号電荷は、CCD型構造の垂直転送レジスタによって垂直方向に転送され、水平転送レジスタによって水平方向に転送され、増幅されることにより画素信号（画像信号）が出力される。また、画素が2次元マトリクス状に形成され、画素列毎にカラム信号処理回路を配置して成るカラム方式の固体撮像装置全般に限定するものでもない。更には、場合によっては、選択トランジスタを省略することもできる。
- [0451] 更には、本開示の積層型撮像素子は、可視光の入射光量の分布を検知して画像として撮像する固体撮像装置への適用に限らず、赤外線やX線、あるいは

は、粒子等の入射量の分布を画像として撮像する固体撮像装置にも適用可能である。また、広義には、圧力や静電容量等、他の物理量の分布を検知して画像として撮像する指紋検出センサ等の固体撮像装置（物理量分布検知装置）全般に対して適用可能である。

[0452] 更には、撮像領域の各单位画素を行単位で順に走査して各单位画素から画素信号を読み出す固体撮像装置に限られるものではない。画素単位で任意の画素を選択して、選択画素から画素単位で画素信号を読み出すX-Yアドレス型の固体撮像装置に対しても適用可能である。固体撮像装置はワンチップとして形成された形態であってもよいし、撮像領域と、駆動回路又は光学系とを纏めてパッケージングされた撮像機能を有するモジュール状の形態であってもよい。

[0453] また、固体撮像装置への適用に限られるものではなく、撮像装置にも適用可能である。ここで、撮像装置とは、デジタルスチルカメラやビデオカメラ等のカメラシステムや、携帯電話機等の撮像機能を有する電子機器を指す。電子機器に搭載されるモジュール状の形態、即ち、カメラモジュールを撮像装置とする場合もある。

[0454] 本開示の積層型撮像素子から構成された固体撮像装置201を電子機器（カメラ）200に用いた例を、図117に概念図として示す。電子機器200は、固体撮像装置201、光学レンズ210、シャッタ装置211、駆動回路212、及び、信号処理回路213を有する。光学レンズ210は、被写体からの像光（入射光）を固体撮像装置201の撮像面上に結像させる。これにより固体撮像装置201内に、一定期間、信号電荷が蓄積される。シャッタ装置211は、固体撮像装置201への光照射期間及び遮光期間を制御する。駆動回路212は、固体撮像装置201の転送動作等及びシャッタ装置211のシャッタ動作を制御する駆動信号を供給する。駆動回路212から供給される駆動信号（タイミング信号）により、固体撮像装置201の信号転送を行う。信号処理回路213は、各種の信号処理を行う。信号処理が行われた映像信号は、メモリ等の記憶媒体に記憶され、あるいは、モニタ

に出力される。このような電子機器 200 では、固体撮像装置 201 における画素サイズの微細化及び転送効率の向上を達成することができるので、画素特性の向上が図られた電子機器 200 を得ることができる。固体撮像装置 201 を適用できる電子機器 200 としては、カメラに限られるものではなく、デジタルスチルカメラ、携帯電話機等のモバイル機器向けカメラモジュール等の撮像装置に適用可能である。

[0455] 図 124 に模式的な一部断面図を示し、図 125 に固体撮像装置における有効画素領域 10a、光学的黒画素領域 10b 及び周辺領域 10c の配置を模式的に示すように、周辺領域 10c には、屢々、外部回路等への接続のための接続パッド部 19A が設けられている。接続パッド部 19A は半導体基板 70 に設けられた配線に接続されているが、図 124 あるいは後述する図 126 には接続状態の図示を省略している。ここで、接続パッド部 19A は、例えば、第 2 層間絶縁層 84 の頂面に設けられている。そして、例えば、SiN から成るオンチップ・マイクロレンズ下地層 14 が周辺領域 10c まで延在しており、接続パッド部 19A の上方に位置するオンチップ・マイクロレンズ下地層 14 の延在部には開口部 19B が設けられており、開口部 19 の底部に接続パッド部 19A が露出している。このような構造とすることで、接続パッド部 19A の周辺から水分等が侵入することを確実に防止することができる。あるいは又、図 126 に模式的な一部断面図を示すように、オンチップ・マイクロレンズ下地層 14 を周辺領域 10c まで延在させる代わりに、オンチップ・マイクロレンズ下地層 14 を光学的黒画素領域 (OPB) 10b で終端させ、周辺領域 10c に設けられた接続パッド部 19A、周辺領域 10c に露出した第 2 層間絶縁層 84、並びに、光学的黒画素領域 (OPB) 10b に形成されたオンチップ・マイクロレンズ下地層 14 及びオンチップ・マイクロレンズ 15 の上に、例えば、SiN 薄層 19C を形成し、接続パッド部 19A の上方に位置する SiN 薄層 19C に開口部 19B を設け、開口部 19B の底部に接続パッド部 19A が露出している構造とすることもできる。

[0456] 実施例において説明した固体撮像装置にあっては、WL-CSP (Wafer-Level Chip Size Package) 化を図ってもよい。即ち、実施例において説明した固体撮像装置の光入射側に、例えばシリコン半導体基板から成る基板にレンズが形成されたレンズ基板を積層してもよい。このレンズ基板は、基板に形成された貫通孔の内側にレンズが配置されたレンズ付き基板が、複数枚、直接接合され、積層されて成る。ここで、レンズ付き基板の直接接合は、プラズマ接合法に基づき行うことができるし、金属接合に基づき行うこともできる。また、レンズ付き基板の接合面には反射防止膜が形成されているし、レンズ表面には反射防止膜が形成されている構成とすることができる。ここで、レンズ付き基板の接合面に形成された反射防止膜と、レンズ表面に形成された反射防止膜とは同一とすることができる。更には、貫通孔の側壁に遮光膜が形成されている構成とすることができる。また、レンズを保護するカバーガラスを更に備えており、カバーガラスには光学絞りとして機能する遮光膜が形成されている構成とすることができる。あるいは又、積層された複数のレンズ付き基板の中の1枚のレンズ付き基板の貫通孔の穴径が光学絞りとして機能する構成とすることができるし、複数のレンズ付き基板と貫通孔にレンズが形成されていない基板とが積層されており、レンズが形成されていない基板の貫通孔の穴径が光学絞りとして機能する構成とすることもできる。尚、光学絞りとして機能する貫通孔の穴径が、積層レンズ構造体を構成する複数のレンズの曲面部分の直径よりも小さい構成とすることができる。以上に説明したレンズ基板は、WO 2017/022188に開示されている。

[0457] 尚、本開示は、以下のような構成を取ることもできる。

[A 0 1] 《固体撮像装置：第1の態様》

半導体基板又は半導体基板の上方に形成された光電変換部を有し、ワイヤグリッド偏光素子及びオンチップ・マイクロレンズを更に有する撮像素子が2次元マトリクス状に配列されて成る撮像素子群、及び、

光電変換部の光入射側に設けられた第1層間絶縁層及び第2層間絶縁層、

を備えており、

ワイヤグリッド偏光素子は、第1層間絶縁層と第2層間絶縁層との間に設けられており、

オンチップ・マイクロレンズは第2層間絶縁層上に設けられており、

第1層間絶縁層及び第2層間絶縁層は、酸化物材料又は樹脂材料から成り、

オンチップ・マイクロレンズは、窒化シリコン又は酸窒化シリコンから成る固体撮像装置。

[A02] 《固体撮像装置：第2の態様》

半導体基板又は半導体基板の上方に形成された光電変換部を有し、ワイヤグリッド偏光素子及びオンチップ・マイクロレンズを更に有する撮像素子が2次元マトリクス状に配列されて成る撮像素子群、及び、

光電変換部の光入射側に設けられた第1層間絶縁層及び第2層間絶縁層、を備えており、

ワイヤグリッド偏光素子は、第1層間絶縁層と第2層間絶縁層との間に設けられており、

オンチップ・マイクロレンズは第2層間絶縁層上に設けられており、

第1層間絶縁層を構成する材料の屈折率を n_1 、第2層間絶縁層を構成する材料の屈折率を n_2 、オンチップ・マイクロレンズを構成する材料の屈折率を n_0 としたとき、

$$n_0 - n_1 \geq 0$$

$$n_0 - n_2 \geq 0$$

を満足する固体撮像装置。

[A03] 第1層間絶縁層は、第1層間絶縁層・下層と、第1層間絶縁層・上層が積層された構造を有し、

隣接する撮像素子の間の領域の上方に位置する第1層間絶縁層・下層と第1層間絶縁層・上層との間の部分には遮光部が設けられており、

第2層間絶縁層は、第2層間絶縁層・下層と、第2層間絶縁層・上層が積

層された構造を有し、

各光電変換部の上方に位置する第2層間絶縁層・下層と第2層間絶縁層・上層との間の部分にはカラーフィルタ層が設けられている[A01]又は[A02]に記載の固体撮像装置。

[A04] 第1層間絶縁層は、第1層間絶縁層・下層と、第1層間絶縁層・中間層と、第1層間絶縁層・上層が積層された構造を有し、

隣接する撮像素子の間の領域の上方に位置する第1層間絶縁層・下層と第1層間絶縁層・中間層との間の部分には遮光部が設けられており、

各光電変換部の上方に位置する第1層間絶縁層・中間層と第1層間絶縁層・上層との間の部分にはカラーフィルタ層が設けられている[A01]又は[A02]に記載の固体撮像装置。

[A05] 隣接する撮像素子の間の領域の上方に位置するワイヤグリッド偏光素子とワイヤグリッド偏光素子との間の部分には、ワイヤグリッド偏光素子から延在した遮光部が設けられており、

第2層間絶縁層は、第2層間絶縁層・下層と、第2層間絶縁層・上層が積層された構造を有し、

各光電変換部の上方に位置する第2層間絶縁層・下層と第2層間絶縁層・上層との間の部分にはカラーフィルタ層が設けられている[A01]又は[A02]に記載の固体撮像装置。

[A06] 第1層間絶縁層は、第1層間絶縁層・下層と、第1層間絶縁層・上層が積層された構造を有し、

各光電変換部の上方に位置する第1層間絶縁層・下層と第1層間絶縁層・上層との間の部分にはカラーフィルタ層が設けられており、

隣接する撮像素子の間の領域の上方に位置するワイヤグリッド偏光素子とワイヤグリッド偏光素子との間の部分には、ワイヤグリッド偏光素子から延在した遮光部が設けられている[A01]又は[A02]に記載の固体撮像装置。

[B01] 光電変換部は、積層された複数の光電変換部から構成されている

〔A 0 1〕乃至〔A 0 6〕のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

〔B 0 2〕積層された複数の光電変換部の内の少なくとも 1 つの光電変換部は、第 1 電極、光電変換層及び第 2 電極が積層されて成り、更に、第 1 電極と離間して配置され、且つ、絶縁層を介して光電変換層と対向して配置された電荷蓄積用電極を備えている〔B 0 1〕に記載の固体撮像装置。

〔B 0 3〕半導体基板を更に備えており、

積層された複数の光電変換部の内の少なくとも 1 つの光電変換部は、半導体基板の上方に配置されている〔B 0 2〕に記載の固体撮像装置。

〔B 0 4〕第 1 電極は、絶縁層に設けられた開口部内を延在し、光電変換層と接続されている〔B 0 2〕又は〔B 0 3〕に記載の固体撮像装置。

〔B 0 5〕光電変換層は、絶縁層に設けられた開口部内を延在し、第 1 電極と接続されている〔B 0 2〕又は〔B 0 3〕に記載の固体撮像装置。

〔B 0 6〕第 1 電極の頂面の縁部は絶縁層で覆われており、

開口部の底面には第 1 電極が露出しており、

第 1 電極の頂面と接する絶縁層の面を第 1 面、電荷蓄積用電極と対向する光電変換層の部分と接する絶縁層の面を第 2 面としたとき、開口部の側面は、第 1 面から第 2 面に向かって広がる傾斜を有する〔B 0 5〕に記載の固体撮像装置。

〔B 0 7〕第 1 面から第 2 面に向かって広がる傾斜を有する開口部の側面は、電荷蓄積用電極側に位置する〔B 0 6〕に記載の固体撮像装置。

〔B 0 8〕《第 1 電極及び電荷蓄積用電極の電位の制御》

半導体基板に設けられ、駆動回路を有する制御部を更に備えており、

第 1 電極及び電荷蓄積用電極は、駆動回路に接続されており、

電荷蓄積期間において、駆動回路から、第 1 電極に電位 V_{11} が印加され、電荷蓄積用電極に電位 V_{12} が印加され、光電変換層に電荷が蓄積され、

電荷転送期間において、駆動回路から、第 1 電極に電位 V_{21} が印加され、電荷蓄積用電極に電位 V_{22} が印加され、光電変換層に蓄積された電荷が第 1 電極を経由して制御部に読み出される〔B 0 2〕乃至〔B 0 7〕のいずれか 1 項

に記載の固体撮像装置。

但し、第 1 電極の電位が第 2 電極より高い場合、

$$V_{12} \geq V_{11}、\text{且つ、} V_{22} < V_{21}$$

であり、第 1 電極の電位が第 2 電極より低い場合、

$$V_{12} \leq V_{11}、\text{且つ、} V_{22} > V_{21}$$

である。

[B 0 9] 《転送制御用電極》

第 1 電極と電荷蓄積用電極との間に、第 1 電極及び電荷蓄積用電極と離間して配置され、且つ、絶縁層を介して光電変換層と対向して配置された転送制御用電極を更に備えている [B 0 2] 乃至 [B 0 7] のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

[B 1 0] 《第 1 電極、電荷蓄積用電極及び転送制御用電極の電位の制御》

半導体基板に設けられ、駆動回路を有する制御部を更に備えており、

第 1 電極、電荷蓄積用電極及び転送制御用電極は、駆動回路に接続されており、

電荷蓄積期間において、駆動回路から、第 1 電極に電位 V_{11} が印加され、電荷蓄積用電極に電位 V_{12} が印加され、転送制御用電極に電位 V_{13} が印加され、光電変換層に電荷が蓄積され、

電荷転送期間において、駆動回路から、第 1 電極に電位 V_{21} が印加され、電荷蓄積用電極に電位 V_{22} が印加され、転送制御用電極に電位 V_{23} が印加され、光電変換層に蓄積された電荷が第 1 電極を介して制御部に読み出される [B 0 9] に記載の固体撮像装置。

但し、第 1 電極の電位が第 2 電極より高い場合、

$$V_{12} > V_{13}、\text{且つ、} V_{22} \leq V_{23} \leq V_{21}$$

であり、第 1 電極の電位が第 2 電極より低い場合、

$$V_{12} < V_{13}、\text{且つ、} V_{22} \geq V_{23} \geq V_{21}$$

である。

[B 1 1] 《電荷排出電極》

光電変換層に接続され、第1電極及び電荷蓄積用電極と離間して配置された電荷排出電極を更に備えている[B02]乃至[B10]のいずれか1項に記載の固体撮像装置。

[B12] 電荷排出電極は、第1電極及び電荷蓄積用電極を取り囲むように配置されている[B11]に記載の固体撮像装置。

[B13] 光電変換層は、絶縁層に設けられた第2開口部内を延在し、電荷排出電極と接続されており、

電荷排出電極の頂面の縁部は絶縁層で覆われており、

第2開口部の底面には電荷排出電極が露出しており、

電荷排出電極の頂面と接する絶縁層の面を第3面、電荷蓄積用電極と対向する光電変換層の部分と接する絶縁層の面を第2面としたとき、第2開口部の側面は、第3面から第2面に向かって広がる傾斜を有する[B11]又は[B12]に記載の固体撮像装置。

[B14] 《第1電極、電荷蓄積用電極及び電荷排出電極の電位の制御》

半導体基板に設けられ、駆動回路を有する制御部を更に備えており、

第1電極、電荷蓄積用電極及び電荷排出電極は、駆動回路に接続されており、

電荷蓄積期間において、駆動回路から、第1電極に電位 V_{11} が印加され、電荷蓄積用電極に電位 V_{12} が印加され、電荷排出電極に電位 V_{14} が印加され、光電変換層に電荷が蓄積され、

電荷転送期間において、駆動回路から、第1電極に電位 V_{21} が印加され、電荷蓄積用電極に電位 V_{22} が印加され、電荷排出電極に電位 V_{24} が印加され、光電変換層に蓄積された電荷が第1電極を介して制御部に読み出される[B11]乃至[B13]のいずれか1項に記載の固体撮像装置。

但し、第1電極の電位が第2電極より高い場合、

$$V_{14} > V_{11}、且つ、V_{24} < V_{21}$$

であり、第1電極の電位が第2電極より低い場合、

$$V_{14} < V_{11}、且つ、V_{24} > V_{21}$$

である。

〔B 1 5〕《電荷蓄積用電極セグメント》

電荷蓄積用電極は、複数の電荷蓄積用電極セグメントから構成されている〔B 0 2〕乃至〔B 1 4〕のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

〔B 1 6〕第 1 電極の電位が第 2 電極より高い場合、電荷転送期間において、第 1 電極に最も近い所に位置する電荷蓄積用電極セグメントに印加される電位は、第 1 電極に最も遠い所に位置する電荷蓄積用電極セグメントに印加される電位よりも高く、

第 1 電極の電位が第 2 電極より低い場合、電荷転送期間において、第 1 電極に最も近い所に位置する電荷蓄積用電極セグメントに印加される電位は、第 1 電極に最も遠い所に位置する電荷蓄積用電極セグメントに印加される電位よりも低い〔B 1 5〕に記載の固体撮像装置。

〔B 1 7〕半導体基板には、制御部を構成する少なくとも浮遊拡散層及び増幅トランジスタが設けられており、

第 1 電極は、浮遊拡散層及び増幅トランジスタのゲート部に接続されている〔B 0 2〕乃至〔B 1 6〕のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

〔B 1 8〕半導体基板には、更に、制御部を構成するリセット・トランジスタ及び選択トランジスタが設けられており、

浮遊拡散層は、リセット・トランジスタの一方のソース／ドレイン領域に接続されており、

増幅トランジスタの一方のソース／ドレイン領域は、選択トランジスタの一方のソース／ドレイン領域に接続されており、選択トランジスタの他方のソース／ドレイン領域は信号線に接続されている〔B 1 7〕に記載の固体撮像装置。

〔B 1 9〕電荷蓄積用電極の大きさは第 1 電極よりも大きい〔B 0 2〕乃至〔B 1 8〕のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

〔B 2 0〕第 2 電極側から光が入射し、第 2 電極よりの光入射側には遮光層が形成されている〔B 0 2〕乃至〔B 1 9〕のいずれか 1 項に記載の固体撮

像装置。

[B 2 1] 第 2 電極側から光が入射し、第 1 電極には光が入射しない [B 0 2] 乃至 [B 1 9] のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

[B 2 2] 第 2 電極よりの光入射側であって、第 1 電極の上方には遮光層が形成されている [B 2 1] に記載の固体撮像装置。

[B 2 3] オンチップ・マイクロレンズに入射する光は、電荷蓄積用電極に集光される [B 2 1] に記載の固体撮像装置。

[B 2 4] 《積層型撮像素子：第 1 構成》

少なくとも 1 つの光電変換部は、 N 個（但し、 $N \geq 2$ ）の光電変換部セグメントから構成されており、

光電変換層は、 N 個の光電変換層セグメントから構成されており、

絶縁層は、 N 個の絶縁層セグメントから構成されており、

電荷蓄積用電極は、 N 個の電荷蓄積用電極セグメントから構成されており、

第 n 番目（但し、 $n = 1, 2, 3 \cdots N$ ）の光電変換部セグメントは、第 n 番目の電荷蓄積用電極セグメント、第 n 番目の絶縁層セグメント及び第 n 番目の光電変換層セグメントから構成されており、

n の値が大きい光電変換部セグメントほど、第 1 電極から離れて位置し、

第 1 番目の光電変換部セグメントから第 N 番目の光電変換部セグメントに亙り、絶縁層セグメントの厚さが、漸次、変化している [B 0 2] 乃至 [B 2 3] のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

[B 2 5] 《積層型撮像素子：第 2 構成》

少なくとも 1 つの光電変換部は、 N 個（但し、 $N \geq 2$ ）の光電変換部セグメントから構成されており、

光電変換層は、 N 個の光電変換層セグメントから構成されており、

絶縁層は、 N 個の絶縁層セグメントから構成されており、

電荷蓄積用電極は、 N 個の電荷蓄積用電極セグメントから構成されており、

第 n 番目（但し、 $n = 1, 2, 3 \cdots N$ ）の光電変換部セグメントは、第 n 番目の電荷蓄積用電極セグメント、第 n 番目の絶縁層セグメント及び第 n 番目の光電変換層セグメントから構成されており、

n の値が大きい光電変換部セグメントほど、第 1 電極から離れて位置し、第 1 番目の光電変換部セグメントから第 N 番目の光電変換部セグメントに亙り、光電変換層セグメントの厚さが、漸次、変化している [B 0 2] 乃至 [B 2 3] のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

[B 2 6] 《積層型撮像素子：第 3 構成》

少なくとも 1 つの光電変換部は、 N 個（但し、 $N \geq 2$ ）の光電変換部セグメントから構成されており、

光電変換層は、 N 個の光電変換層セグメントから構成されており、

絶縁層は、 N 個の絶縁層セグメントから構成されており、

電荷蓄積用電極は、 N 個の電荷蓄積用電極セグメントから構成されており、

第 n 番目（但し、 $n = 1, 2, 3 \cdots N$ ）の光電変換部セグメントは、第 n 番目の電荷蓄積用電極セグメント、第 n 番目の絶縁層セグメント及び第 n 番目の光電変換層セグメントから構成されており、

n の値が大きい光電変換部セグメントほど、第 1 電極から離れて位置し、隣接する光電変換部セグメントにおいて、絶縁層セグメントを構成する材料が異なる [B 0 2] 乃至 [B 2 3] のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

[B 2 7] 《積層型撮像素子：第 4 構成》

少なくとも 1 つの光電変換部は、 N 個（但し、 $N \geq 2$ ）の光電変換部セグメントから構成されており、

光電変換層は、 N 個の光電変換層セグメントから構成されており、

絶縁層は、 N 個の絶縁層セグメントから構成されており、

電荷蓄積用電極は、相互に離間されて配置された、 N 個の電荷蓄積用電極セグメントから構成されており、

第 n 番目（但し、 $n = 1, 2, 3 \cdots N$ ）の光電変換部セグメントは、第 n 番目の電荷蓄積用電極セグメント、第 n 番目の絶縁層セグメント及び第 n 番目の光電変換層セグメントから構成されており、

n の値が大きい光電変換部セグメントほど、第 1 電極から離れて位置し、隣接する光電変換部セグメントにおいて、電荷蓄積用電極セグメントを構成する材料が異なる [B 0 2] 乃至 [B 2 3] のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

[B 2 8] 《積層型撮像素子：第 5 構成》

少なくとも 1 つの光電変換部は、 N 個（但し、 $N \geq 2$ ）の光電変換部セグメントから構成されており、

光電変換層は、 N 個の光電変換層セグメントから構成されており、

絶縁層は、 N 個の絶縁層セグメントから構成されており、

電荷蓄積用電極は、相互に離間されて配置された、 N 個の電荷蓄積用電極セグメントから構成されており、

第 n 番目（但し、 $n = 1, 2, 3 \cdots N$ ）の光電変換部セグメントは、第 n 番目の電荷蓄積用電極セグメント、第 n 番目の絶縁層セグメント及び第 n 番目の光電変換層セグメントから構成されており、

n の値が大きい光電変換部セグメントほど、第 1 電極から離れて位置し、第 1 番目の光電変換部セグメントから第 N 番目の光電変換部セグメントに互い、電荷蓄積用電極セグメントの面積が、漸次、小さくなっている [B 0 2] 乃至 [B 2 3] のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

[B 2 9] 《積層型撮像素子：第 6 構成》

電荷蓄積用電極と絶縁層と光電変換層の積層方向を Z 方向、第 1 電極から離れる方向を X 方向としたとき、 YZ 仮想平面で電荷蓄積用電極と絶縁層と光電変換層が積層された積層部分を切断したときの積層部分の断面積は、第 1 電極からの距離に依存して変化する [B 0 2] 乃至 [B 2 3] のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

[B 3 0] ワイヤグリッド偏光素子は、第 1 偏光子セグメント、第 2 偏光子

セグメント、第3偏光子セグメント及び第4偏光子セグメントの4つの偏光子セグメントが 2×2 に配列されて成り、

第1偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は α 度であり、

第2偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は $(\alpha + 45)$ 度であり

、

第3偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は $(\alpha + 90)$ 度であり

、

第4偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は $(\alpha + 135)$ 度である [A 0 1] 乃至 [B 2 9] のいずれか1項に記載の固体撮像装置。

[B 3 1] 複数の光電変換部は、白色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部から成る [A 0 1] 乃至 [B 3 0] のいずれか1項に記載の固体撮像装置。

[B 3 2] 複数の光電変換部は、赤色光又は緑色光又は青色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部から成る [A 0 1] 乃至 [B 3 0] のいずれか1項に記載の固体撮像装置。

[B 3 3] 赤色光又は緑色光又は青色光に感度を有する光電変換部は、赤色光に感度を有する赤色光用光電変換部、緑色光に感度を有する緑色光用光電変換部、及び、青色光に感度を有する青色光用光電変換部から成る群から選択された少なくとも2種類の光電変換部が積層されて成る [B 3 2] に記載の固体撮像装置。

[B 3 4] 少なくとも、ワイヤグリッド偏光素子のスペース部に面したライン部の側面には保護膜が形成されている [A 0 1] 乃至 [B 3 3] のいずれか1項に記載の固体撮像装置。

[B 3 5] ワイヤグリッド偏光素子を取り囲むフレーム部を更に備えており、

フレーム部と、ワイヤグリッド偏光素子のライン部とは連結されており、
フレーム部は、ワイヤグリッド偏光素子のライン部と同じ構造を有する [A 0 1] 乃至 [B 3 4] のいずれか1項に記載の固体撮像装置。

〔B 3 6〕基板の一方の面には光電変換部を駆動する駆動回路が形成されており、

基板の他方の面に光電変換部が形成されており、

積層型撮像素子の縁部には、基板の一方の面から他方の面に亙り、更に、ワイヤグリッド偏光素子の下方まで延びる、絶縁材料又は遮光材料が埋め込まれた溝部が形成されている〔A 0 1〕乃至〔B 3 4〕のいずれか1項に記載の固体撮像装置。

〔B 3 7〕ワイヤグリッド偏光素子のライン部は、光電変換部側から、第1導電材料から成る光反射層、絶縁膜、及び、第2導電材料から成る光吸収層が積層された積層構造体から構成されている〔A 0 1〕乃至〔B 3 6〕のいずれか1項に記載の固体撮像装置。

〔B 3 8〕光電変換部と光反射層の間に下地膜が形成されている〔B 3 7〕に記載の固体撮像装置。

〔B 3 9〕光反射層の延在部は基板又は光電変換部と電氣的に接続されている〔B 3 7〕又は〔B 3 8〕に記載の固体撮像装置。

〔B 4 0〕光反射層の頂面全面に絶縁膜が形成されており、絶縁膜の頂面全面に光吸収層が形成されている〔B 3 7〕乃至〔B 3 9〕のいずれか1項に記載の固体撮像装置。

〔C 0 1〕

2×2に配列された第1積層型撮像素子、第2積層型撮像素子、第3積層型撮像素子及び第4積層型撮像素子の4つの積層型撮像素子から構成された撮像素子ユニットが、2次元マトリクス状に配列されて成り、

各撮像素子ユニットは、更に、少なくとも第4積層型撮像素子の光入射側にワイヤグリッド偏光素子を備えている〔A 0 1〕乃至〔B 4 0〕のいずれか1項に記載の固体撮像装置。

〔C 0 2〕各撮像素子ユニットにおいて、

第1積層型撮像素子は、赤色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部を備えており、

第2積層型撮像素子は、緑色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部を備えており、

第3積層型撮像素子は、青色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部を備えており、

第1積層型撮像素子、第2積層型撮像素子及び第3積層型撮像素子は、ワイヤグリッド偏光素子を備えていない〔C01〕に記載の固体撮像装置。

〔C03〕第4積層型撮像素子は、白色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部を備えている〔C02〕に記載の固体撮像装置。

〔C04〕各撮像素子ユニットは、更に、第1積層型撮像素子、第2積層型撮像素子及び第3積層型撮像素子の光入射側にワイヤグリッド偏光素子を備えており、

第1積層型撮像素子、第2積層型撮像素子、第3積層型撮像素子及び第4積層型撮像素子に備えられたワイヤグリッド偏光素子は、同じ偏光方位を有する〔C01〕に記載の固体撮像装置。

〔C05〕隣接する撮像素子ユニットにおいて、ワイヤグリッド偏光素子の有する偏光方位は異なっている〔C04〕に記載の固体撮像装置。

〔C06〕第1積層型撮像素子は、赤色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部を備えており、

第2積層型撮像素子は、緑色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部を備えており、

第3積層型撮像素子は、青色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部を備えており、

2×2に配列された、第1撮像素子ユニット、第2撮像素子ユニット、第3撮像素子ユニット及び第4撮像素子ユニットの4つの撮像素子ユニットから撮像素子ユニット群が構成されており、

第1撮像素子ユニットに備えられた第1ワイヤグリッド偏光素子が透過させるべき偏光方位は α 度であり、

第2撮像素子ユニットに備えられた第2ワイヤグリッド偏光素子が透過させるべき偏光方位は $(\alpha + 45)$ 度であり、

第3撮像素子ユニットに備えられた第3ワイヤグリッド偏光素子が透過させるべき偏光方位は $(\alpha + 90)$ 度であり、

第4撮像素子ユニットに備えられた第4ワイヤグリッド偏光素子が透過させるべき偏光方位は $(\alpha + 135)$ 度である〔C01〕に記載の固体撮像装置。

〔C07〕第1積層型撮像素子は、赤色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部を備えており、

第2積層型撮像素子は、緑色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部を備えており、

第3積層型撮像素子は、青色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部を備えており、

第4積層型撮像素子は、白色光に感度を有する光電変換部、及び、近赤外光に感度を有する光電変換部を備えており、

第4積層型撮像素子の光入射側に備えられたワイヤグリッド偏光素子は、 2×2 に配列された、第4-1偏光子セグメント、第4-2偏光子セグメント、第4-3偏光子セグメント及び第4-4偏光子セグメントの4つの偏光子セグメントから構成されており、

第4-1偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は α 度であり、

第4-2偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は $(\alpha + 45)$ 度であり、

第4-3偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は $(\alpha + 90)$ 度であり、

第4-4偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は $(\alpha + 135)$ 度である〔C01〕に記載の固体撮像装置。

〔C08〕各撮像素子ユニットは、更に、第1積層型撮像素子、第2積層型撮像素子及び第3積層型撮像素子のそれぞれの光入射側にワイヤグリッド偏

光素子を備えており、

第1積層型撮像素子の光入射側に備えられたワイヤグリッド偏光素子は、 2×2 に配列された、第1-1偏光子セグメント、第1-2偏光子セグメント、第1-3偏光子セグメント及び第1-4偏光子セグメントの4つの偏光子セグメントから構成されており、

第1-1偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は β 度であり、

第1-2偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は $(\beta + 45)$ 度であり、

第1-3偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は $(\beta + 90)$ 度であり、

第1-4偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は $(\beta + 135)$ 度であり、

第2積層型撮像素子の光入射側に備えられたワイヤグリッド偏光素子は、 2×2 に配列された、第2-1偏光子セグメント、第2-2偏光子セグメント、第2-3偏光子セグメント及び第2-4偏光子セグメントの4つの偏光子セグメントから構成されており、

第2-1偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は γ 度であり、

第2-2偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は $(\gamma + 45)$ 度であり、

第2-3偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は $(\gamma + 90)$ 度であり、

第2-4偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は $(\gamma + 135)$ 度であり、

第3積層型撮像素子の光入射側に備えられたワイヤグリッド偏光素子は、 2×2 に配列された、第3-1偏光子セグメント、第3-2偏光子セグメント、第3-3偏光子セグメント及び第3-4偏光子セグメントの4つの偏光子セグメントから構成されており、

第3-1偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は δ 度であり、

第3-2偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は $(\delta + 45)$ 度であり、

第3-3偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は $(\delta + 90)$ 度であり、

第3-4偏光子セグメントが透過させるべき偏光方位は $(\delta + 135)$ 度である[C07]に記載の固体撮像装置。

[C09] $\alpha = \beta = \gamma = \delta$ である[C08]に記載の固体撮像装置。

[D01] 《固体撮像装置：第1構成》

第1電極、光電変換層及び第2電極が積層されて成る光電変換部を備えており、

光電変換部は、[B01]乃至[B40]のいずれか1項に記載の撮像素子を、複数、有しており、

複数の撮像素子から撮像素子ブロックが構成されており、

撮像素子ブロックを構成する複数の撮像素子において第1電極が共有されている固体撮像装置。

[D02] 《固体撮像装置：第2構成》

[B01]乃至[B40]のいずれか1項に記載の撮像素子を、複数、有しており、

複数の撮像素子から撮像素子ブロックが構成されており、

撮像素子ブロックを構成する複数の撮像素子において第1電極が共有されている固体撮像装置。

[D03] 1つの撮像素子の上方に1つのオンチップ・マイクロレンズが配設されている[D01]又は[D02]に記載の固体撮像装置。

[D04] 2つの撮像素子から撮像素子ブロックが構成されており、

撮像素子ブロックの上方に1つのオンチップ・マイクロレンズが配設されている[D01]又は[D02]に記載の固体撮像装置。

[D05] 複数の撮像素子に対して1つの浮遊拡散層が設けられている[D01]乃至[D04]のいずれか1項に記載の固体撮像装置。

[D 0 6] 第 1 電極は、各撮像素子の電荷蓄積用電極に隣接して配置されている [D 0 1] 乃至 [D 0 5] のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

[D 0 7] 第 1 電極が、複数の撮像素子の一部の電荷蓄積用電極に隣接して配置されており、複数の撮像素子の残りの電荷蓄積用電極とは隣接して配置されてはいない [D 0 1] 乃至 [D 0 6] のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

[D 0 8] 撮像素子を構成する電荷蓄積用電極と撮像素子を構成する電荷蓄積用電極との間の距離は、第 1 電極に隣接した撮像素子における第 1 電極と電荷蓄積用電極との間の距離よりも長い [D 0 7] に記載の固体撮像装置。

[E 0 1] 《固体撮像装置の駆動方法》

第 1 電極、光電変換層及び第 2 電極が積層されて成る光電変換部を備えており、

光電変換部は、更に、第 1 電極と離間して配置され、且つ、絶縁層を介して光電変換層と対向して配置された電荷蓄積用電極を備えており、

第 2 電極側から光が入射し、第 1 電極には光が入射しない構造を有する撮像素子を、複数、備えた固体撮像装置の駆動方法であって、

全ての撮像素子において、一斉に、光電変換層に電荷を蓄積しながら、第 1 電極における電荷を系外に排出し、その後、

全ての撮像素子において、一斉に、光電変換層に蓄積された電荷を第 1 電極に転送し、転送完了後、順次、各撮像素子において第 1 電極に転送された電荷を読み出す、

各工程を繰り返す固体撮像装置の駆動方法。

符号の説明

[0458] 1 O, 1 O R, 1 O G, 1 O B, 1 O W, 1 O i R . . . 光電変換部、1 O ' ₁, 1 O ' ₂, 1 O ' ₃ . . . 光電変換部セグメント、1 O ₁, 1 1 ₁ . . . 第 1 積層型撮像素子、1 O ₂, 1 1 ₂ . . . 第 2 積層型撮像素子、1 O ₃, 1 1 ₃ . . . 第 3 積層型撮像素子、1 O ₄, 1 1 ₄ . . . 第 4 積層型撮像素子、1 O R ₁, 1 O R ₂, 1 O R ₃, 1 O R ₄, 1 O G ₁, 1 O G ₂, 1 O G ₃, 1 O G ₄, 1 O B ₁, 1

$0B_2$, $10B_3$, $10B_4$, $10W_1$, $10W_2$, $10W_3$, $10W_4$ ・・・光電変換部（光電変換素子）、 $10iR_{11}$, $10iR_{12}$, $10iR_{13}$, $10iR_{14}$, $10iR_{21}$, $10iR_{22}$, $10iR_{23}$, $10iR_{24}$, $10iR_{31}$, $10iR_{32}$, $10iR_{33}$, $10iR_{34}$, $10iR_{41}$, $10iR_{42}$, $10iR_{43}$, $10iR_{44}$ ・・・近赤外光に感度を有する光電変換部、 $10a$ ・・・有効画素領域、 $10b$ ・・・光学的黒画素領域（OPB）、 12_1 ・・・第1撮像素子ユニット、 12_2 ・・・第2撮像素子ユニット、 12_3 ・・・第3撮像素子ユニット、 12_4 ・・・第4撮像素子ユニット、 13 ・・・層間絶縁層より下方に位置する各種の撮像素子構成要素、 14 ・・・オンチップ・マイクロレンズ下地層、 15 ・・・オンチップ・マイクロレンズ（OCL）、 16 , $16R$, $16G$, $16B$ ・・・カラーフィルタ層（波長選択手段）、 $17A$, $17B$ ・・・遮光部、 18 ・・・遮光層、 21 ・・・第1電極、 22 ・・・第2電極、 23 ・・・光電変換層、 $23A$ ・・・下層半導体層、 $23B$ ・・・上層光電変換層、 $23'_1$, $23'_2$, $23'_3$ ・・・光電変換層セグメント、 24 , $24''_1$, $24''_2$, $24''_3$ ・・・電荷蓄積用電極、 $24A$, $24B$, $24C$, $24'_1$, $24'_2$, $24'_3$ ・・・電荷蓄積用電極セグメント、 25 , $25A$, $25B$ ・・・転送制御用電極（電荷転送電極）、 26 ・・・電荷排出電極、 27 , $27A_1$, $27A_2$, $27A_3$, $27B_1$, $27B_2$, $27B_3$, $27C$ ・・・電荷移動制御電極、 31 , 33 , 41 , 43 ・・・n型半導体領域、 32 , 34 , 42 , 44 , 73 ・・・p⁺層、 35 , 36 , 45 , 46 ・・・転送トランジスタのゲート部、 $35C$, $36C$ ・・・半導体基板の領域、 $36A$ ・・・転送チャネル、 41 ・・・n型半導体領域、 42 , 44 ・・・p⁺層、 43 ・・・n型半導体領域、 45 ・・・転送トランジスタTR₂のゲート部、 $45C$ ・・・転送トランジスタTR₂のゲート部の近傍の半導体基板の領域、 46 ・・・転送トランジスタTR₃のゲート部、 $46A$ ・・・転送チャネル、 $46C$ ・・・転送トランジスタTR₃のゲート部の近傍の半導体基板の領域、 51 ・・・リセット・トランジスタTR₁のゲート部、 $51A$ ・・・リセット・トランジスタTR₁のチャネル形成領域、 $51B$, $51C$ ・・・リセット・ト

ランジスタ TR_{rst} のソース／ドレイン領域、52・・・増幅トランジスタ TR_{amp} のゲート部、52A・・・増幅トランジスタ TR_{amp} のチャネル形成領域、52B, 52C・・・増幅トランジスタ TR_{amp} のソース／ドレイン領域、53・・・選択トランジスタ TR_{sel} のゲート部、53A・・・選択トランジスタ TR_{sel} のチャネル形成領域、53B, 53C・・・選択トランジスタ TR_{sel} のソース／ドレイン領域、61・・・コンタクトホール部、62・・・配線層、63, 64, 68A・・・パッド部、65, 68B・・・接続孔、66, 67, 69・・・接続部、70・・・半導体基板、70A・・・半導体基板の第1面（おもて面）、70B・・・半導体基板の第2面（裏面）、71・・・素子分離領域、72・・・酸化膜、74・・・ HfO_2 膜、75・・・絶縁材料膜、76, 77, 78, 81・・・層間絶縁層、82・・・絶縁層、82'₁, 82'₂, 82'₃・・・絶縁層セグメント、82a・・・絶縁層の第1面、82b・・・絶縁層の第2面、82c・・・絶縁層の第3面、83・・・第1層間絶縁層、83A・・・第1層間絶縁層・下層、83B・・・第1層間絶縁層・上層、83A'・・・第1層間絶縁層・下層、83B'・・・第1層間絶縁層・中間層、83C'・・・第1層間絶縁層・上層、83A''・・・第1層間絶縁層・下層、83B''・・・第1層間絶縁層・上層、84・・・第2層間絶縁層、84A・・・第2層間絶縁層・下層、84B・・・第2層間絶縁層・上層、84C, 83D', 83C''・・・カラーフィルタ層・下地層、85, 85A, 85B, 85C・・・開口部、86, 86A・・・第2開口部、87・・・低屈折率層、88・・・保護層、90, 90R, 90G, 90B, 90R₁, 90R₂, 90R₃, 90R₄, 90G₁, 90G₂, 90G₃, 90G₄, 90B₁, 90B₂, 90B₃, 90B₄・・・カラーフィルタ層（波長選択手段）、90W・・・透明樹脂層、91, 91₁, 91₂, 91₃, 91₄, 91W, 91W₁, 91W₂, 91W₃, 91W₄, ...ワイヤグリッド偏光素子（偏光子）、91'R₁, 91'R₂, 91'R₃, 91'R₄, 91'G₁, 91'G₂, 91'G₃, 91'G₄, 91'B₁, 91'B₂, 91'B₃, 91'B₄, 91'W₁, 91'W₂, 91'W₃, 91'W₄・・・

偏光子セグメント、92・・・ライン部（積層構造体）、93・・・光反射層、93A・・・光反射層形成層、94・・・絶縁膜、94A・・・絶縁膜形成層、94a・・・絶縁膜の切欠き部、95・・・光吸収層、95A・・・光吸収層形成層、96・・・スペース部（積層構造体と積層構造体との間の隙間）、97・・・保護膜、98・・・フレーム部、100・・・固体撮像装置、101・・・積層型撮像素子、111・・・撮像領域、112・・・垂直駆動回路、113・・・カラム信号処理回路、114・・・水平駆動回路、115・・・出力回路、116・・・駆動制御回路、117・・・信号線（データ出力線）、118・・・水平信号線、200・・・電子機器（カメラ）、201・・・固体撮像装置、210・・・光学レンズ、211・・・シャッタ装置、212・・・駆動回路、213・・・信号処理回路、 FD_1 , FD_2 , FD_3 , 45C, 46C・・・浮遊拡散層、 $TR1_{trs}$, $TR2_{trs}$, $TR3_{trs}$ ・・・転送トランジスタ、 $TR1_{rst}$, $TR2_{rst}$, $TR3_{rst}$ ・・・リセットトランジスタ、 $TR1_{amp}$, $TR2_{amp}$, $TR3_{amp}$ ・・・増幅トランジスタ、 $TR1_{sel}$, $TR3_{sel}$, $TR3_{sel}$ ・・・選択トランジスタ、 V_{DD} ・・・電源、 TG_1 , TG_2 , TG_3 ・・・転送ゲート線、 RST_1 , RST_2 , RST_3 ・・・リセット線、 SEL_1 , SEL_2 , SEL_3 ・・・選択線、 VSL , VSL_1 , VSL_2 , VSL_3 ・・・信号線（データ出力線）、 V_{OA} , V_{OT} , V_{OU} ・・・配線

請求の範囲

[請求項1]

半導体基板又は半導体基板の上方に形成された光電変換部を有し、
ワイヤグリッド偏光素子及びオンチップ・マイクロレンズを更に有する撮像素子が2次元マトリクス状に配列されて成る撮像素子群、及び、

光電変換部の光入射側に設けられた第1層間絶縁層及び第2層間絶縁層、

を備えており、

ワイヤグリッド偏光素子は、第1層間絶縁層と第2層間絶縁層との間に設けられており、

オンチップ・マイクロレンズは第2層間絶縁層上に設けられており、

第1層間絶縁層及び第2層間絶縁層は、酸化物材料又は樹脂材料から成り、

オンチップ・マイクロレンズは、窒化シリコン又は酸窒化シリコンから成る固体撮像装置。

[請求項2]

半導体基板又は半導体基板の上方に形成された光電変換部を有し、
ワイヤグリッド偏光素子及びオンチップ・マイクロレンズを更に有する撮像素子が2次元マトリクス状に配列されて成る撮像素子群、及び、

光電変換部の光入射側に設けられた第1層間絶縁層及び第2層間絶縁層、

を備えており、

ワイヤグリッド偏光素子は、第1層間絶縁層と第2層間絶縁層との間に設けられており、

オンチップ・マイクロレンズは第2層間絶縁層上に設けられており、

第1層間絶縁層を構成する材料の屈折率を n_1 、第2層間絶縁層を

構成する材料の屈折率を n_2 、オンチップ・マイクロレンズを構成する材料の屈折率を n_0 としたとき、

$$n_0 - n_1 \geq 0$$

$$n_0 - n_2 \geq 0$$

を満足する固体撮像装置。

[請求項3] 第1層間絶縁層は、第1層間絶縁層・下層と、第1層間絶縁層・上層が積層された構造を有し、

隣接する撮像素子の間の領域の上方に位置する第1層間絶縁層・下層と第1層間絶縁層・上層との間の部分には遮光部が設けられており、

第2層間絶縁層は、第2層間絶縁層・下層と、第2層間絶縁層・上層が積層された構造を有し、

各光電変換部の上方に位置する第2層間絶縁層・下層と第2層間絶縁層・上層との間の部分にはカラーフィルタ層が設けられている請求項1又は請求項2に記載の固体撮像装置。

[請求項4] 第1層間絶縁層は、第1層間絶縁層・下層と、第1層間絶縁層・中間層と、第1層間絶縁層・上層が積層された構造を有し、

隣接する撮像素子の間の領域の上方に位置する第1層間絶縁層・下層と第1層間絶縁層・中間層との間の部分には遮光部が設けられており、

各光電変換部の上方に位置する第1層間絶縁層・中間層と第1層間絶縁層・上層との間の部分にはカラーフィルタ層が設けられている請求項1又は請求項2に記載の固体撮像装置。

[請求項5] 隣接する撮像素子の間の領域の上方に位置するワイヤグリッド偏光素子とワイヤグリッド偏光素子との間の部分には、ワイヤグリッド偏光素子から延在した遮光部が設けられており、

第2層間絶縁層は、第2層間絶縁層・下層と、第2層間絶縁層・上層が積層された構造を有し、

各光電変換部の上方に位置する第2層間絶縁層・下層と第2層間絶縁層・上層との間の部分にはカラーフィルタ層が設けられている請求項1又は請求項2に記載の固体撮像装置。

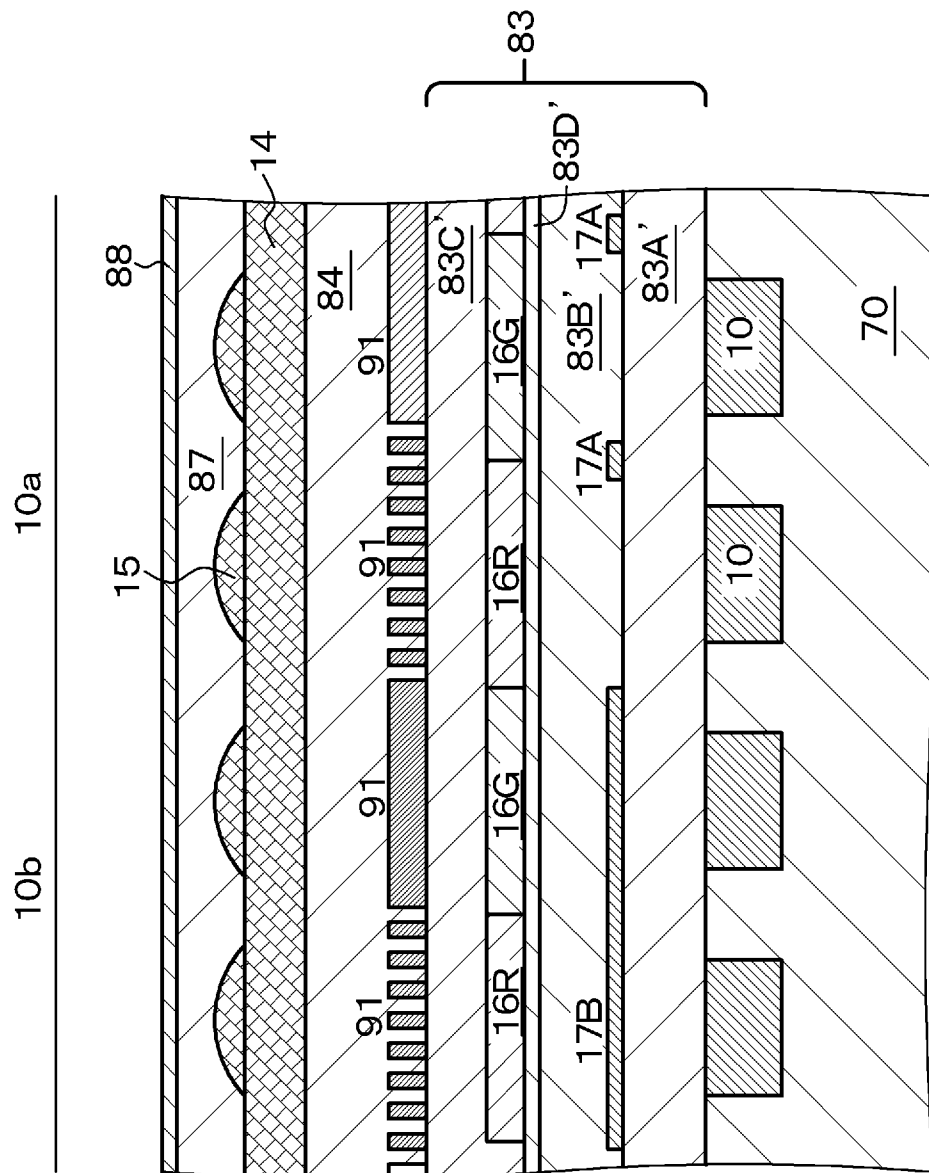
[請求項6] 第1層間絶縁層は、第1層間絶縁層・下層と、第1層間絶縁層・上層が積層された構造を有し、

各光電変換部の上方に位置する第1層間絶縁層・下層と第1層間絶縁層・上層との間の部分にはカラーフィルタ層が設けられており、

隣接する撮像素子の間の領域の上方に位置するワイヤグリッド偏光素子とワイヤグリッド偏光素子との間の部分には、ワイヤグリッド偏光素子から延在した遮光部が設けられている請求項1又は請求項2に記載の固体撮像装置。

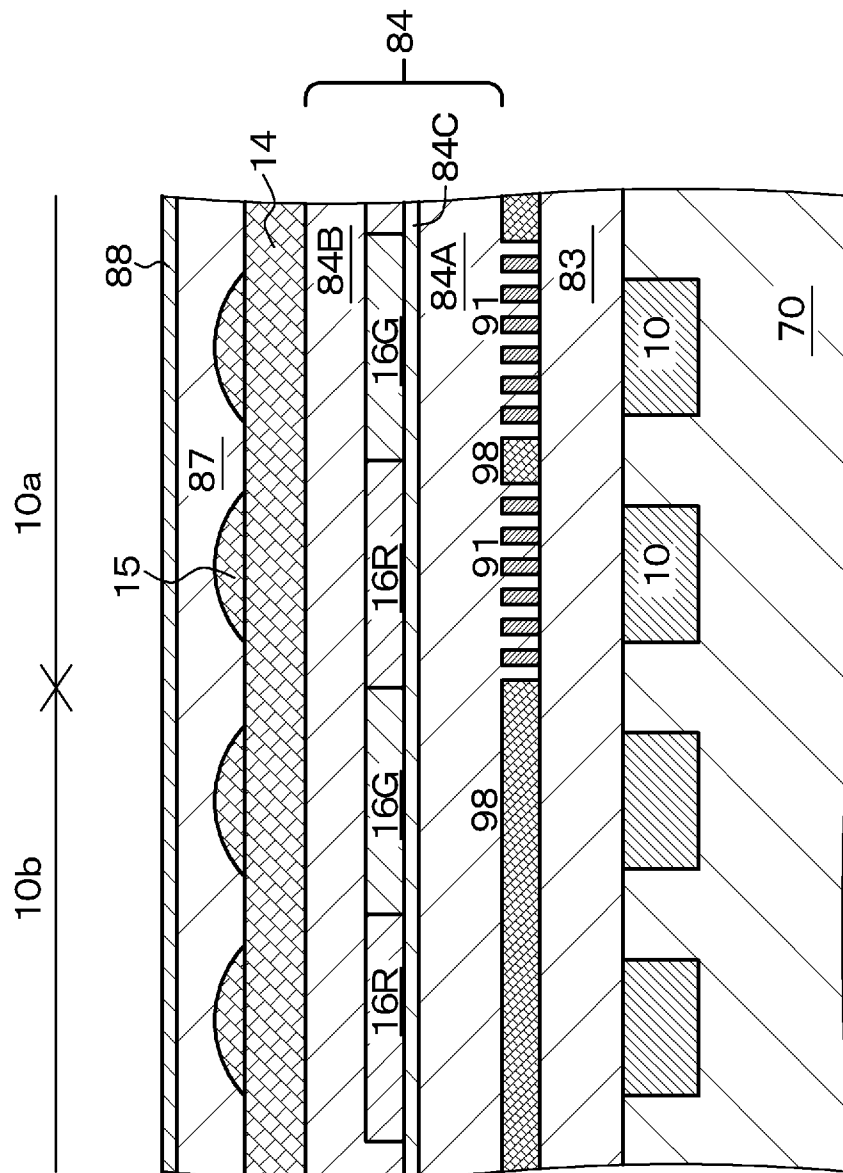
[図2]

図 2



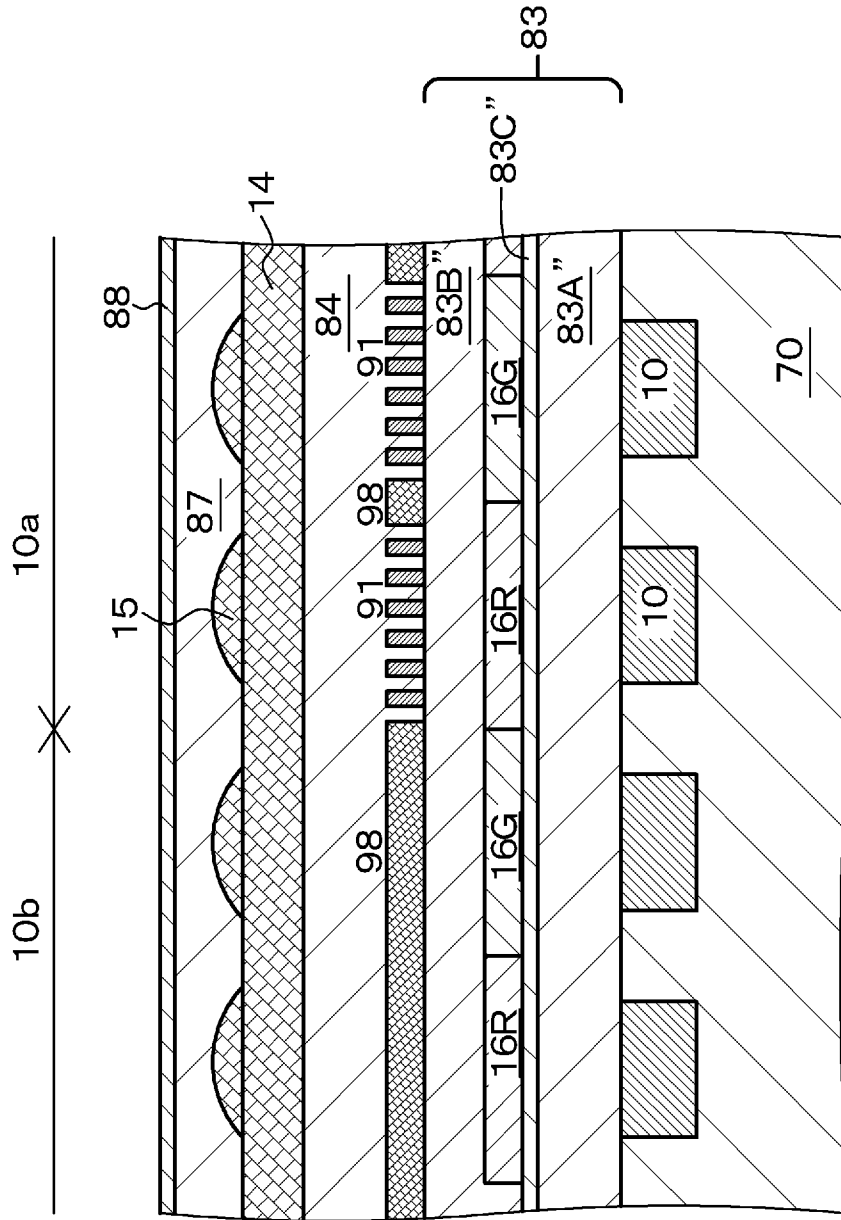
[図3]

図 3



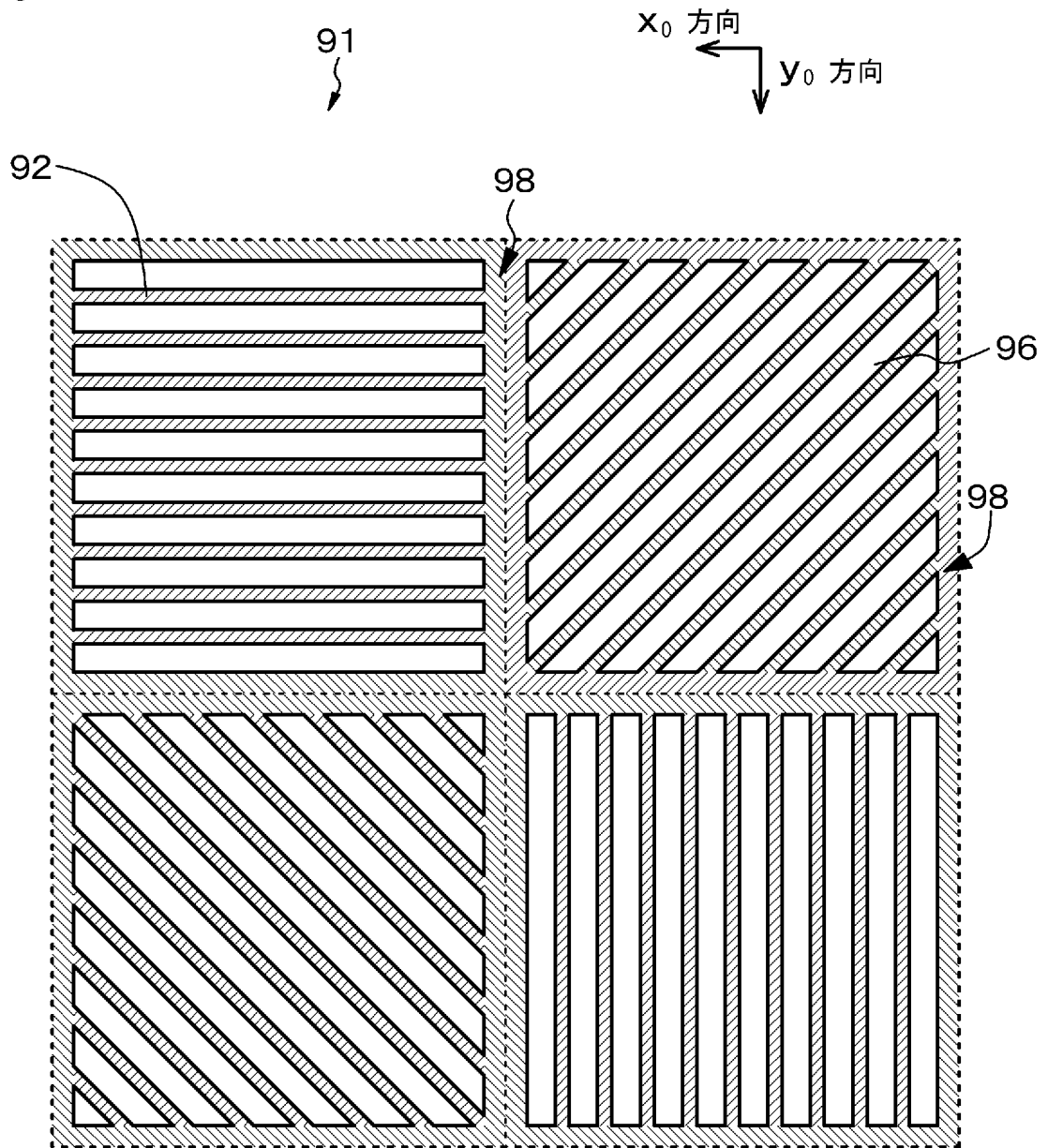
[図4]

図 4



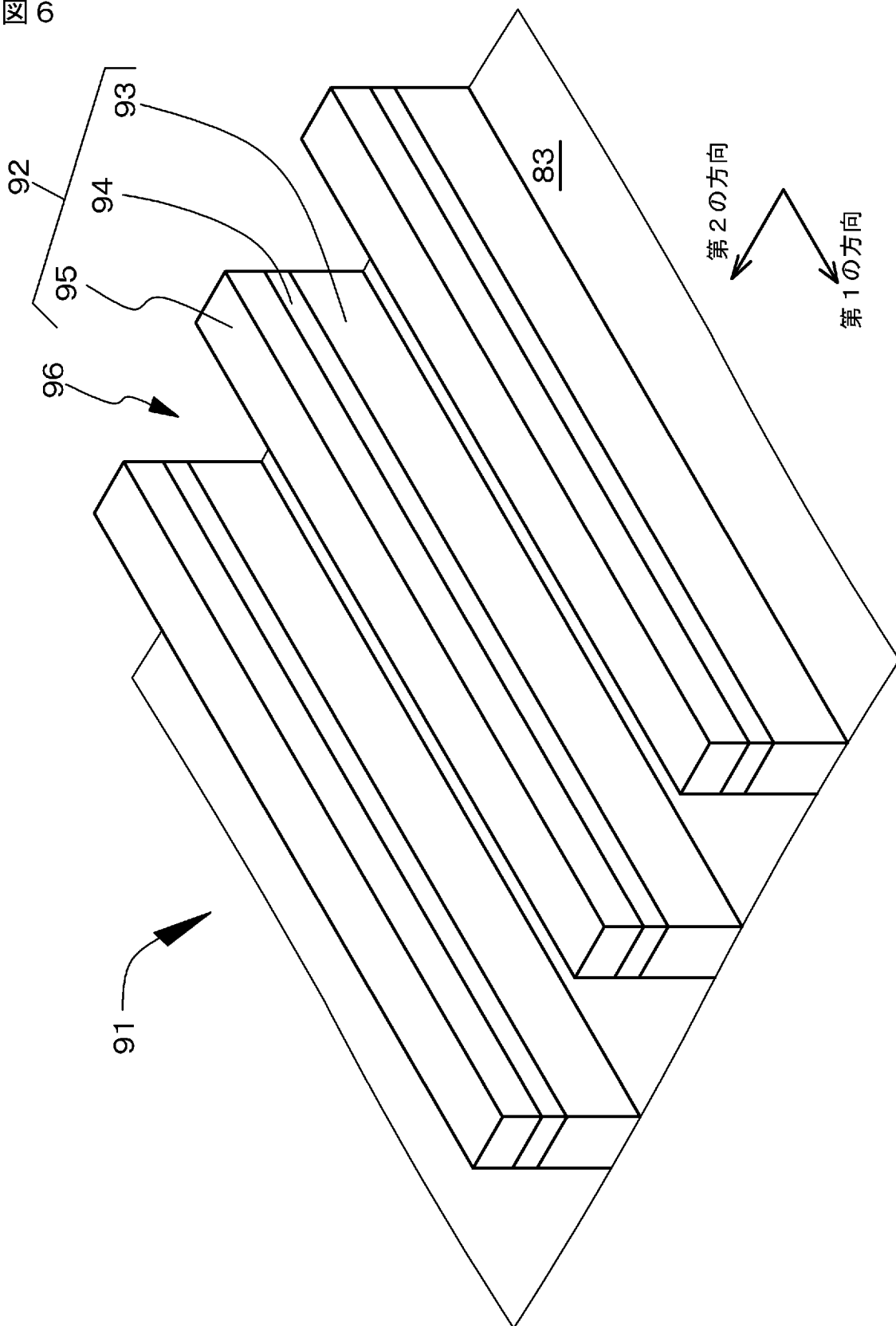
[図5]

図 5



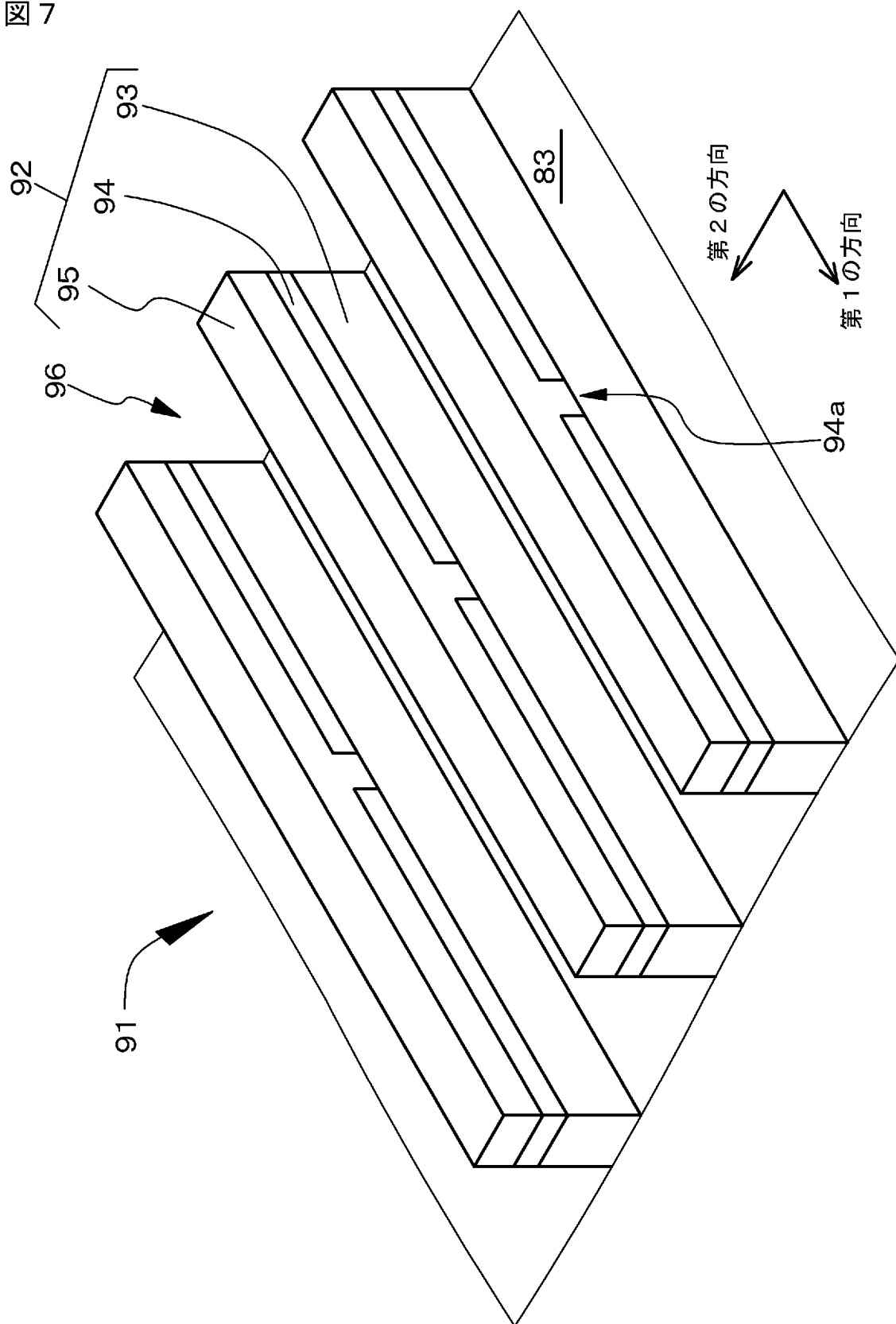
[図6]

図 6



[図7]

図 7



[図8]

図 8 A

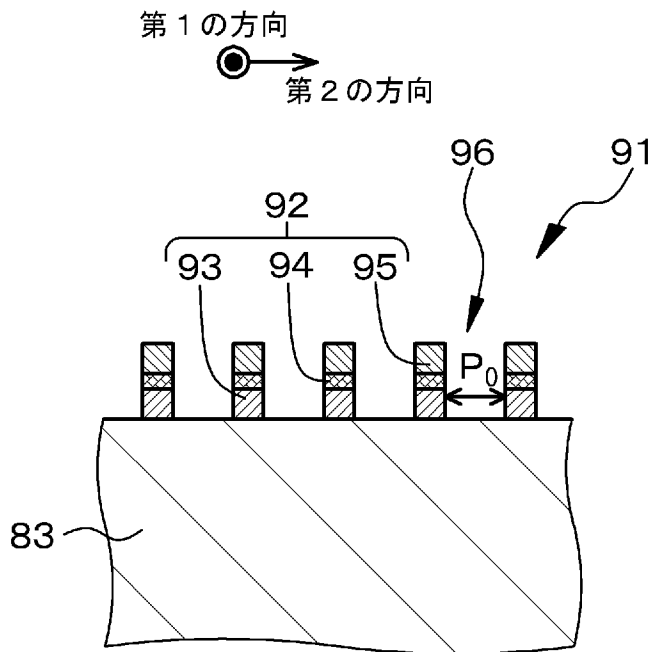
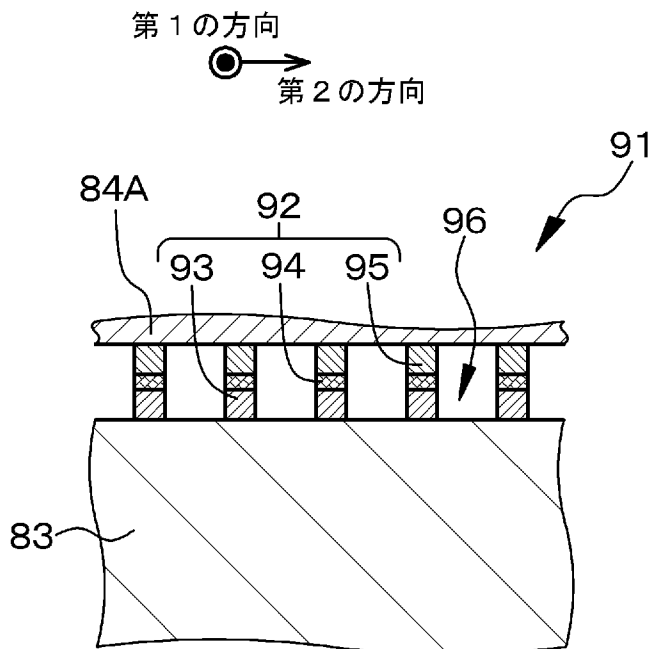


図 8 B



[図10]

図 10 A

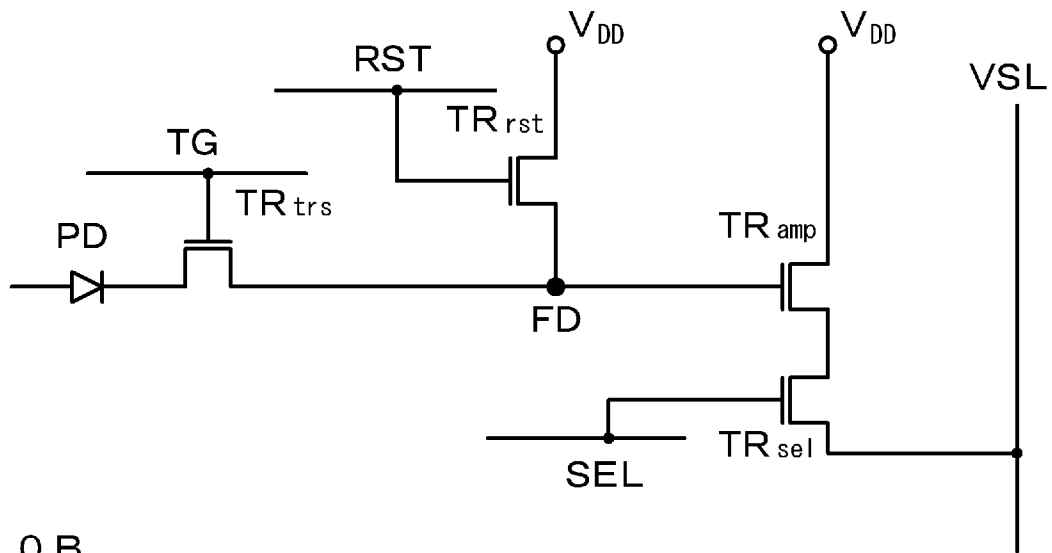


図 10 B

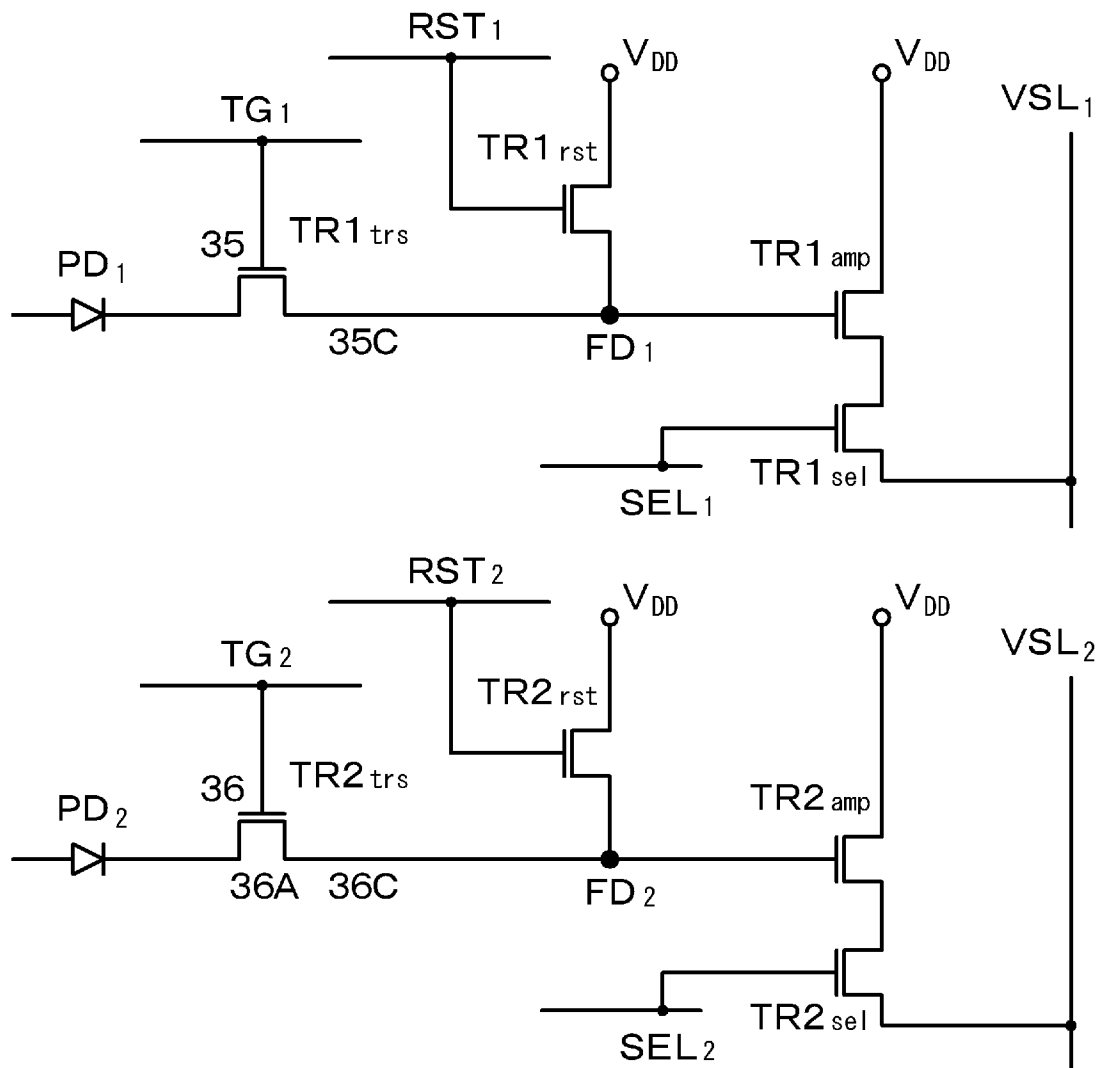
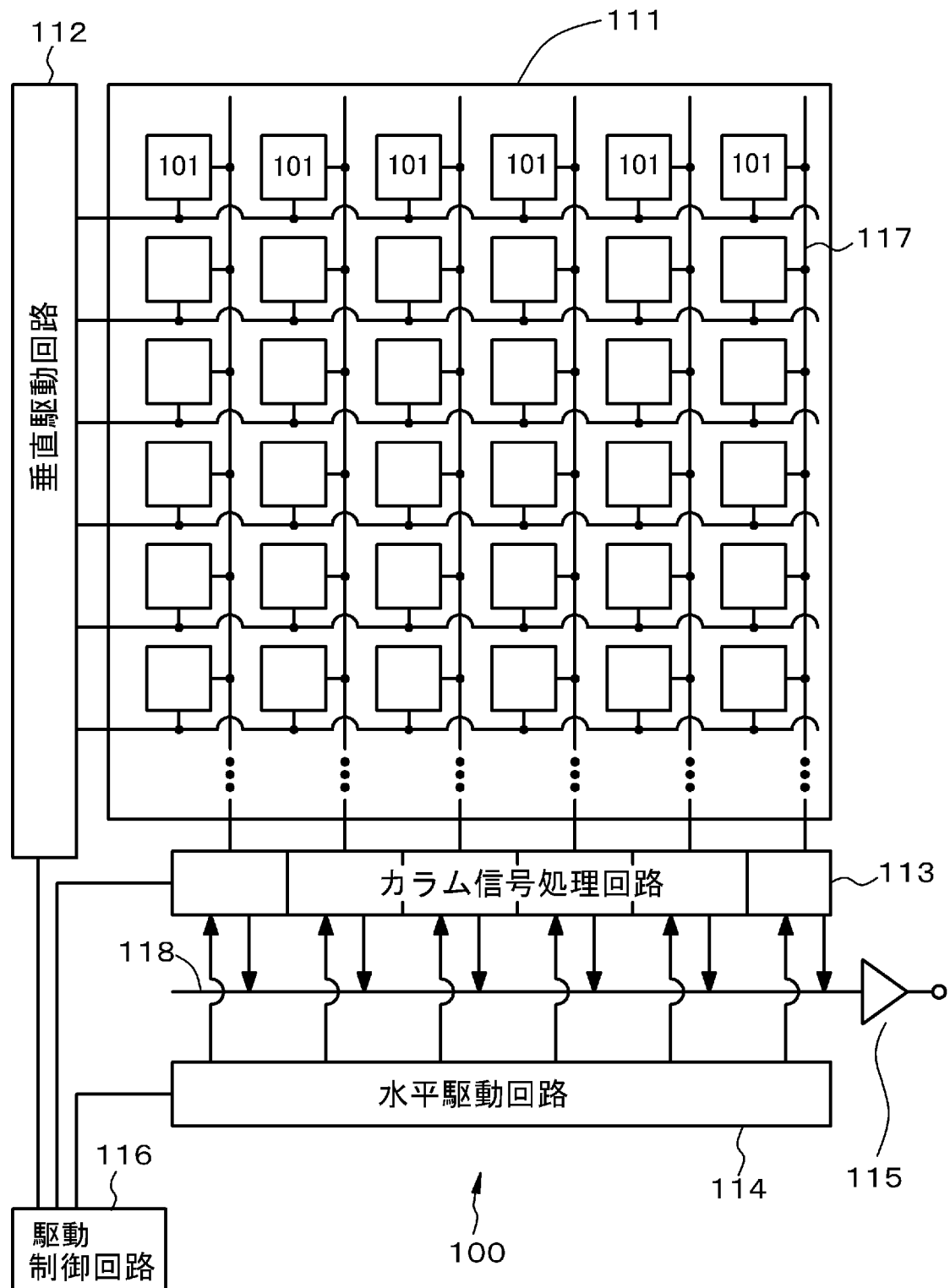
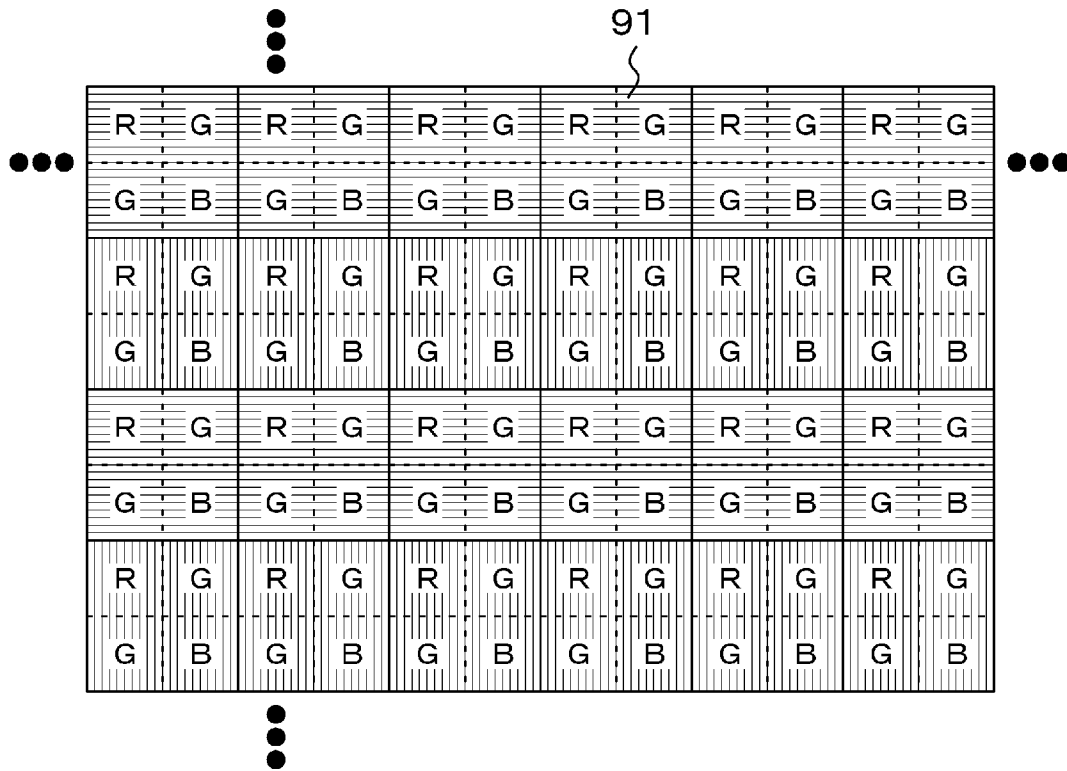


图 11



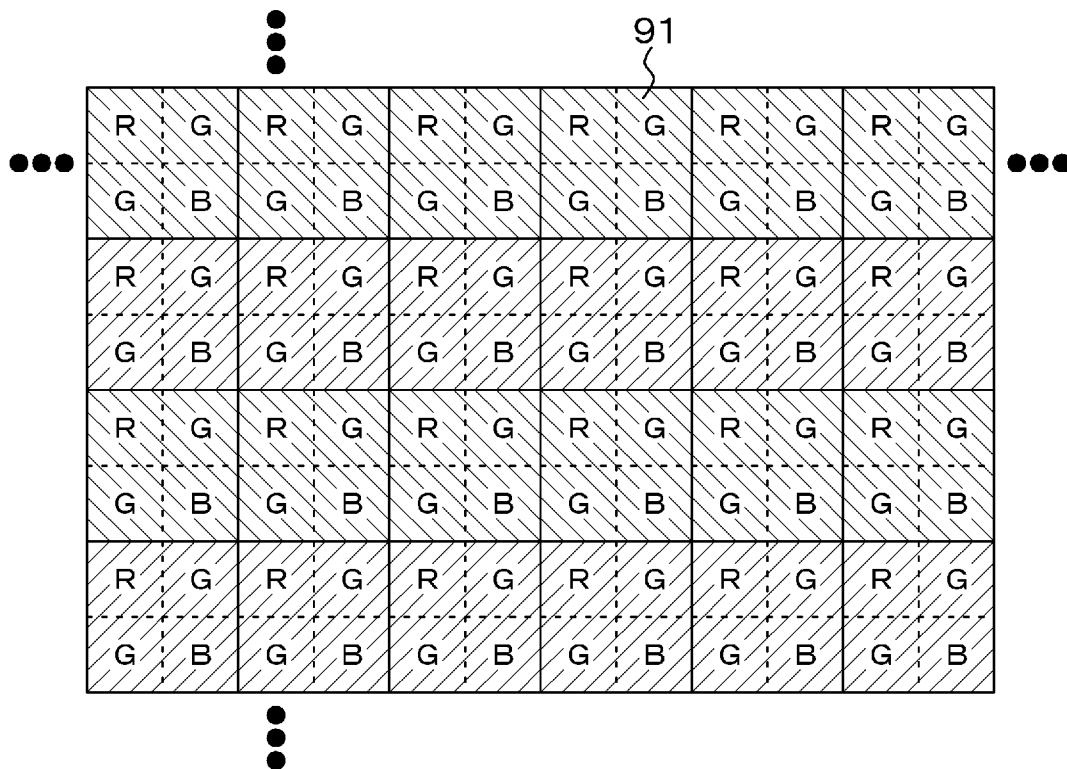
[図12]

図 1 2



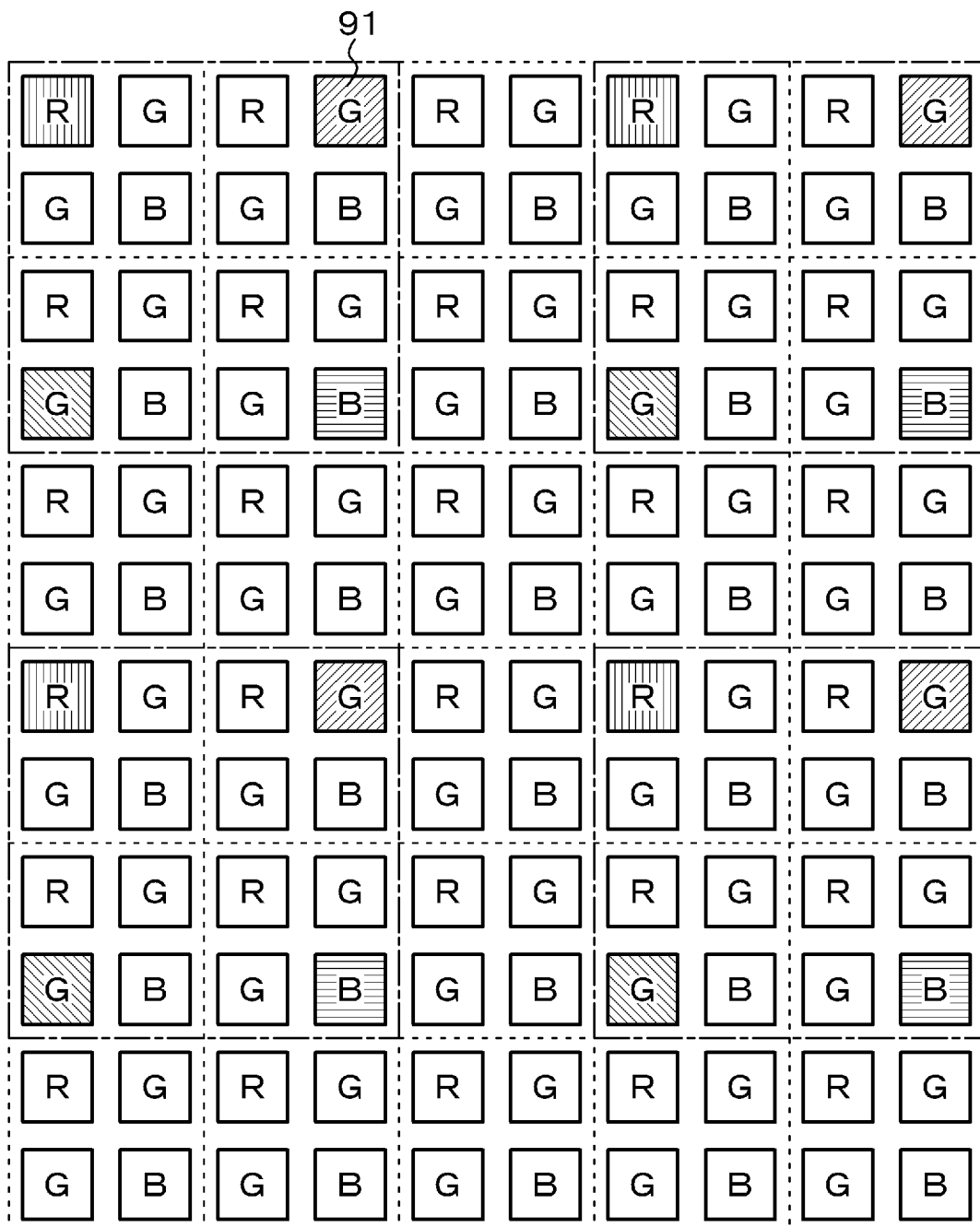
[図13]

図 1 3



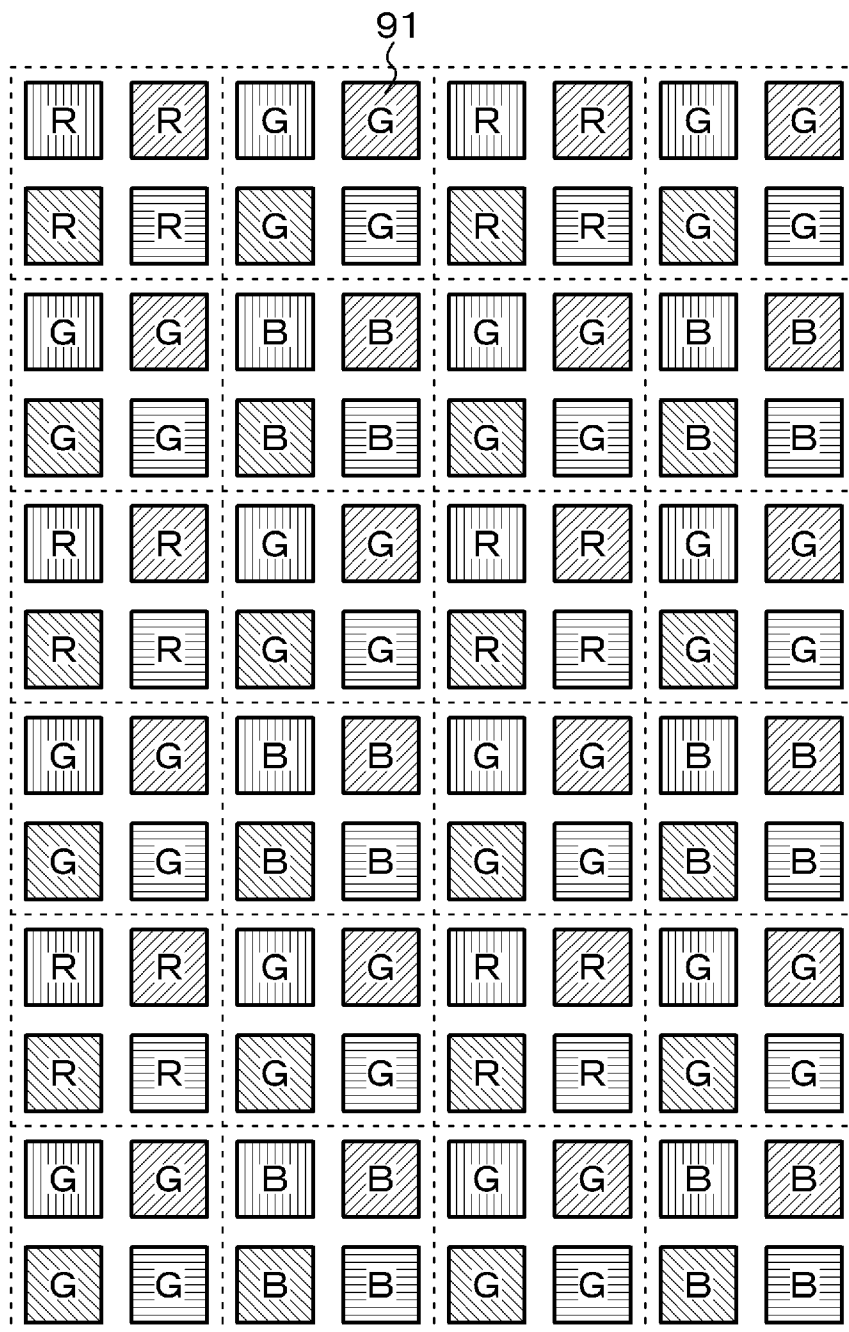
[図14]

図 1 4



[図15]

図 15



[図16]

図 16

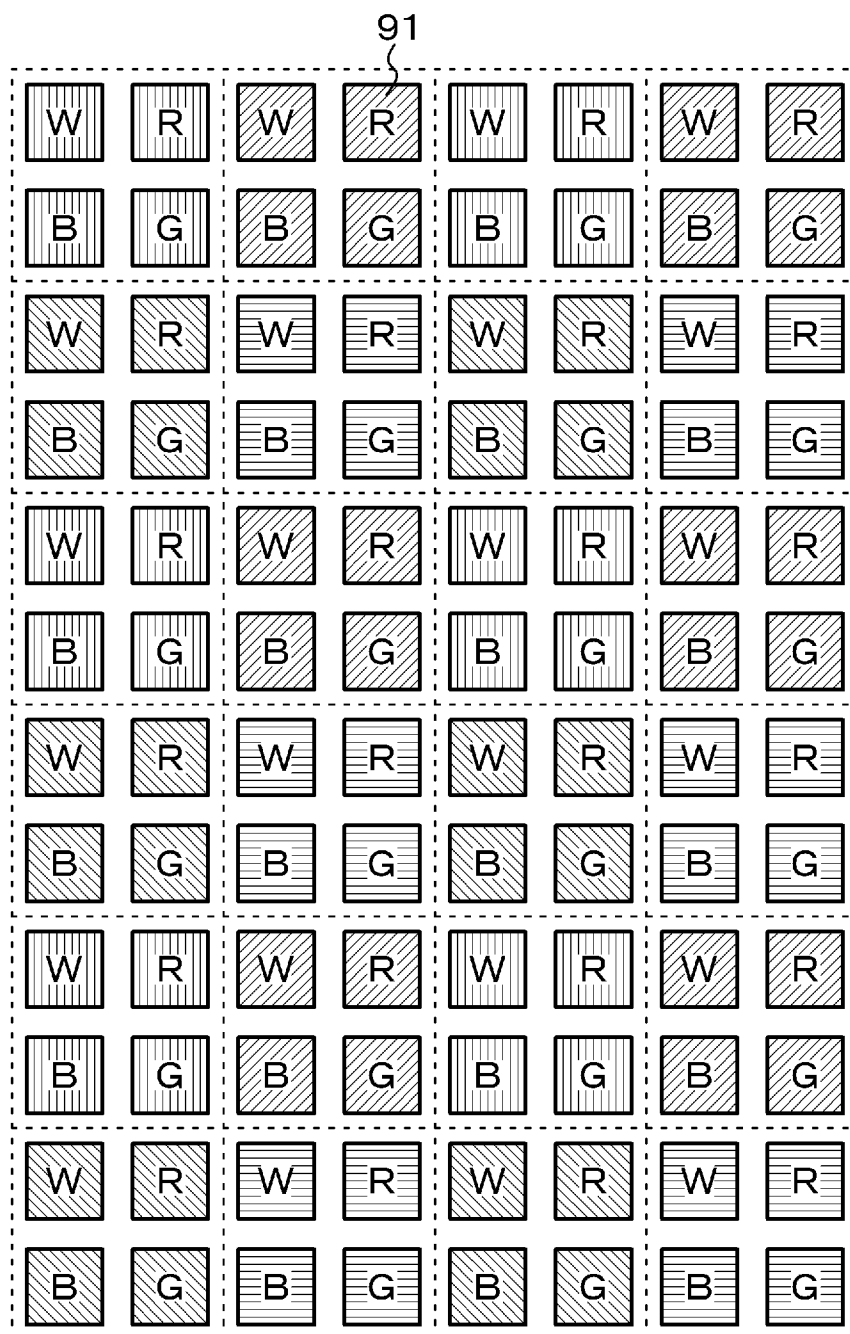


图 18

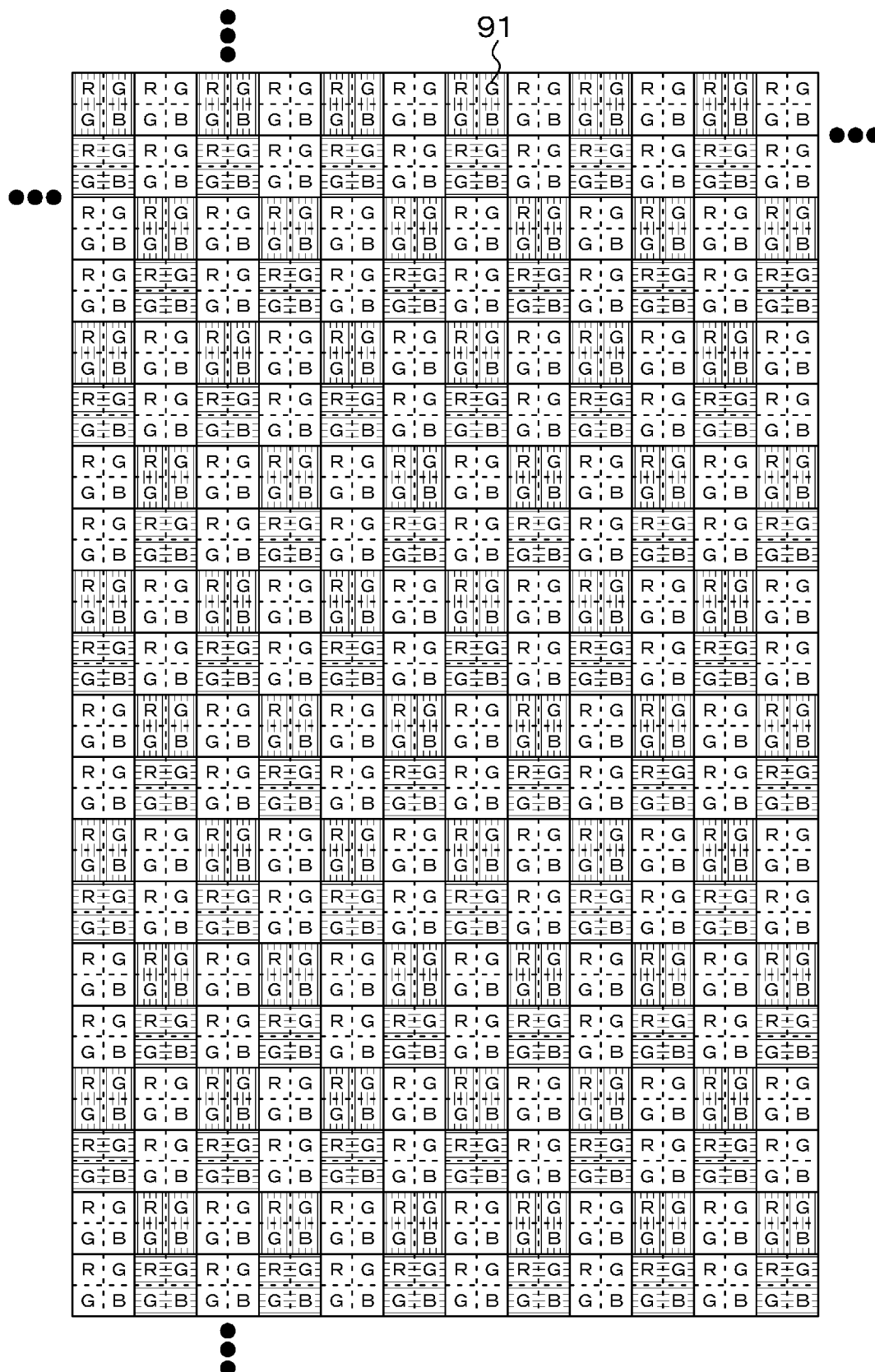
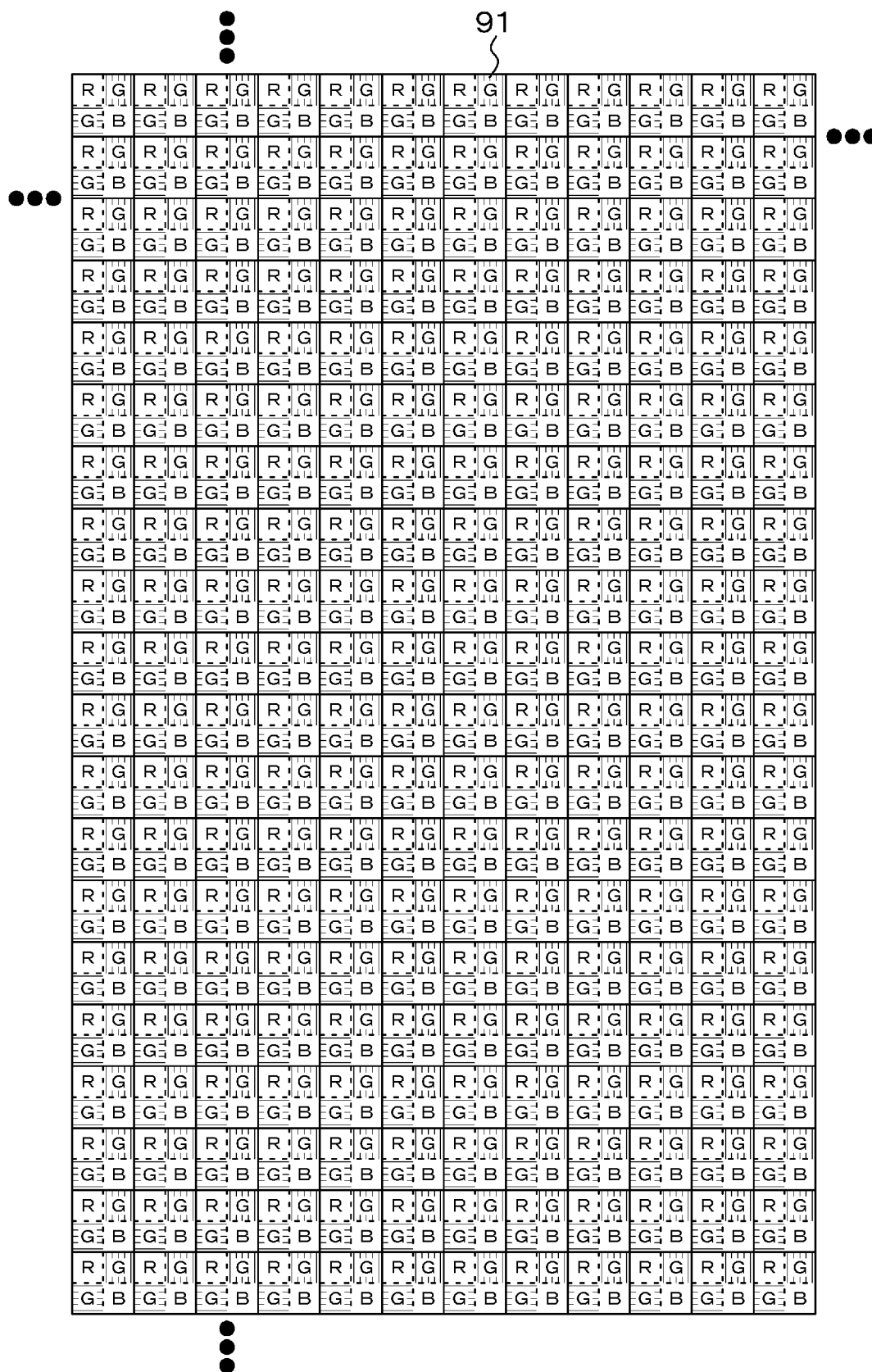


图 19



[図20]

図 20

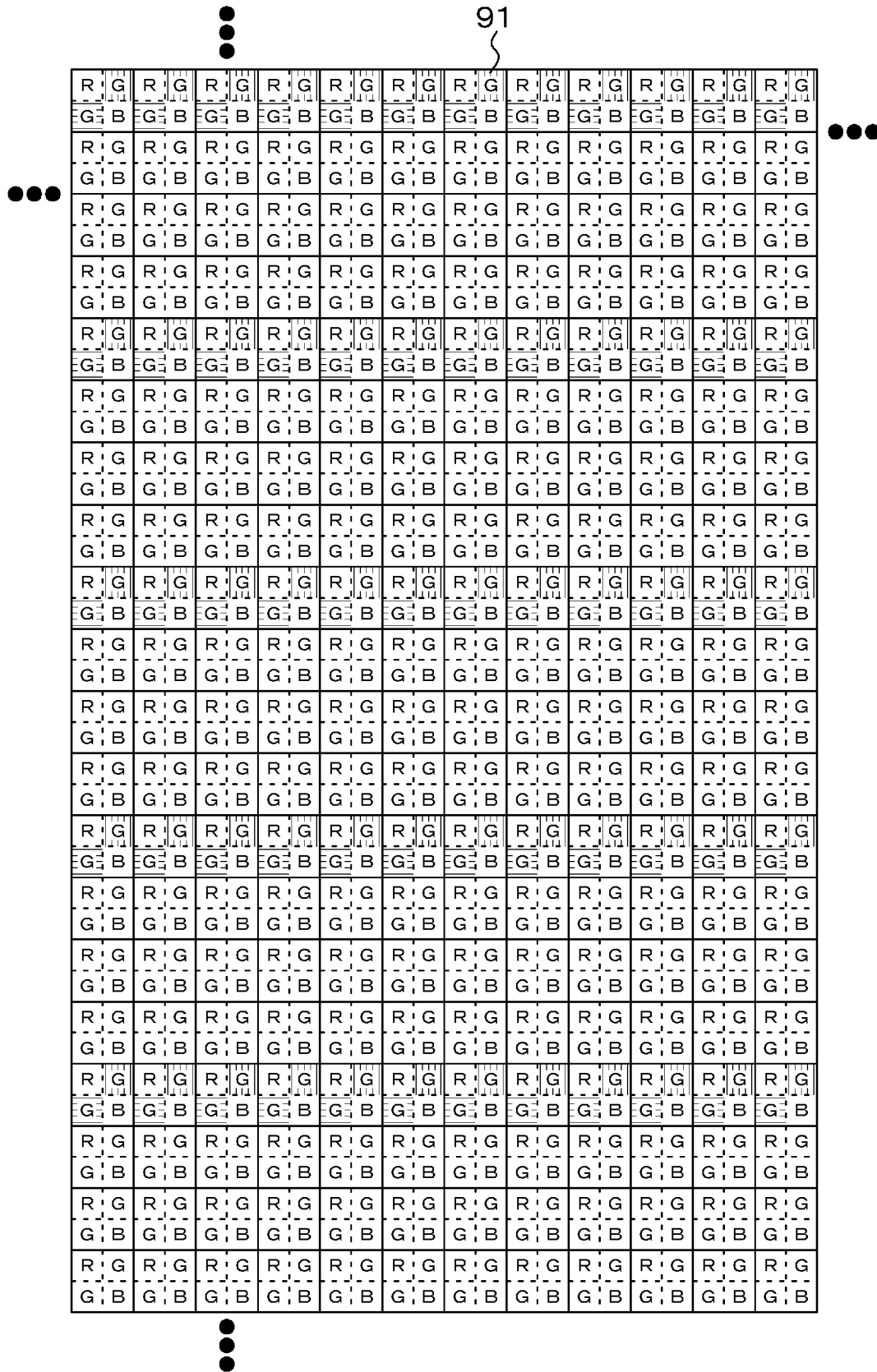
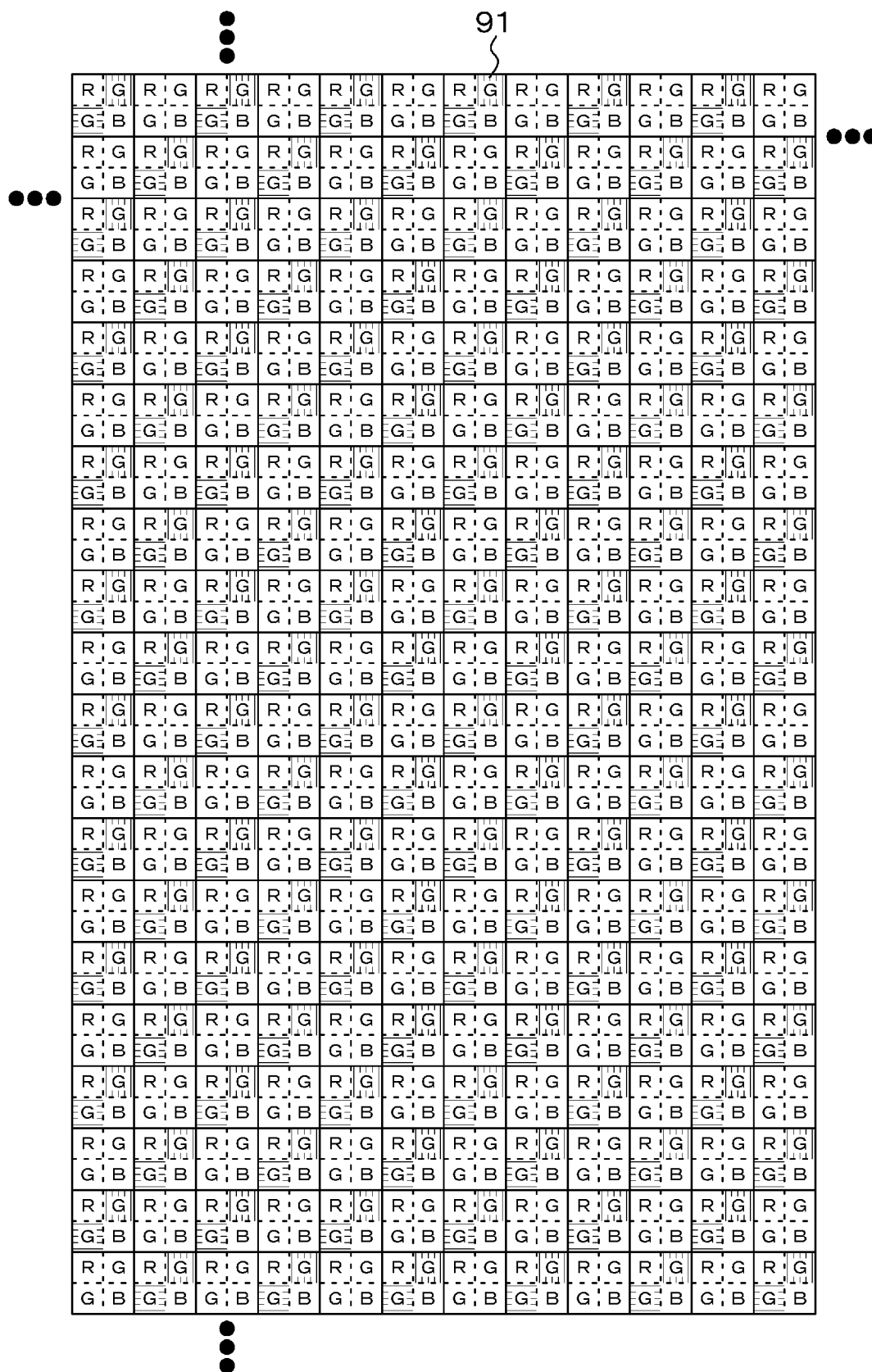
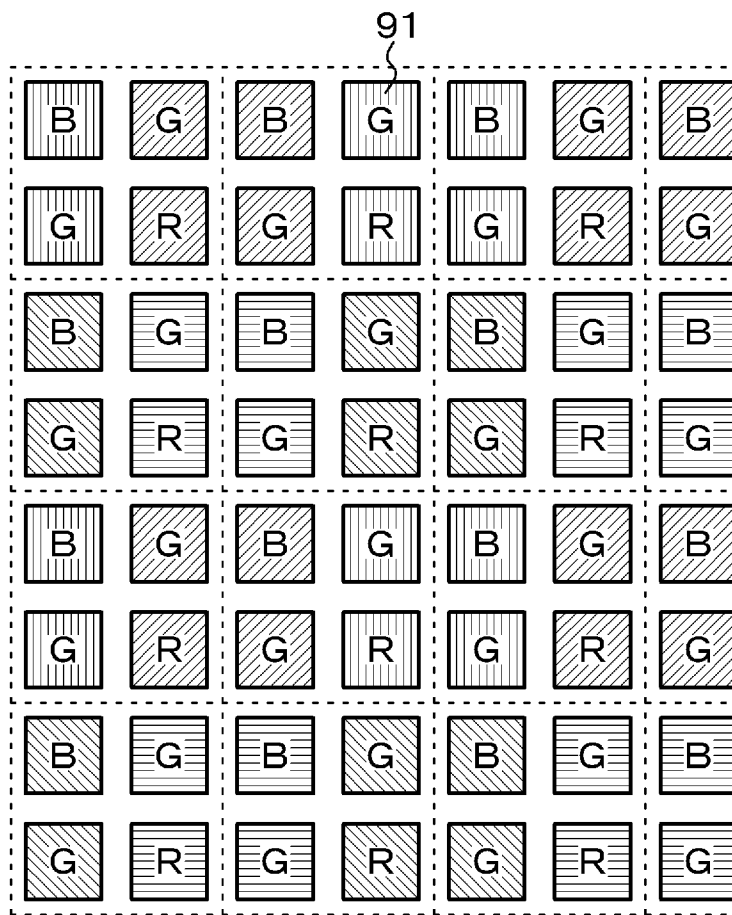


图 2-1



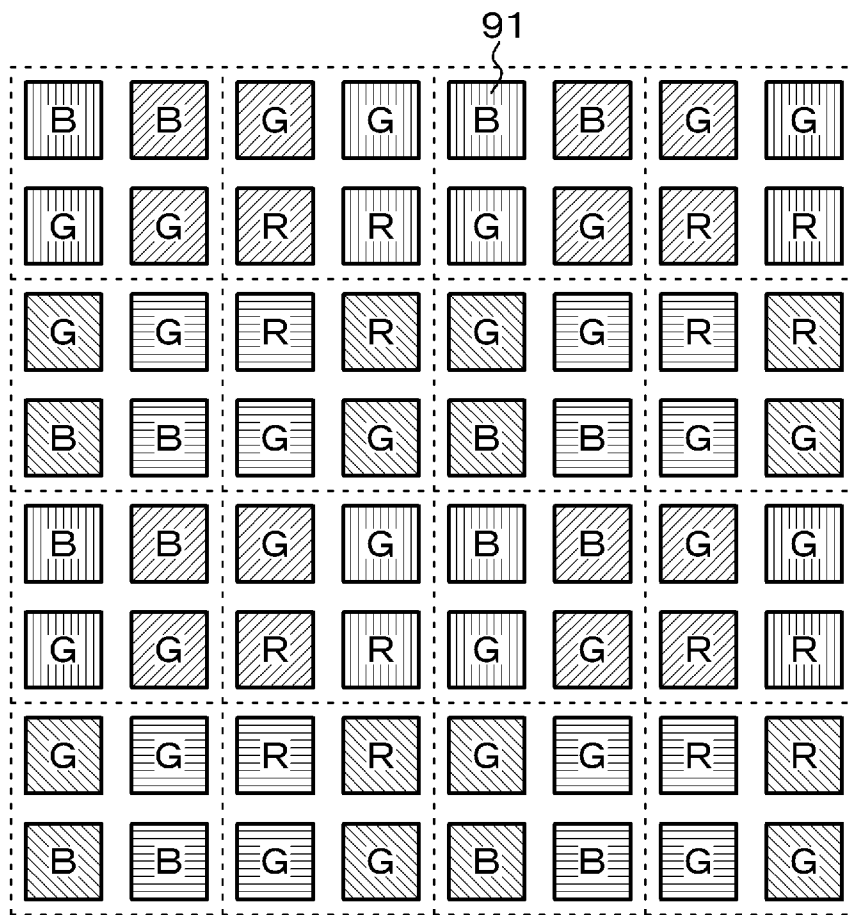
[図22]

図 2 2



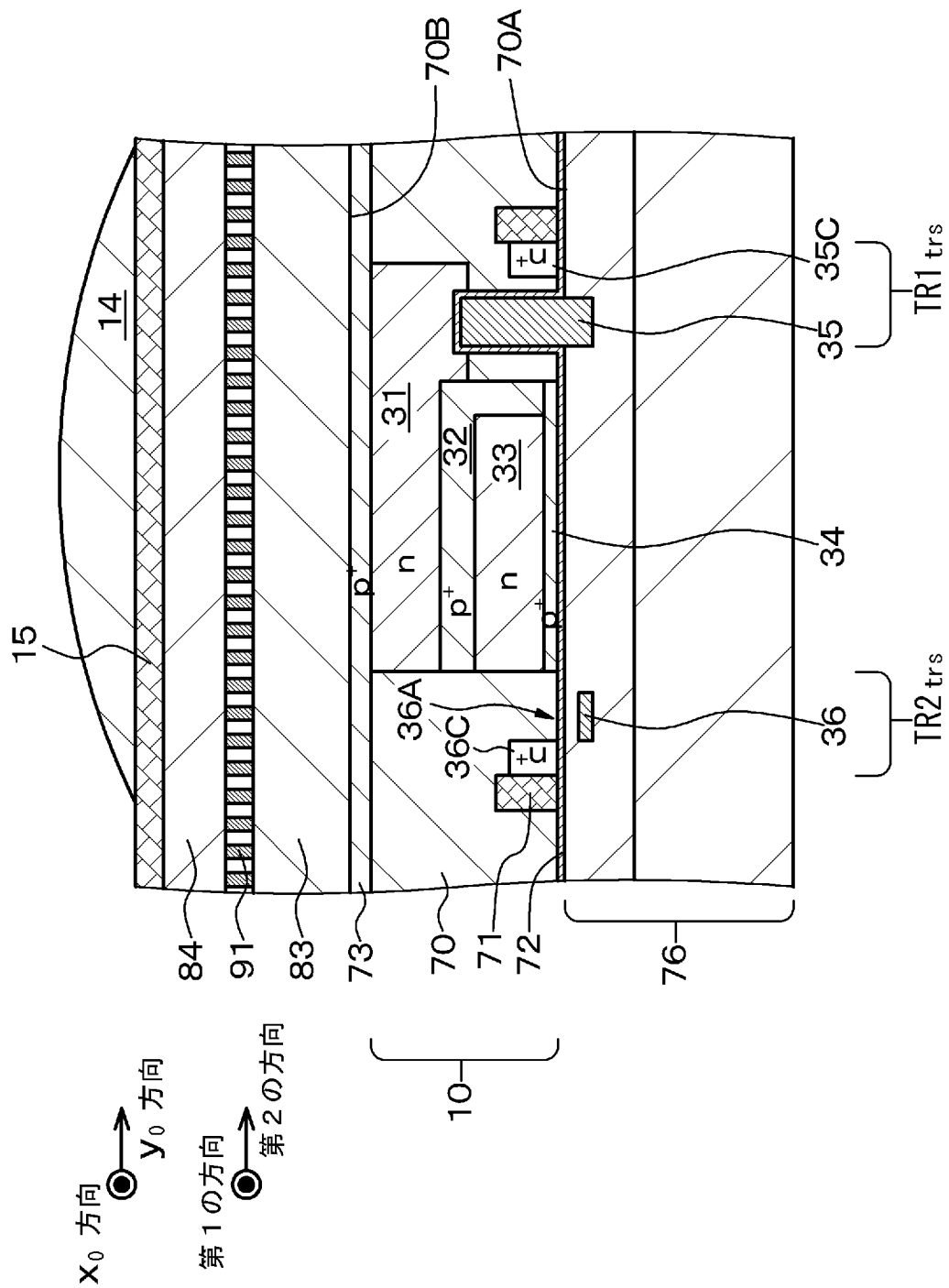
[図23]

図 2 3



[図25]

図 25



[図27]

図 2 7 A

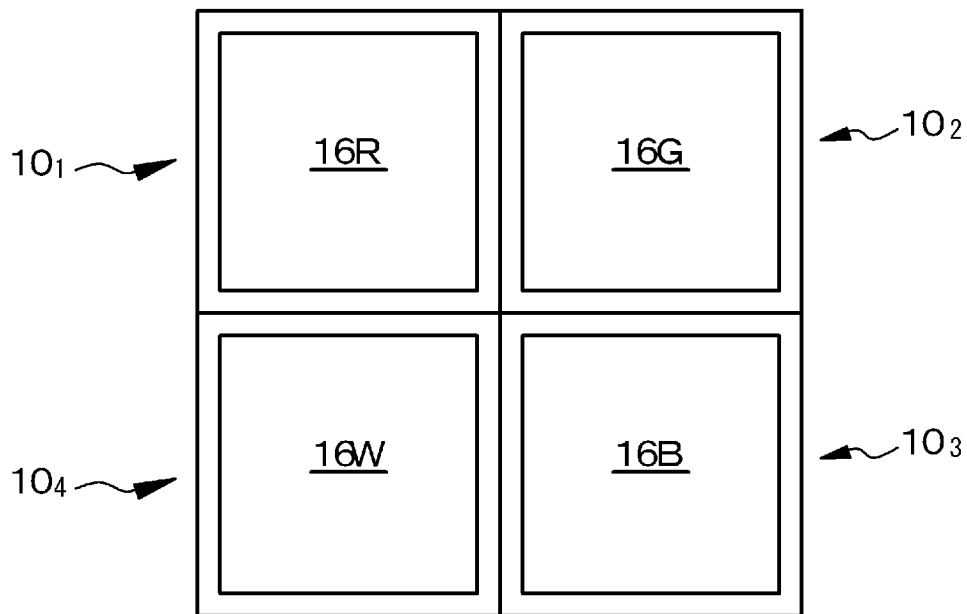
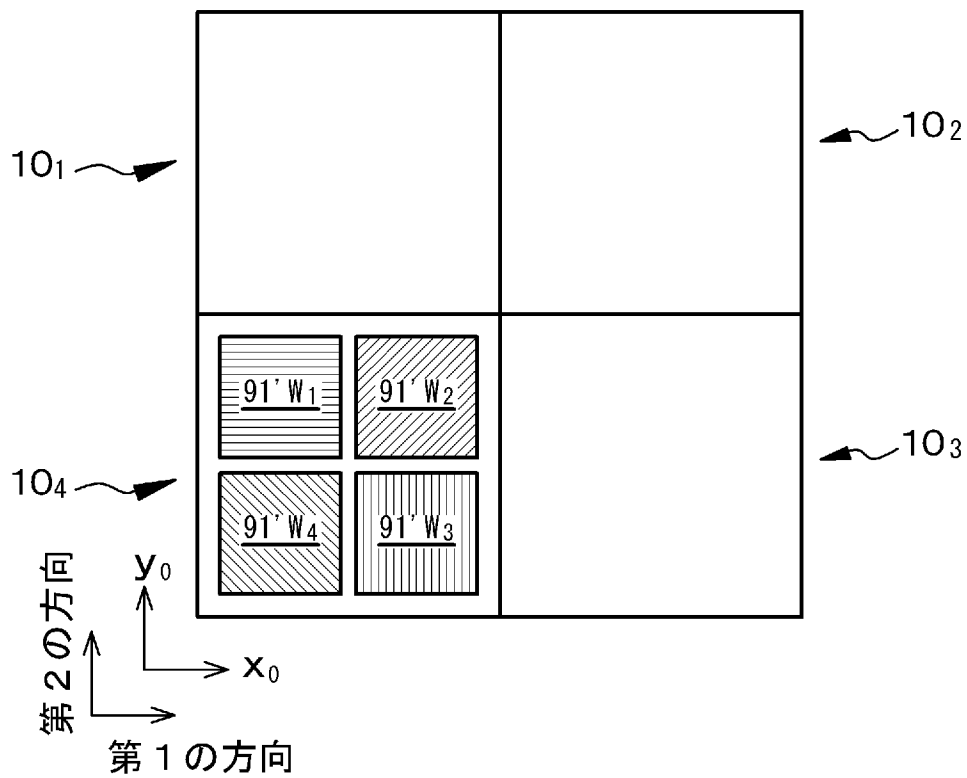


図 2 7 B



[図28]

図 28 A

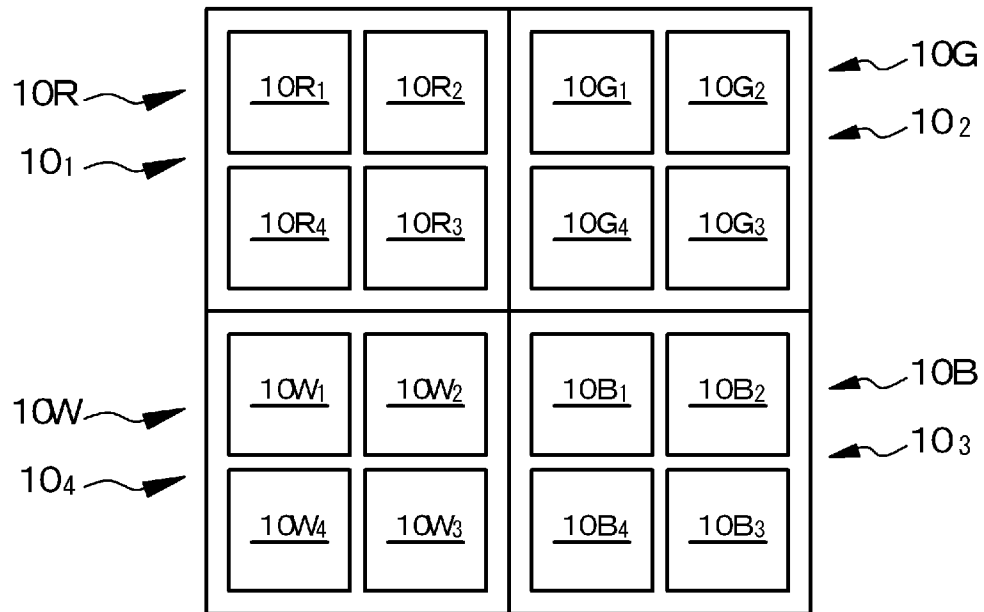
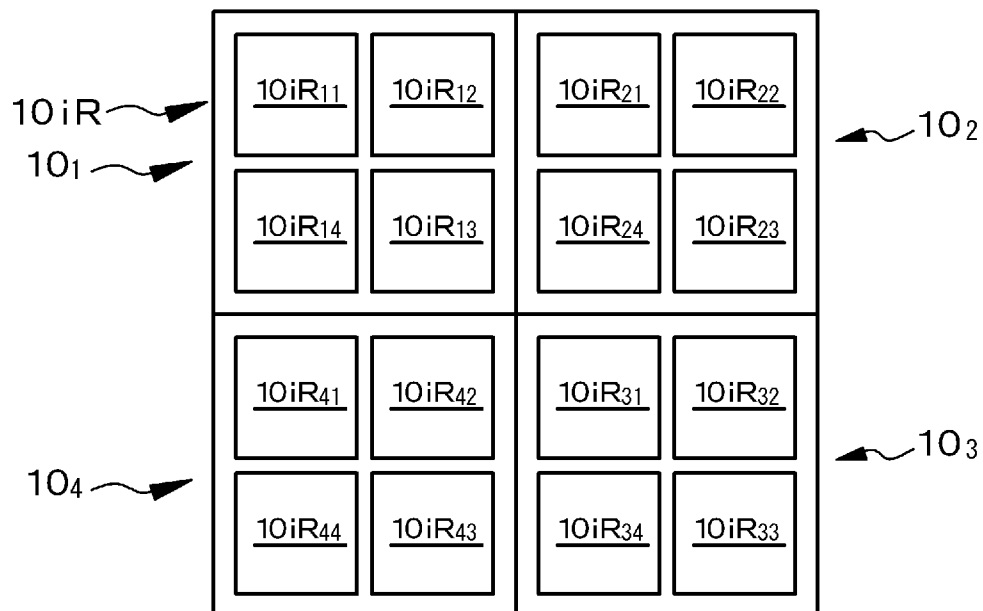


図 28 B



[図29]

図 29 A

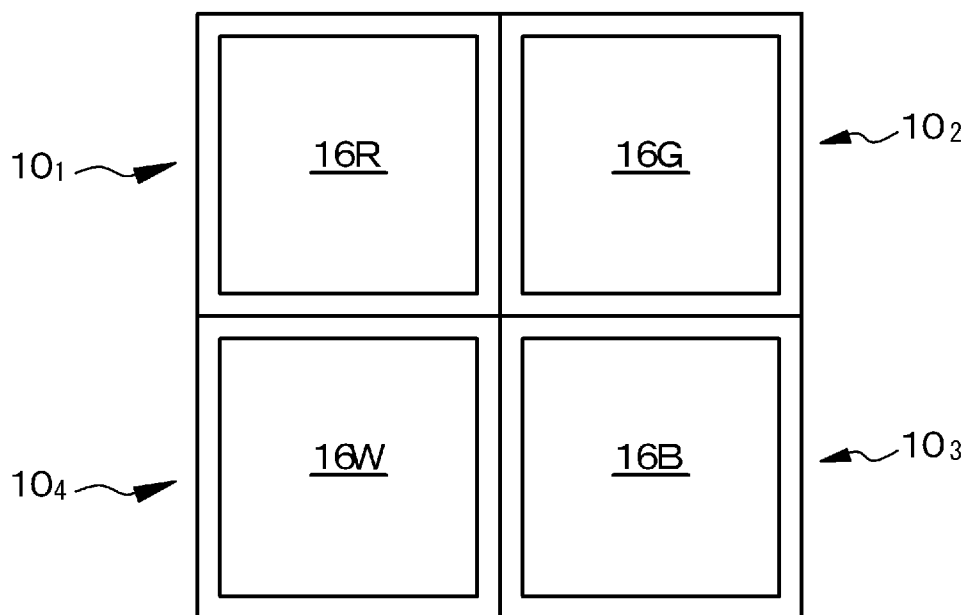
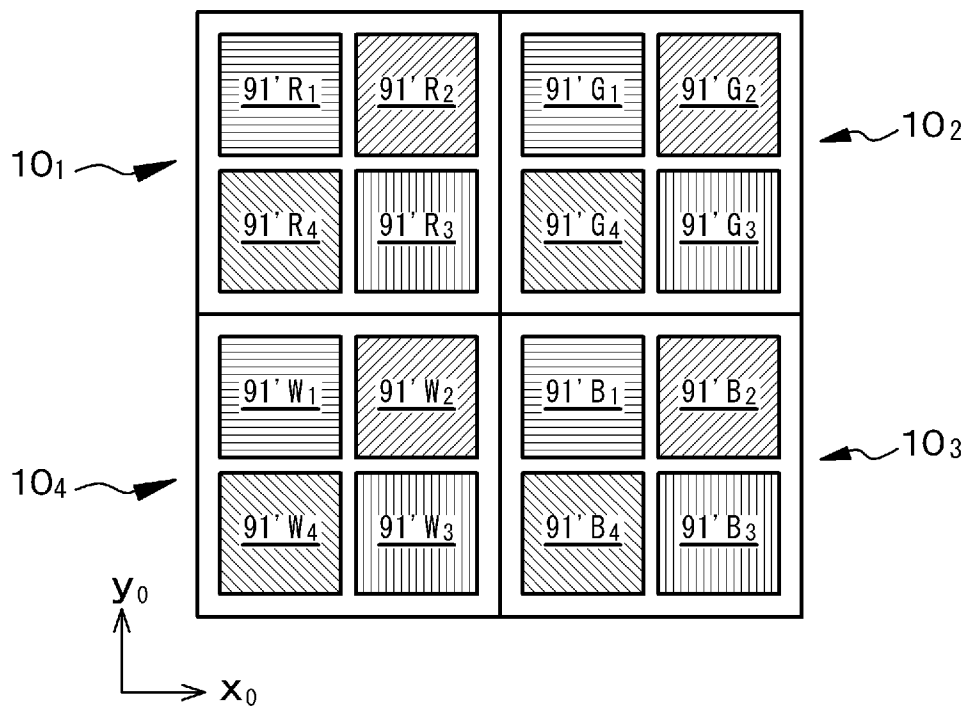


図 29 B



[図30]

図 30 A

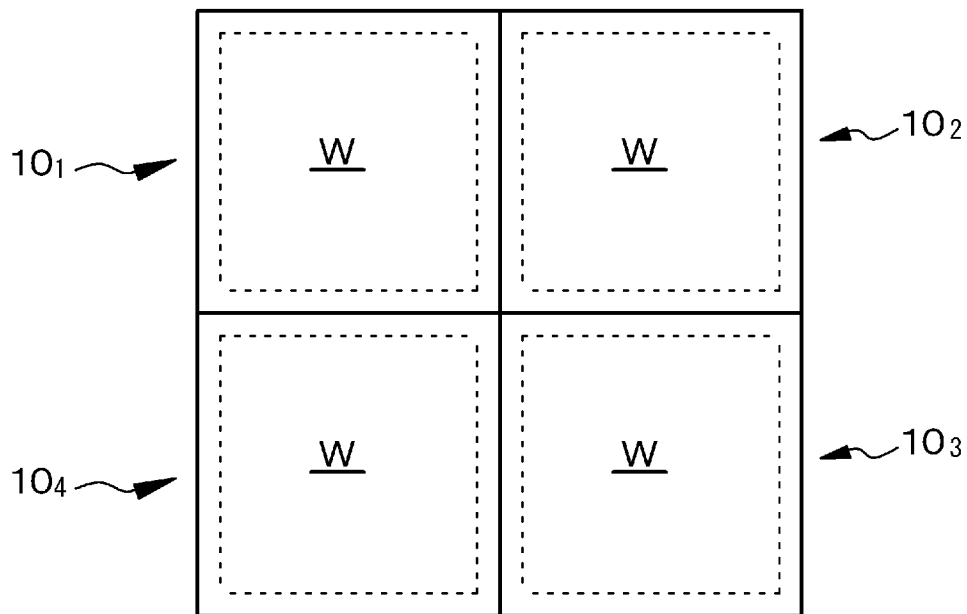
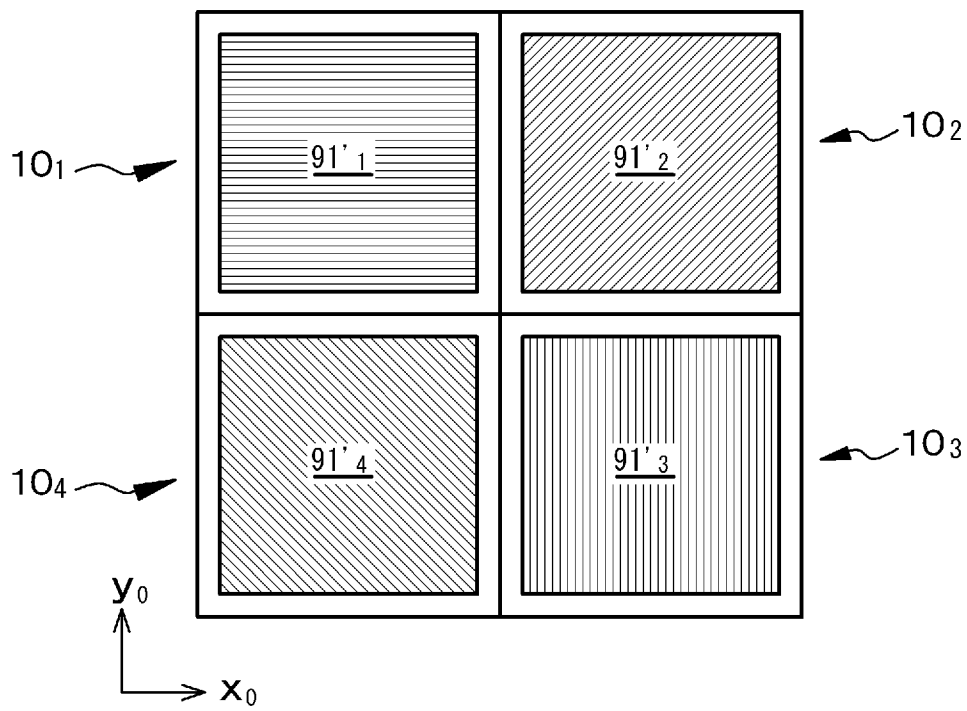


図 30 B



[図31]

図 3 1 A

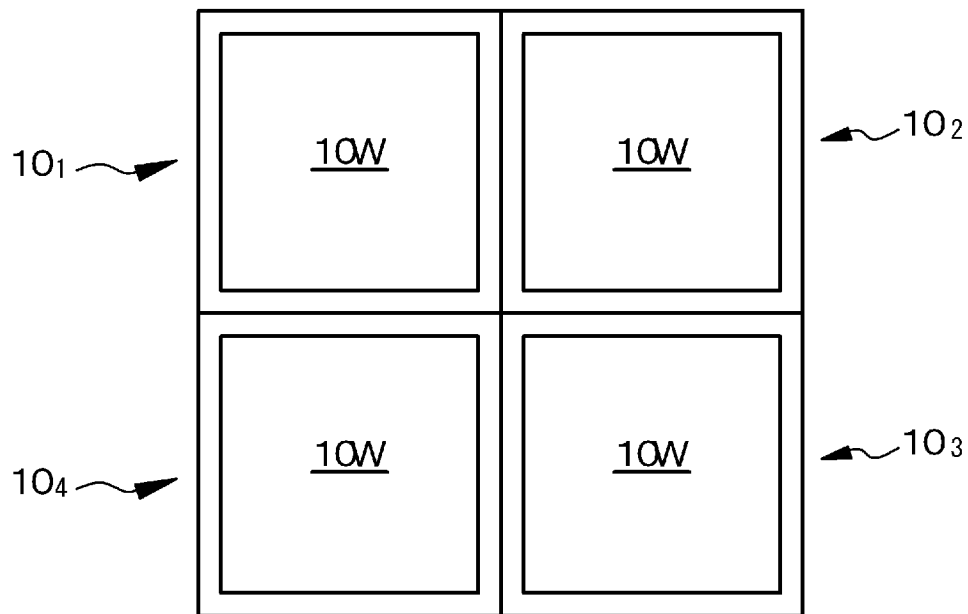
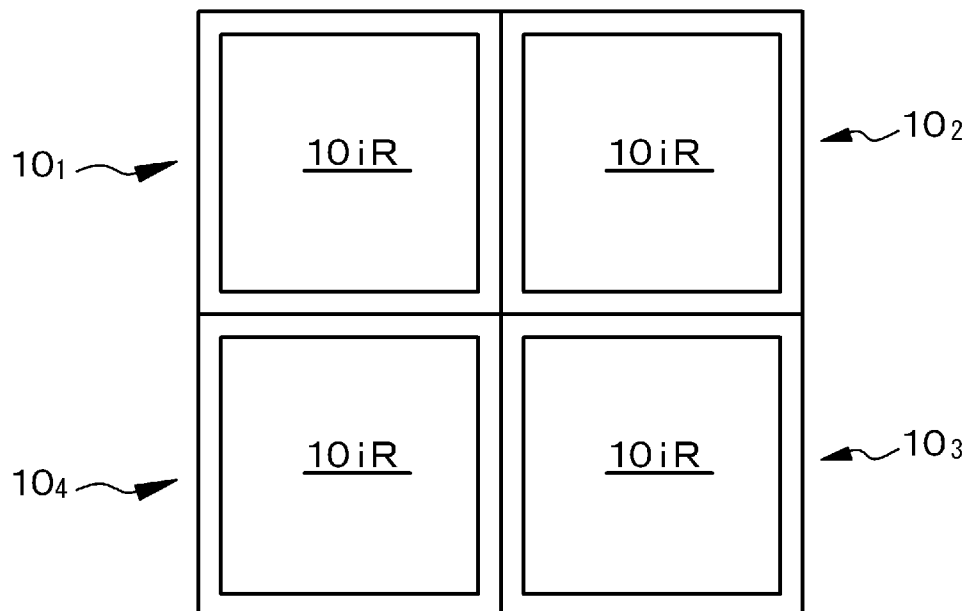


図 3 1 B



[図32]

図 3 2 A

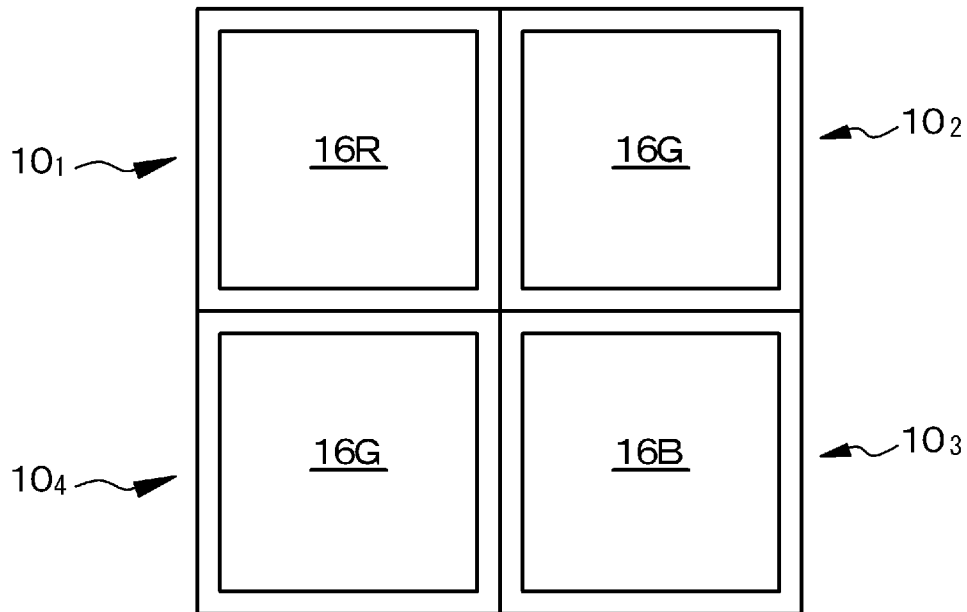
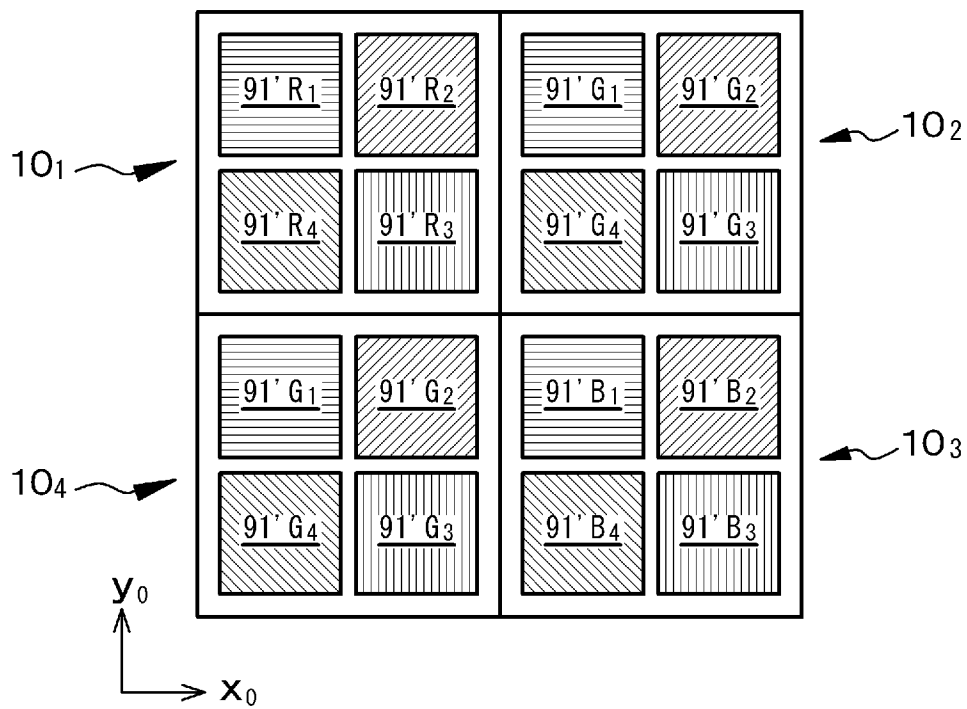


図 3 2 B



[図33]

図 3 3 A

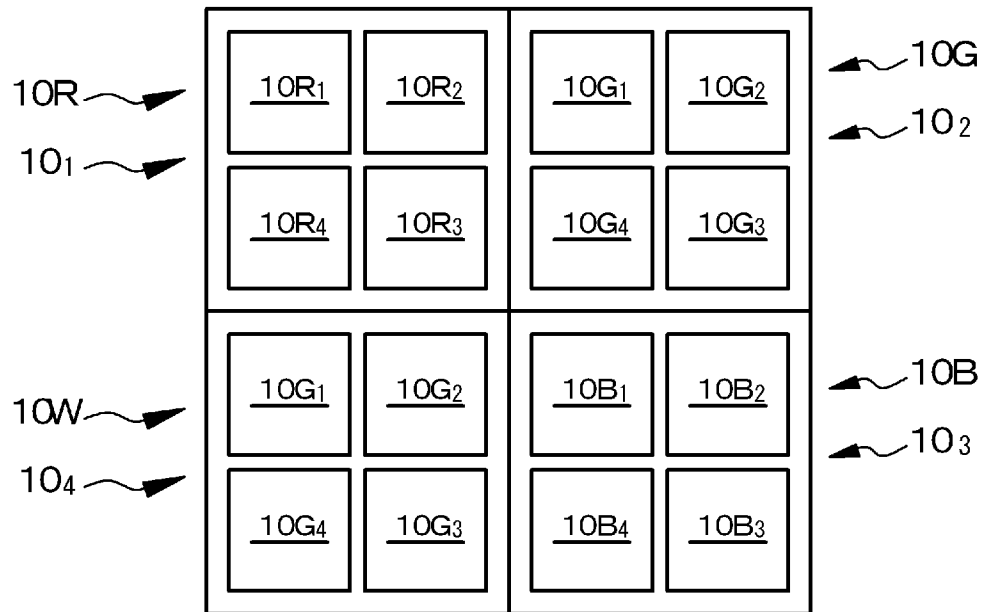
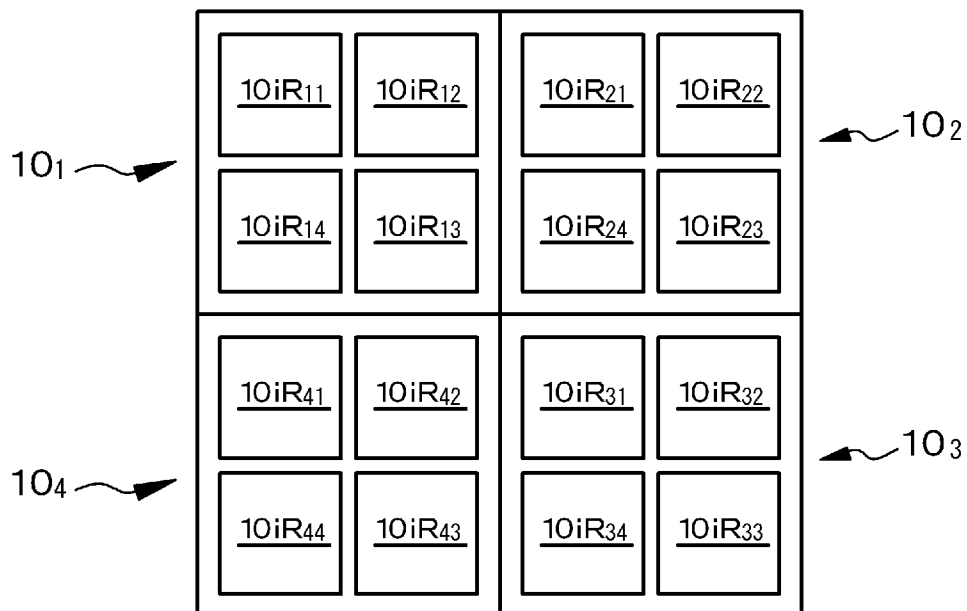


図 3 3 B



[図34]

図 3 4 A

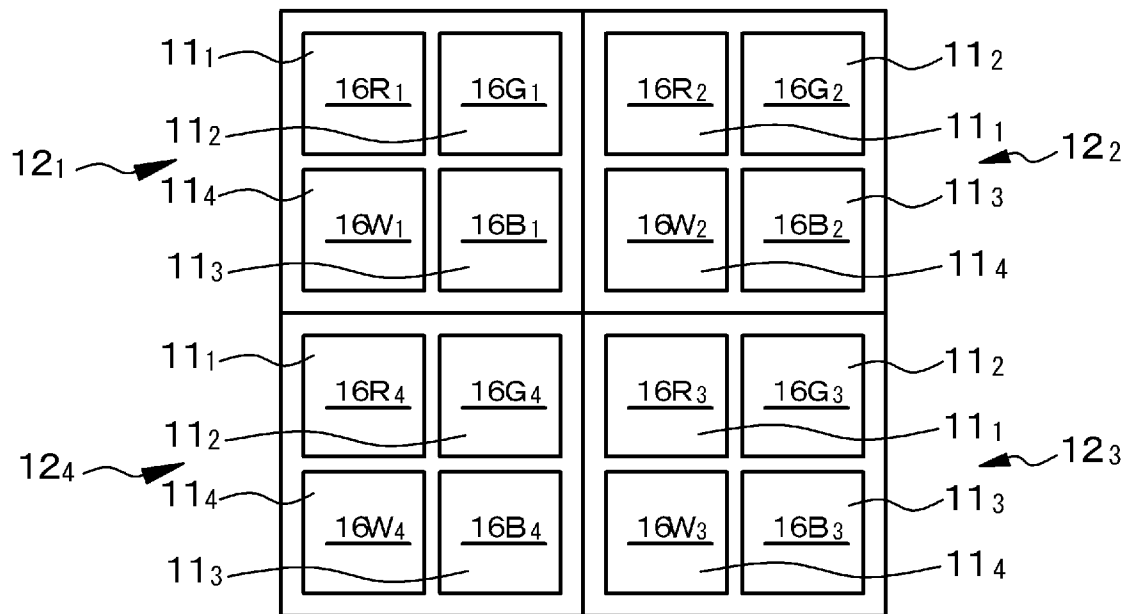
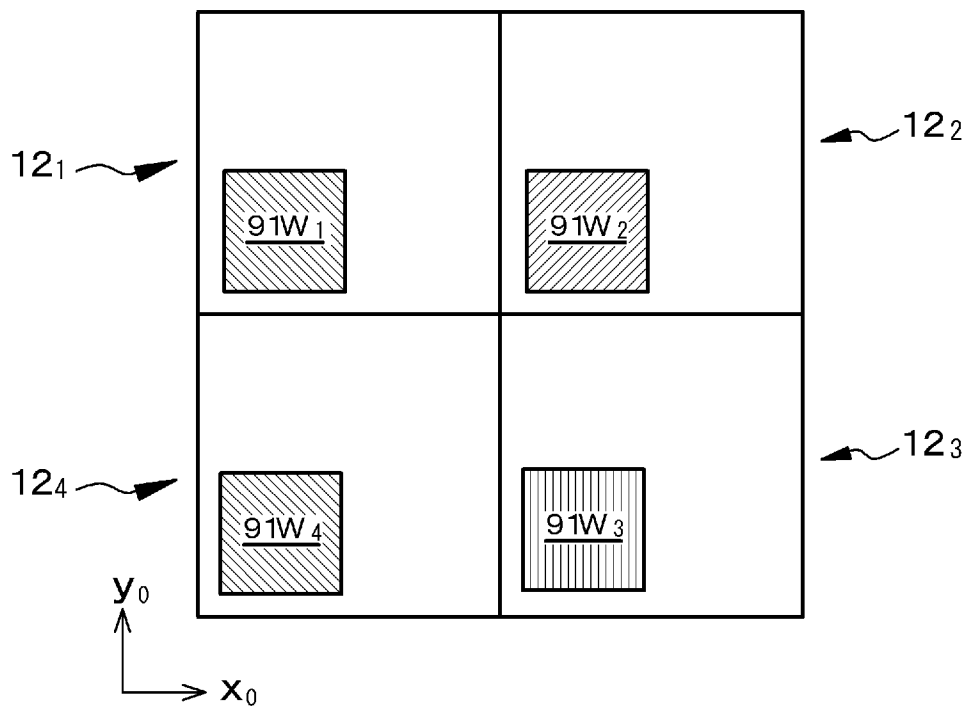


図 3 4 B



[図35]

図 3 5 A

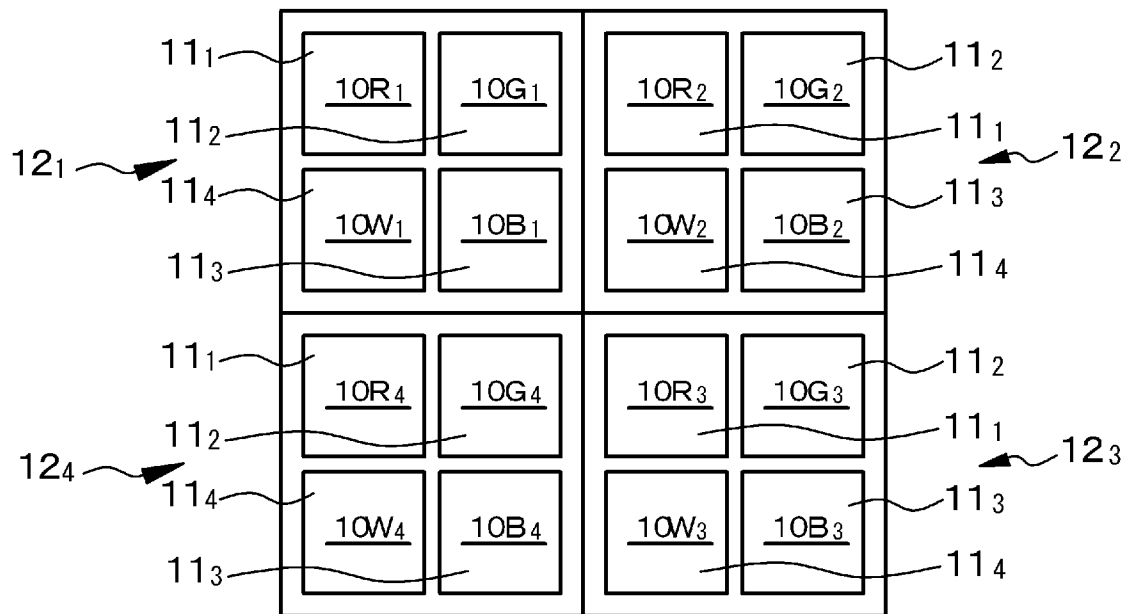
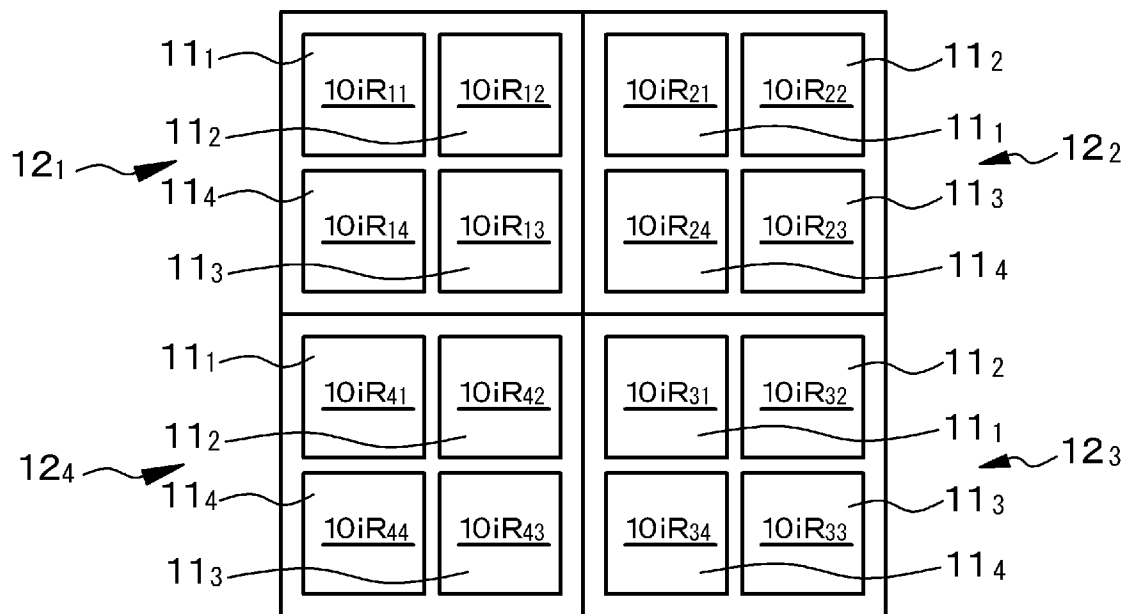


図 3 5 B



[図36]

図 3 6 A

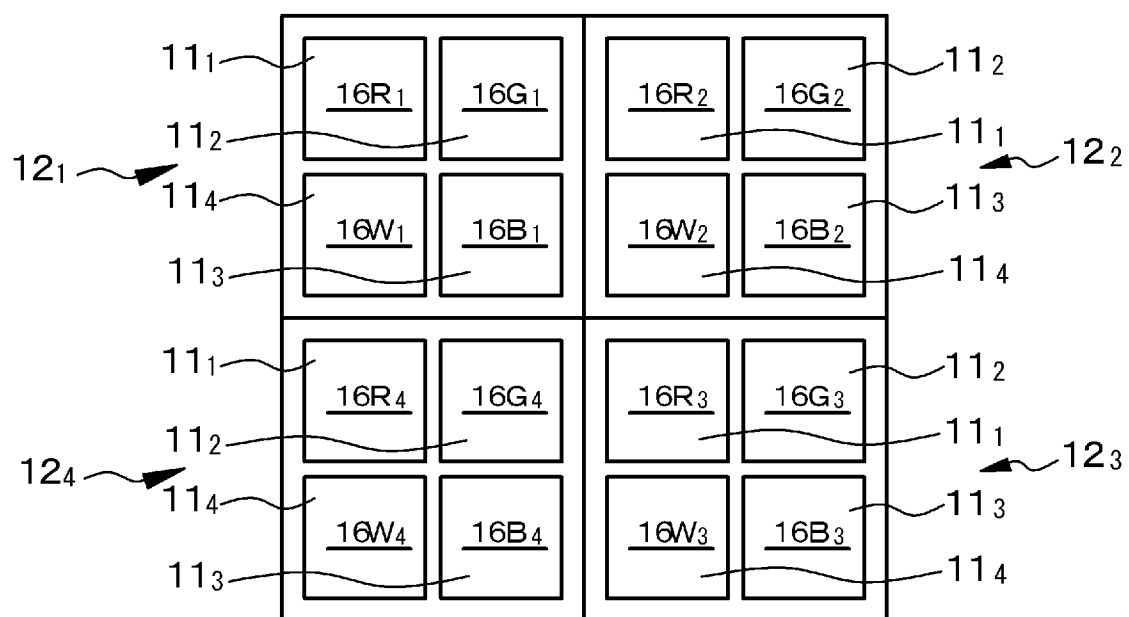
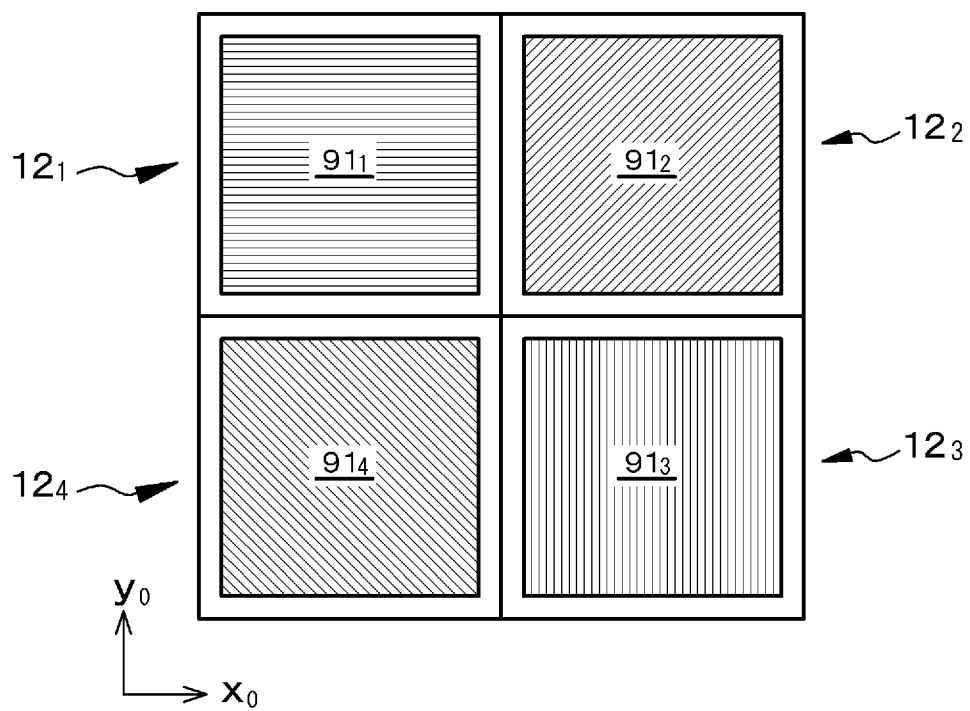


図 3 6 B



[図37]

図 3 7 A

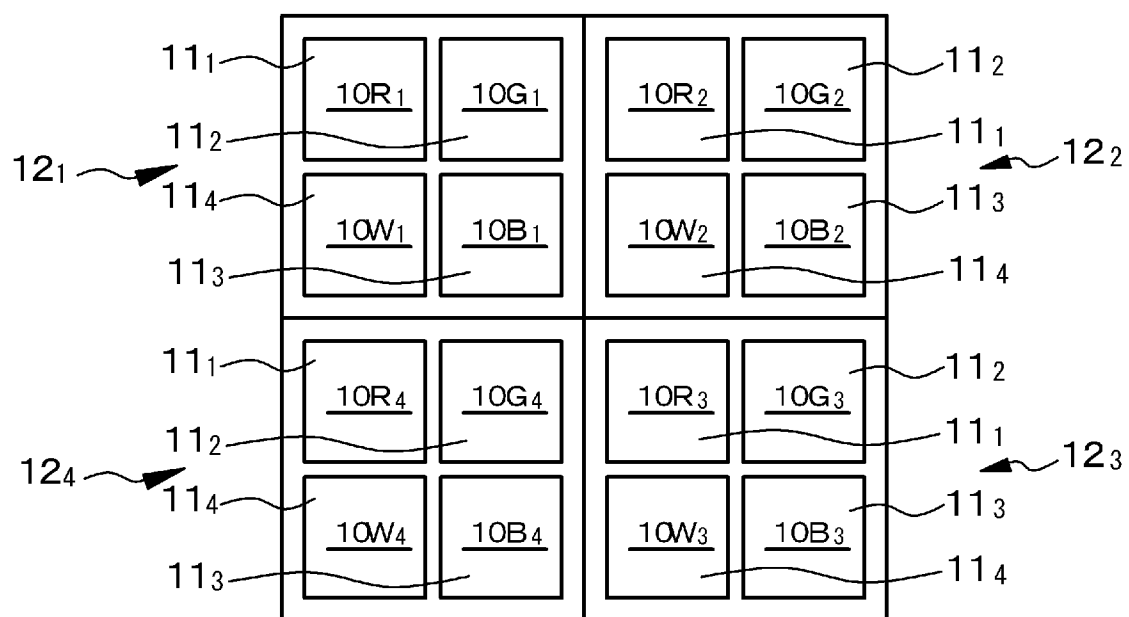
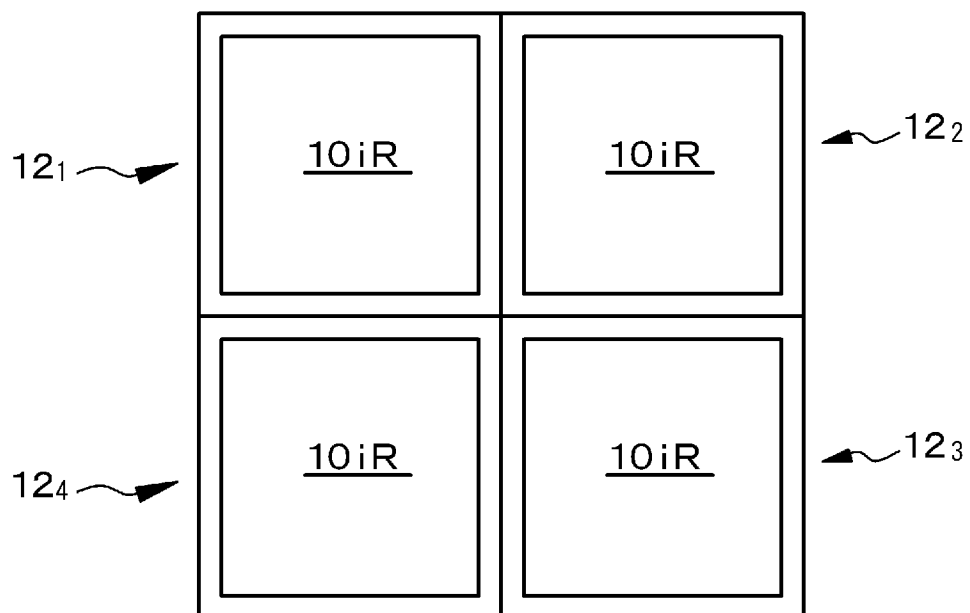
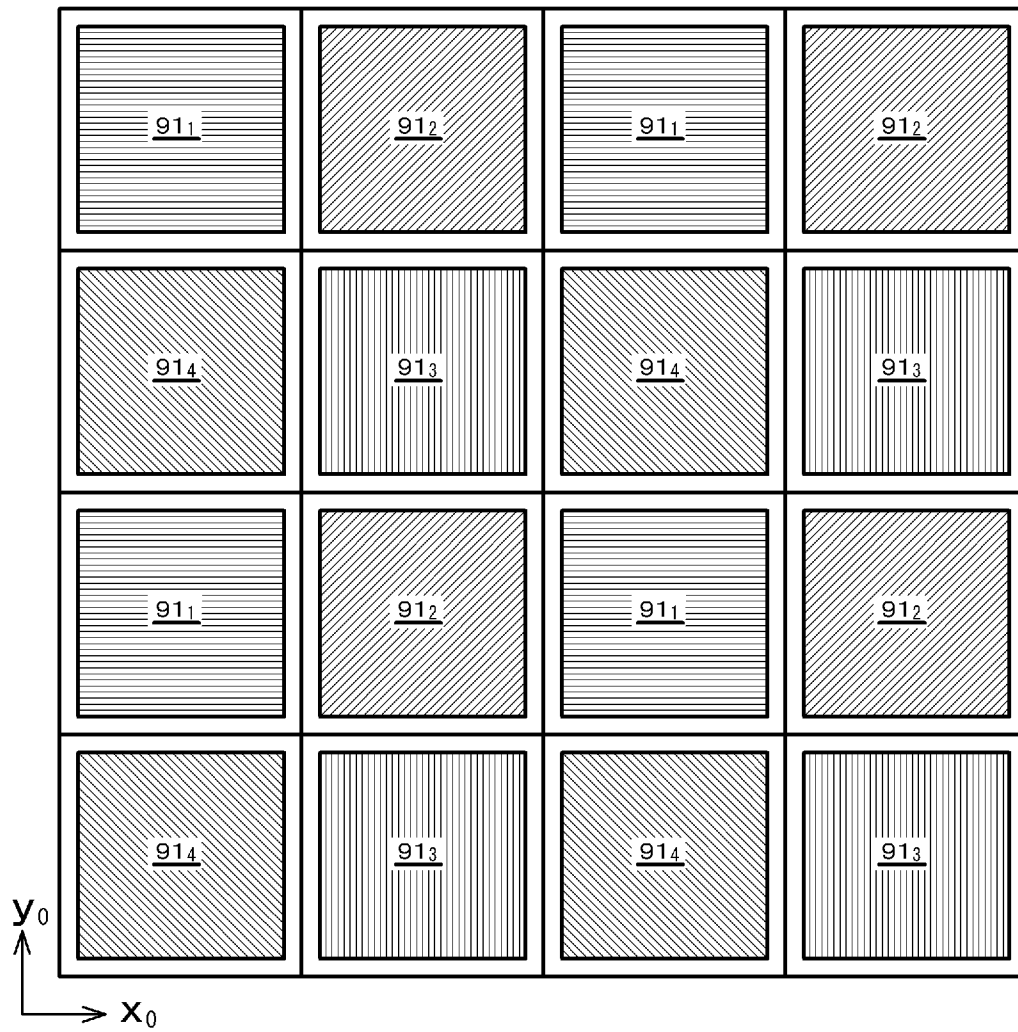


図 3 7 B



[図38]

図 3 8



[図39]

図 3 9 A

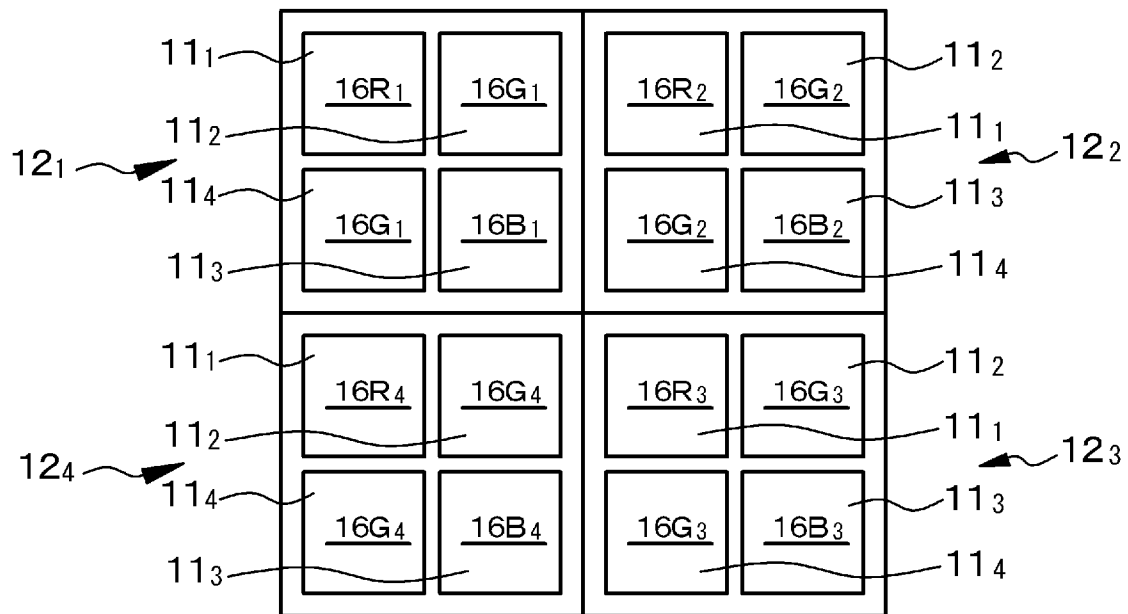
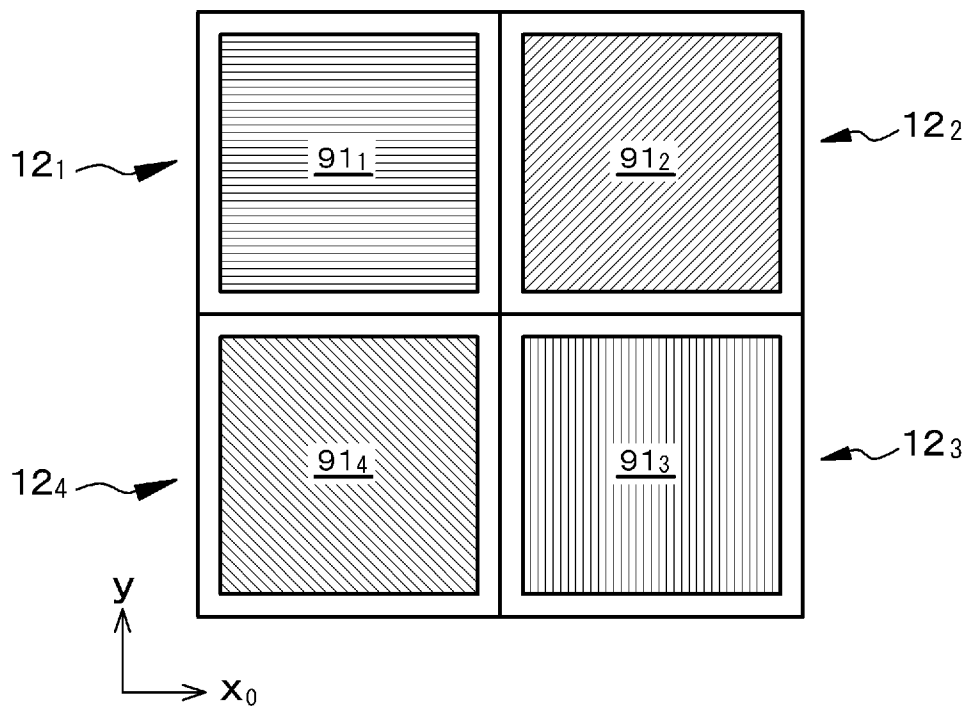


図 3 9 B



[図40]

図 40 A

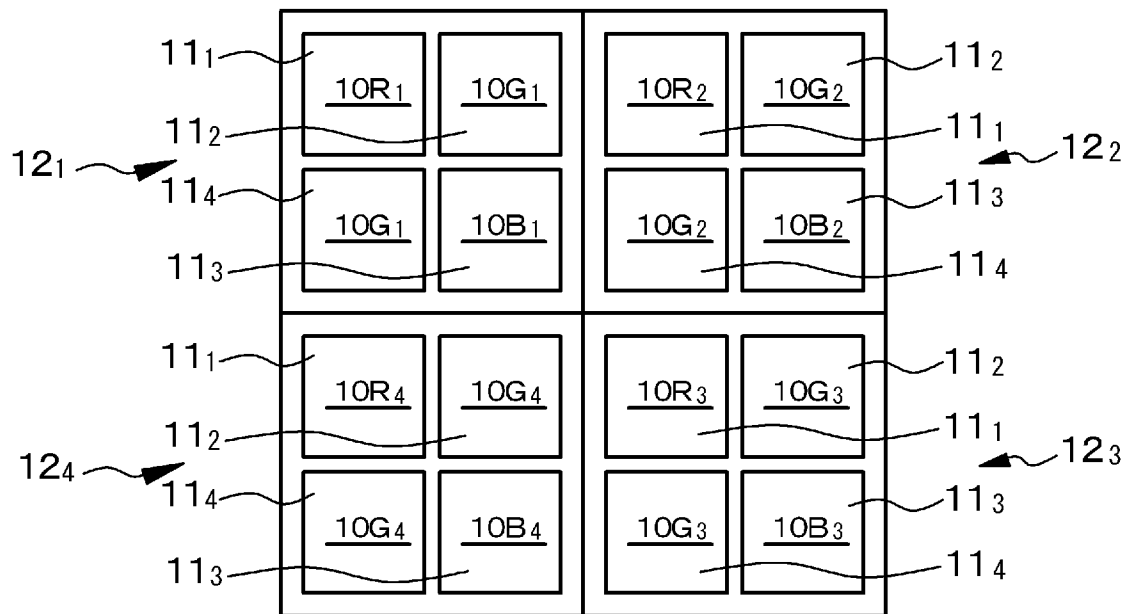
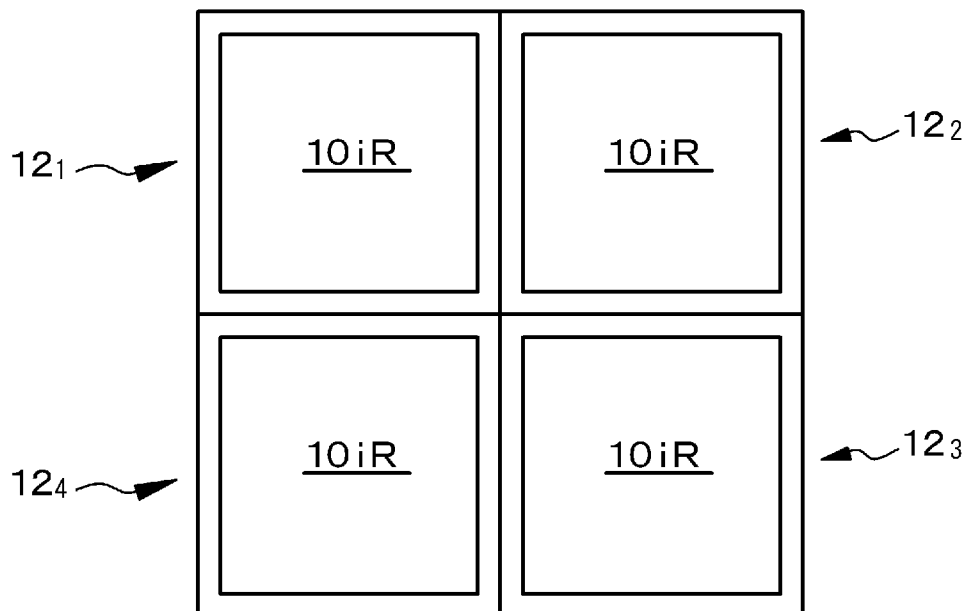
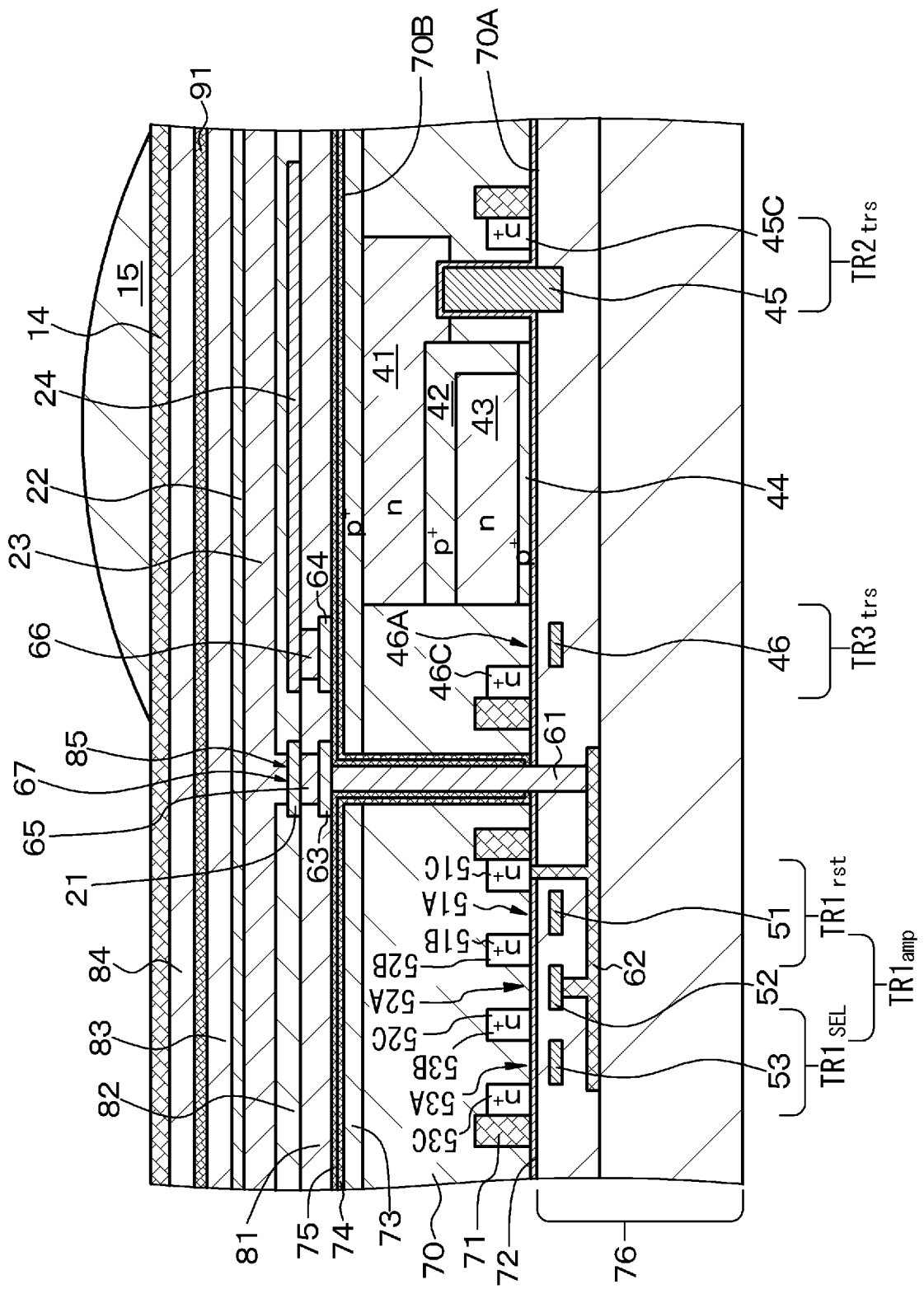


図 40 B



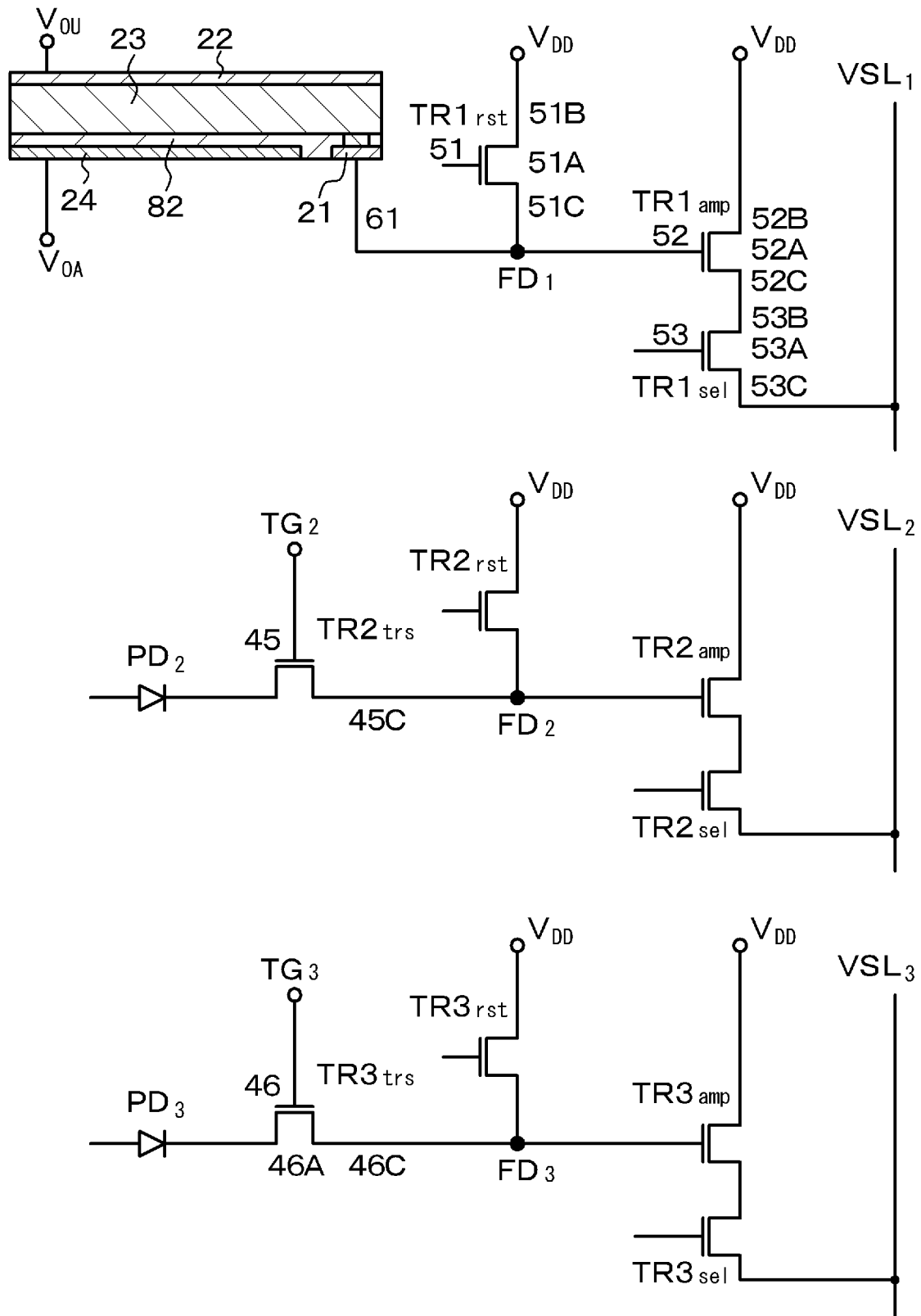
[図41]

図 4 1



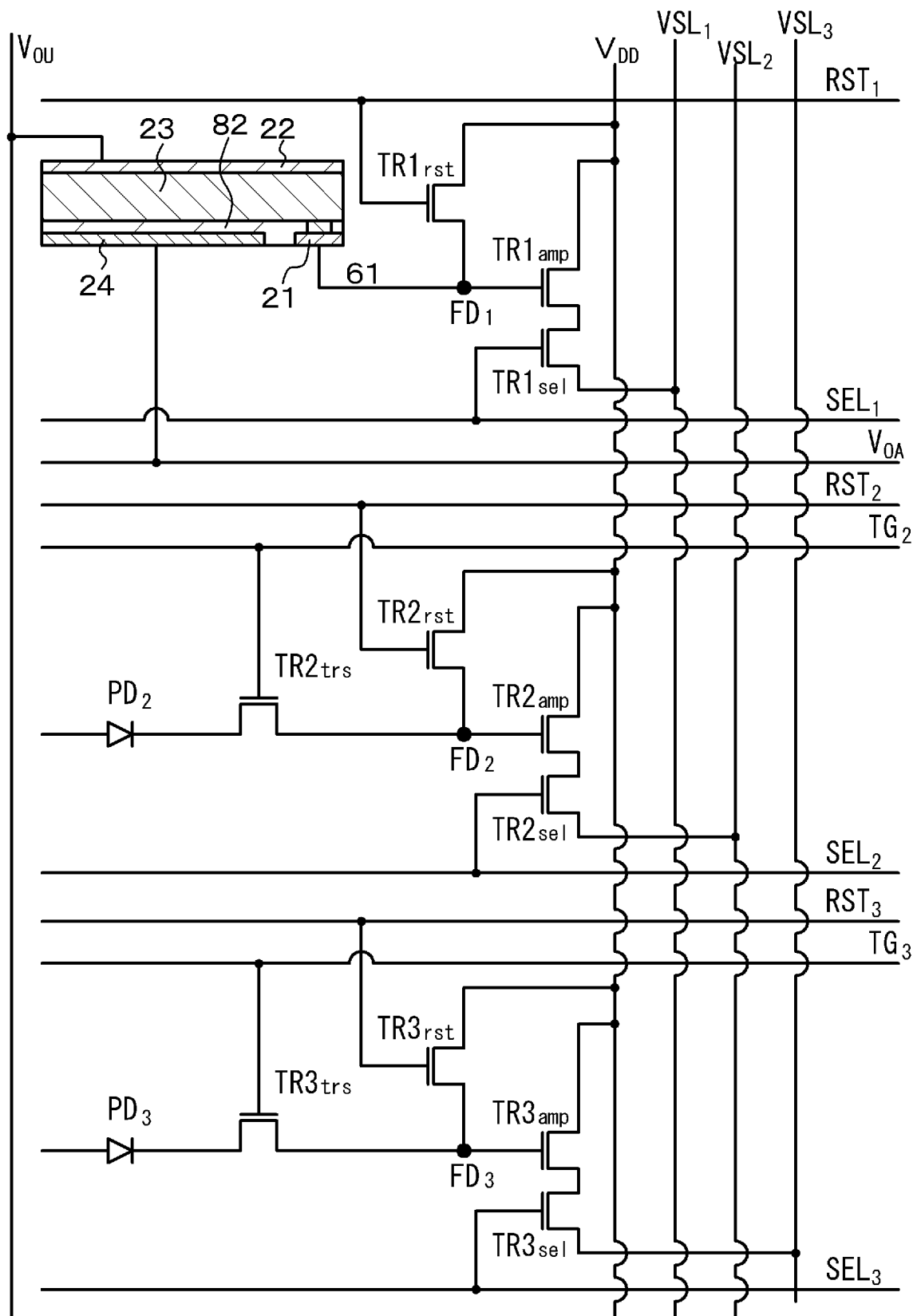
[図42]

図 4 2



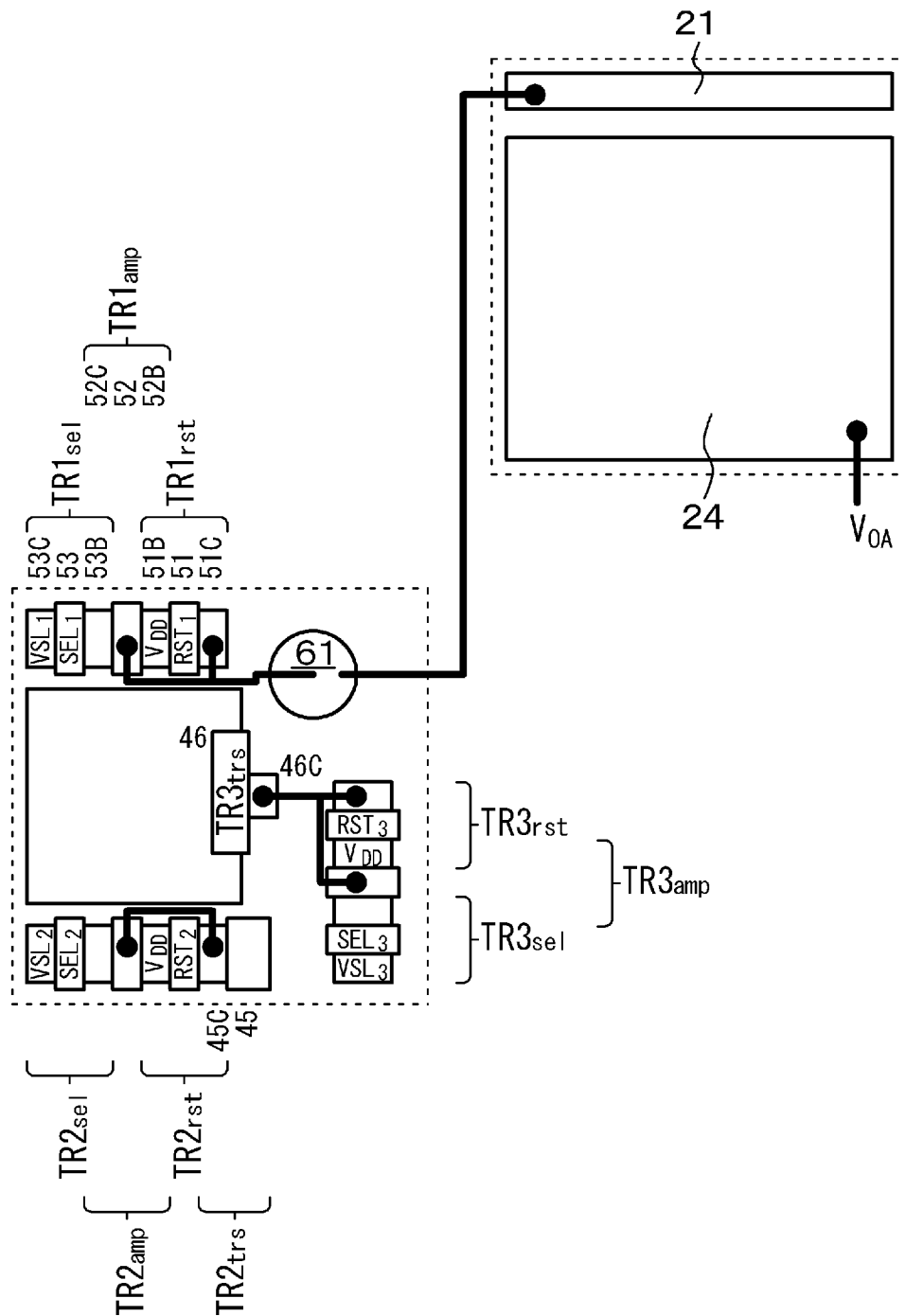
[図43]

図 4 3



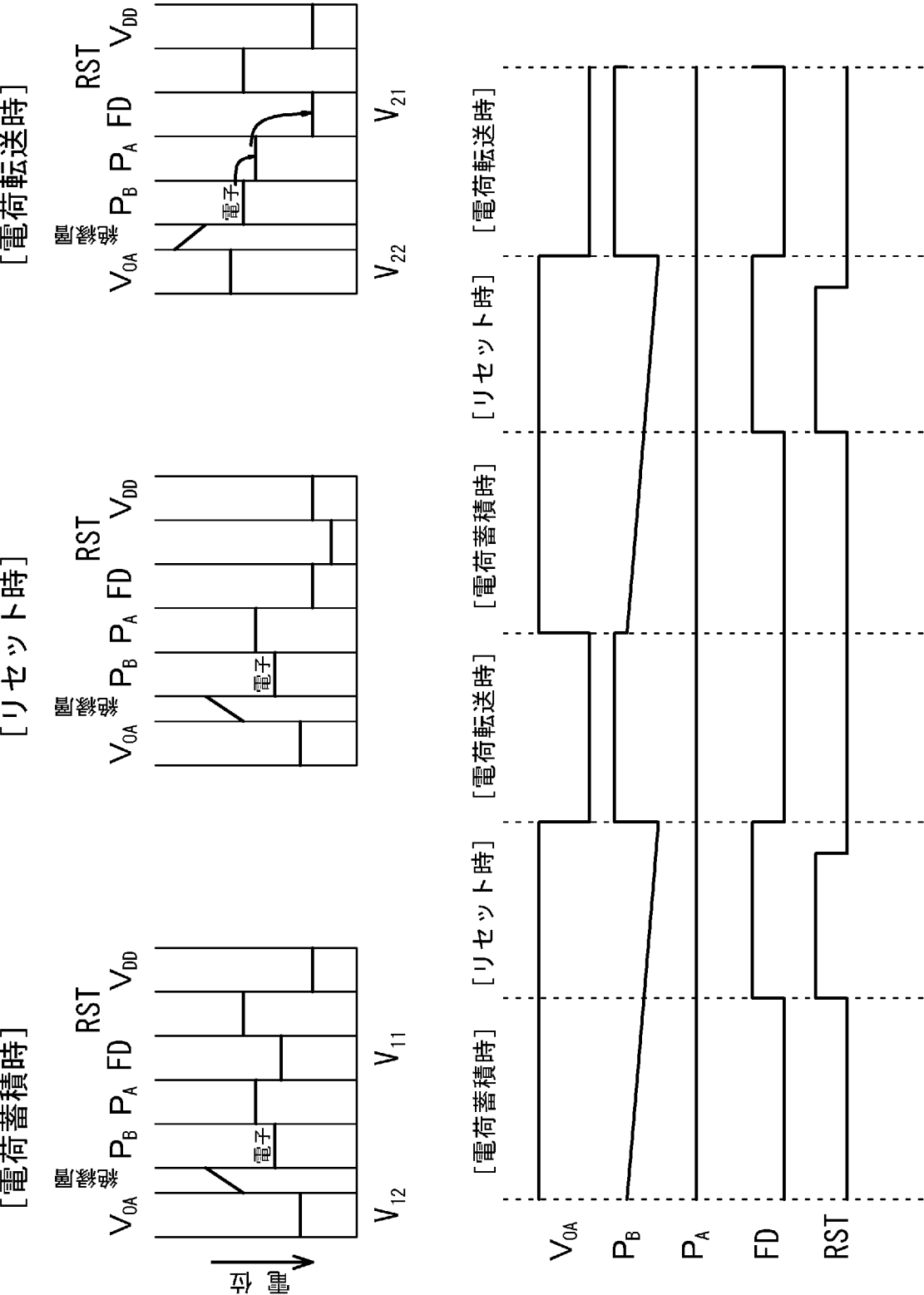
[図44]

図 4 4



[図45]

図 4 5



[図46]

図 4 6 A

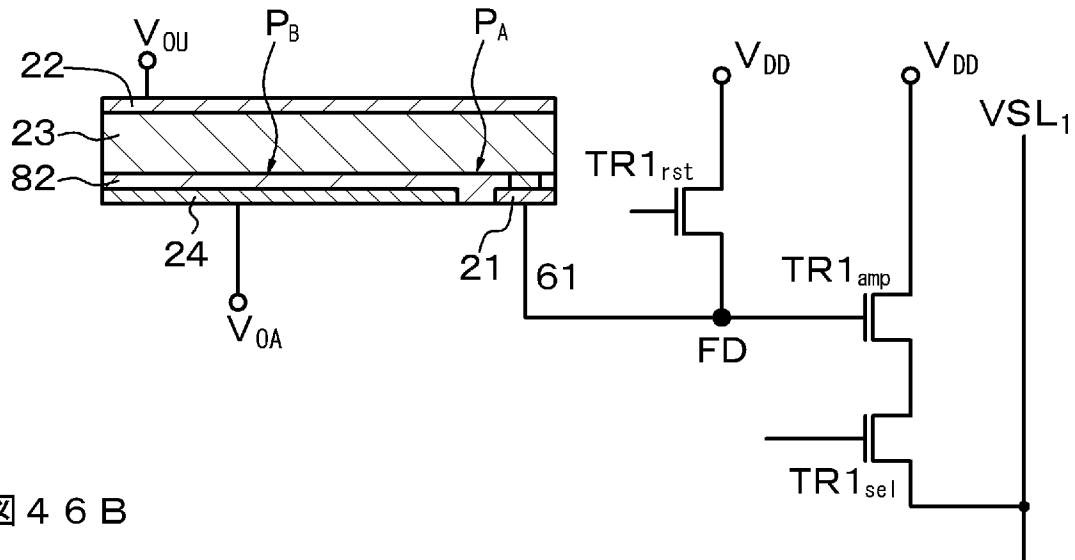


図 4 6 B

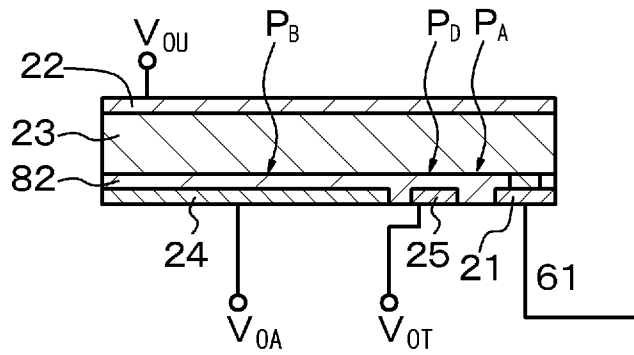
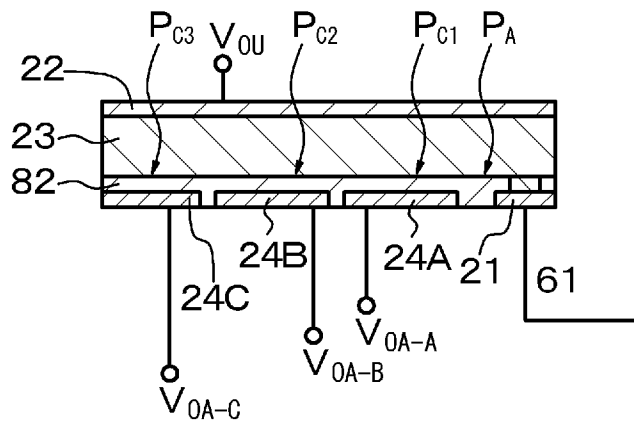
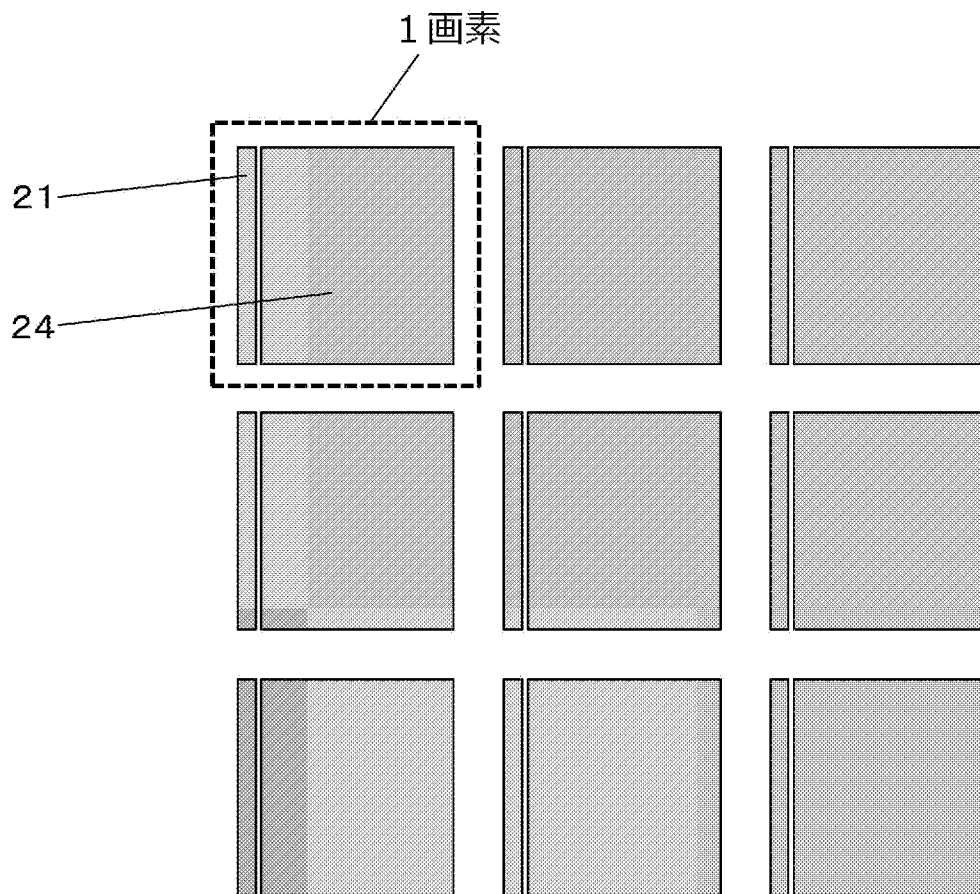


図 4 6 C



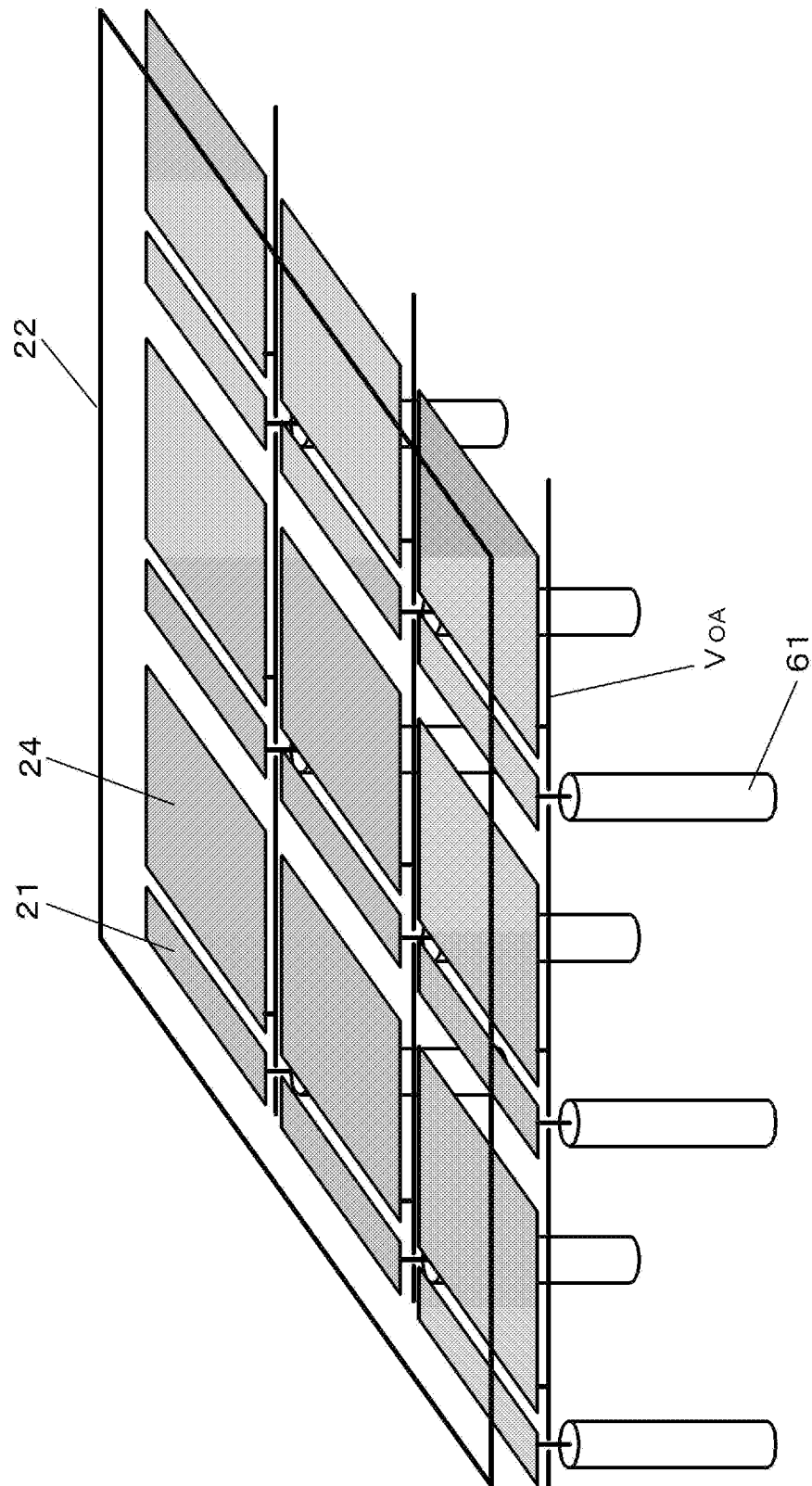
[図47]

図47



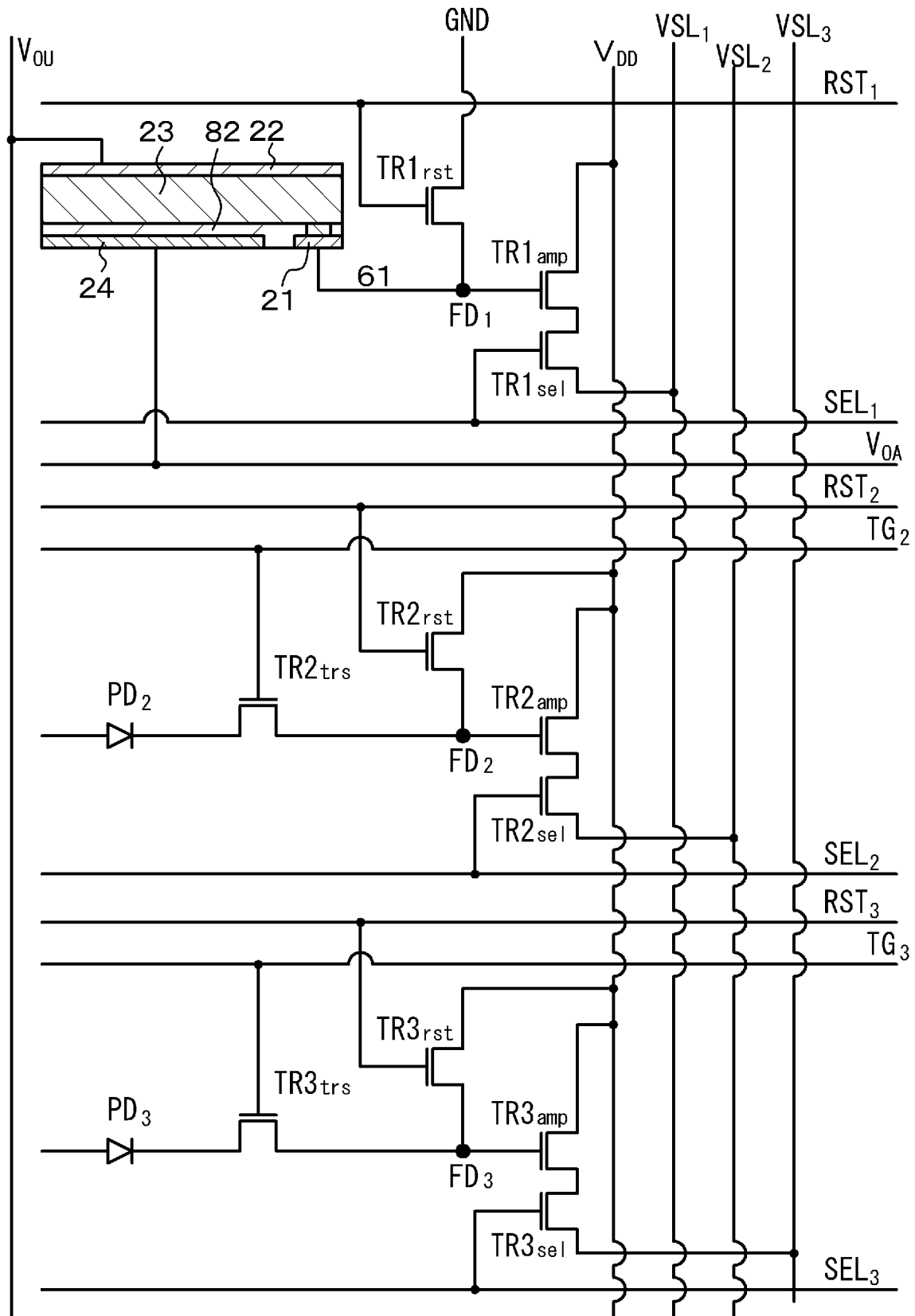
[図48]

図48



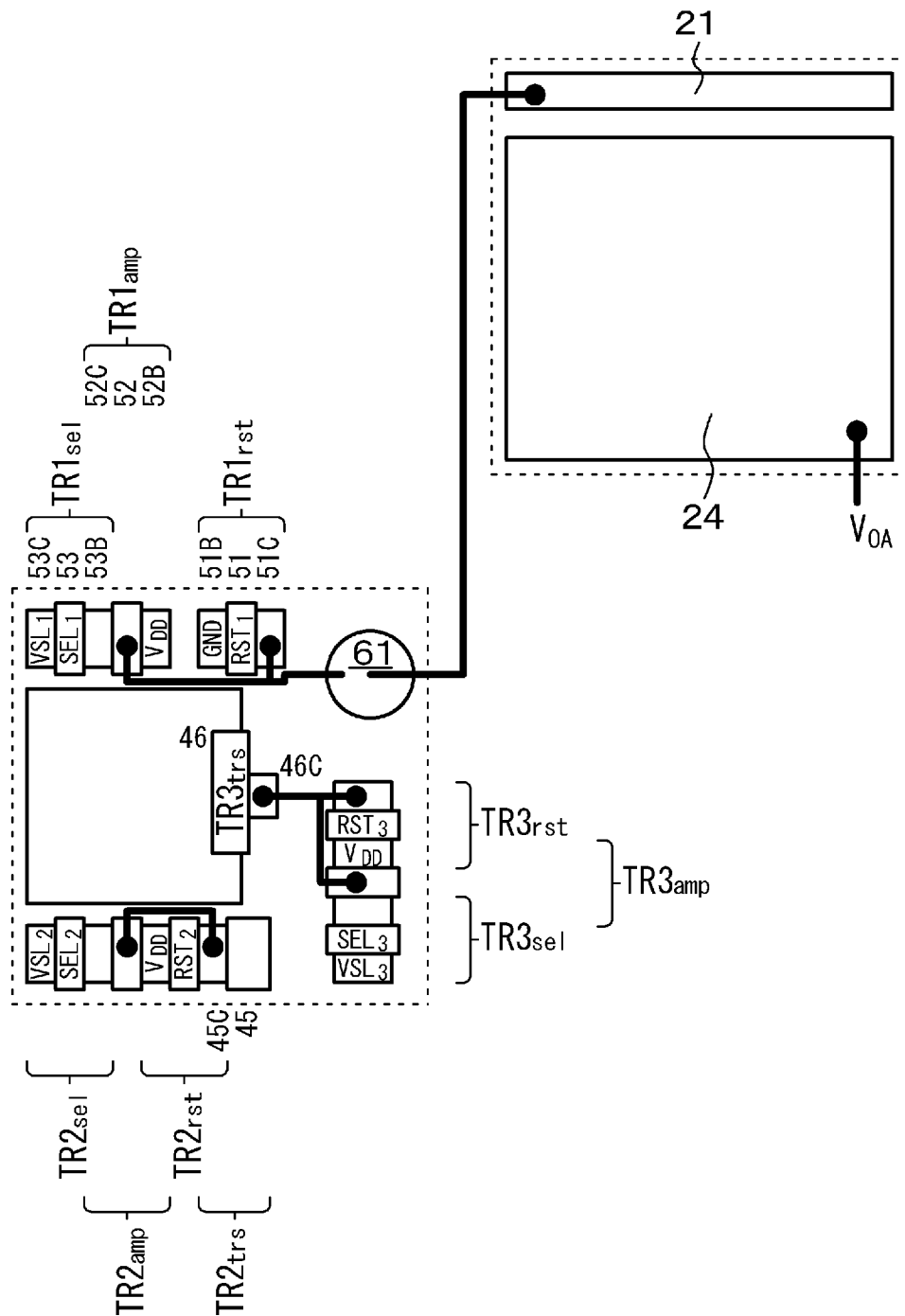
[図49]

図 49



[図50]

図 50



[図51]

図 5 1

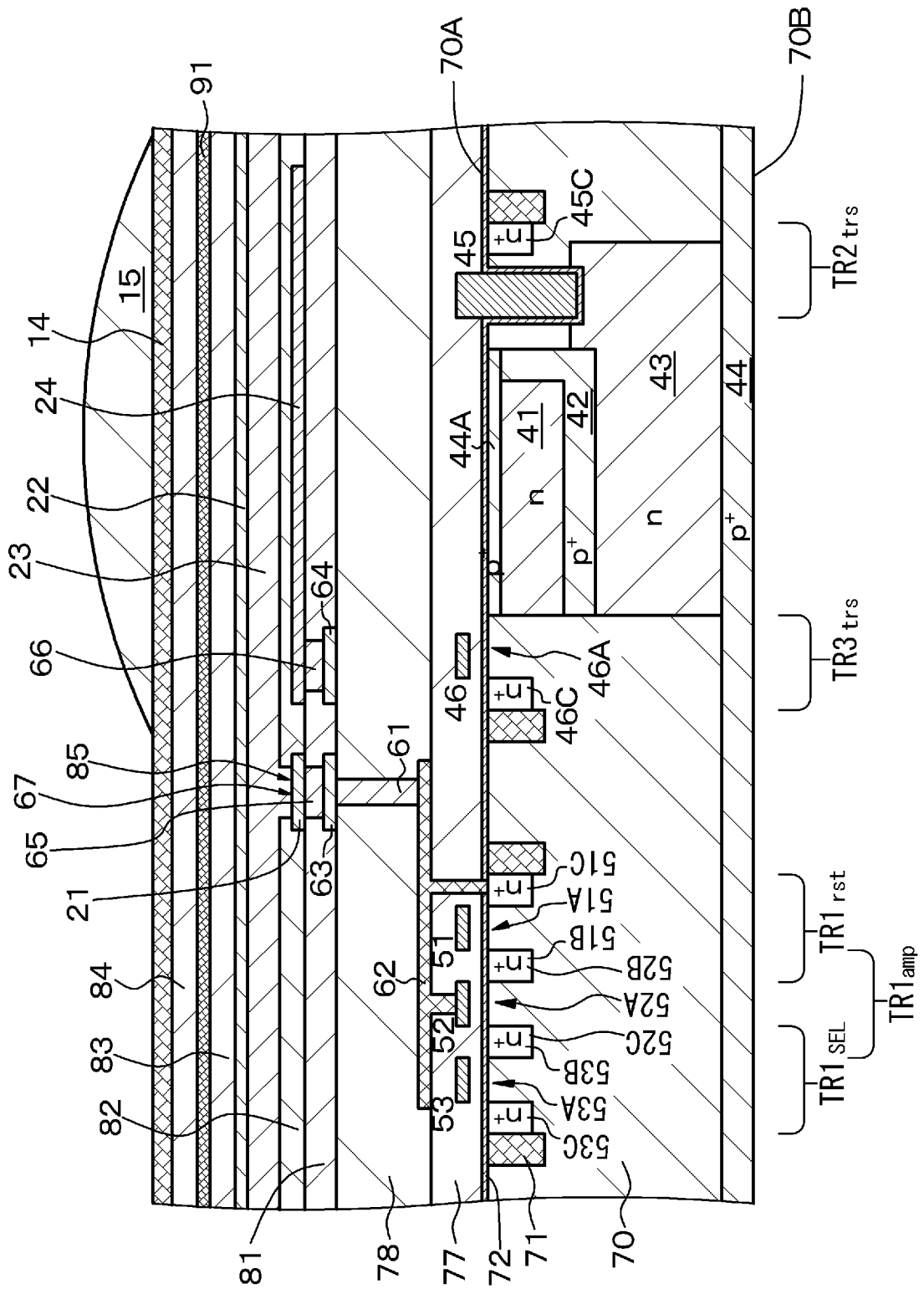
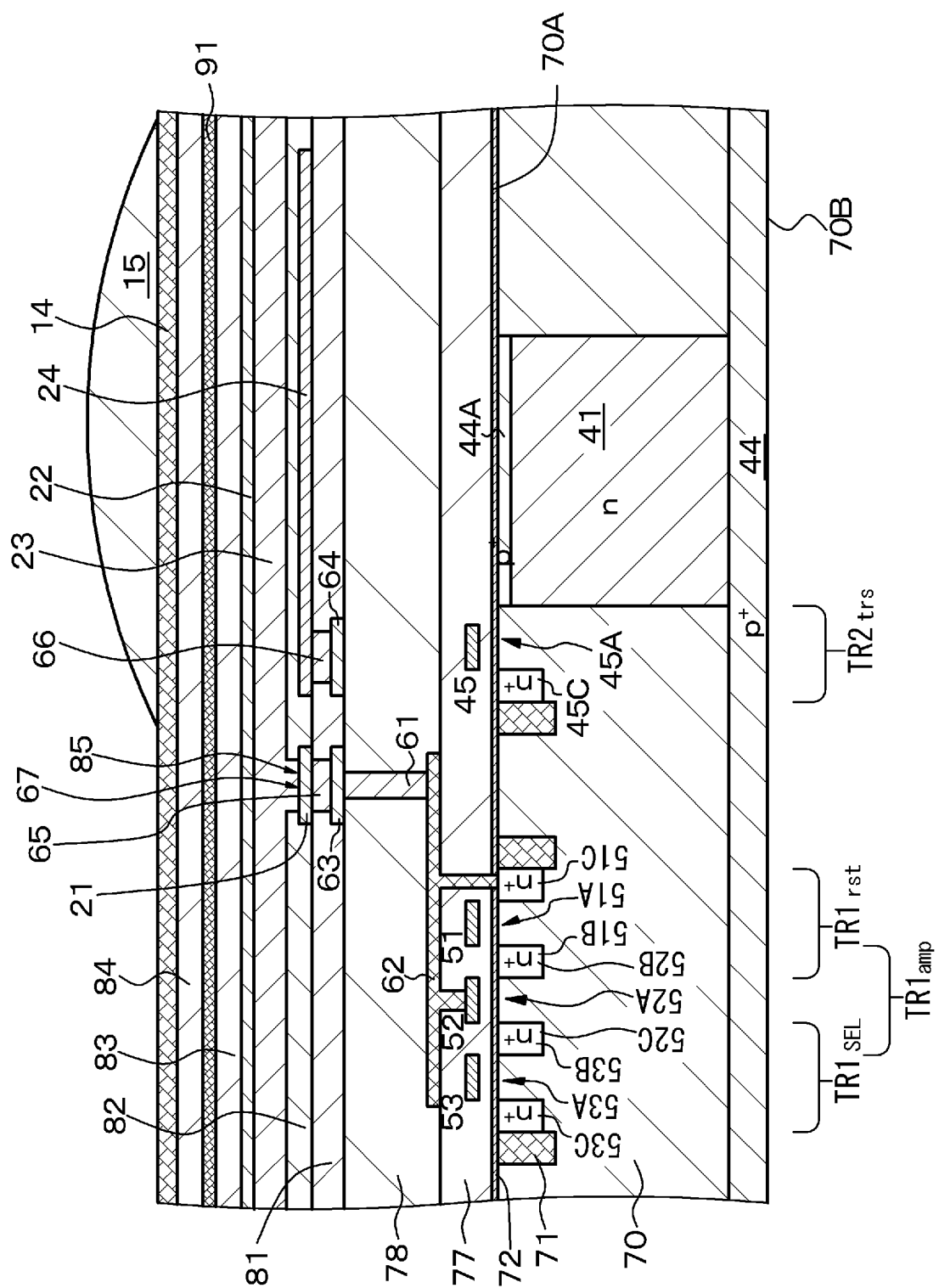
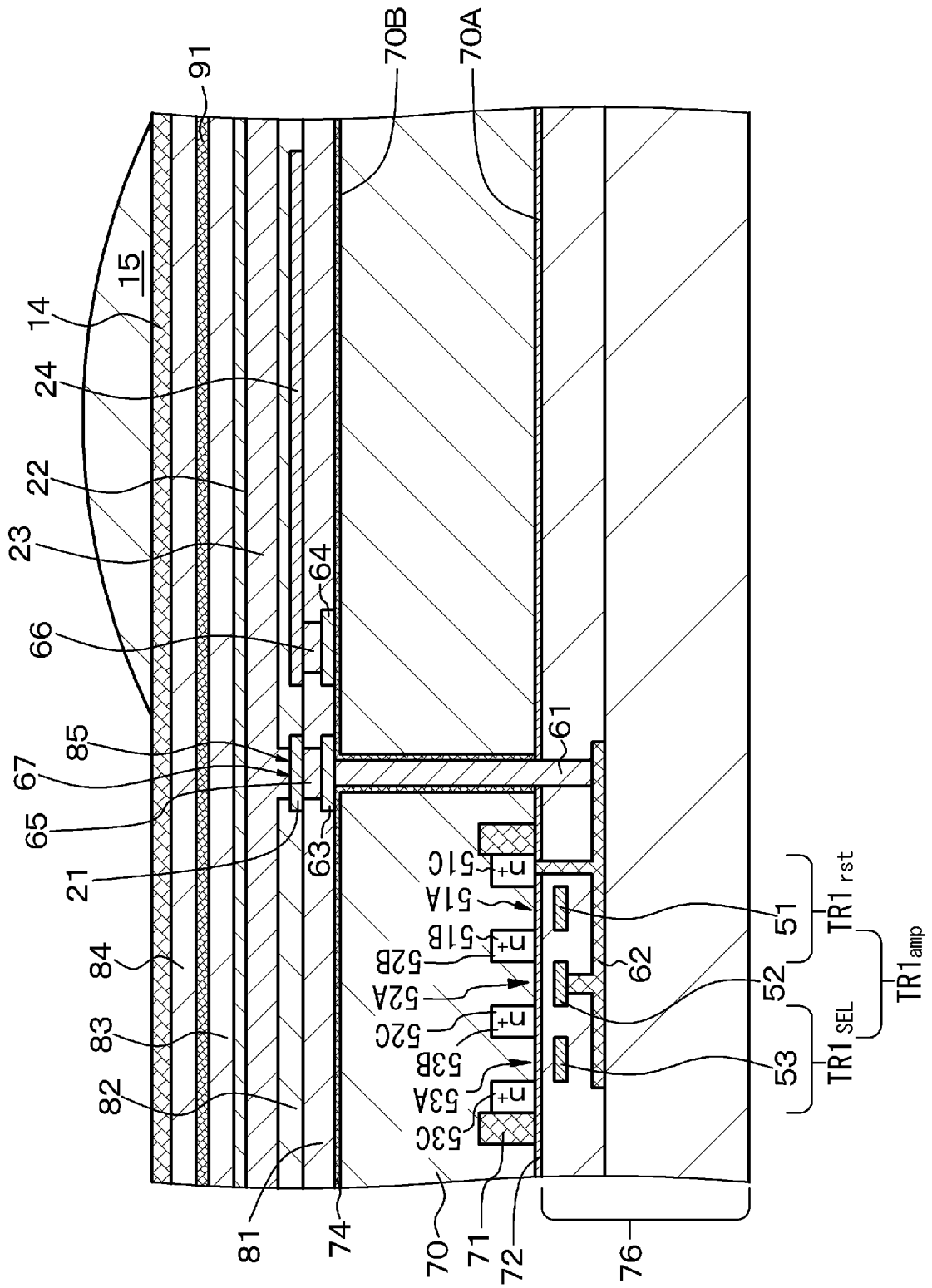


图 5 3



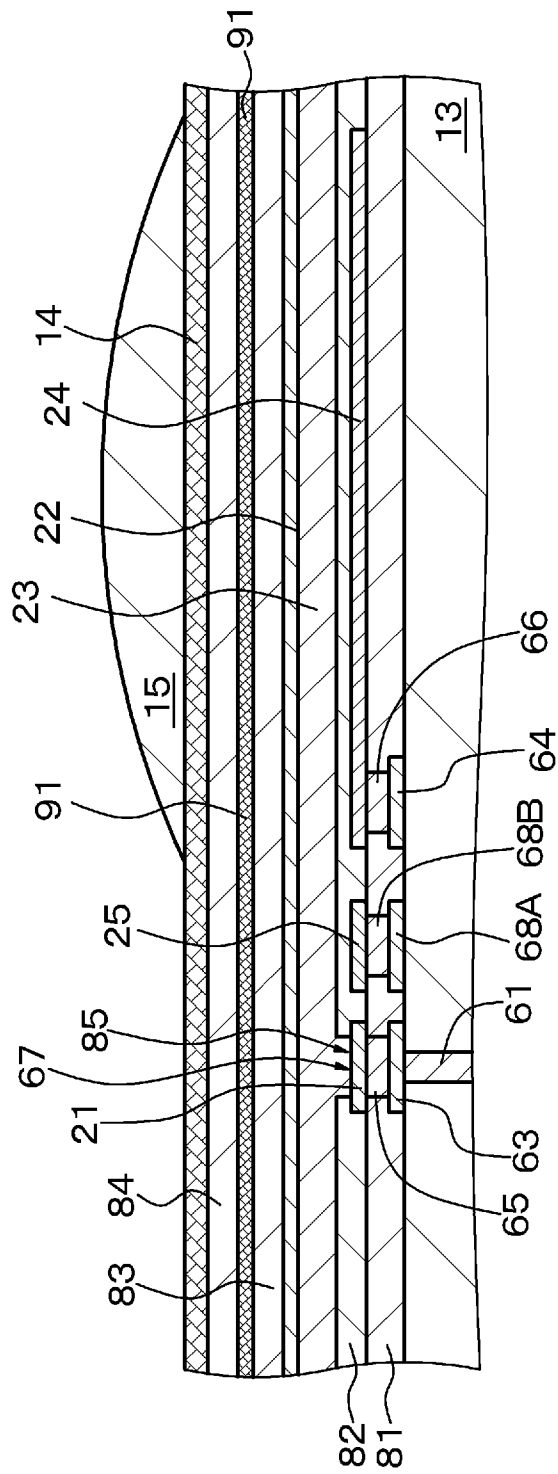
[図54]

図 5 4



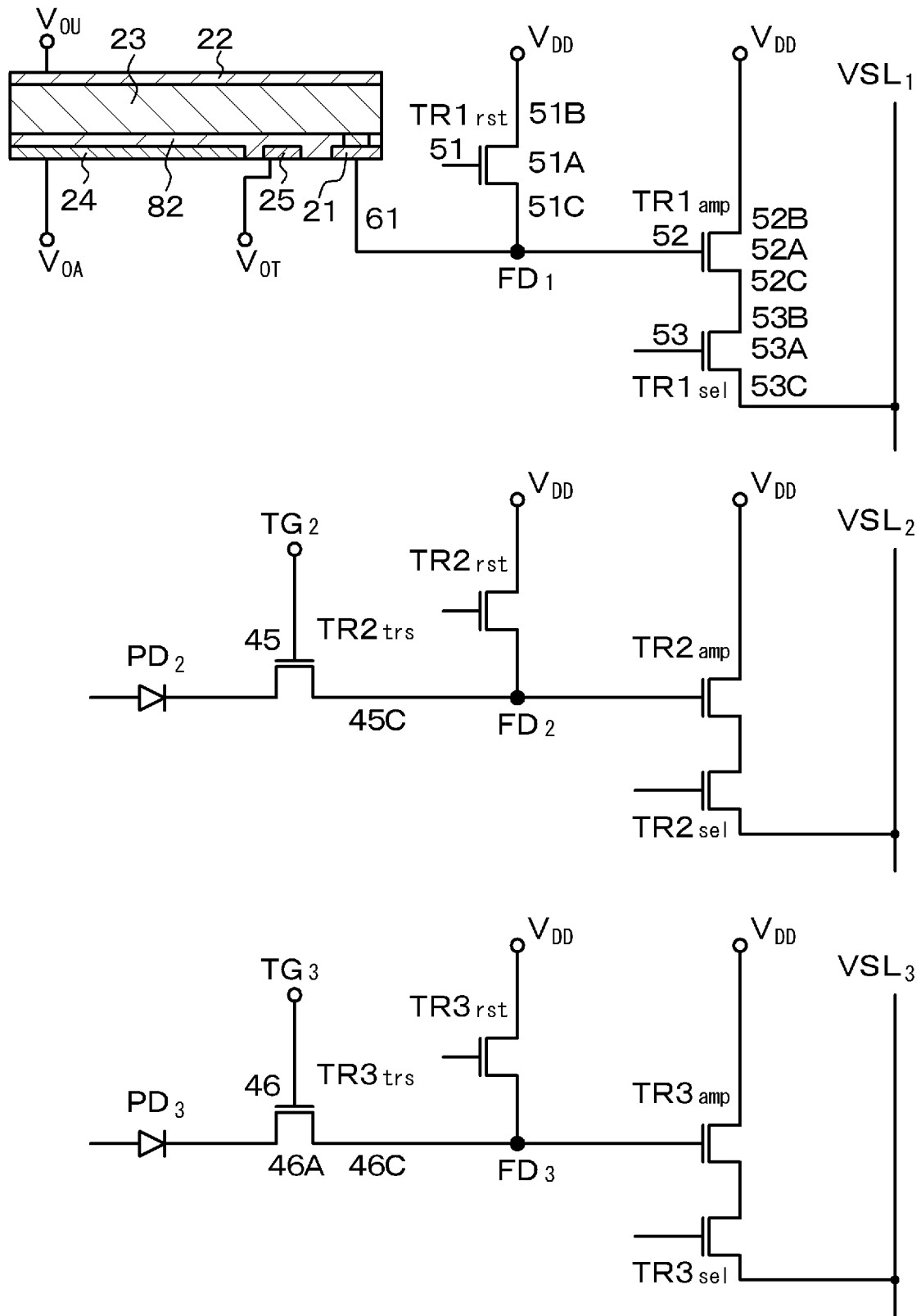
[図56]

図 56



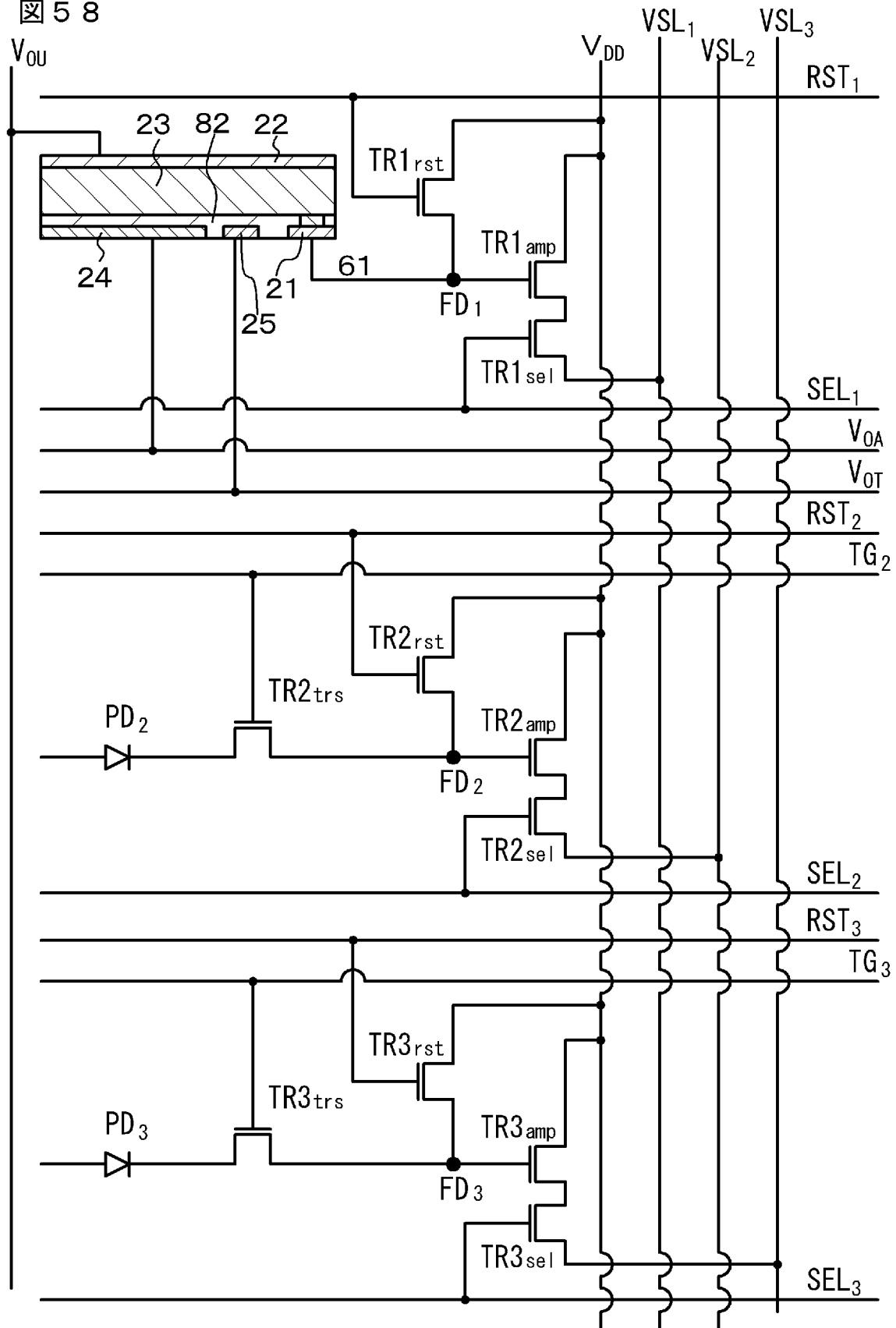
[図57]

図 5 7



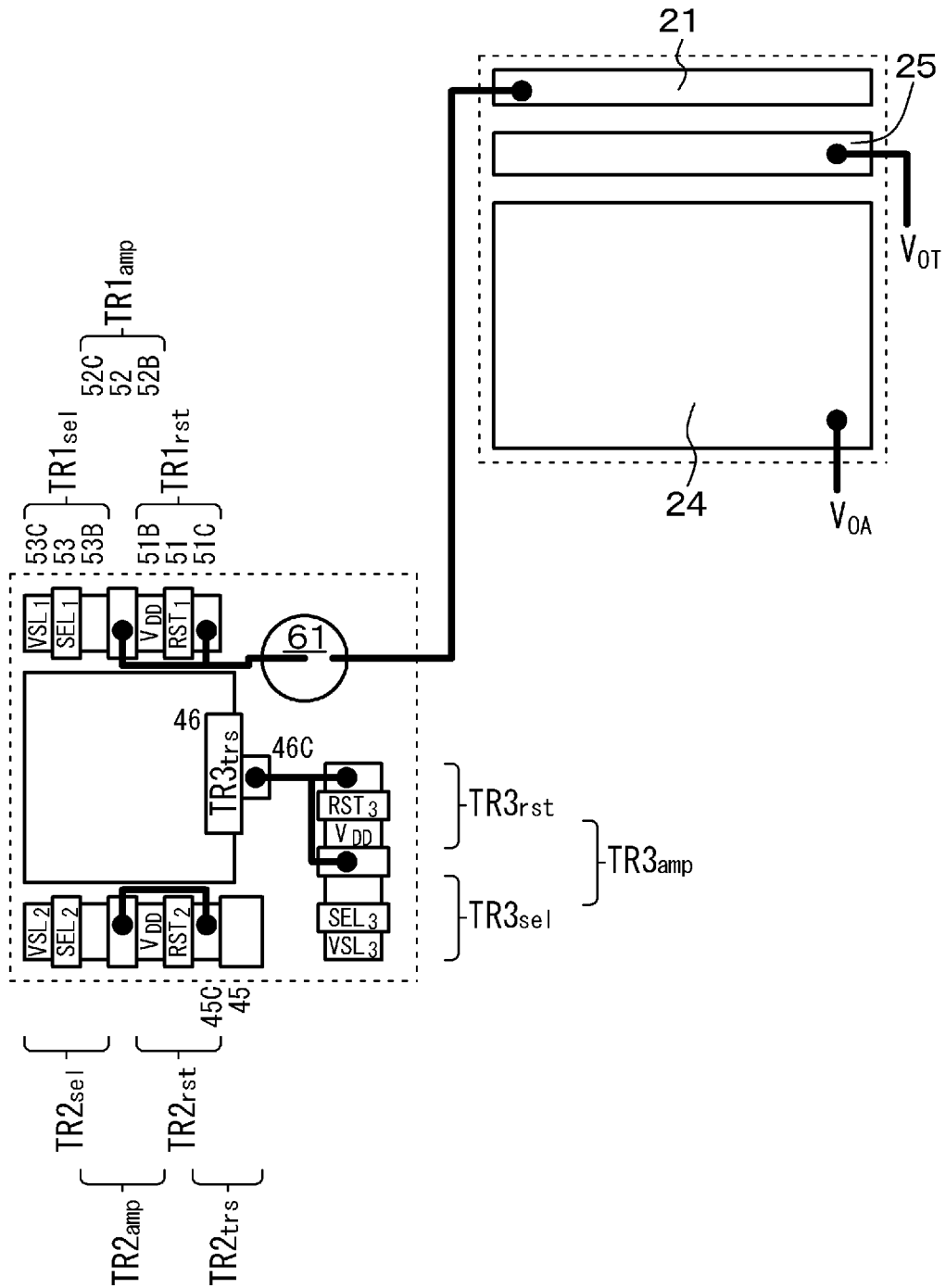
[図58]

図 5 8



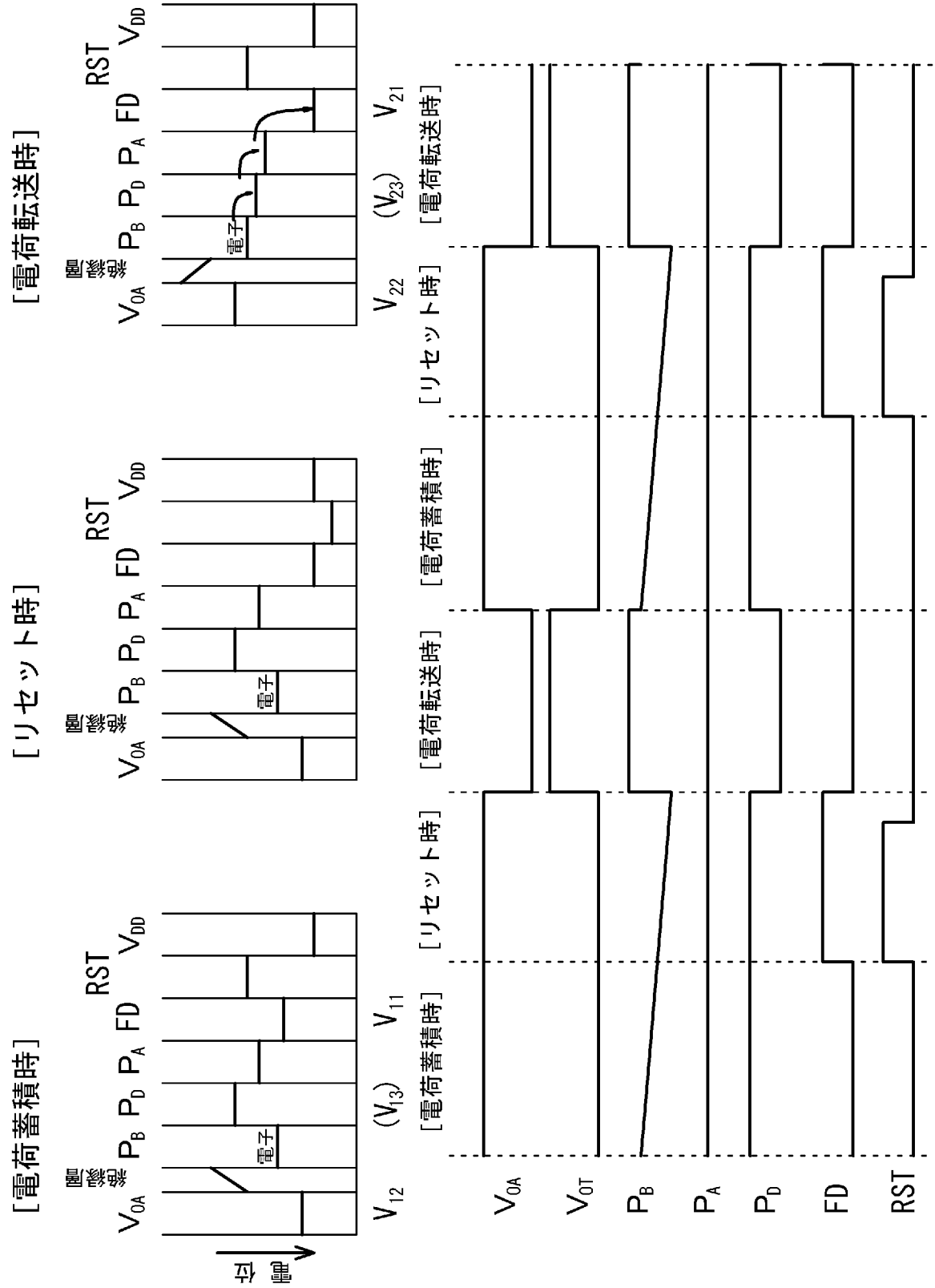
[図59]

図 59



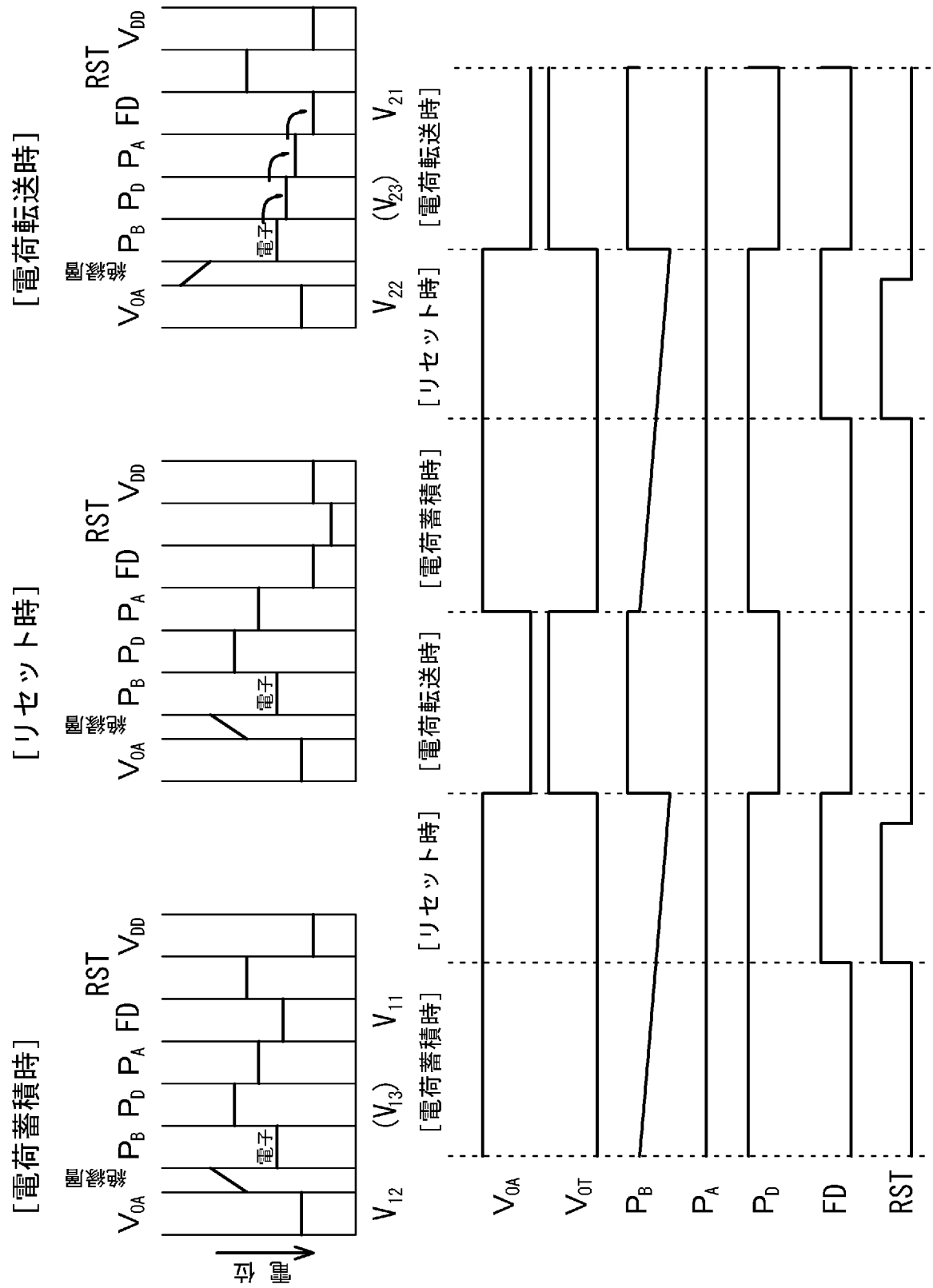
[図60]

図 60



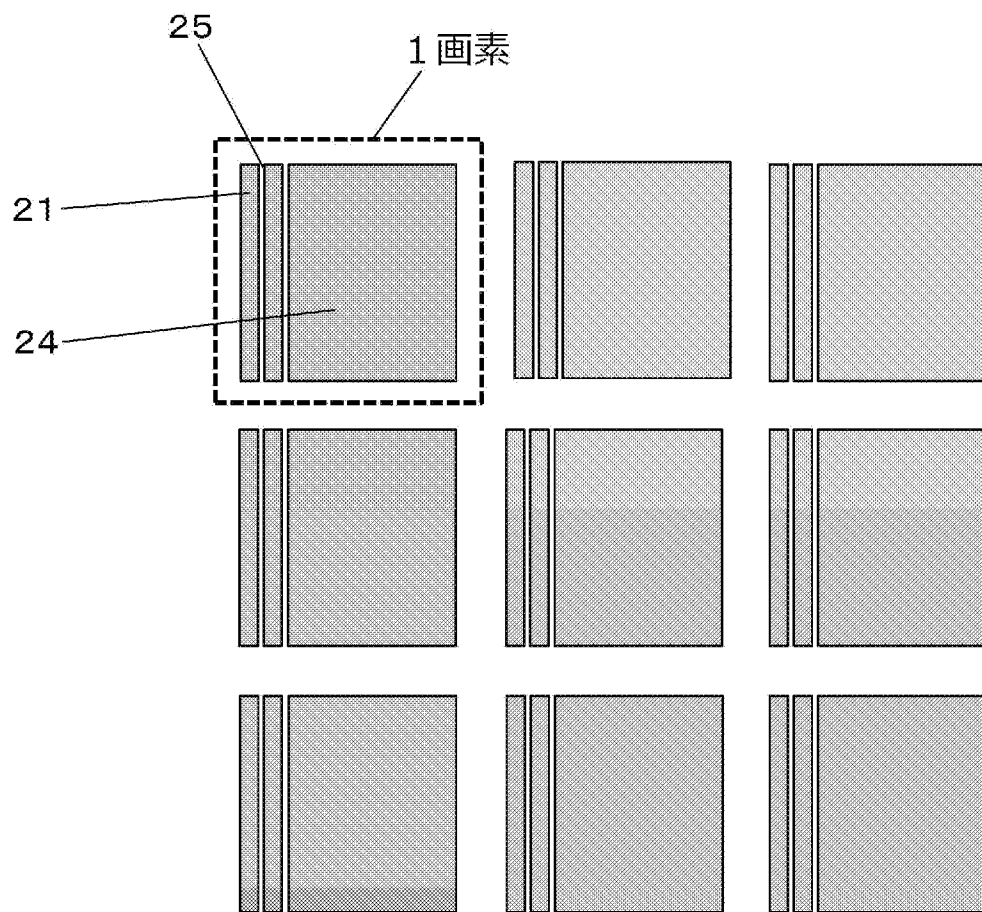
[図61]

図 6 1



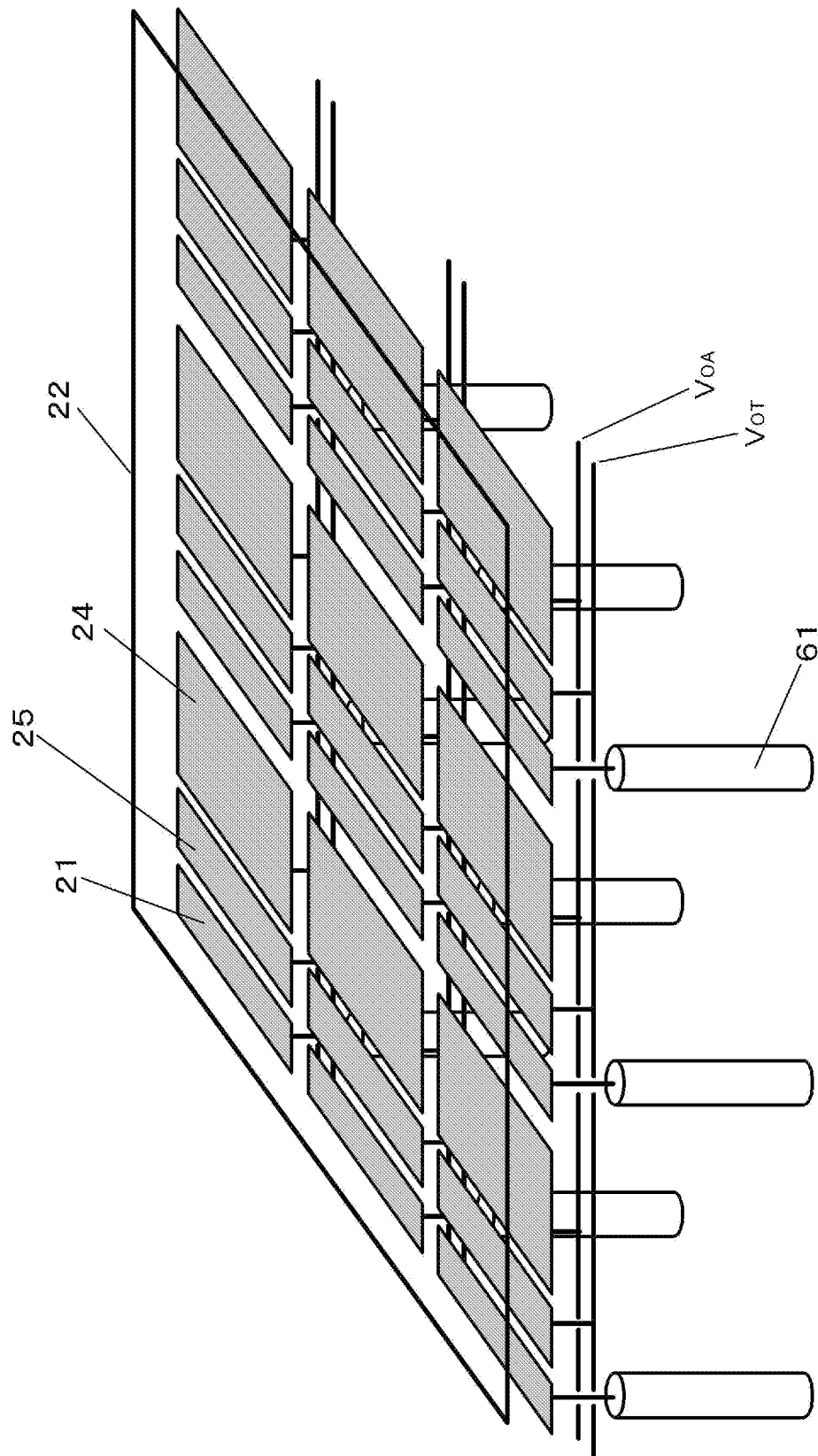
[図62]

図62



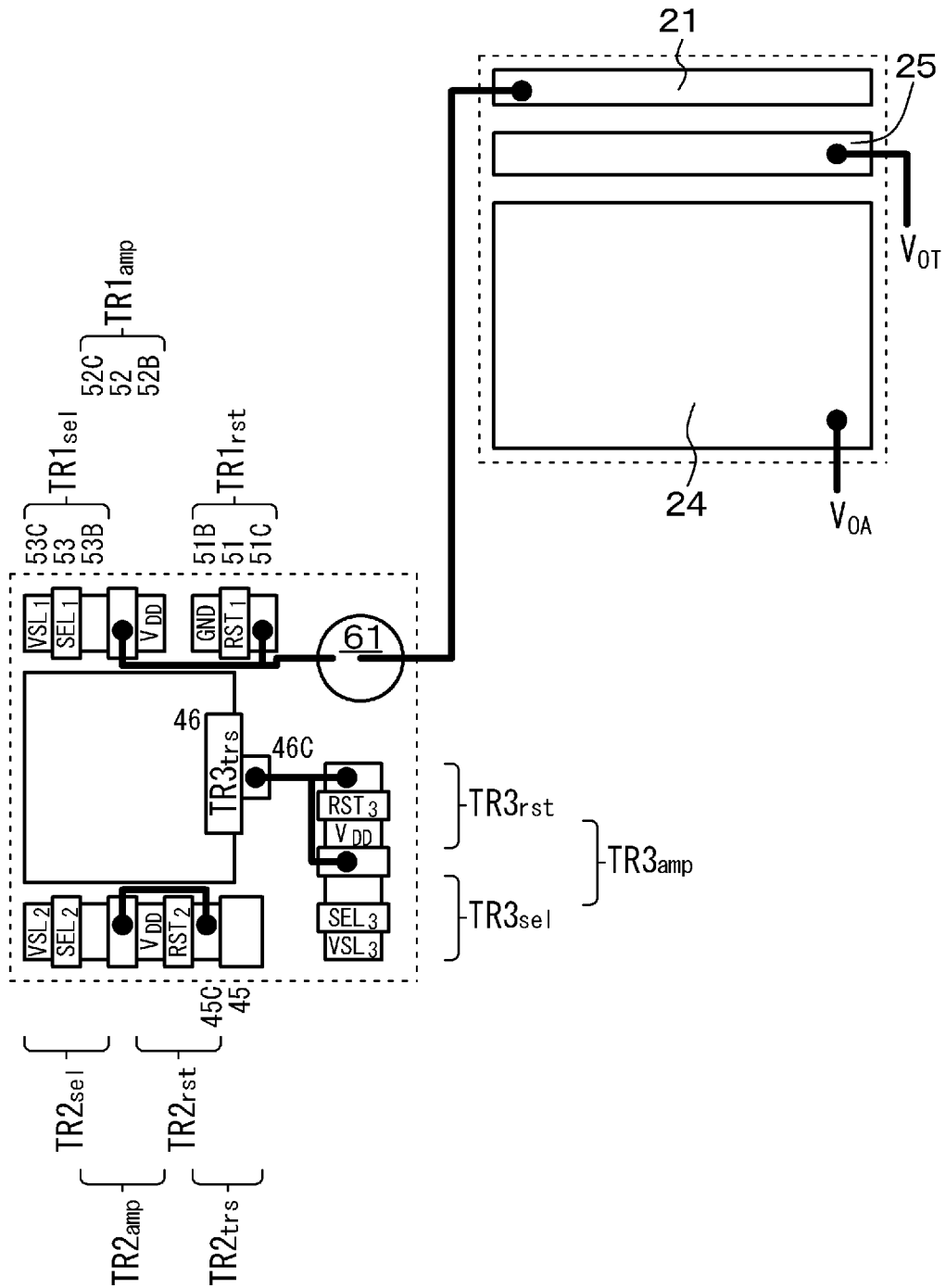
[図63]

図63



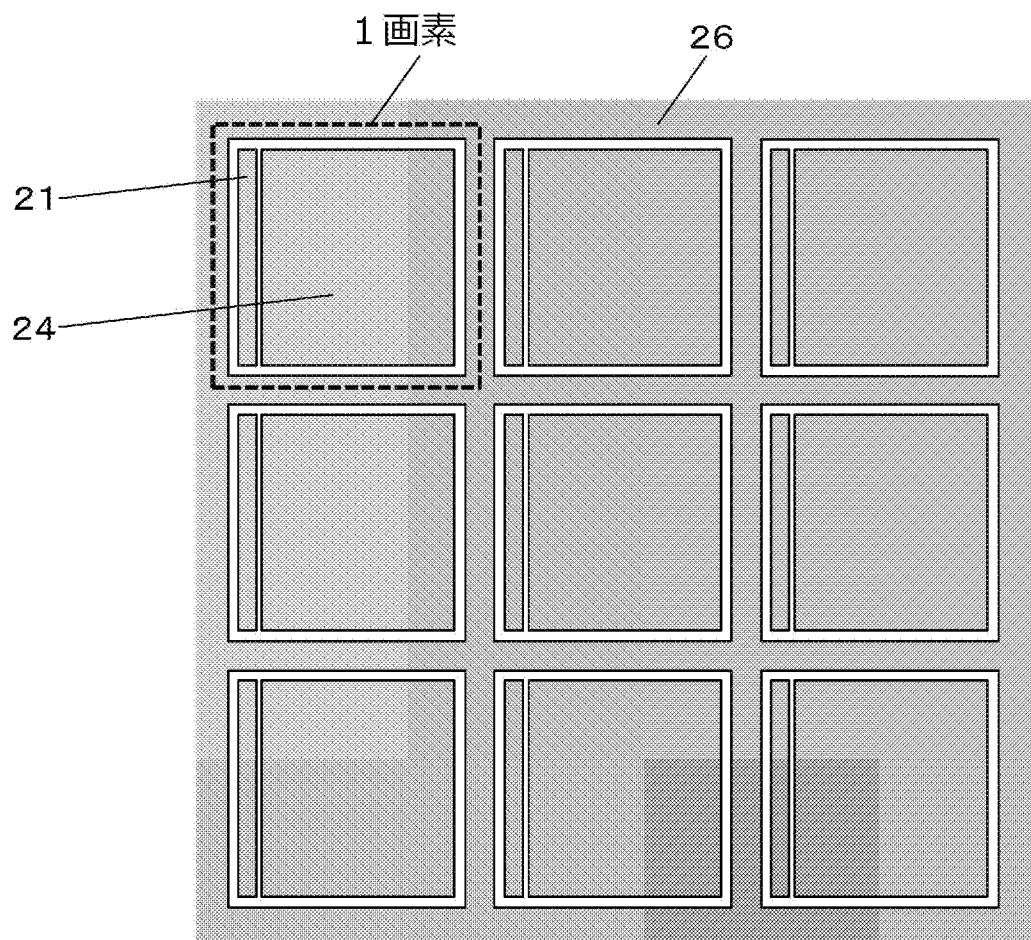
[図64]

図 6 4



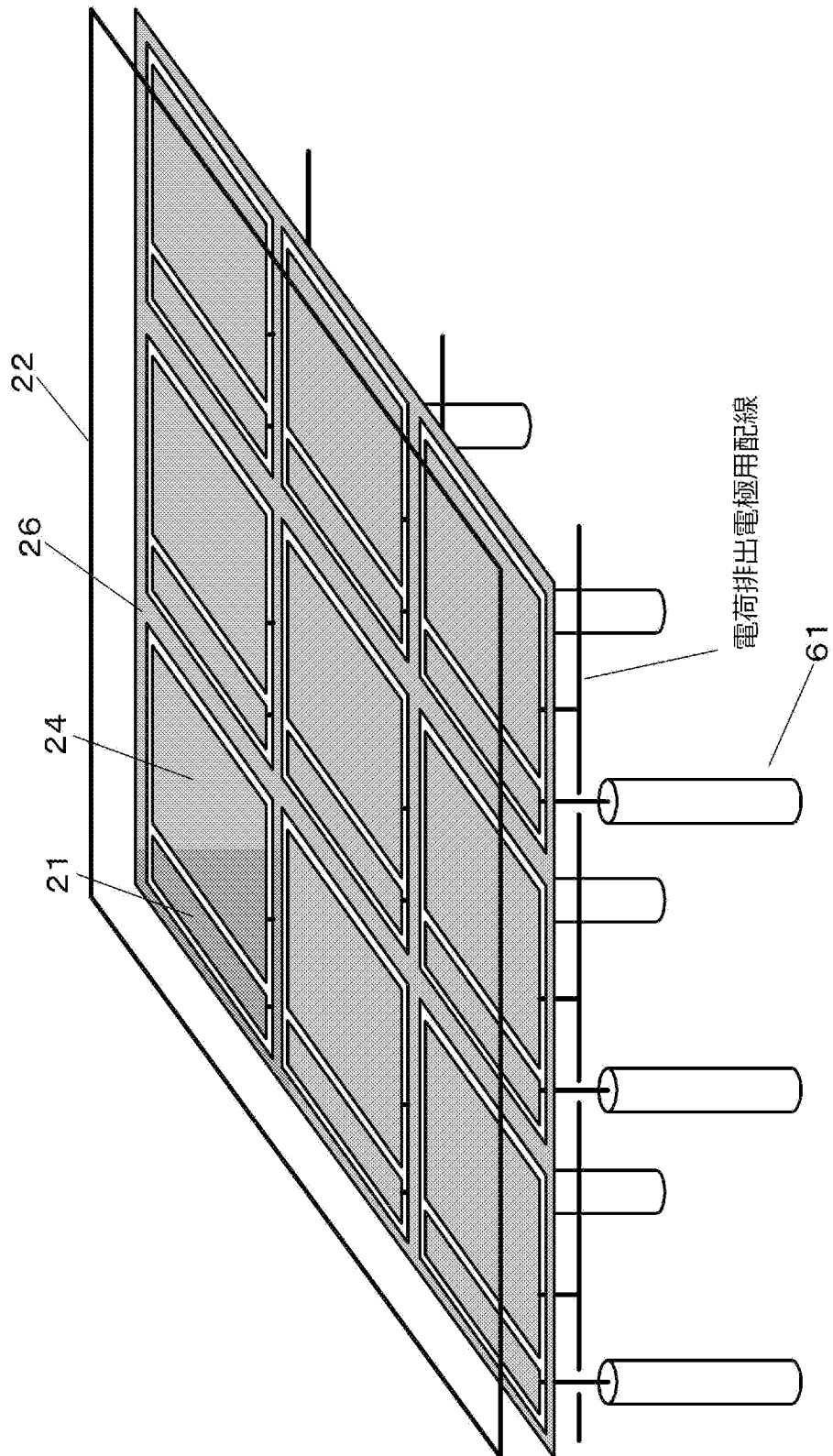
[図66]

図66



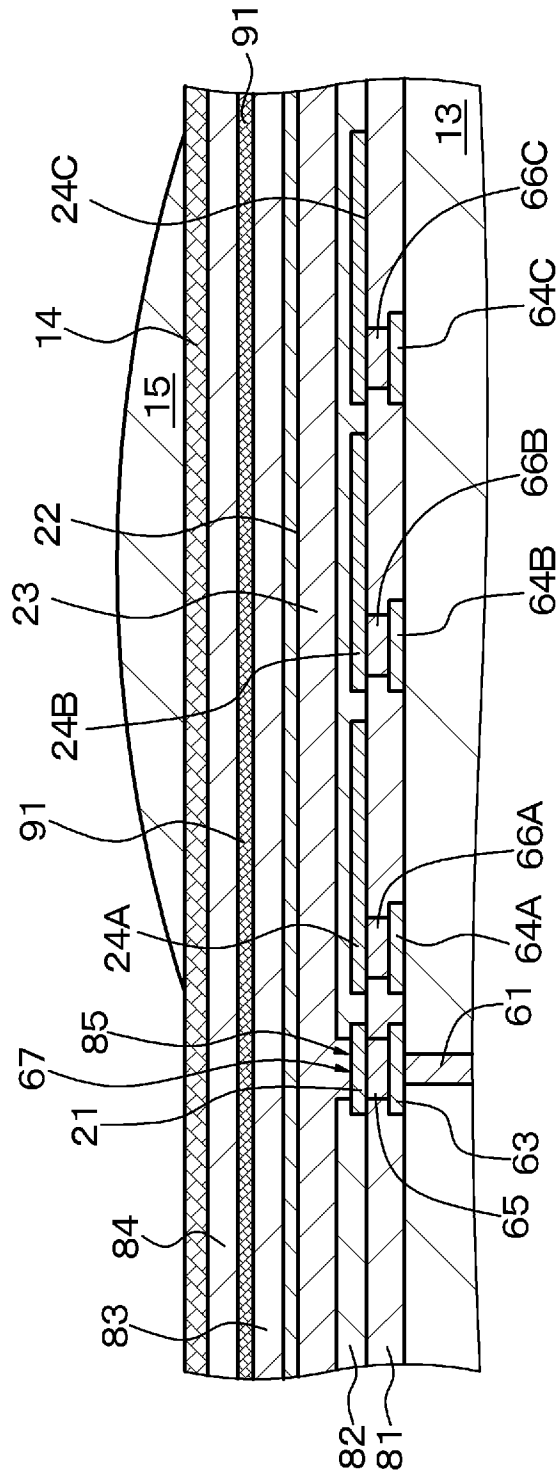
[図67]

図67



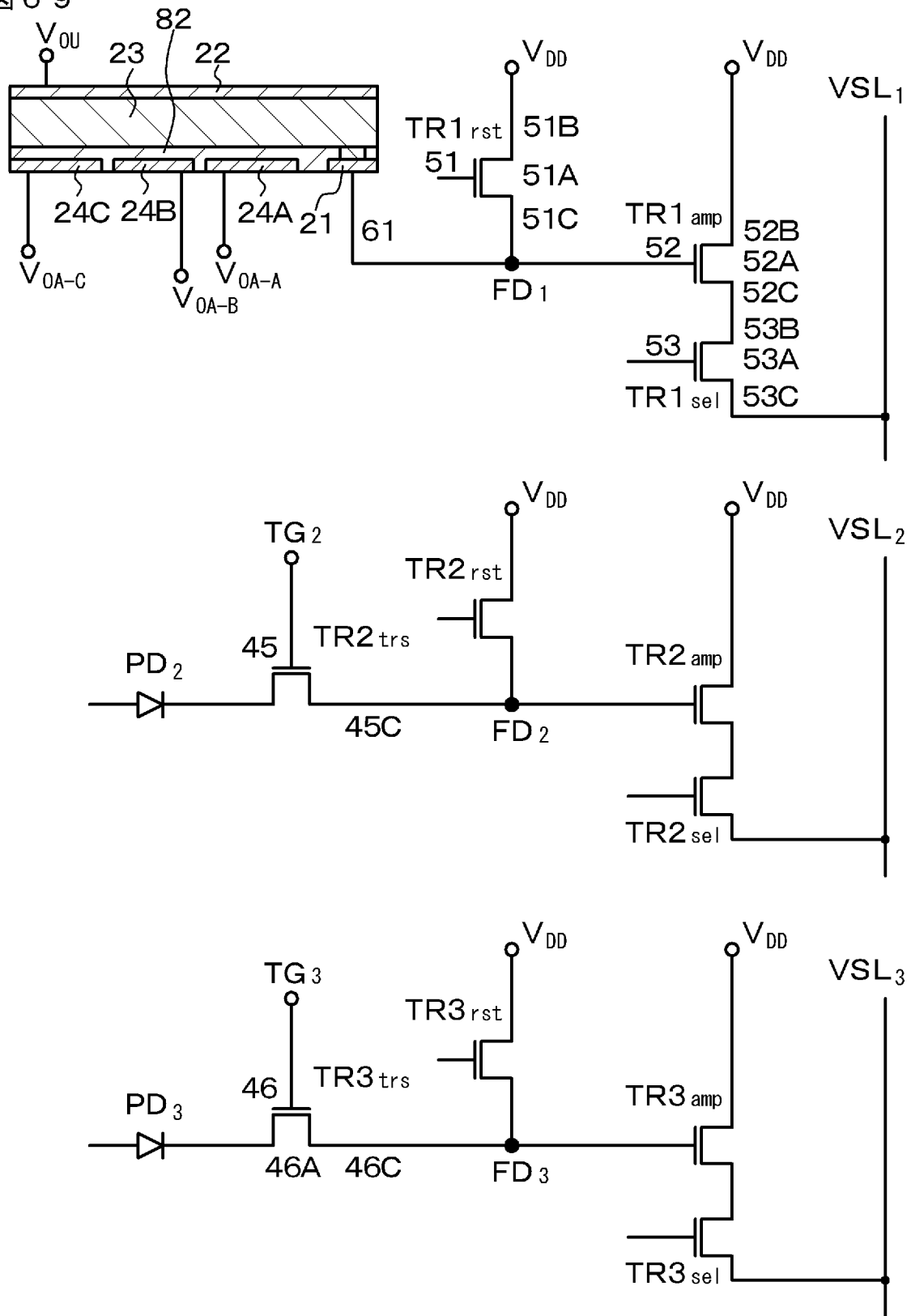
[図68]

図 68



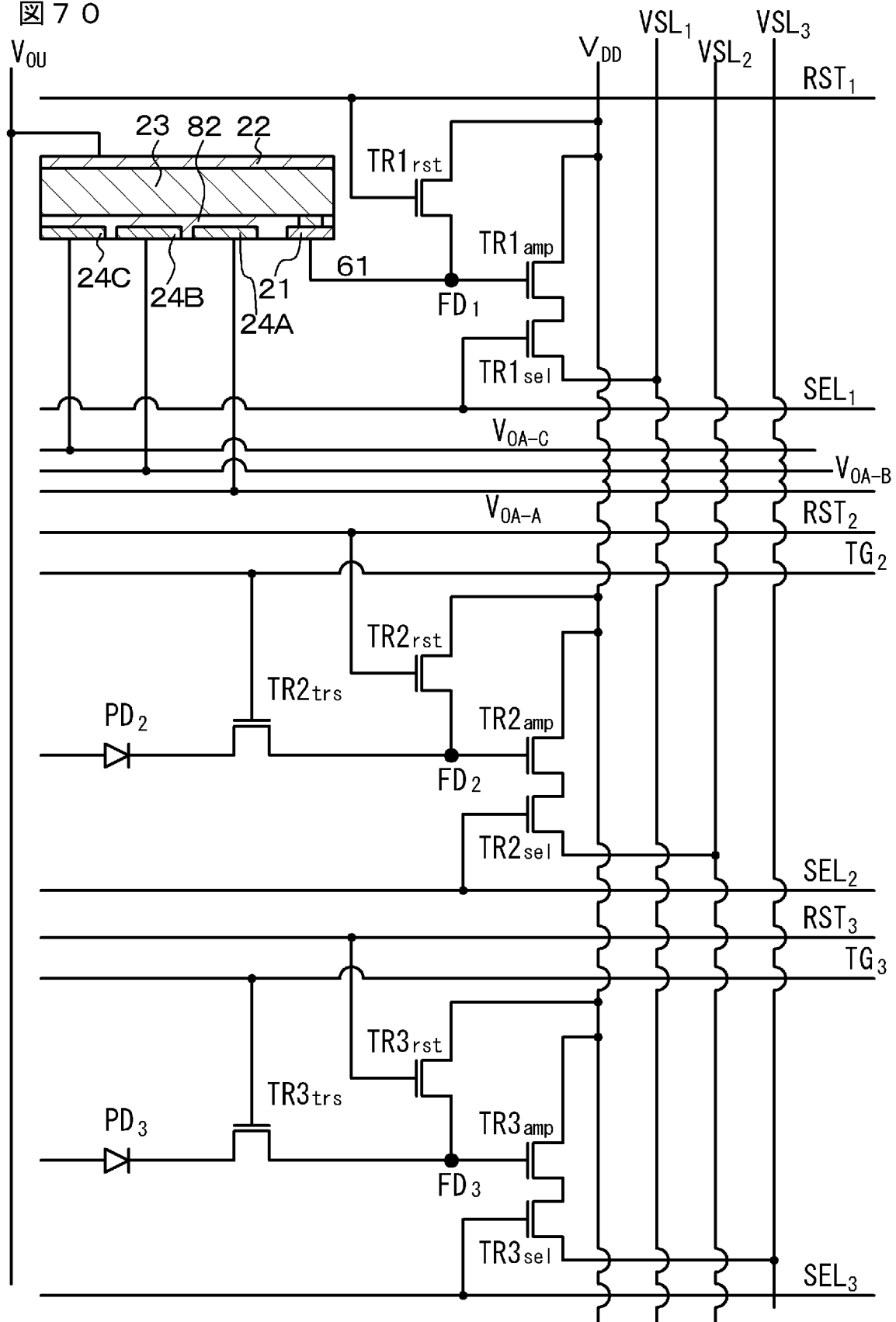
[図69]

図 69



[図70]

図 70



[図71]

図 7 1

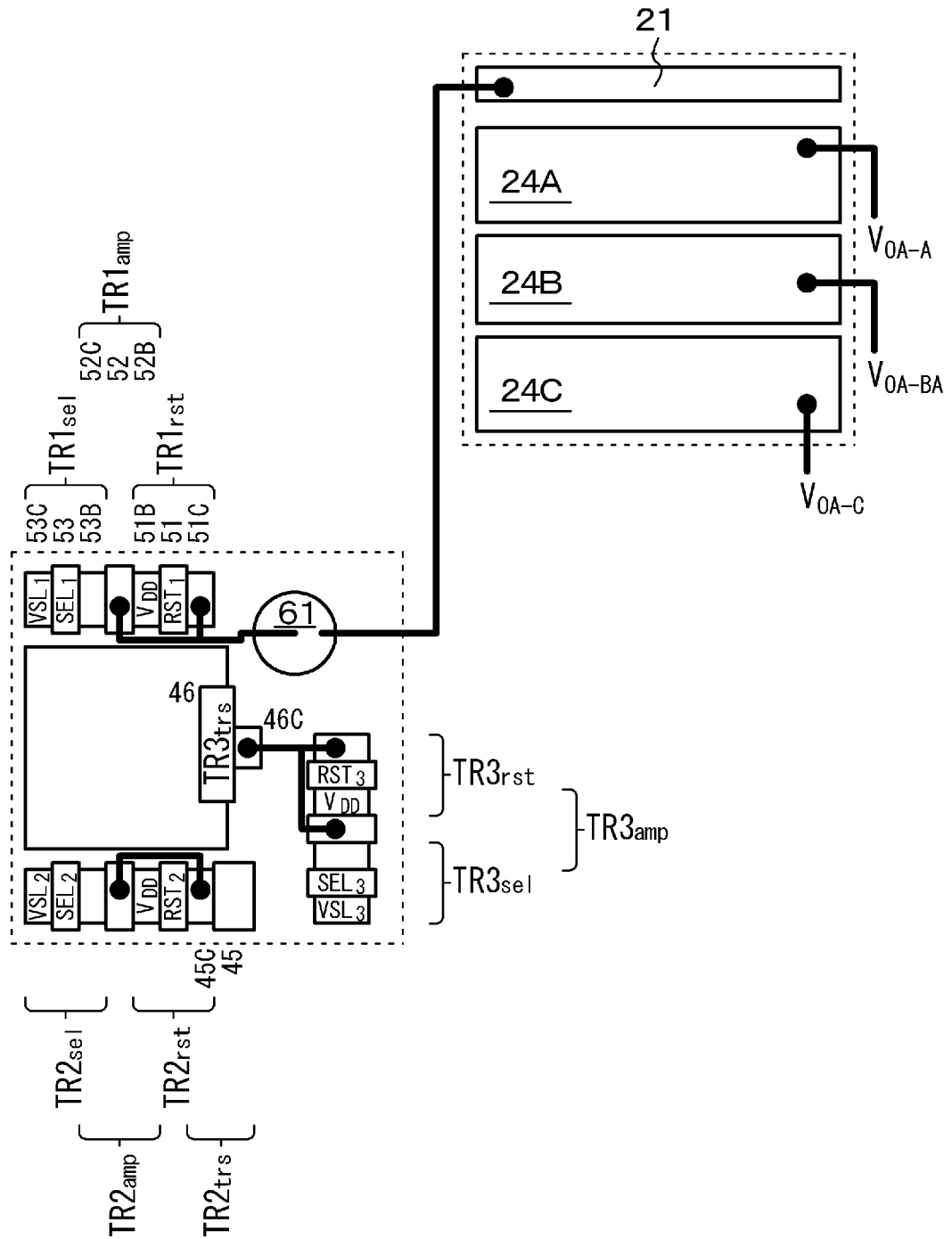


图 7 2

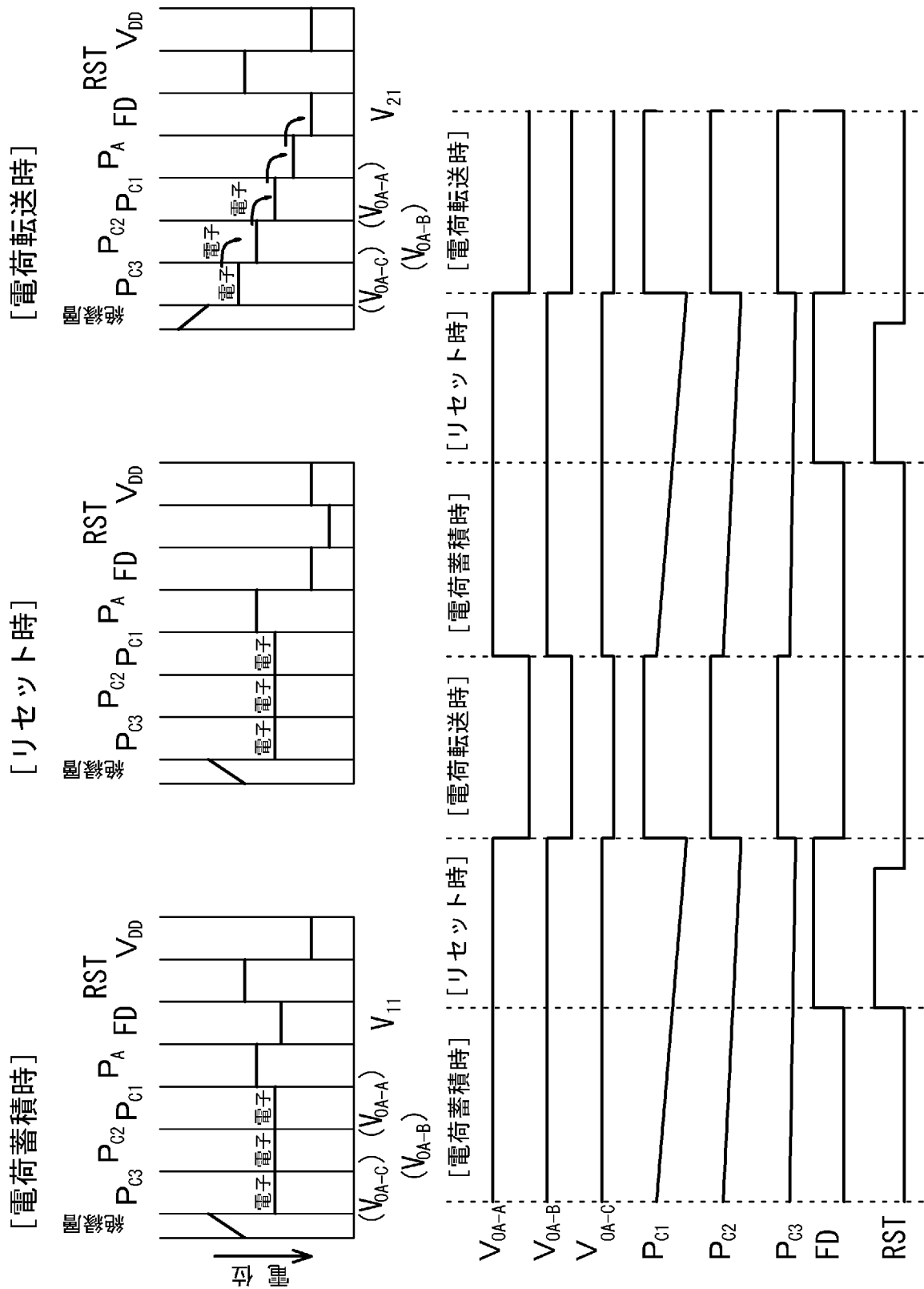
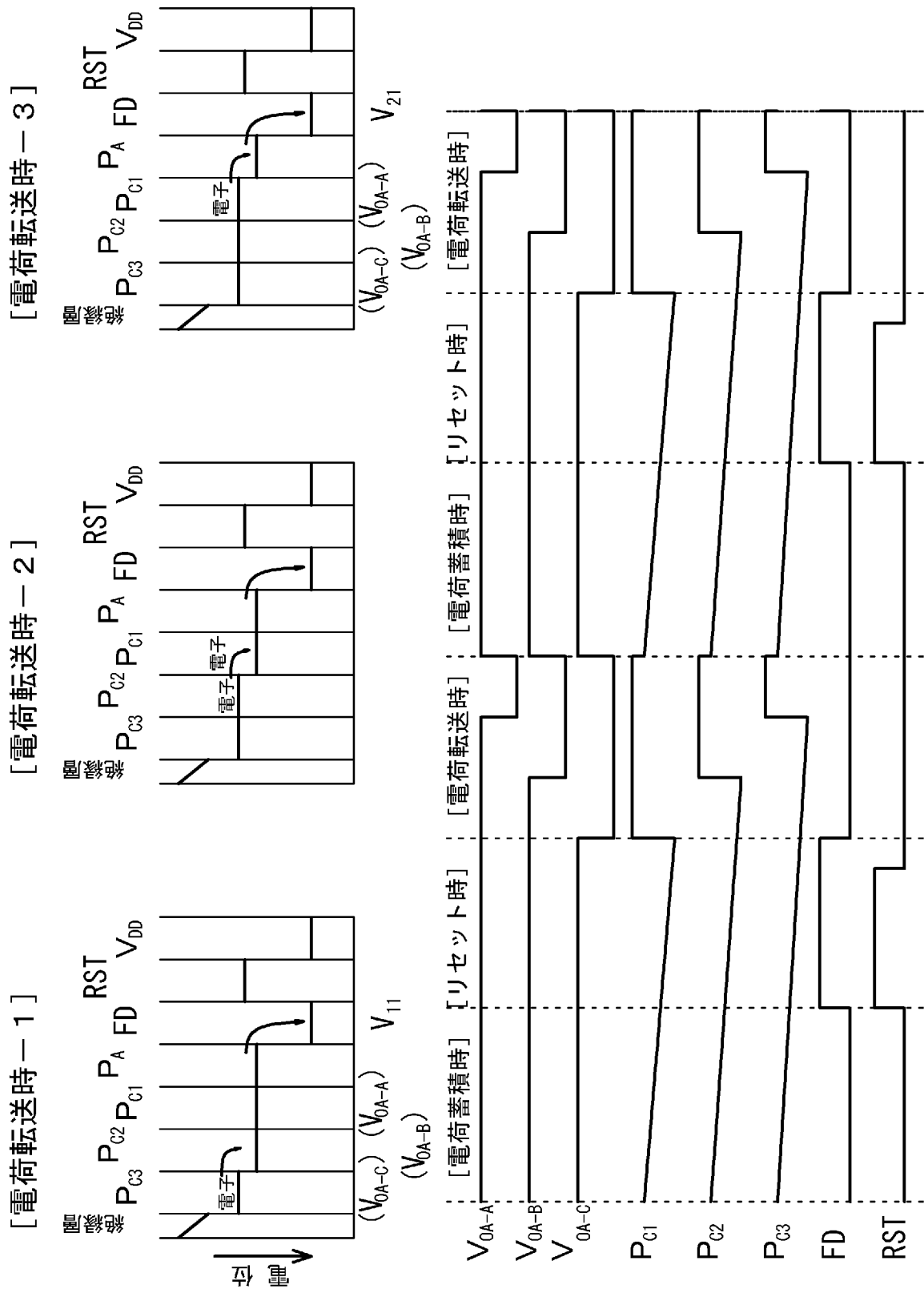
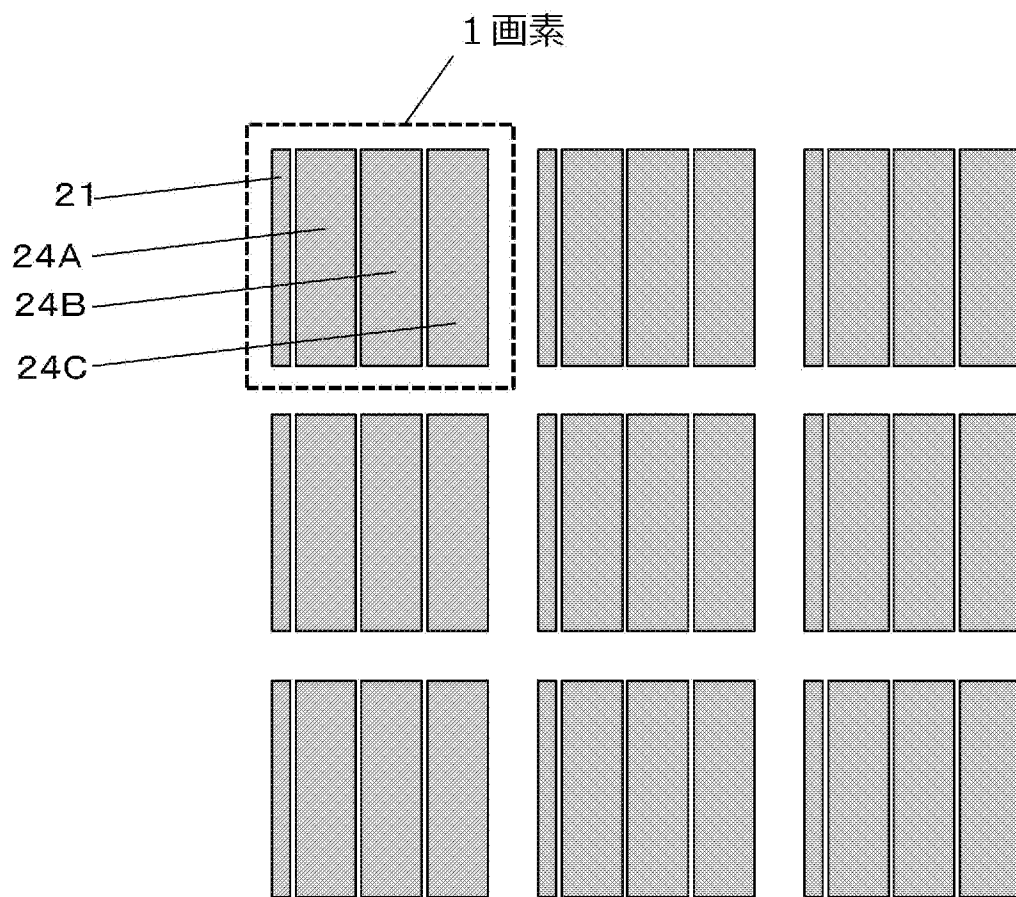


图 7-3



[図74]

図74



[図75]

図75

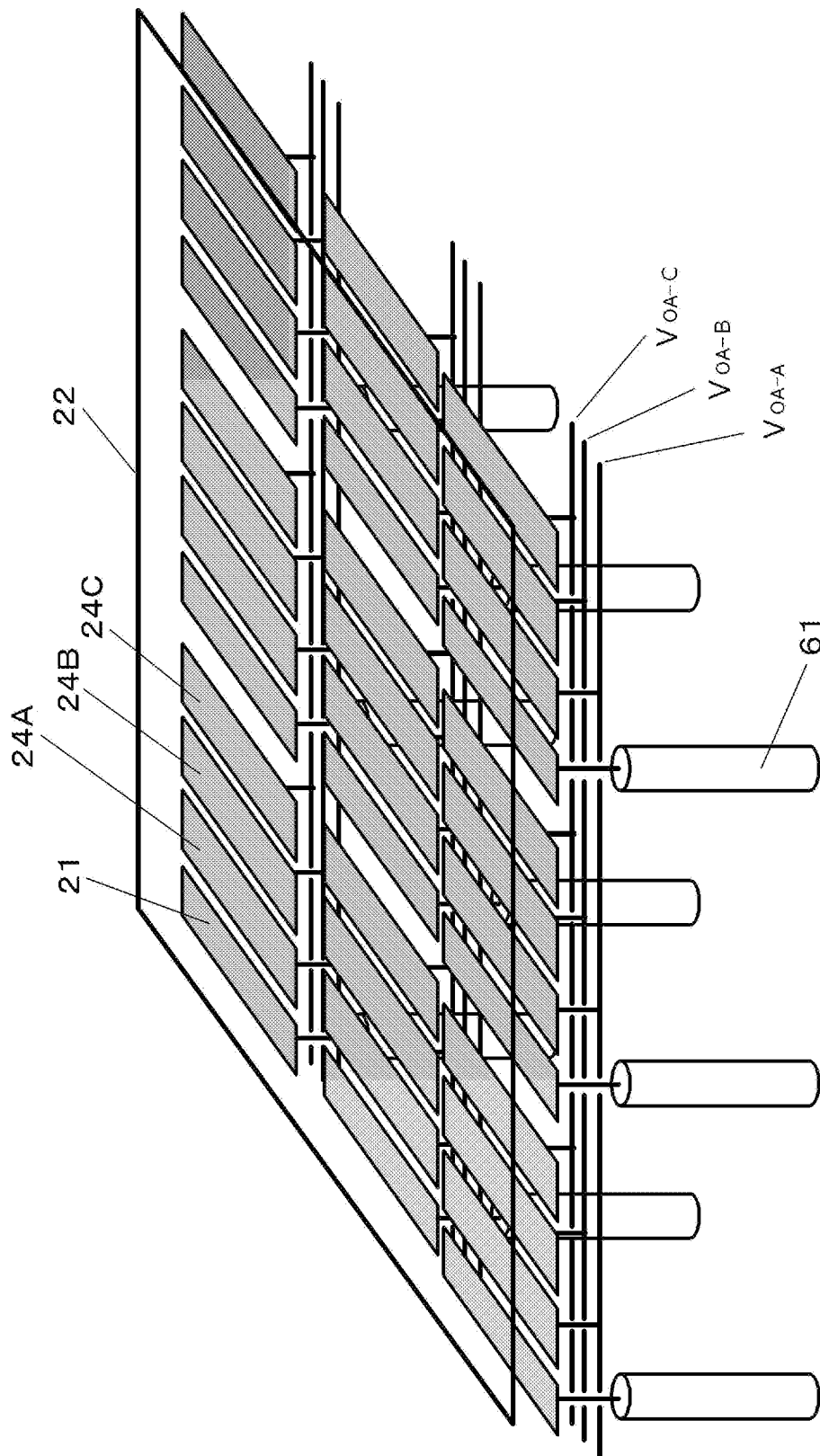


图 7 6

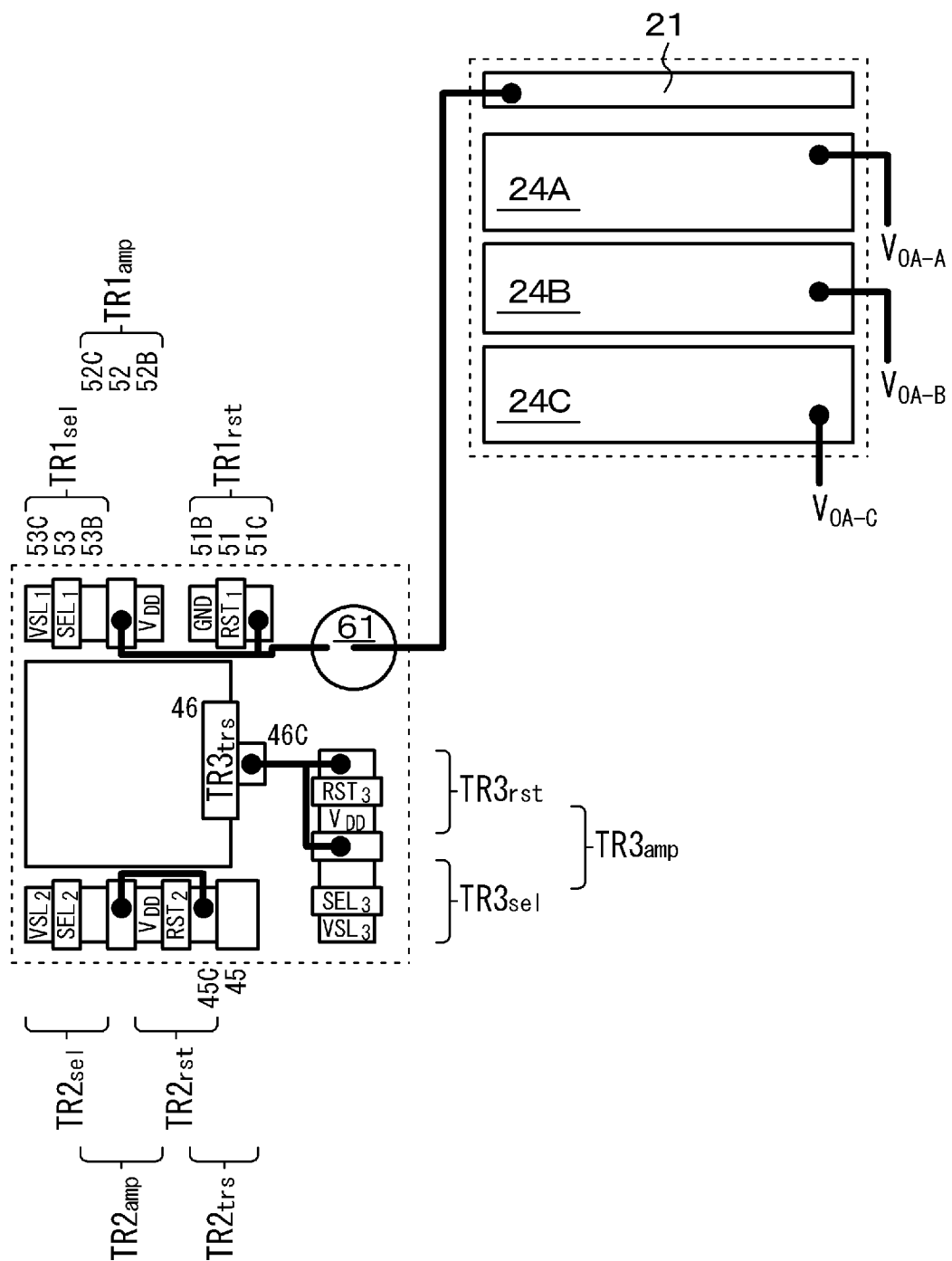
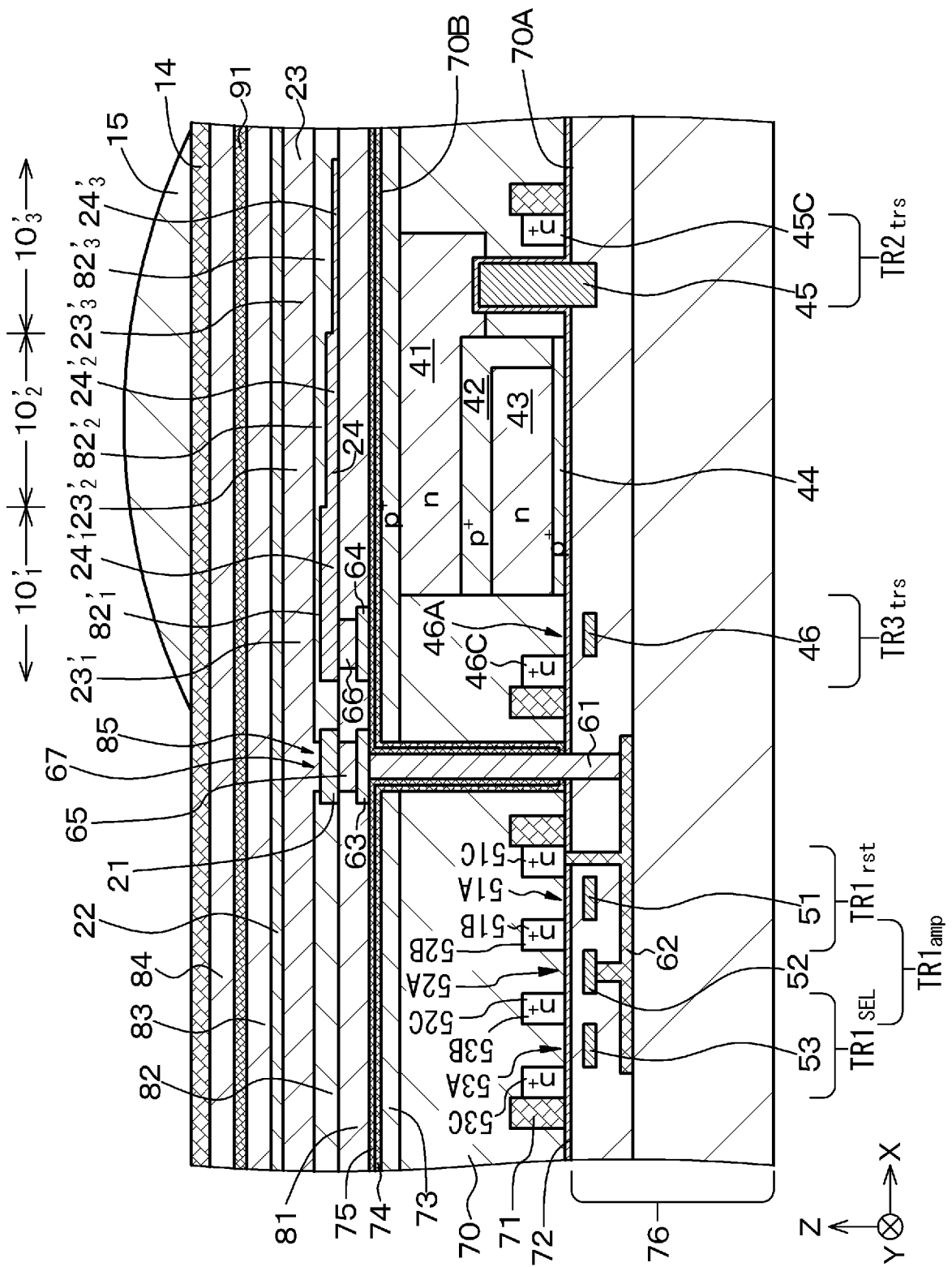
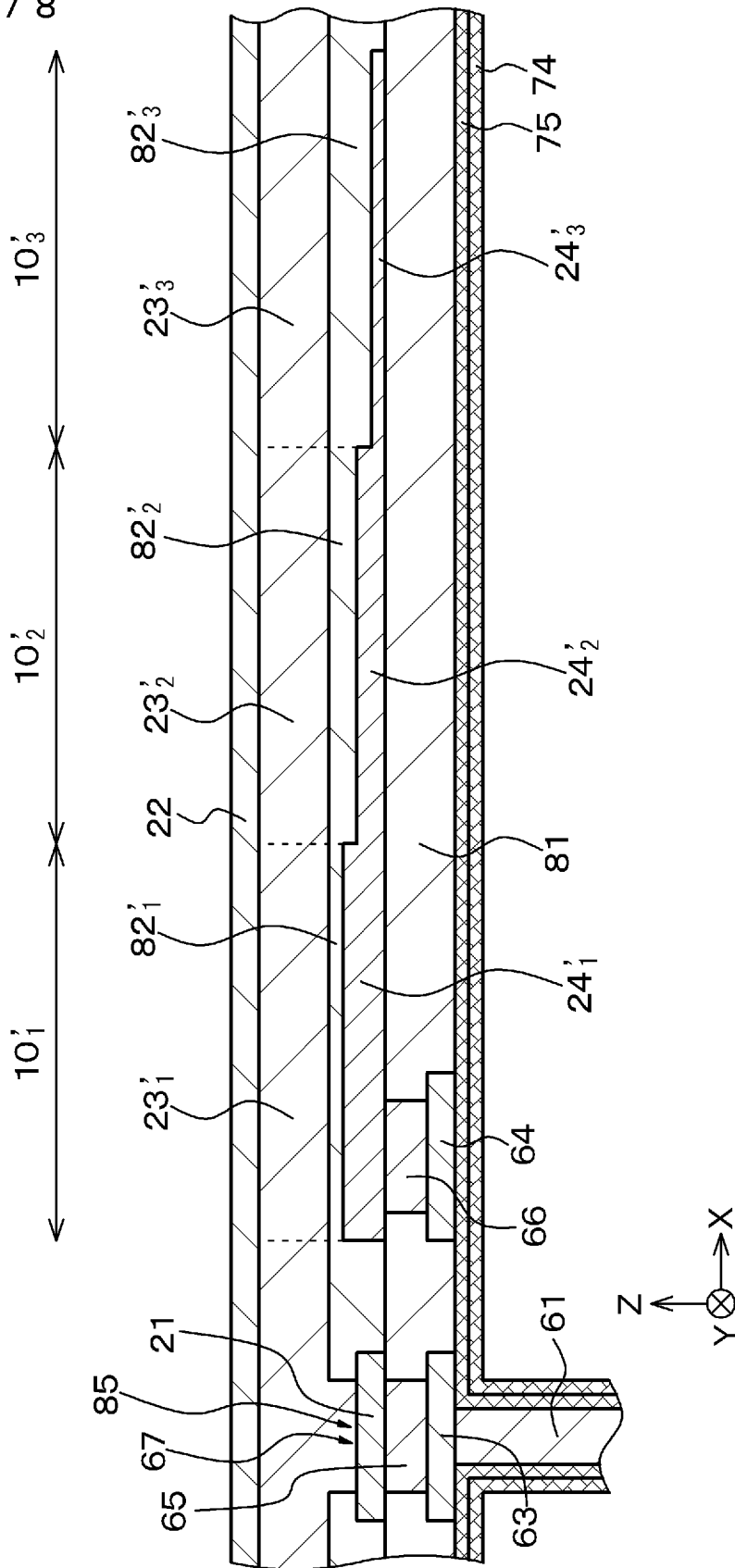


图 7 7



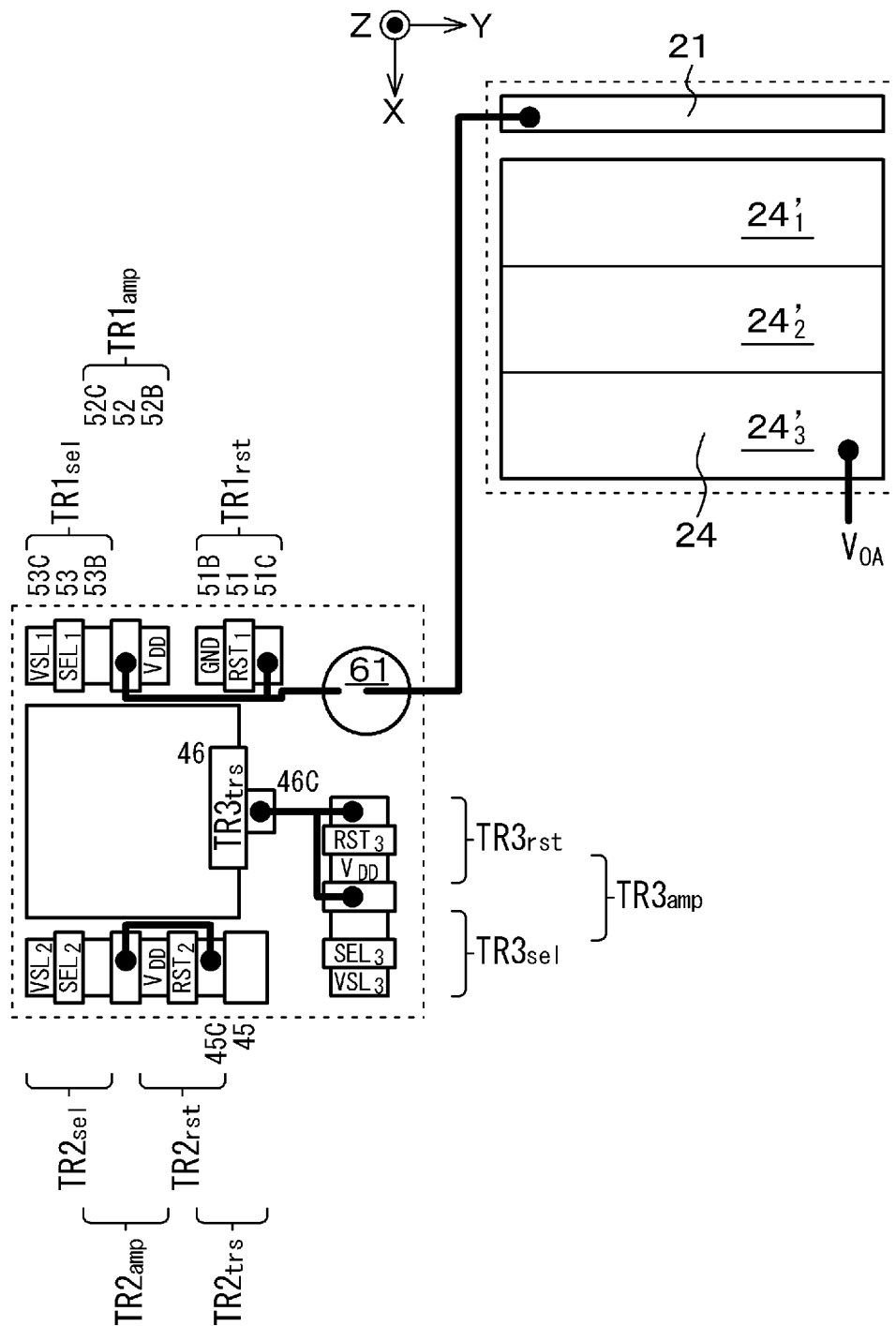
[図78]

図 7 8



[図79]

図 7 9



[図80]

図 80

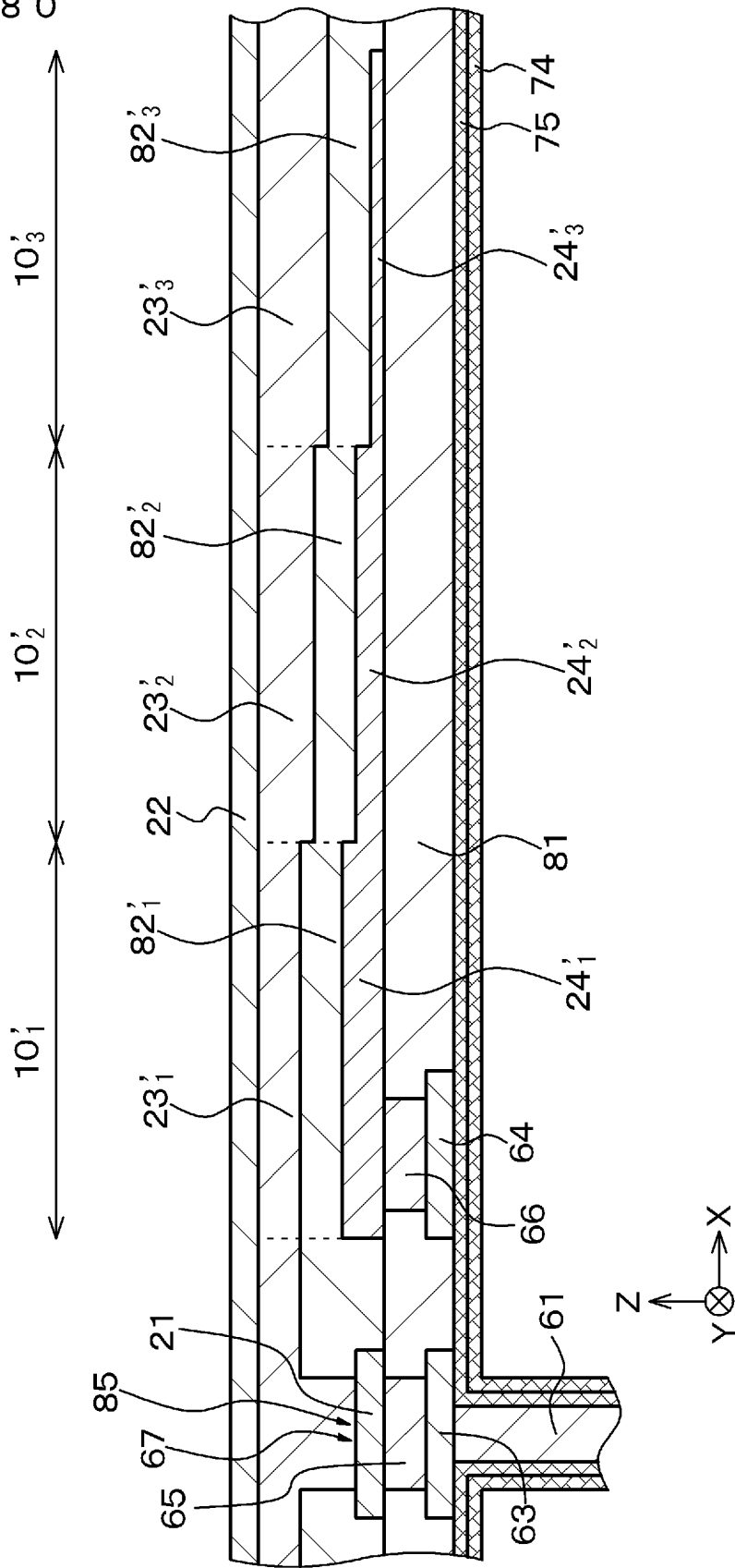
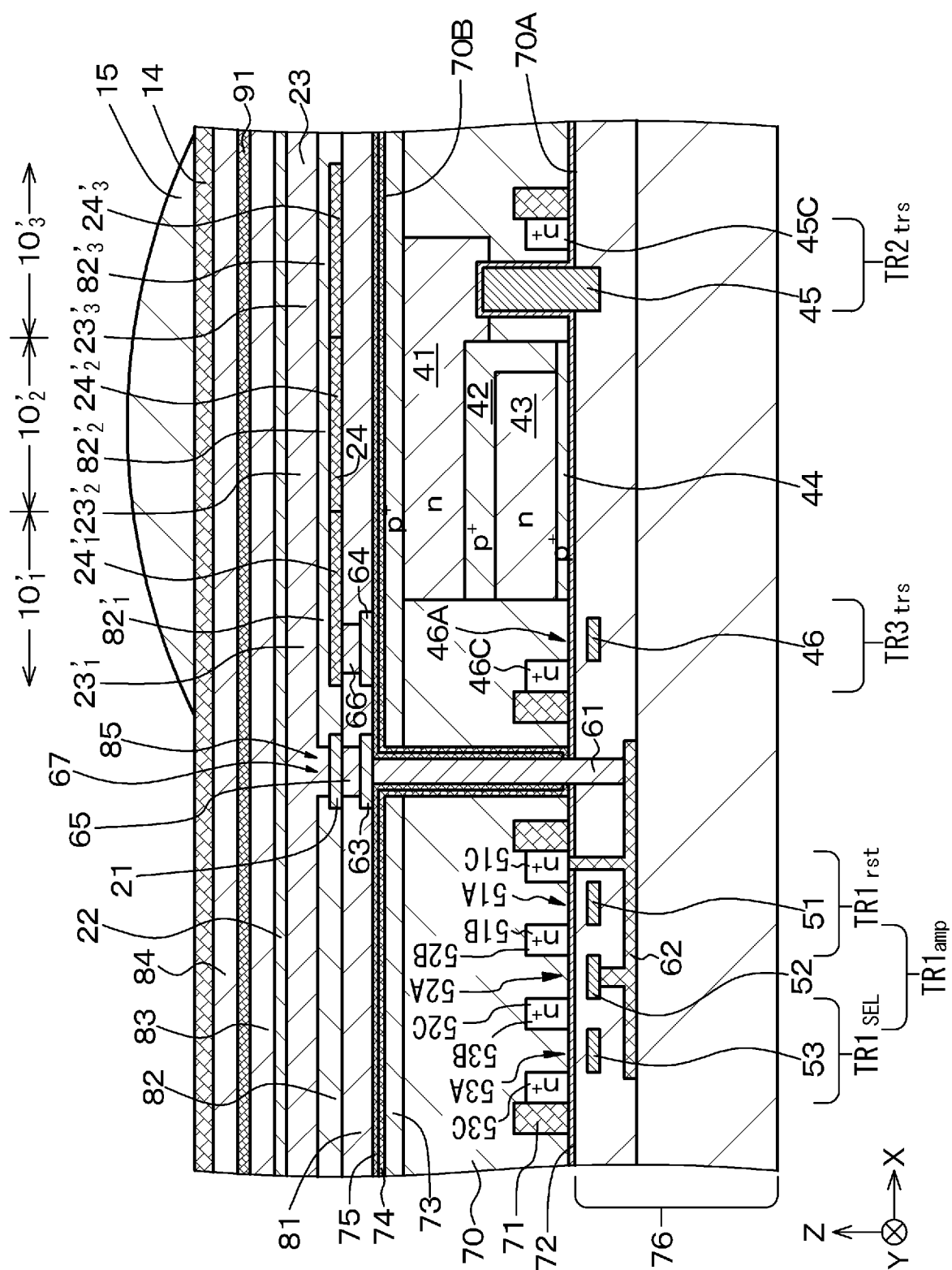
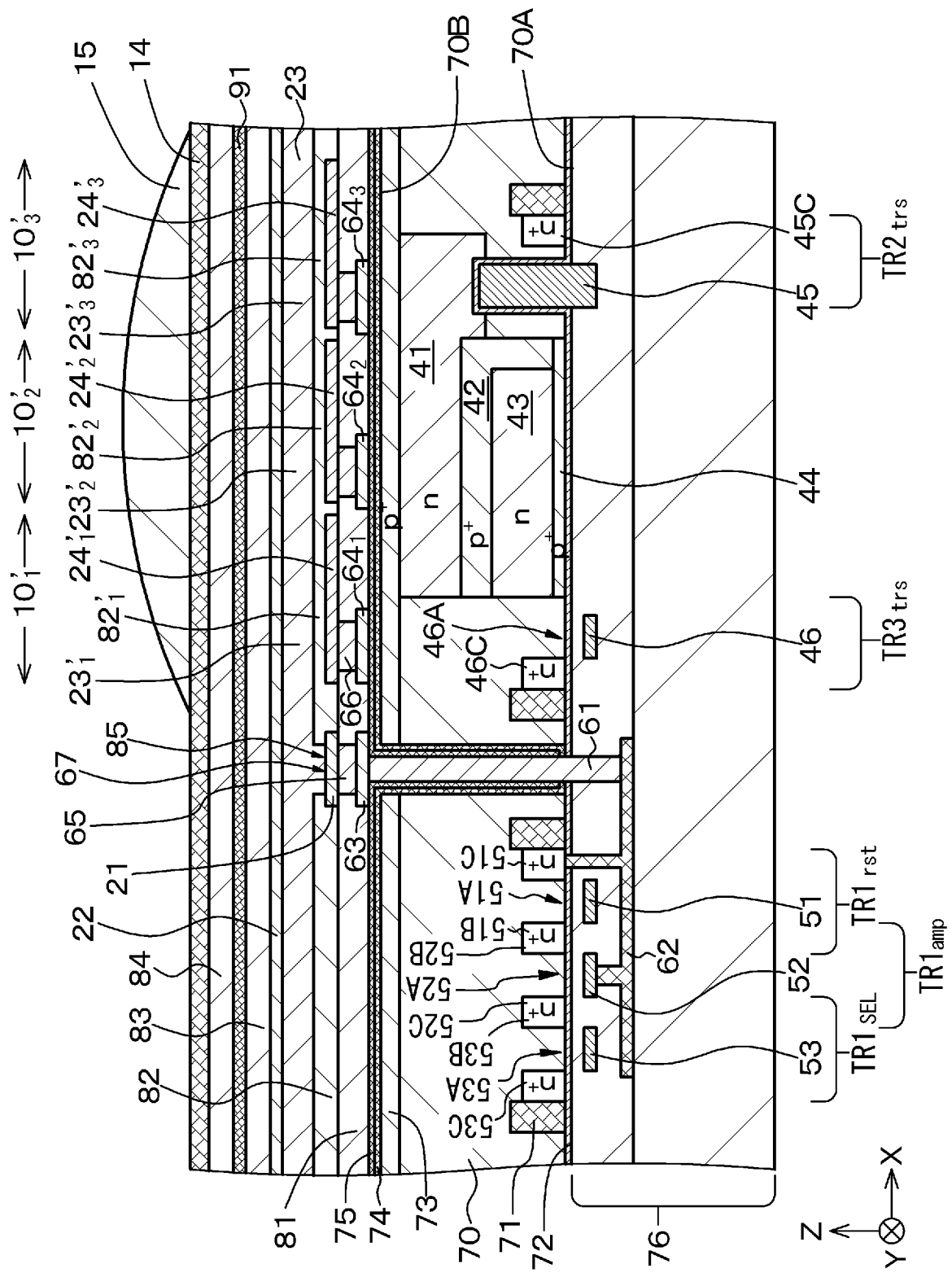


图 8-1



[図82]

図 8 2



[図83]

図 8 3 A

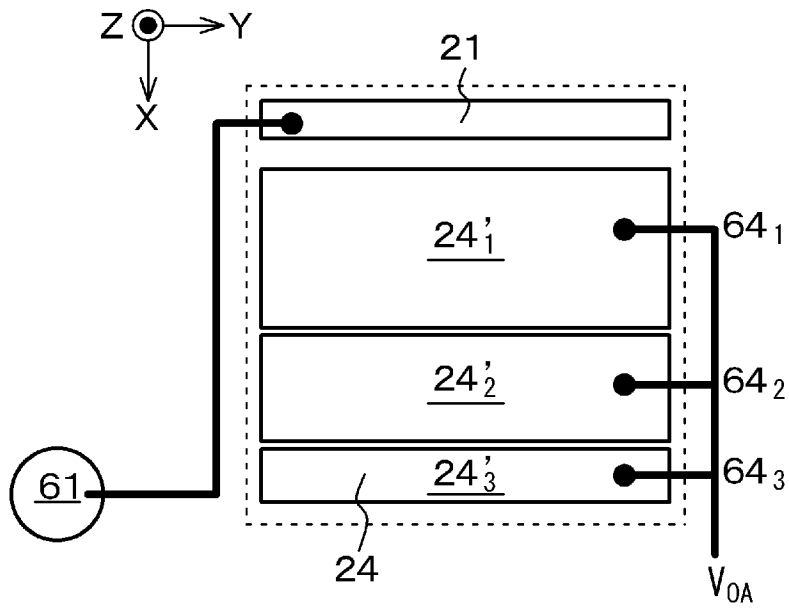
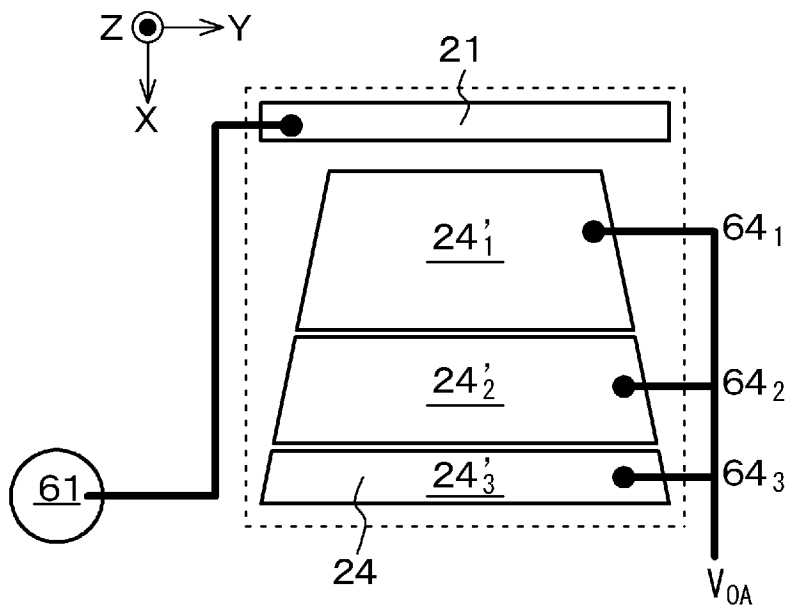


図 8 3 B



[図84]

図 8 4 A

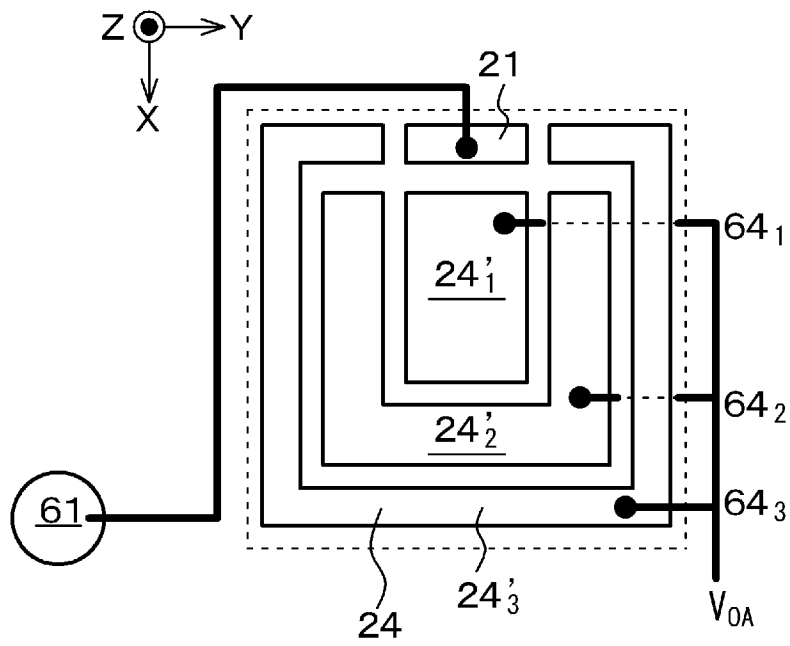
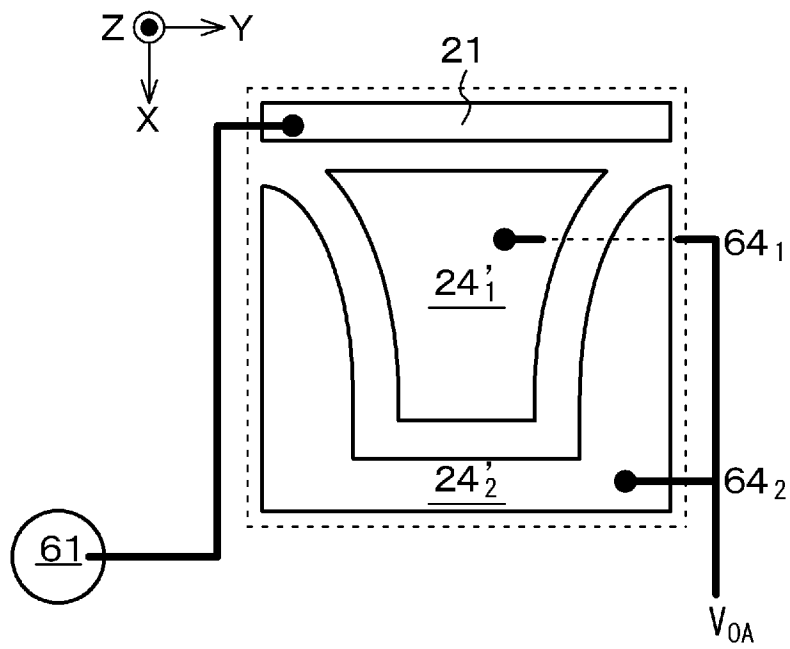
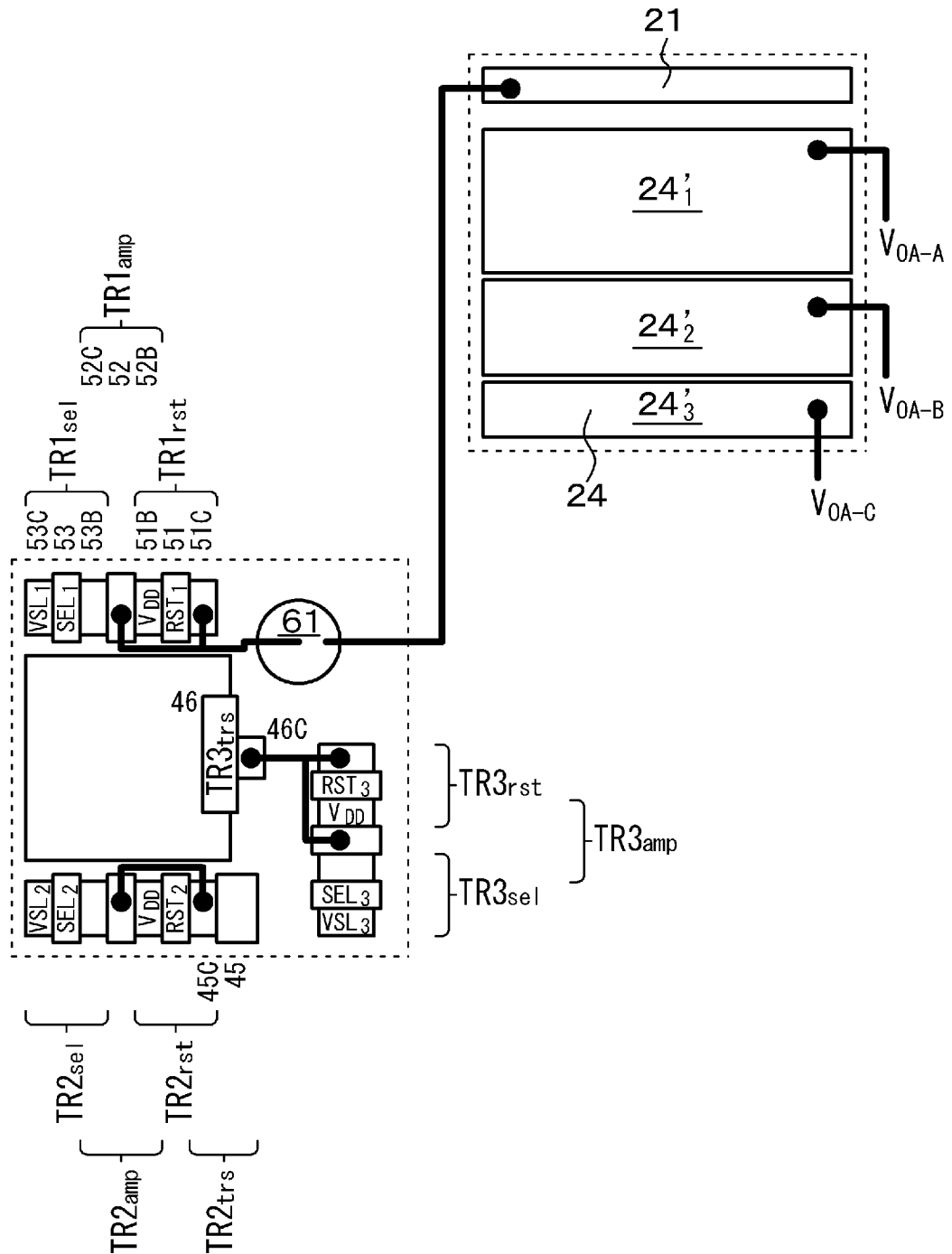


図 8 4 B



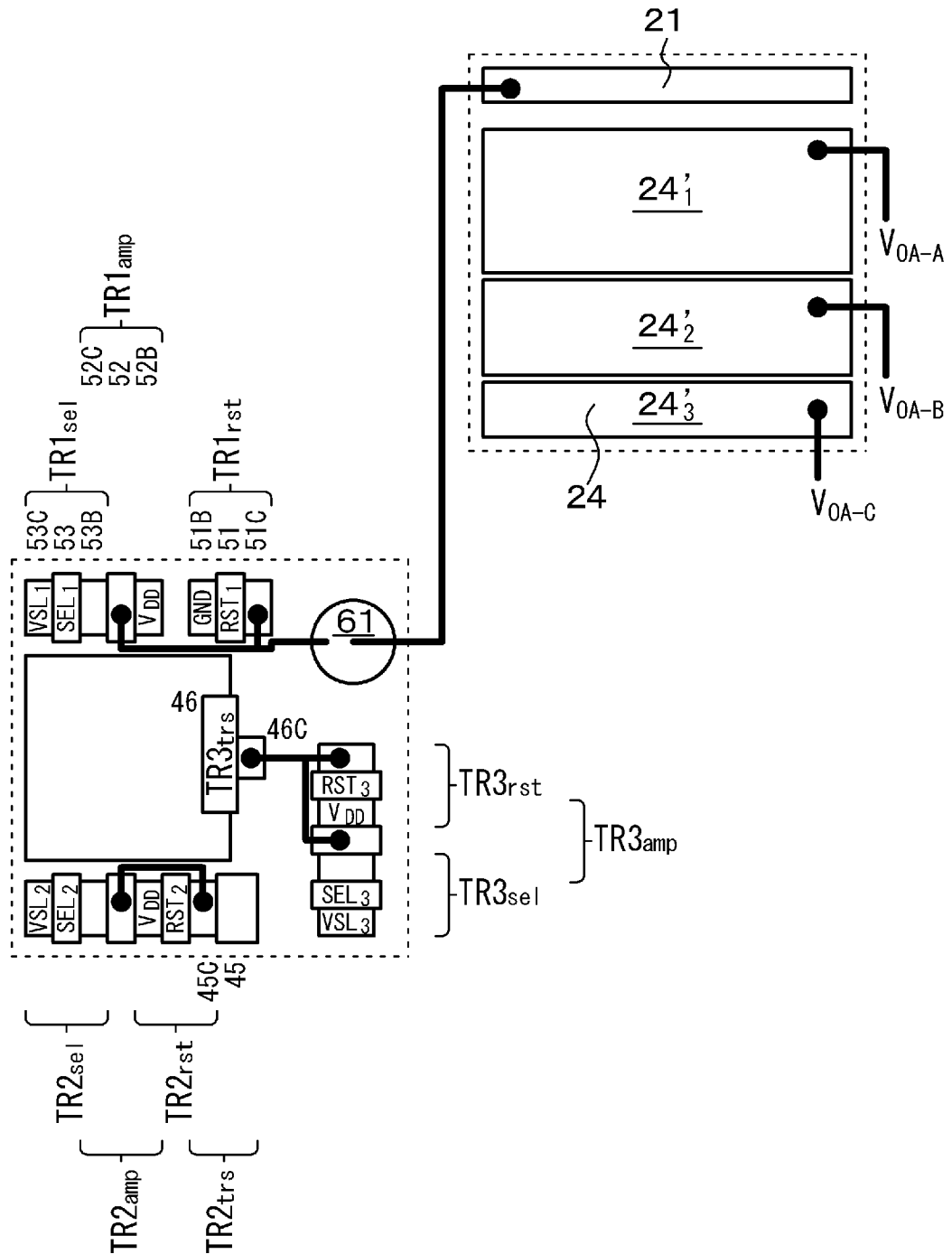
[図85]

図 8 5



[図86]

図 8 6



[図88]

図 8 8 A

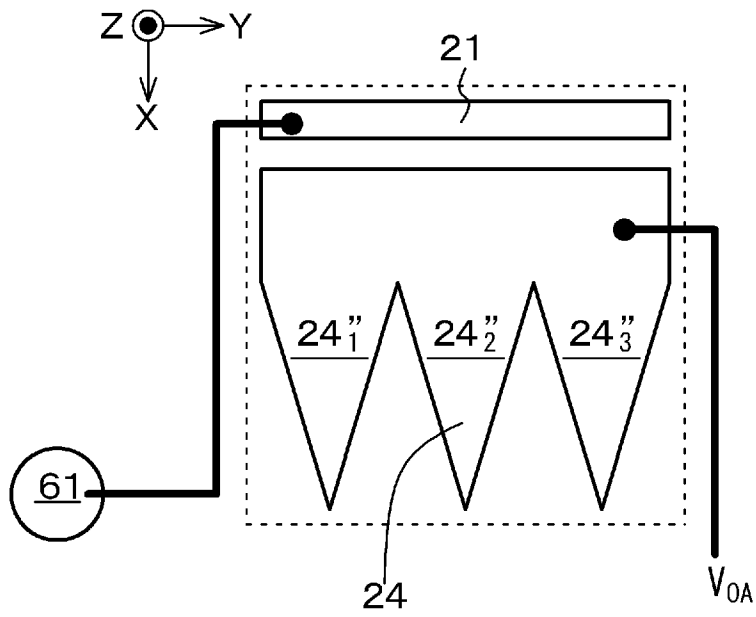
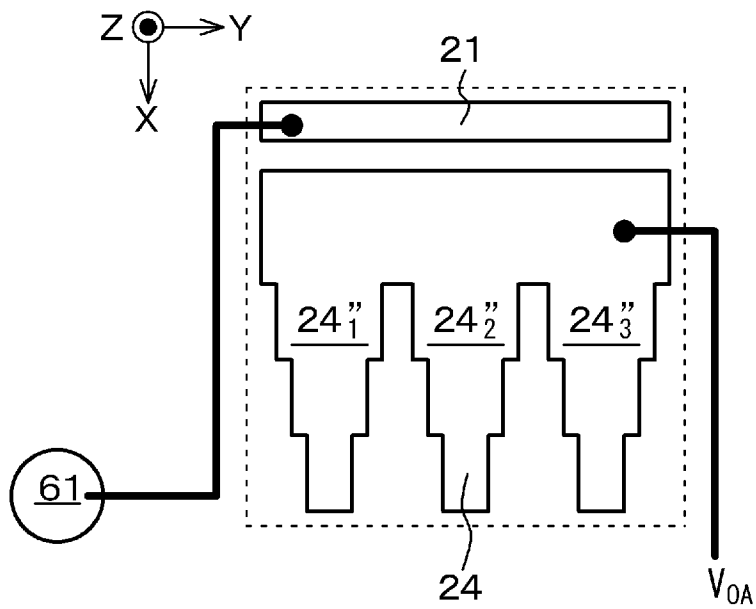


図 8 8 B



[図89]

図 8 9

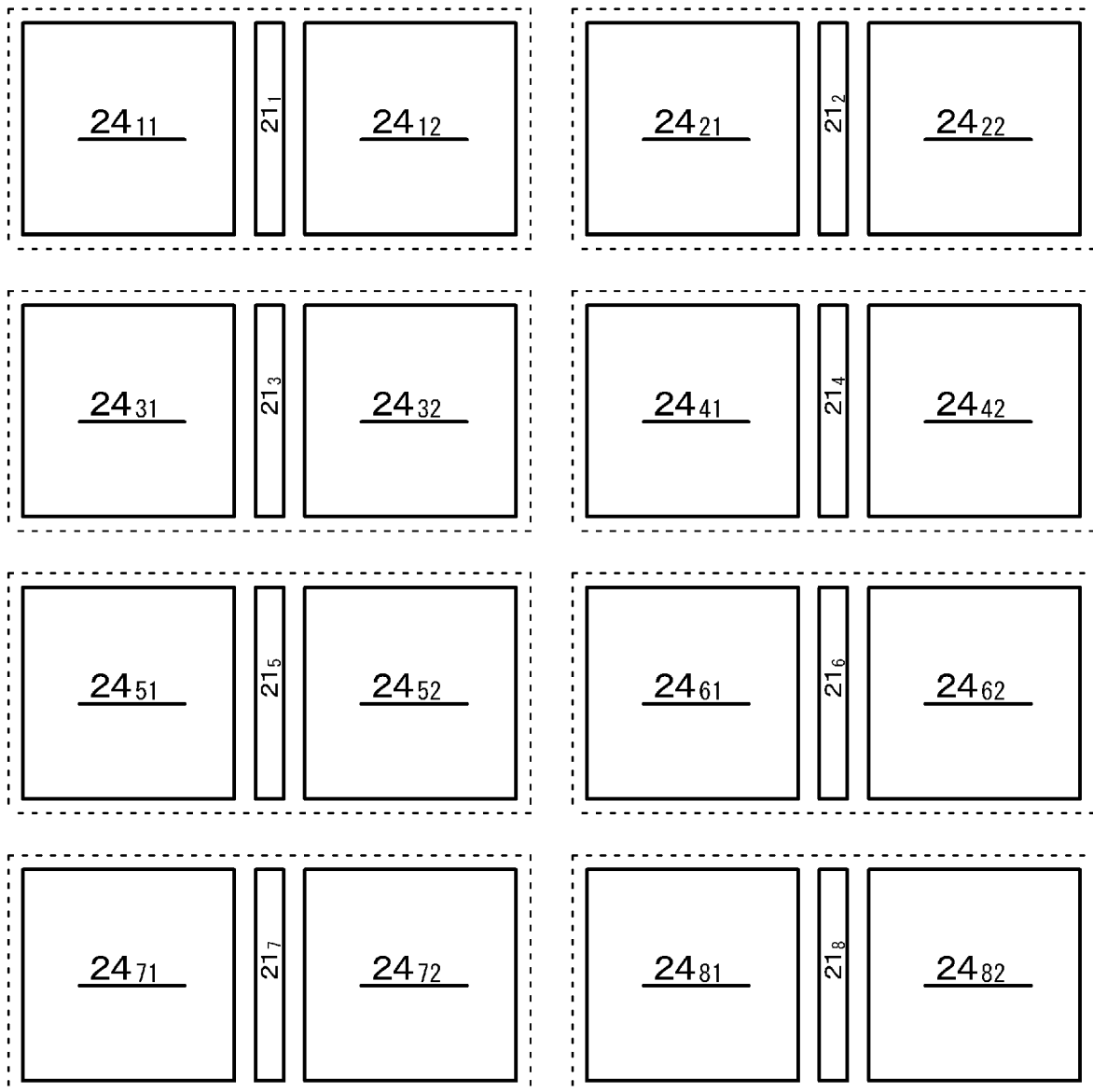
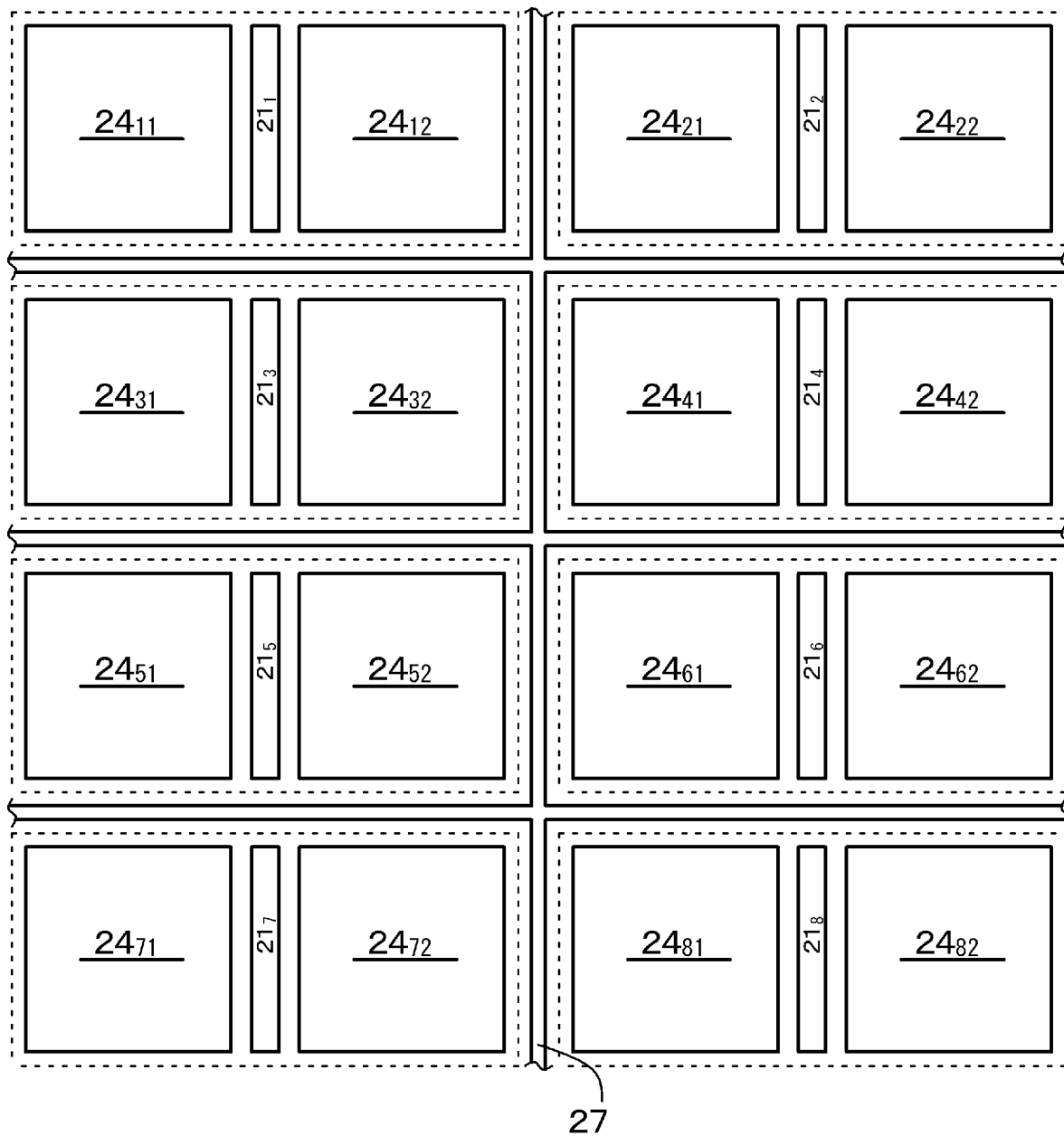
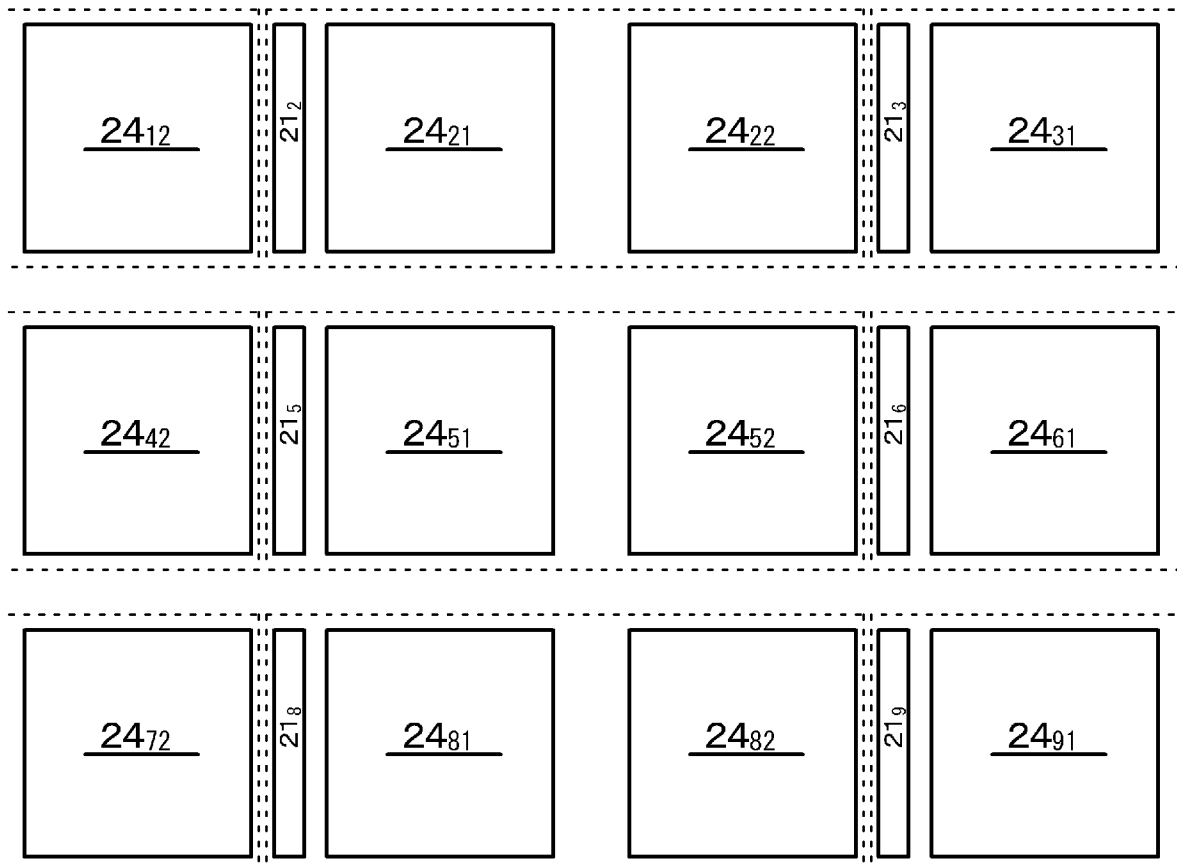


图 90



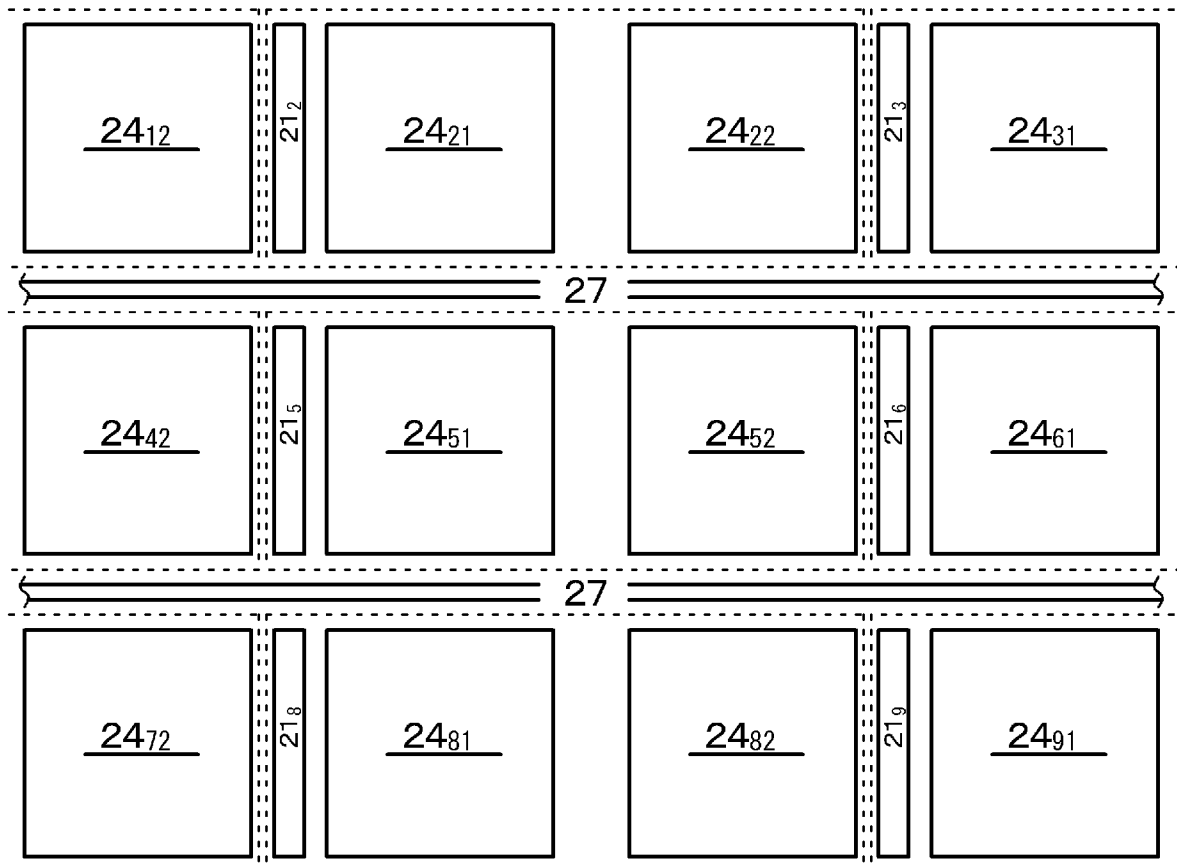
[図91]

図 9 1



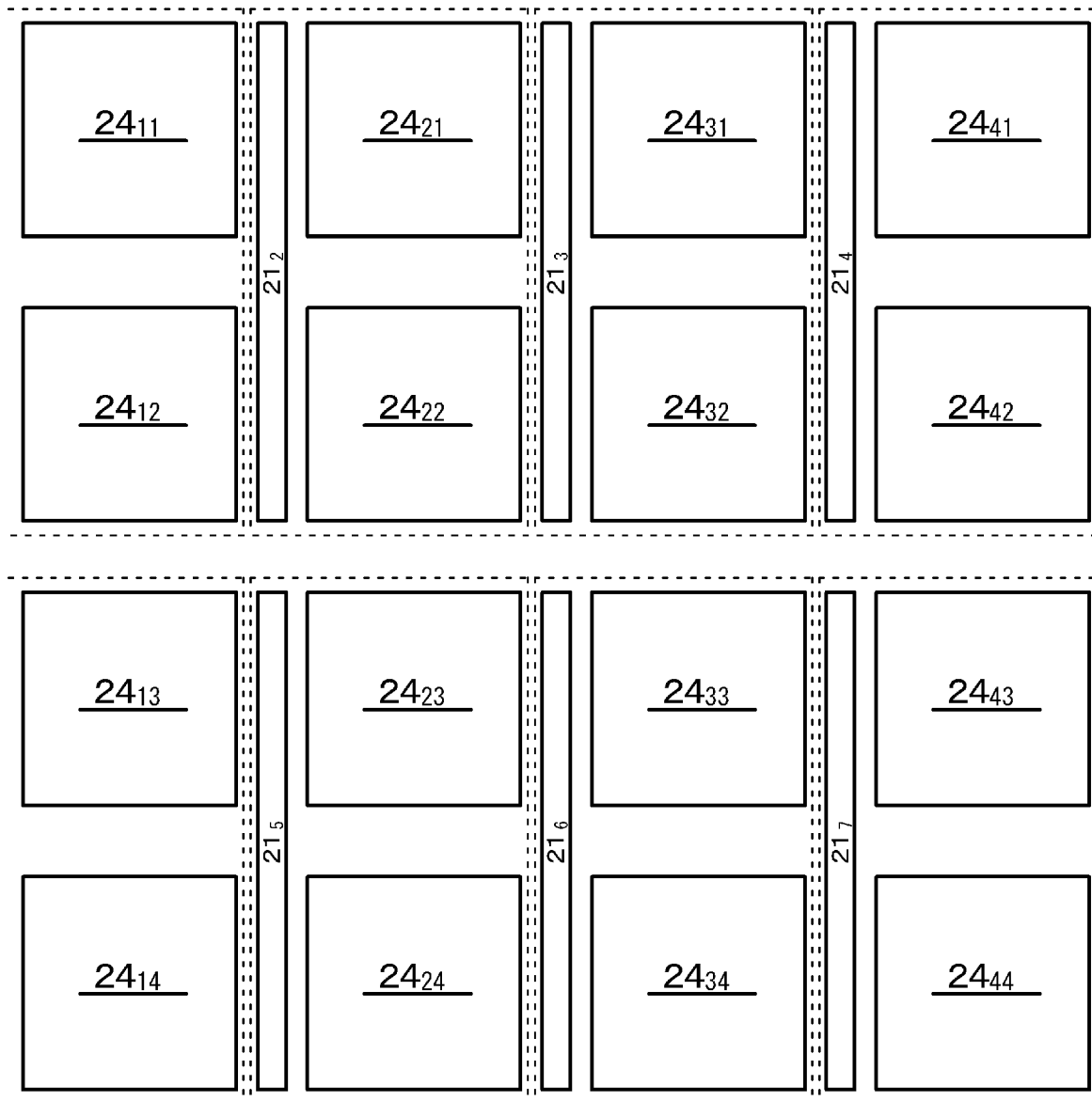
[図92]

図 9 2



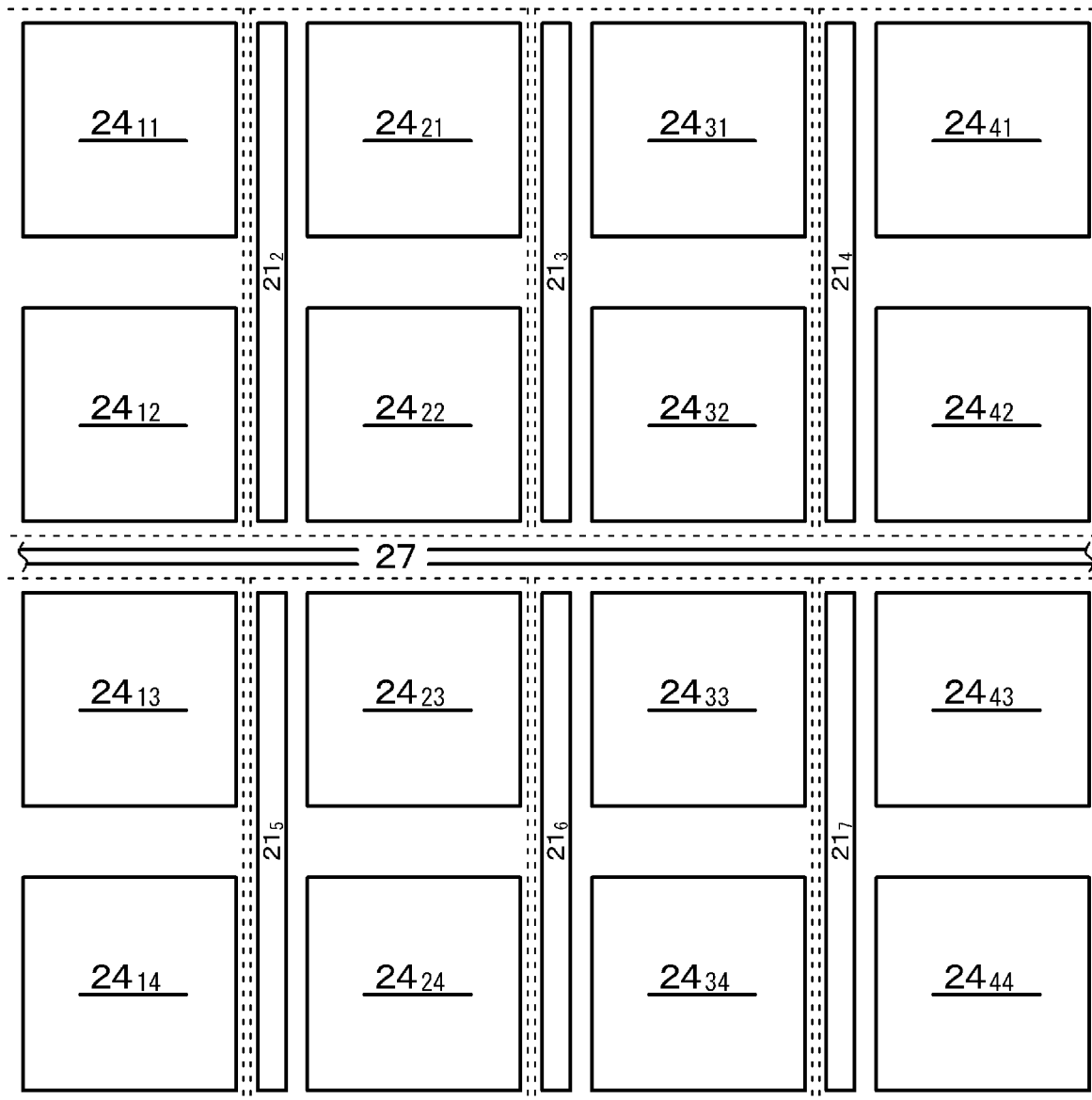
[図93]

図 9 3



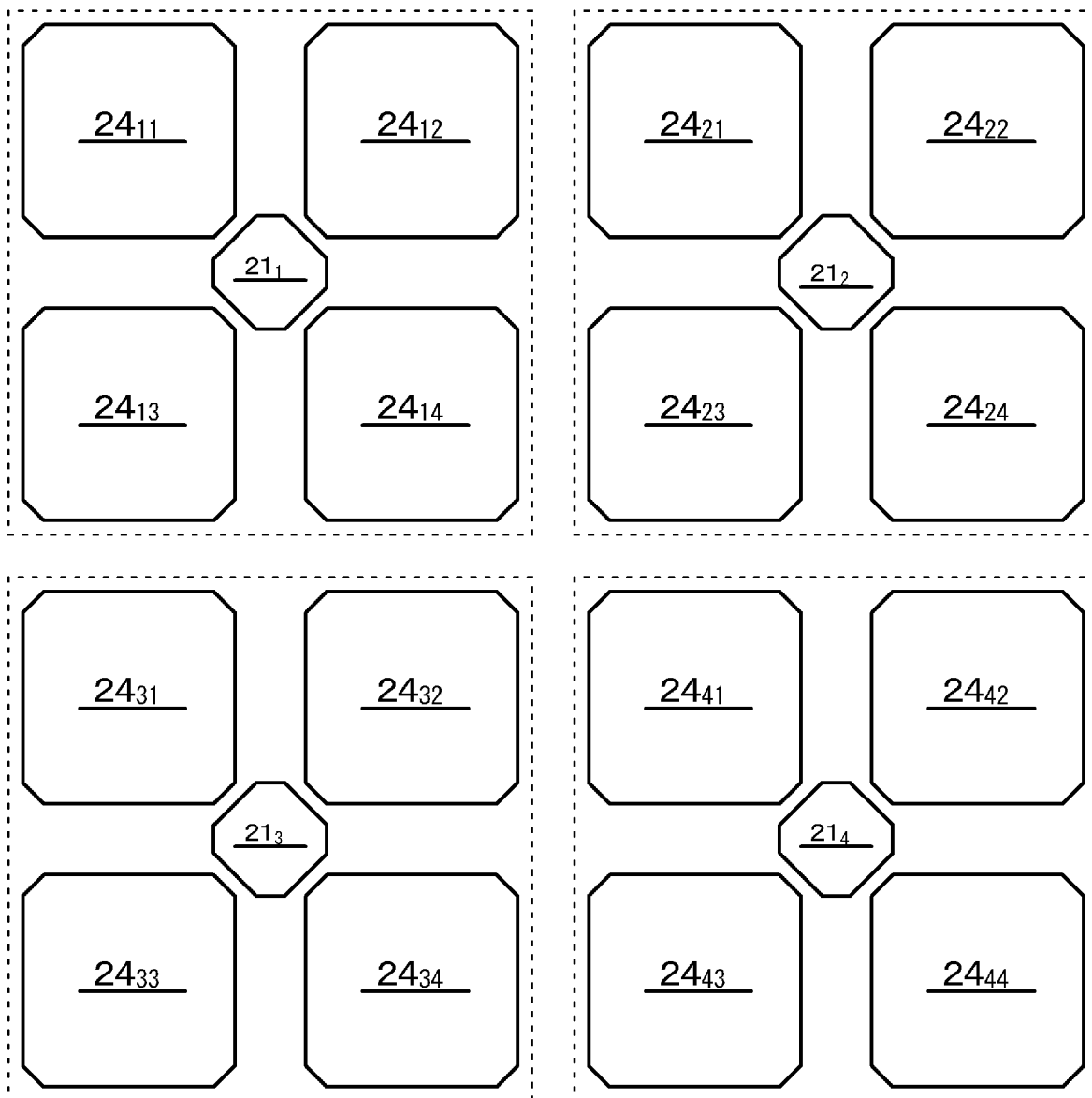
[図94]

図 9 4



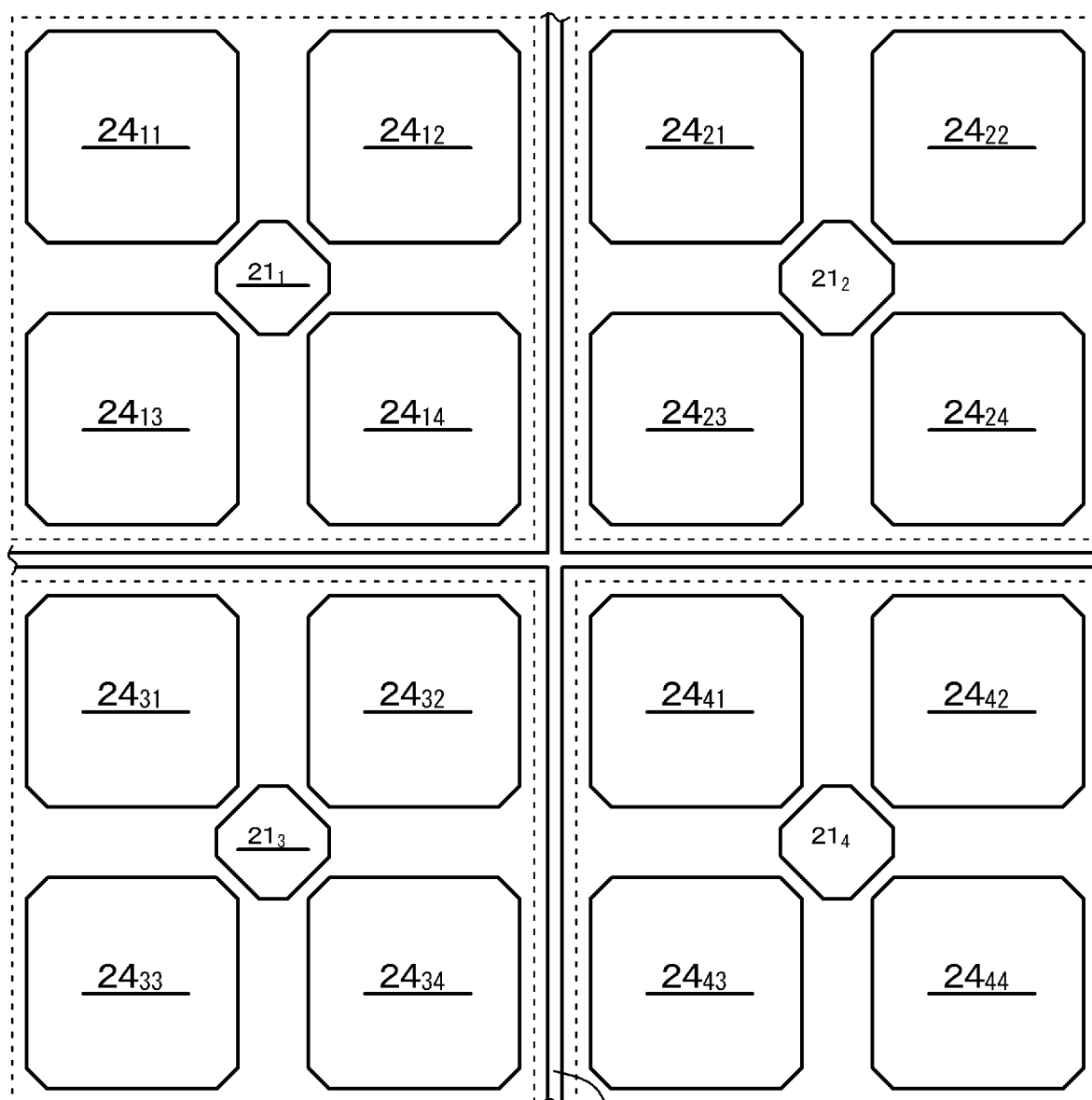
[図95]

図 9 5



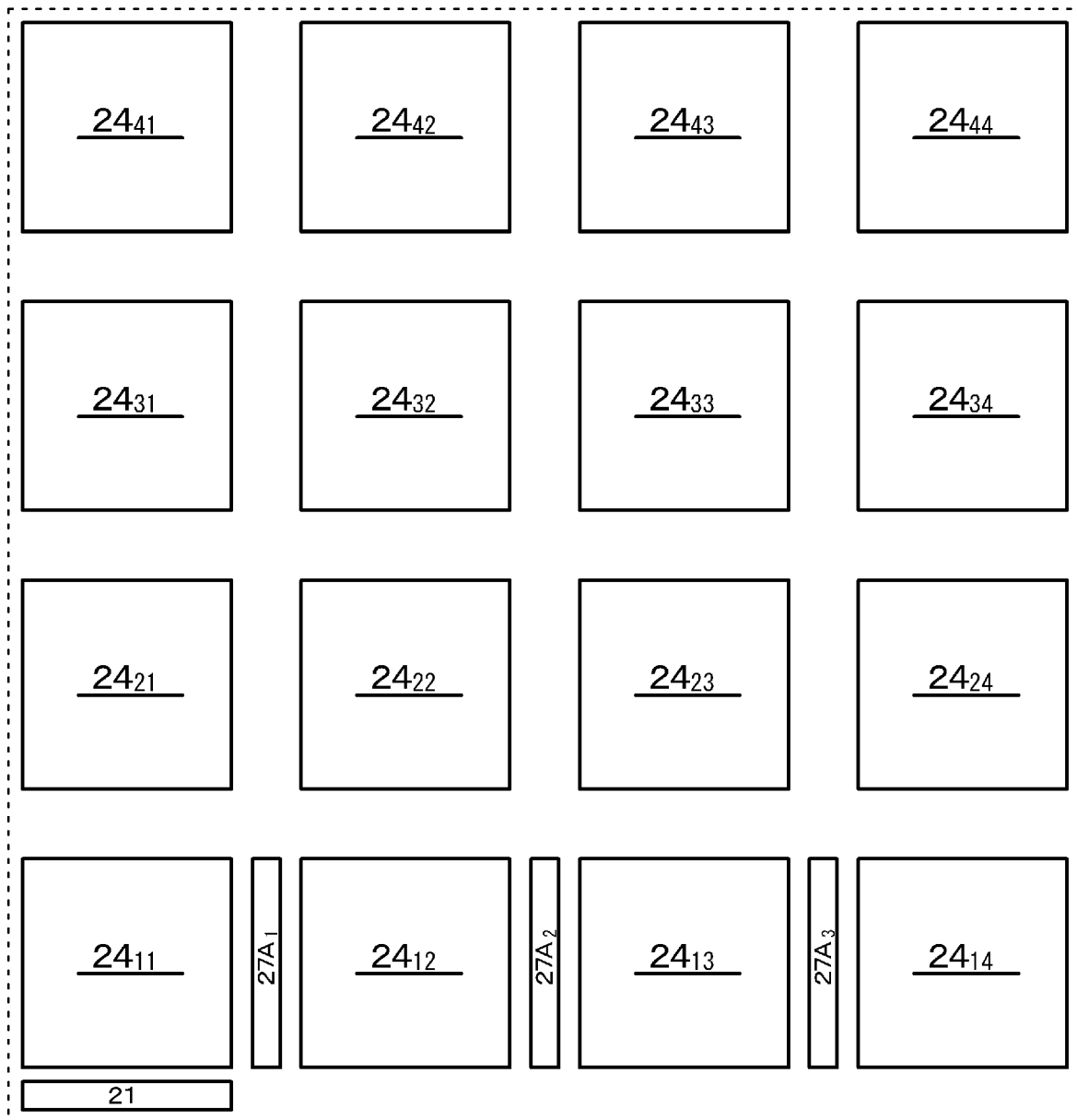
[図96]

図 9 6



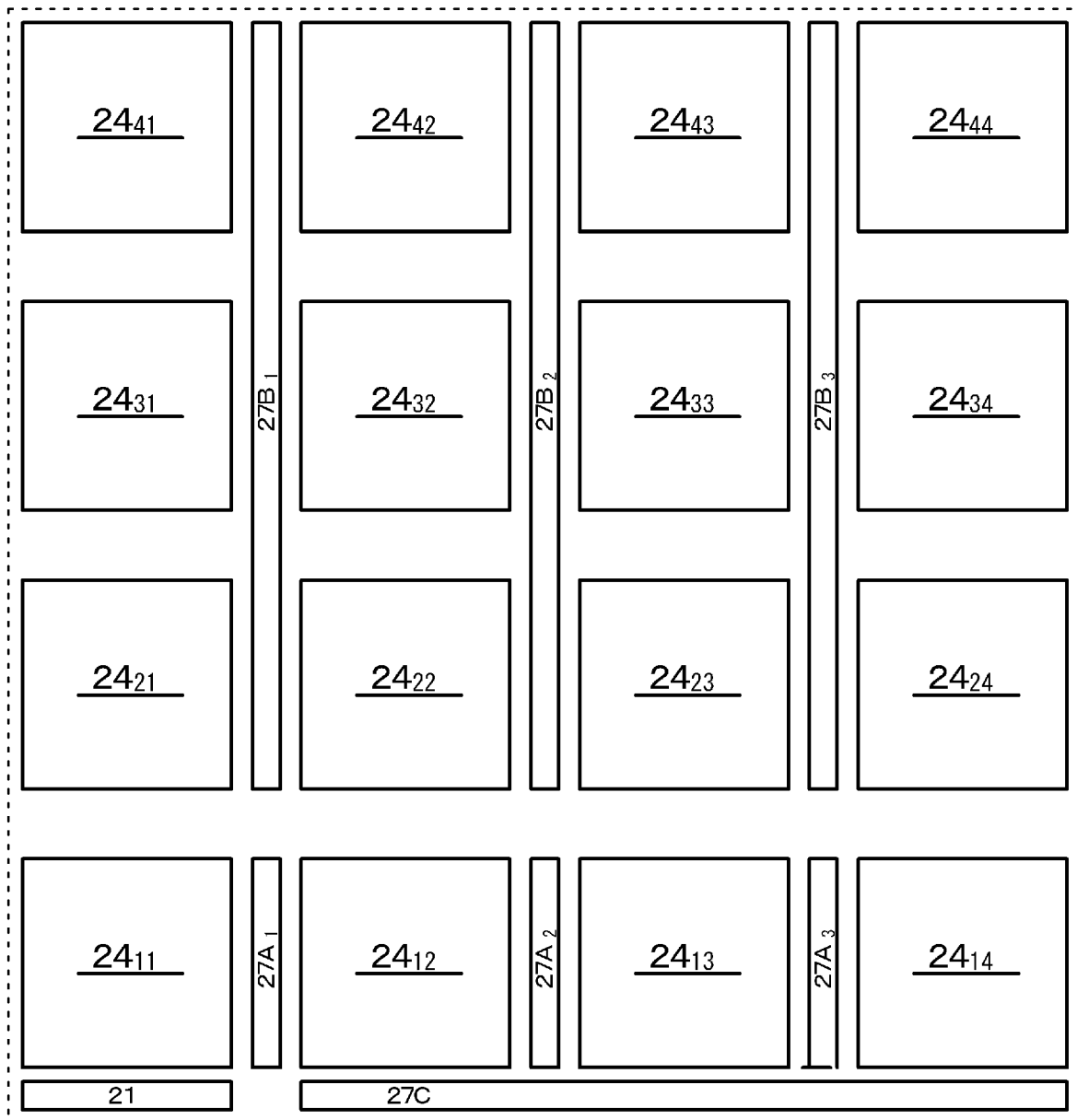
[図97]

図 9 7



[図98]

図 9 8



[図99]

図99A

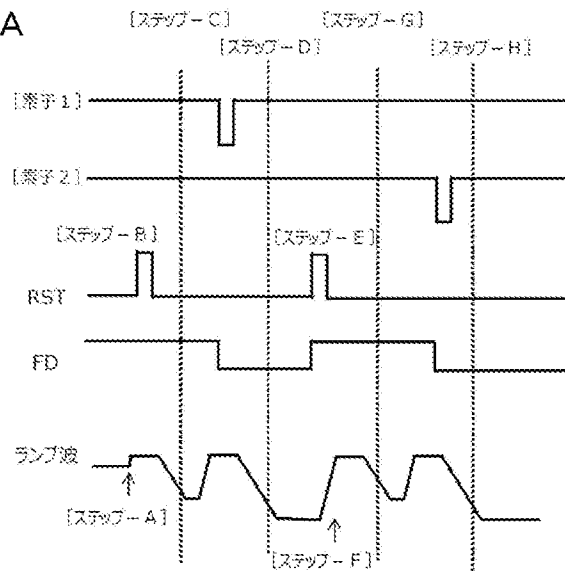


図99B

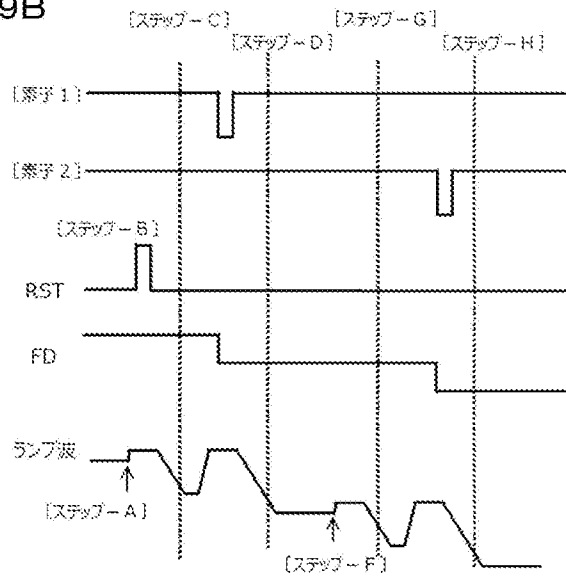
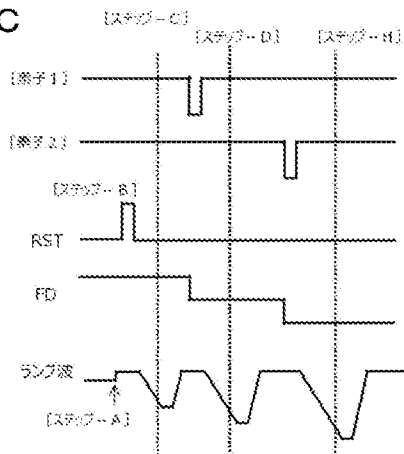
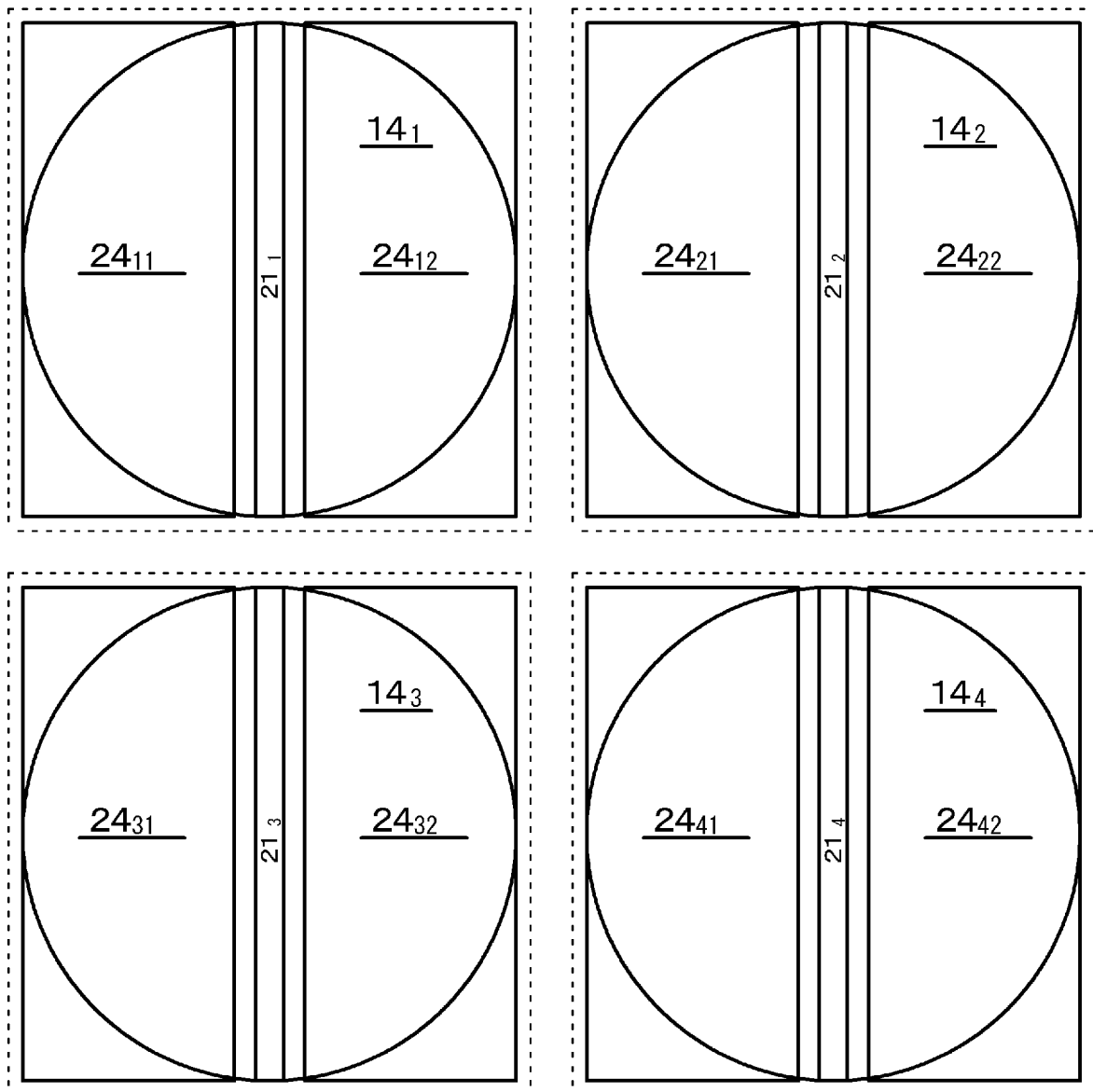


図99C



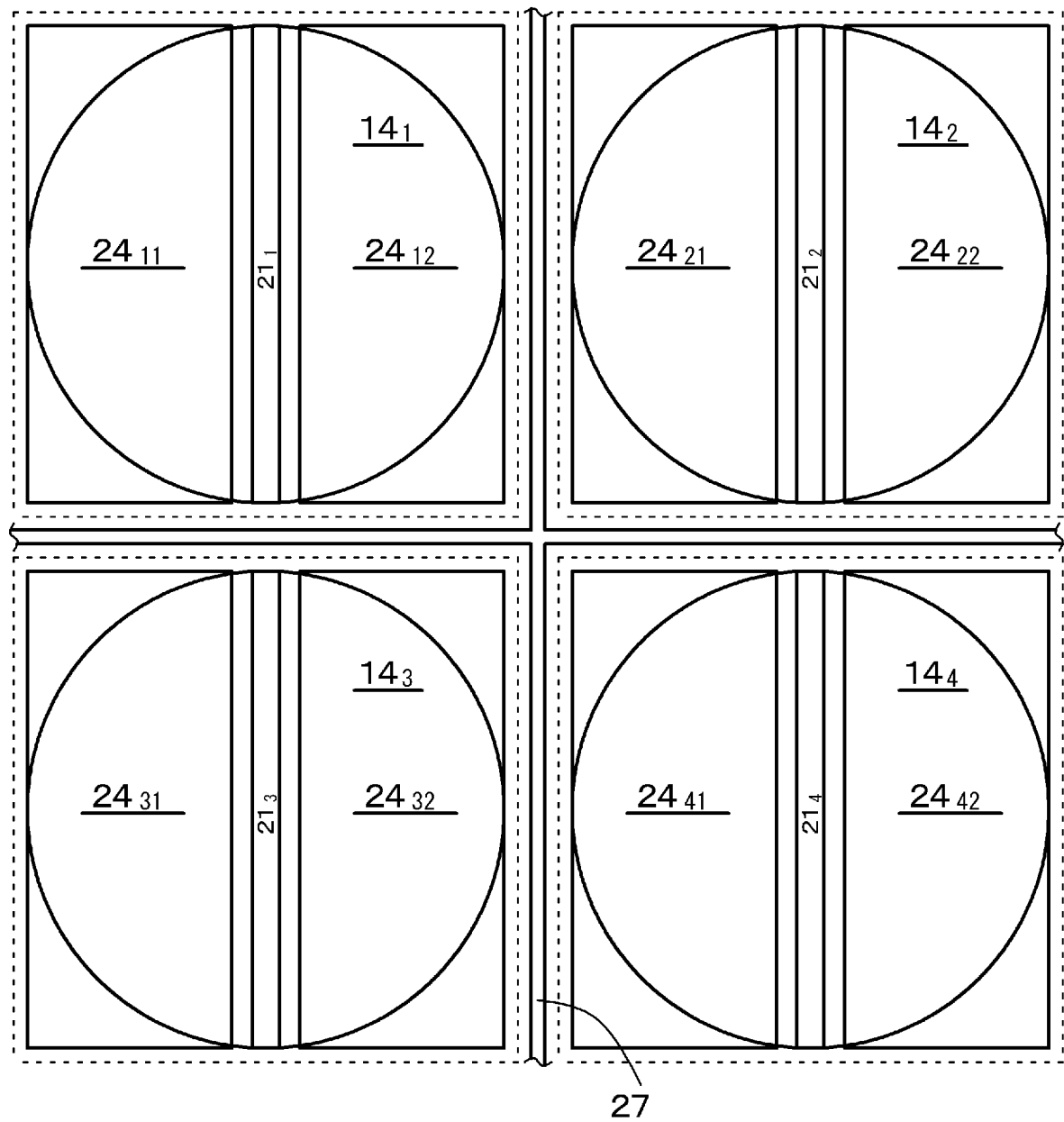
[図100]

図 100



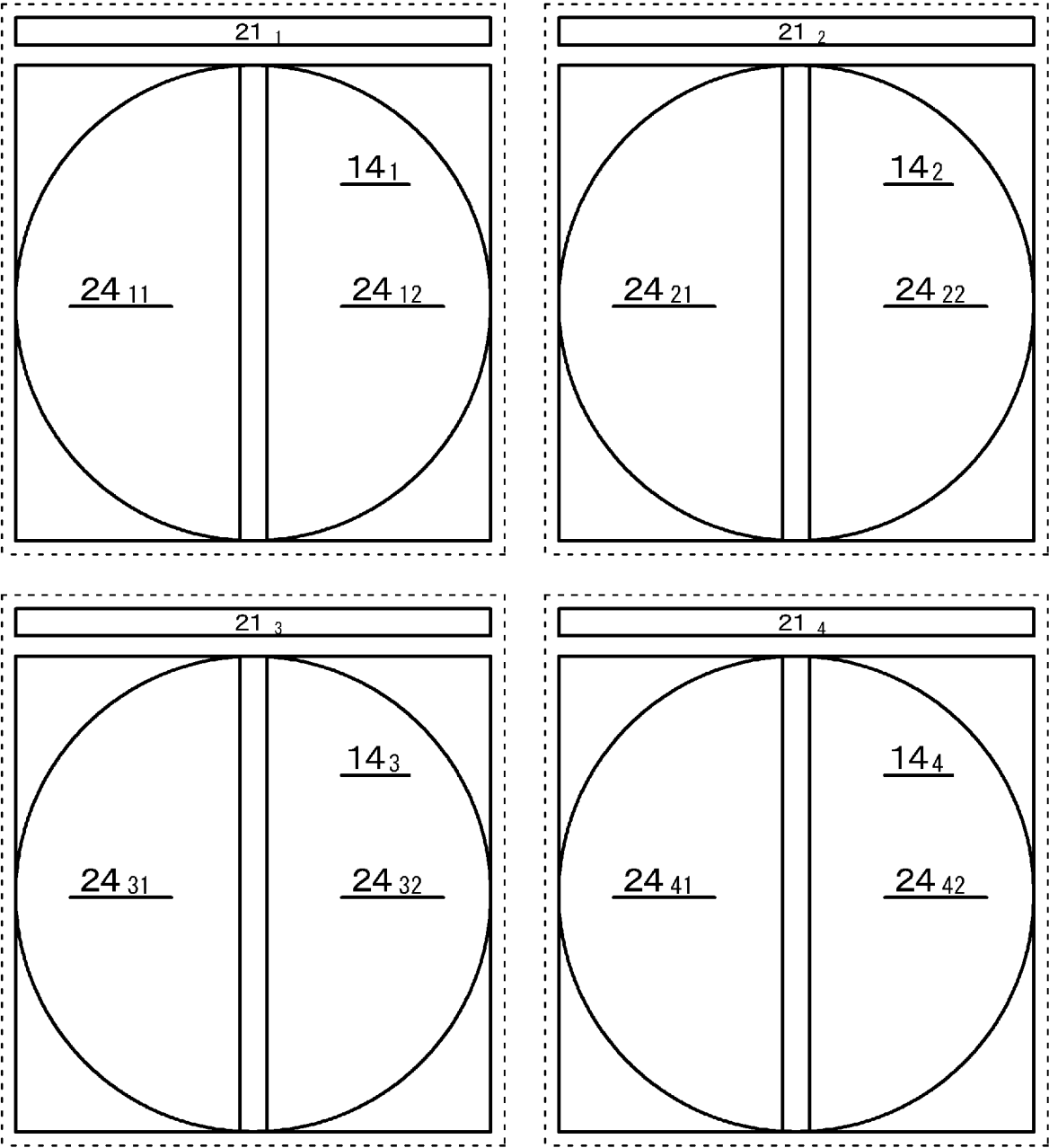
[図101]

図 1 0 1



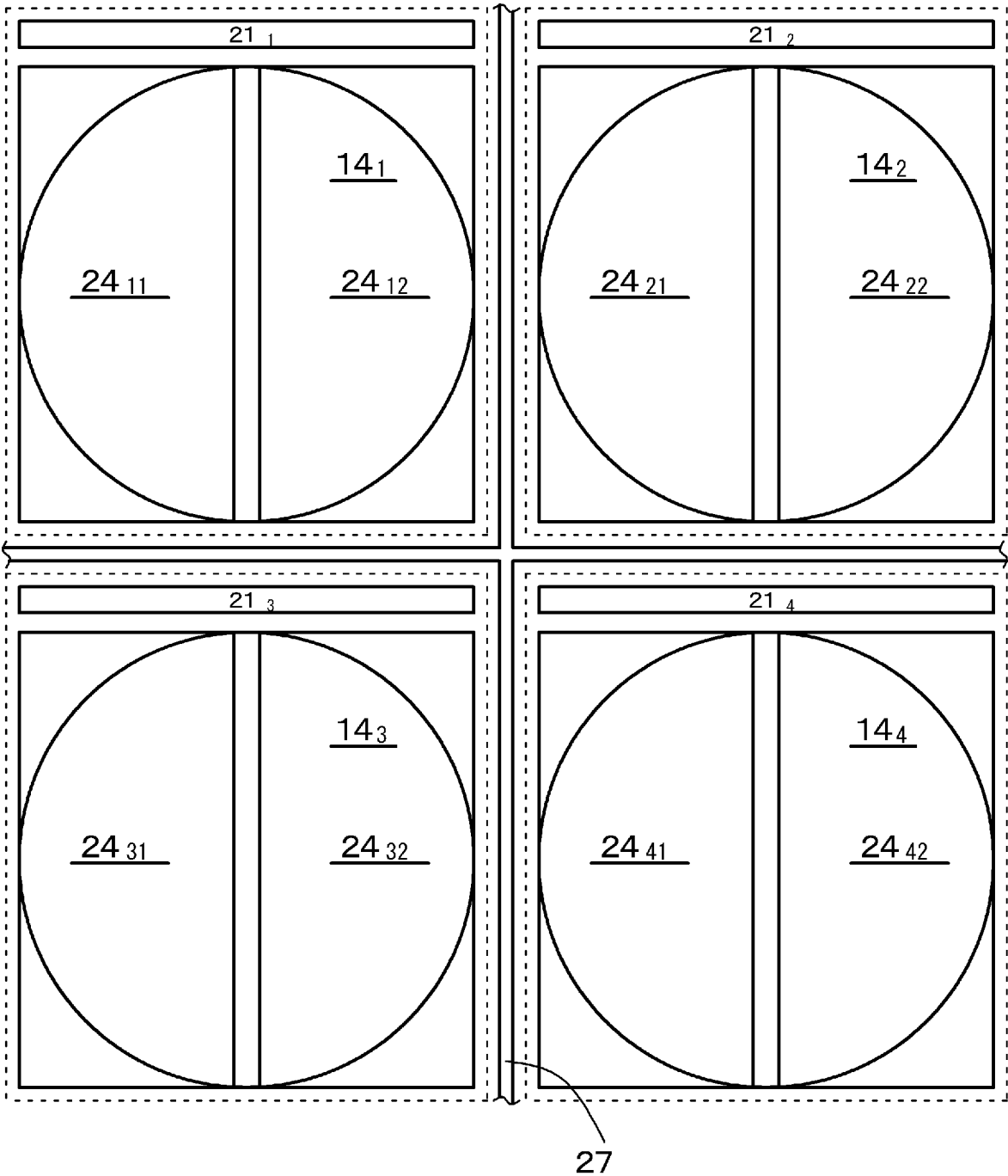
[図102]

図 1 0 2



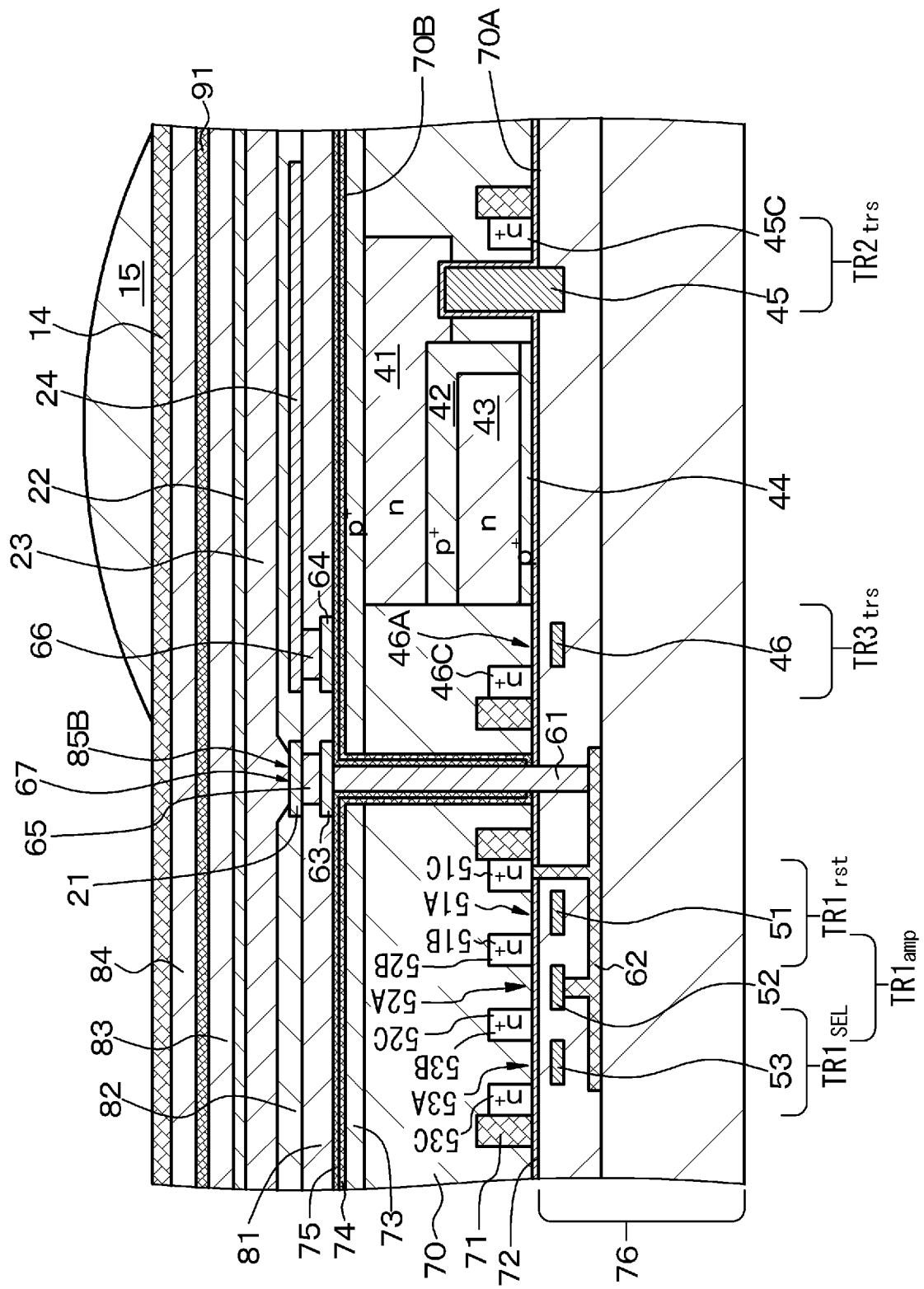
[図103]

図 1 0 3



[図105]

図 105



[図106]

図106A

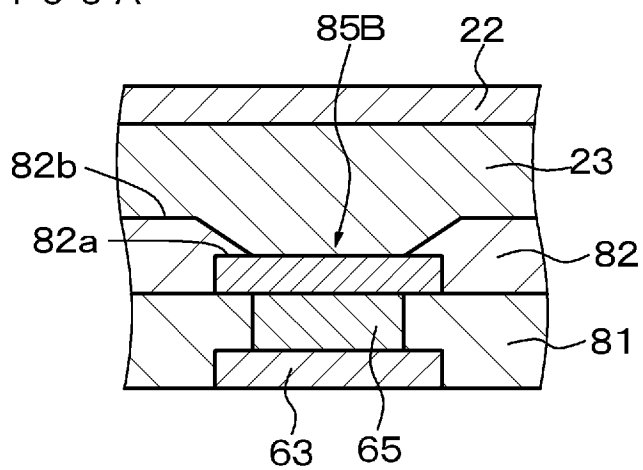


図106B

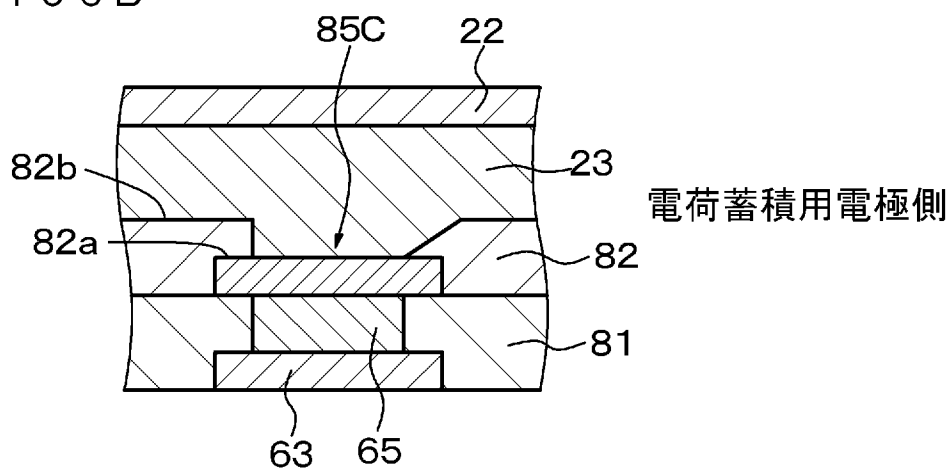
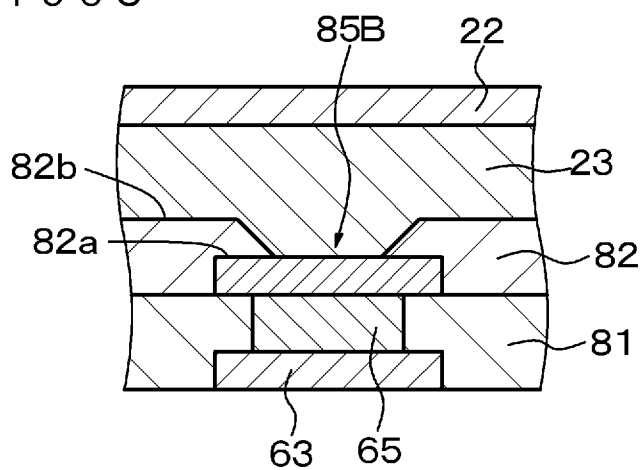
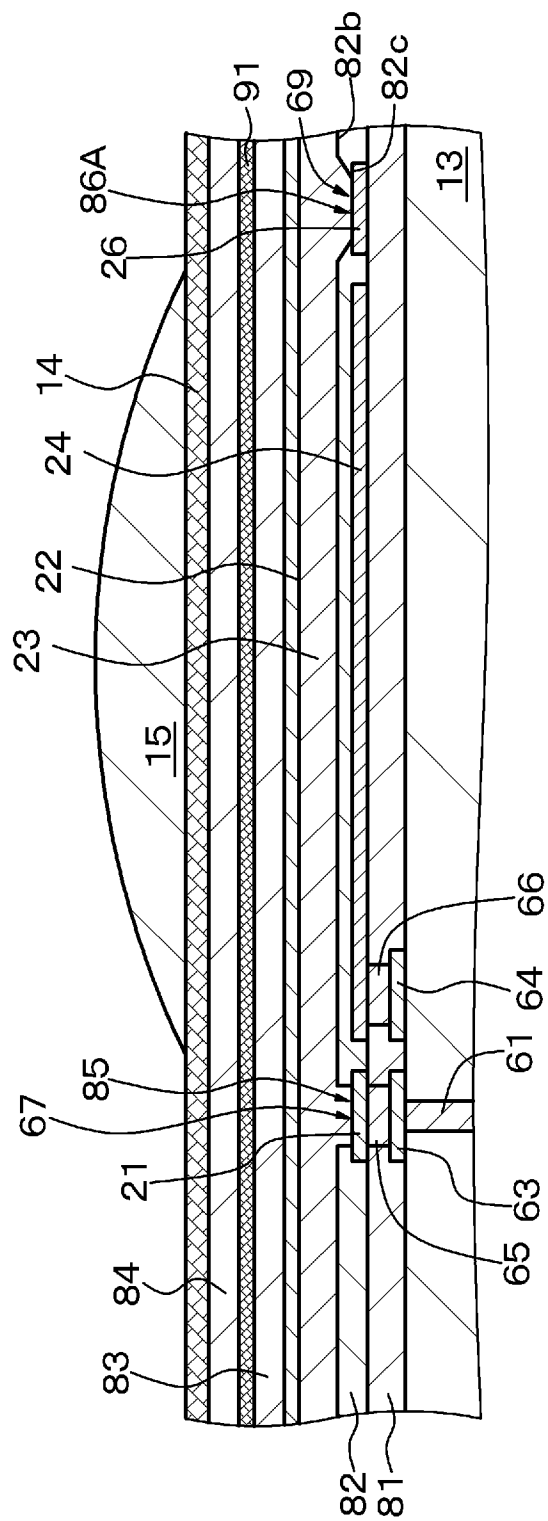


図106C



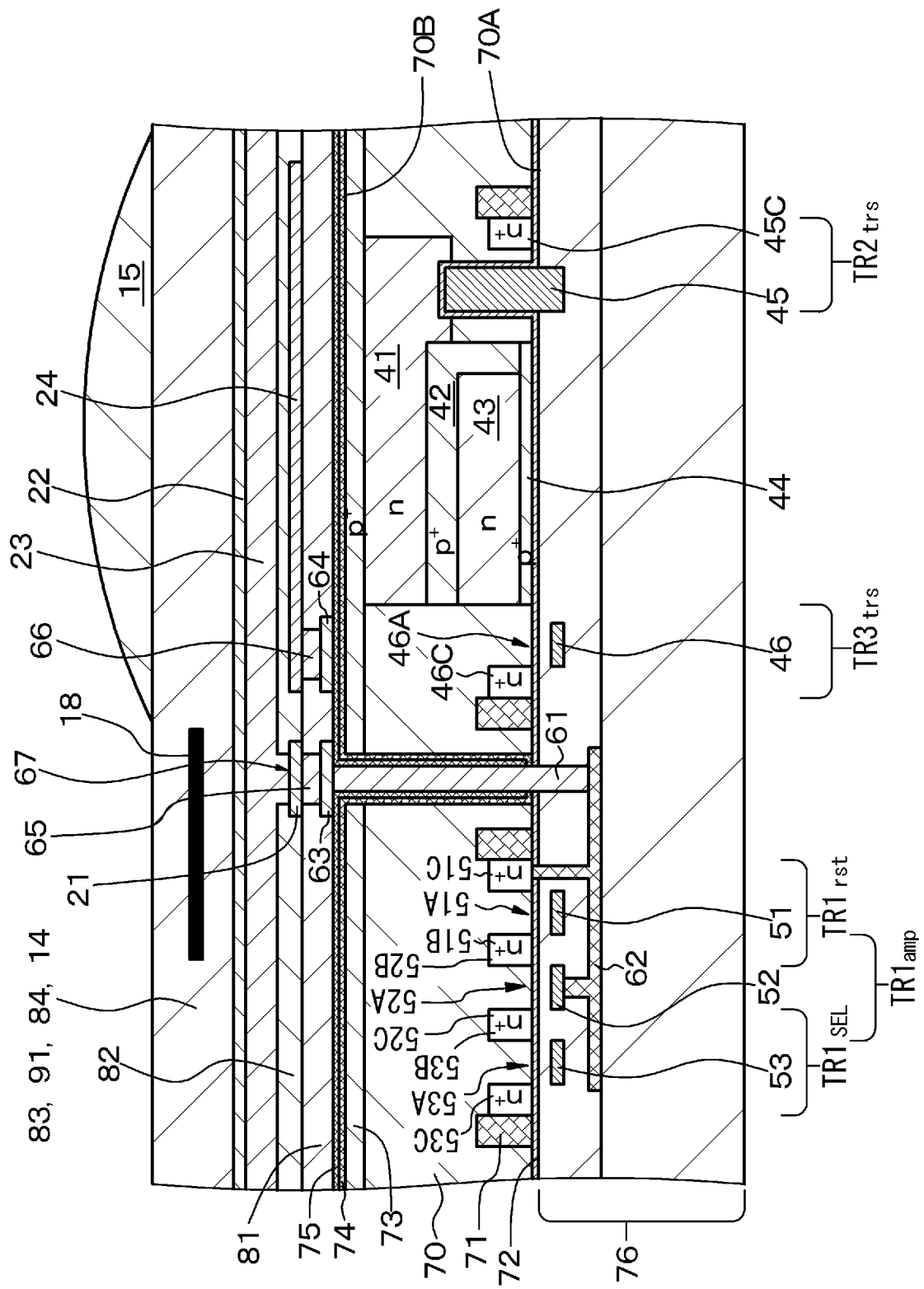
[図107]

図 1 0 7



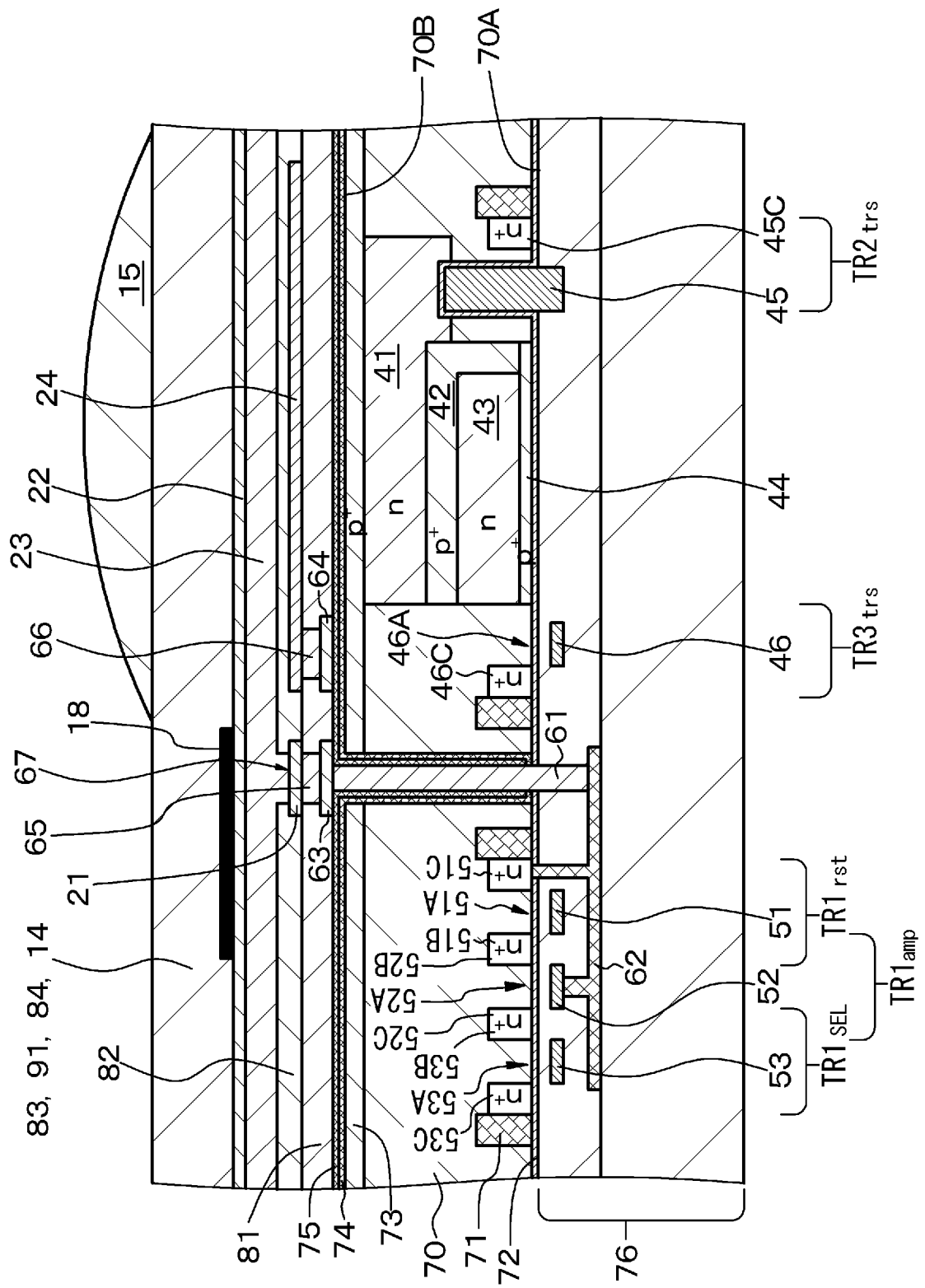
[図108]

図 108



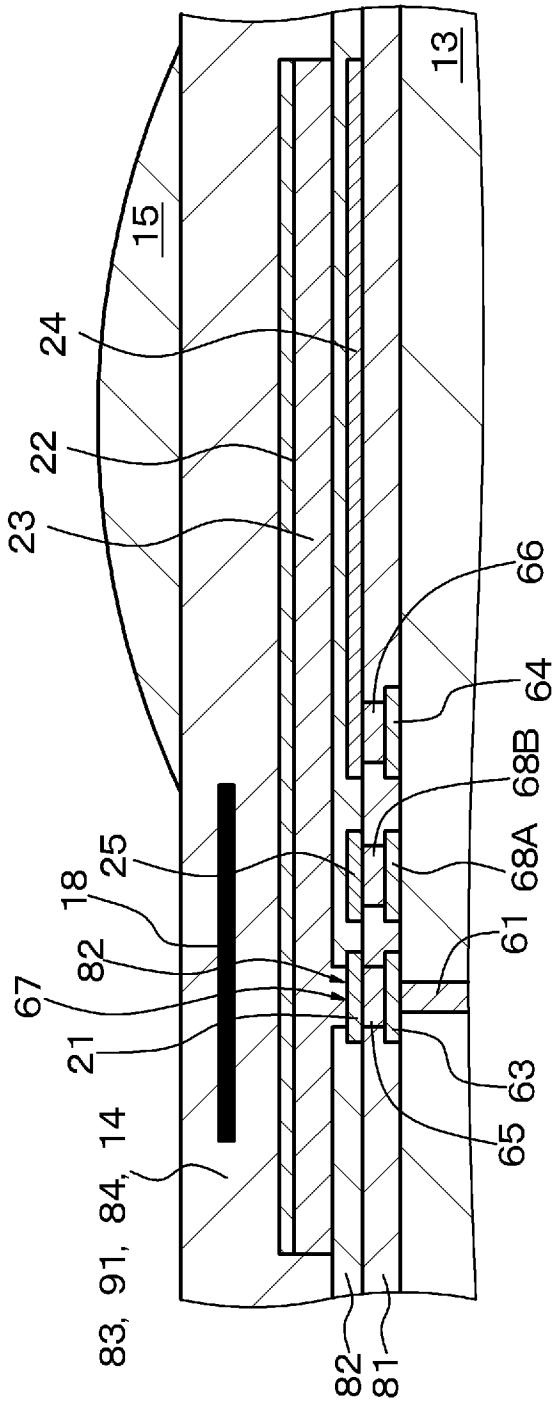
[図109]

図 109



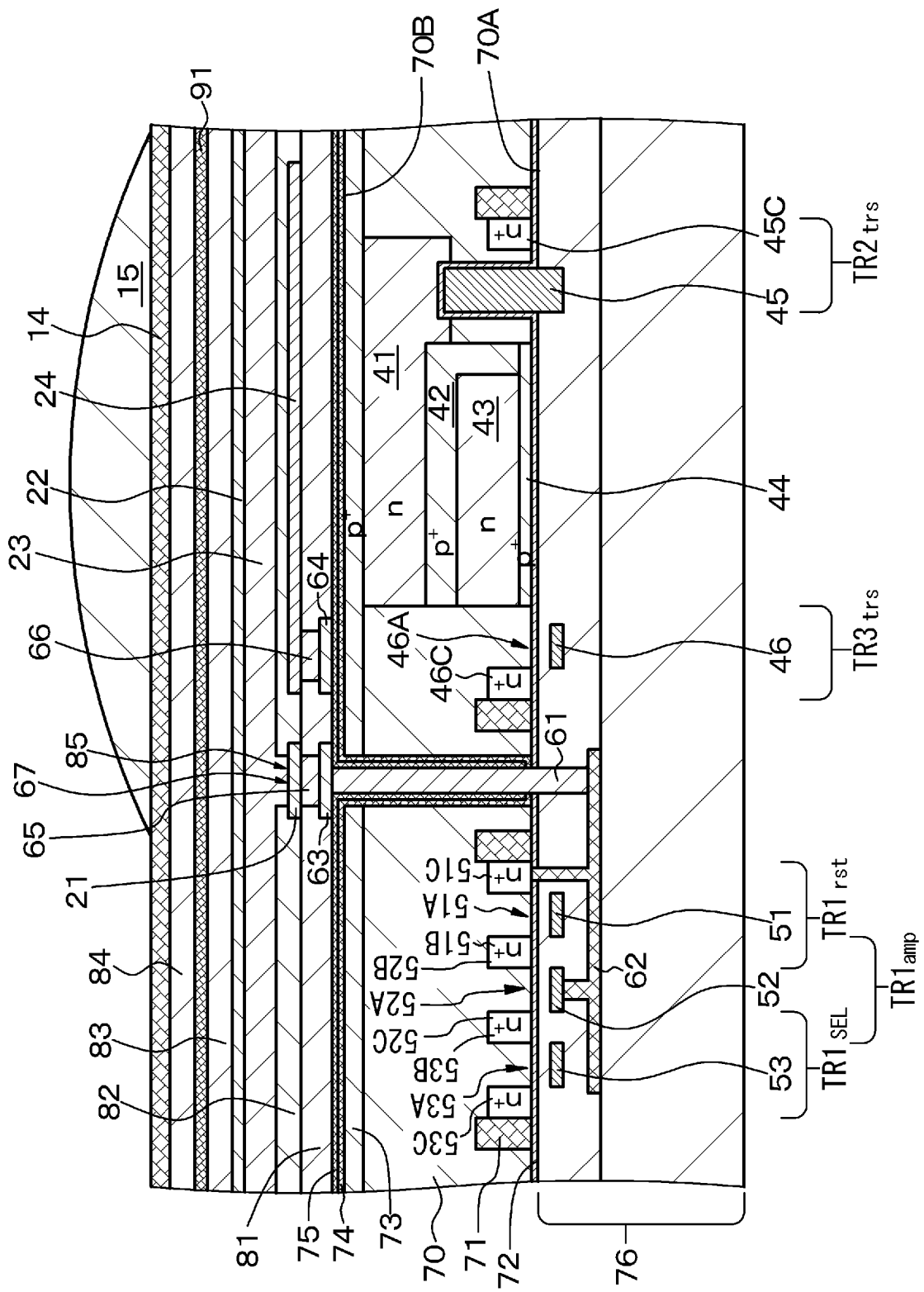
[図111]

図 1 1 1



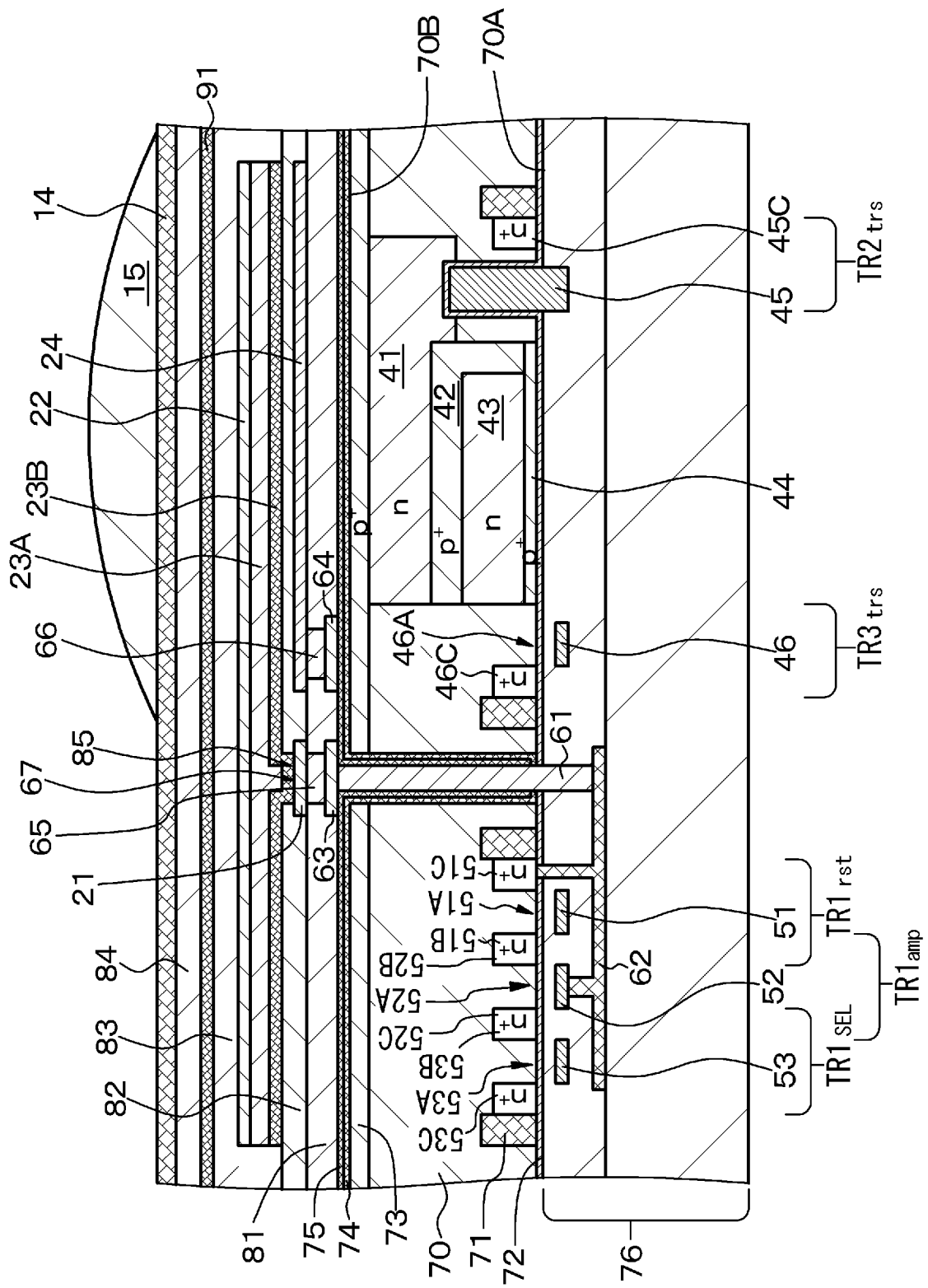
[図112]

図 1 1 2



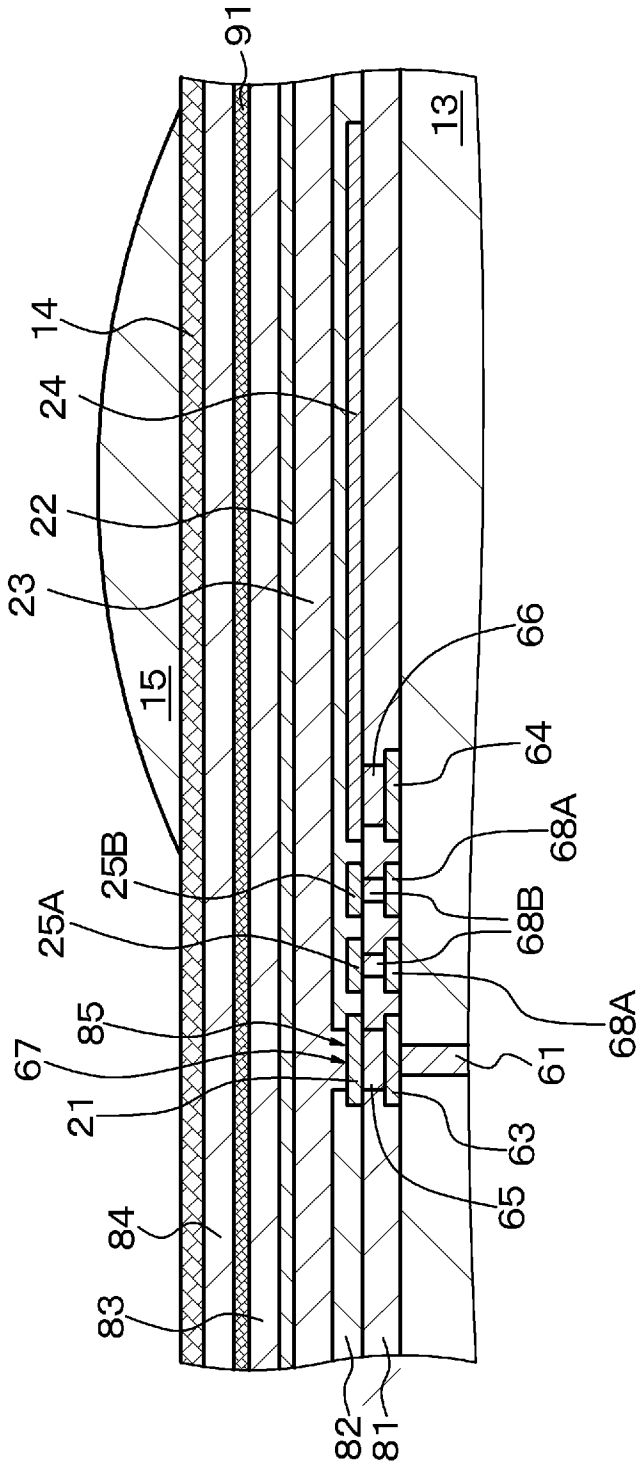
[図113]

図 1 1 3



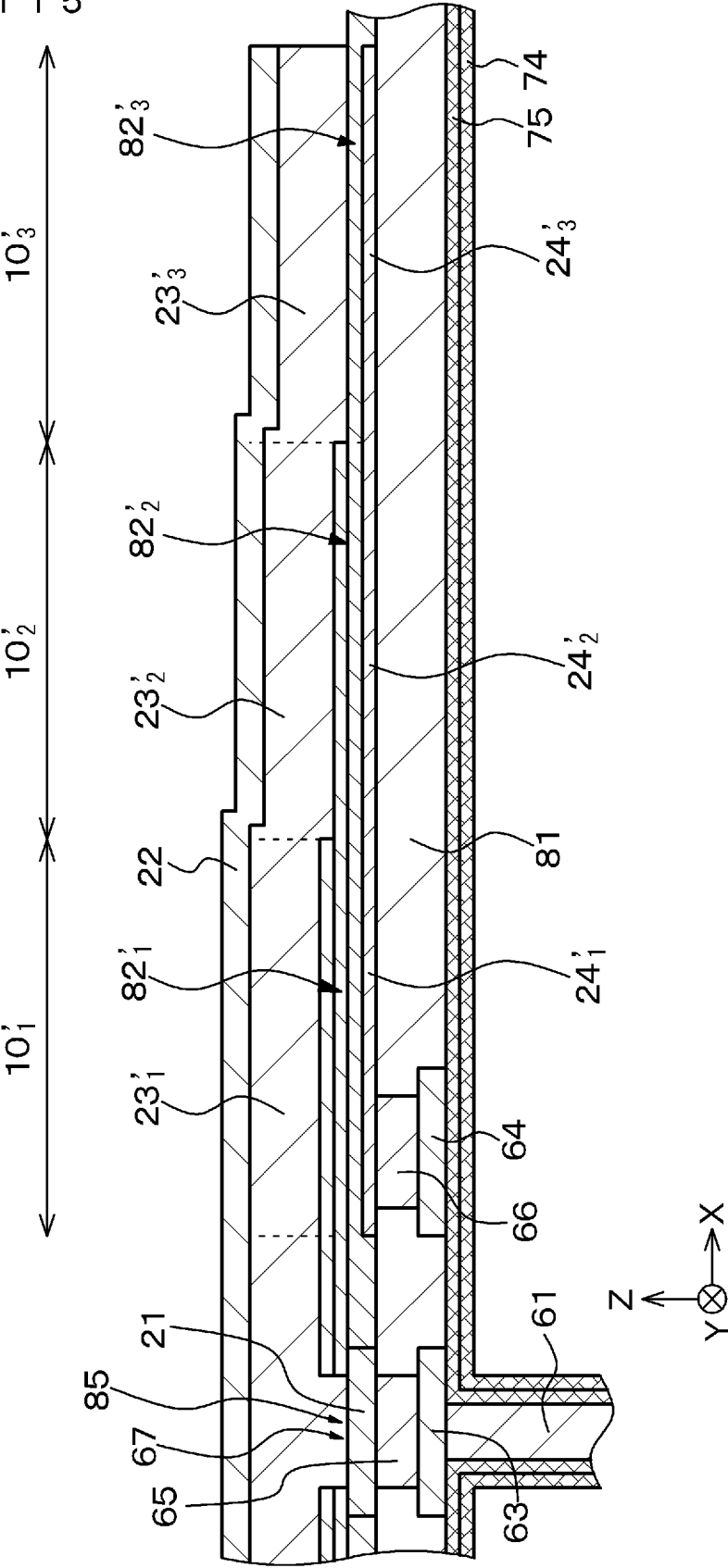
[図114]

図 1 1 4

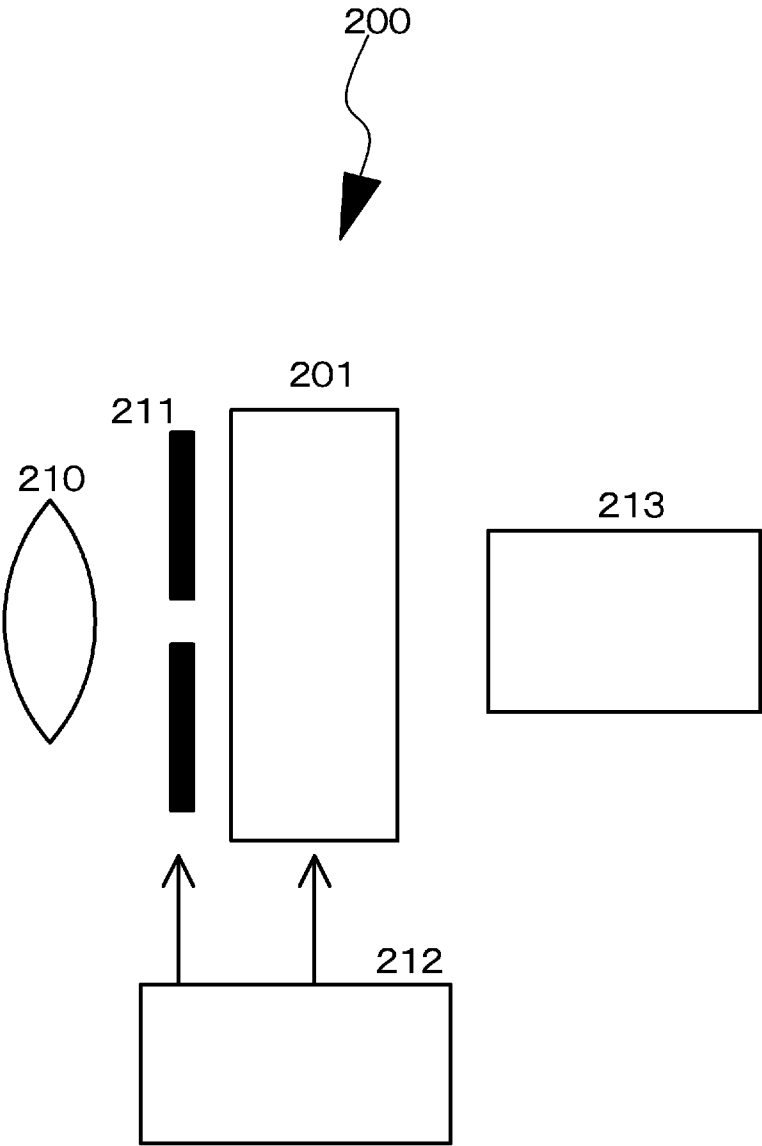


[図115]

図 1 1 5

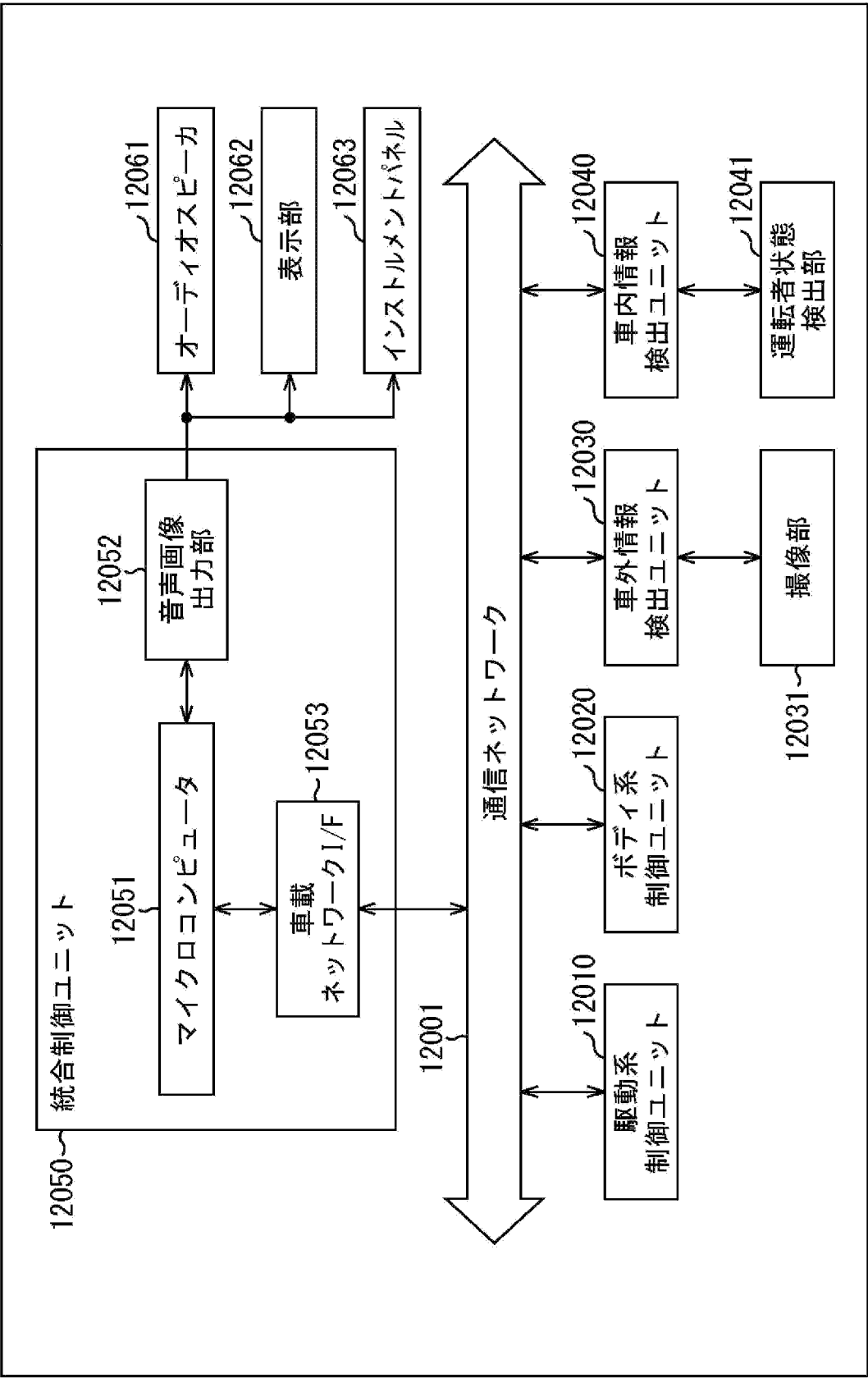


[図117]
図 1 1 7



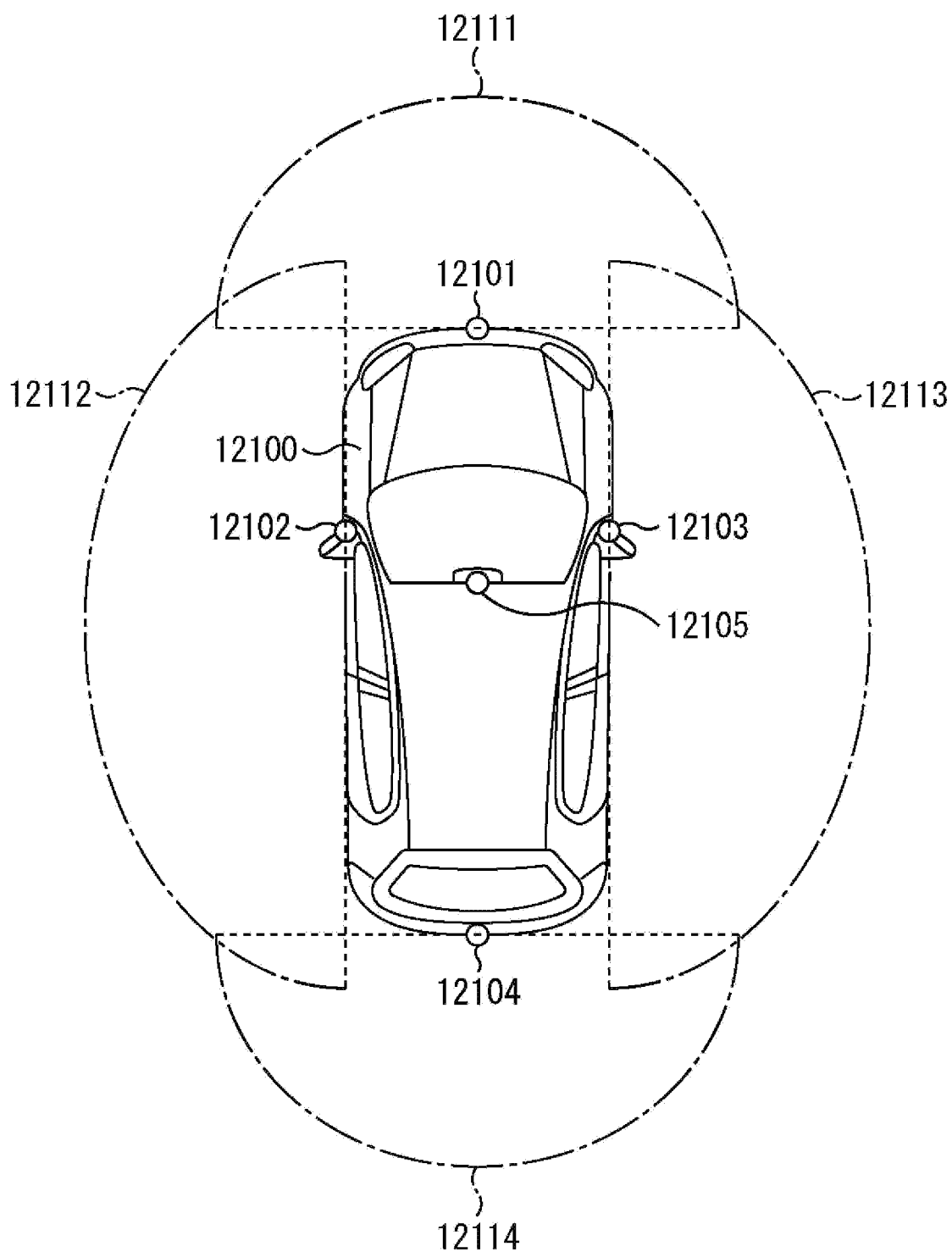
[図118]

図 118



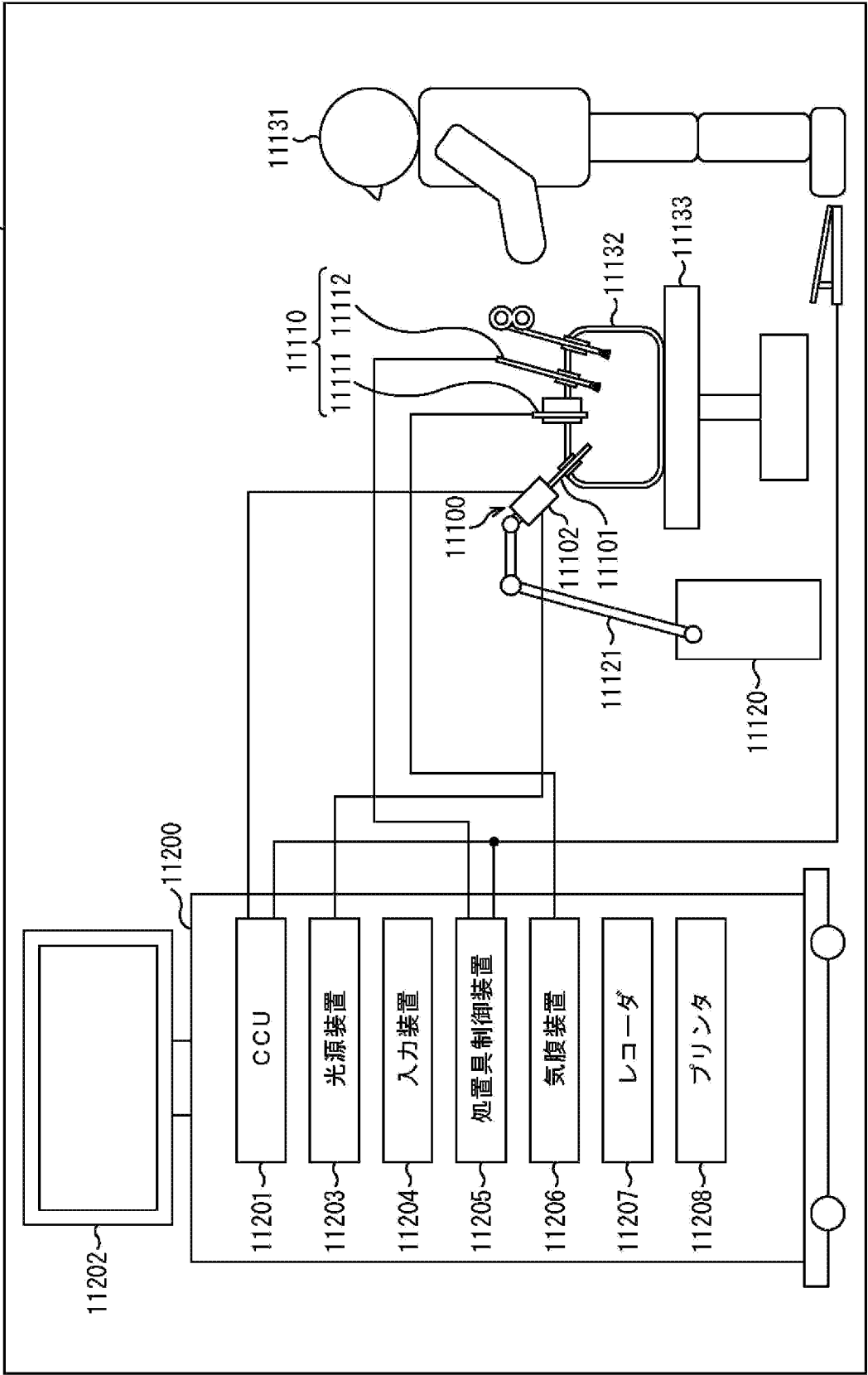
[図119]

図119



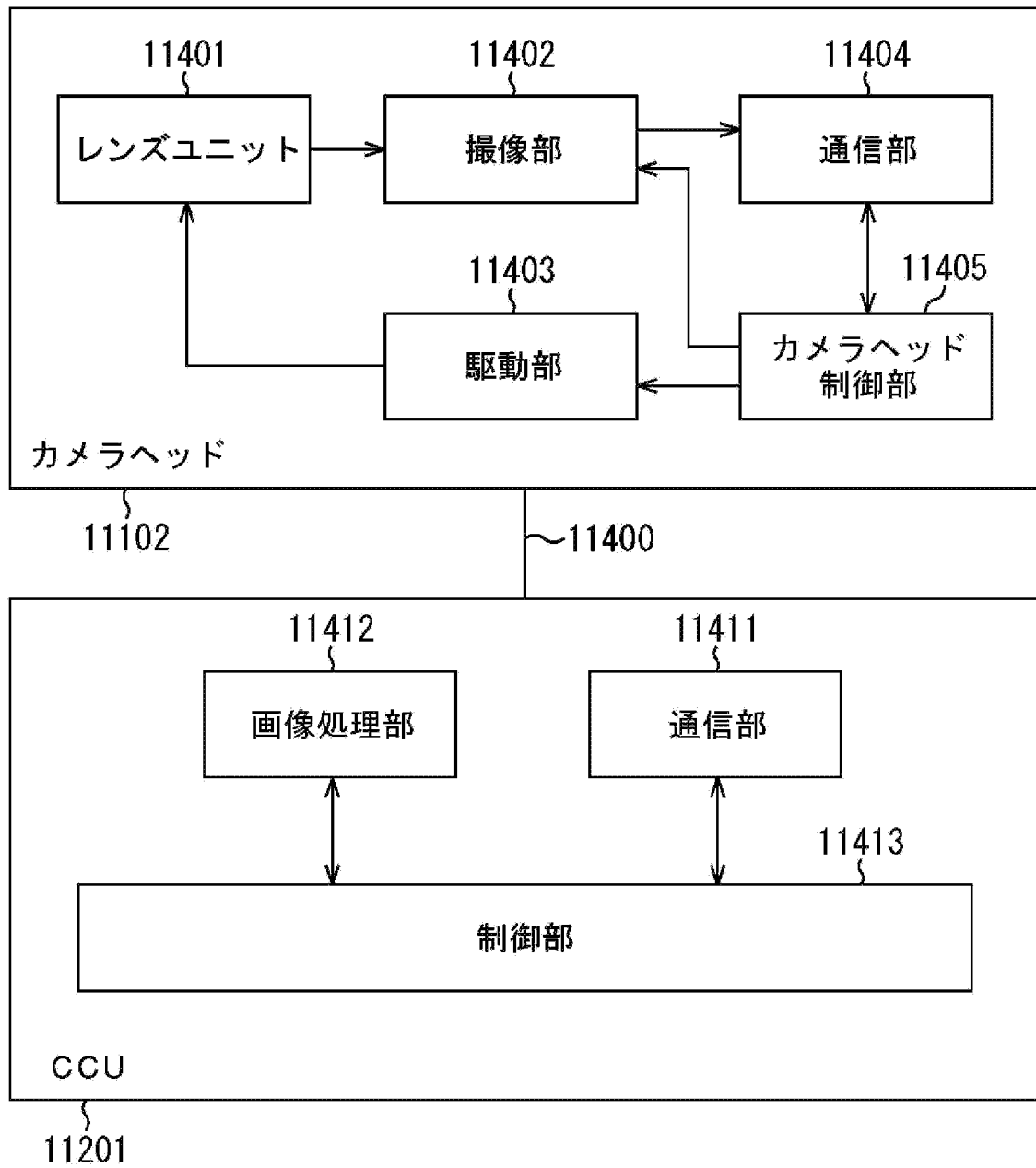
[図120]

図 120



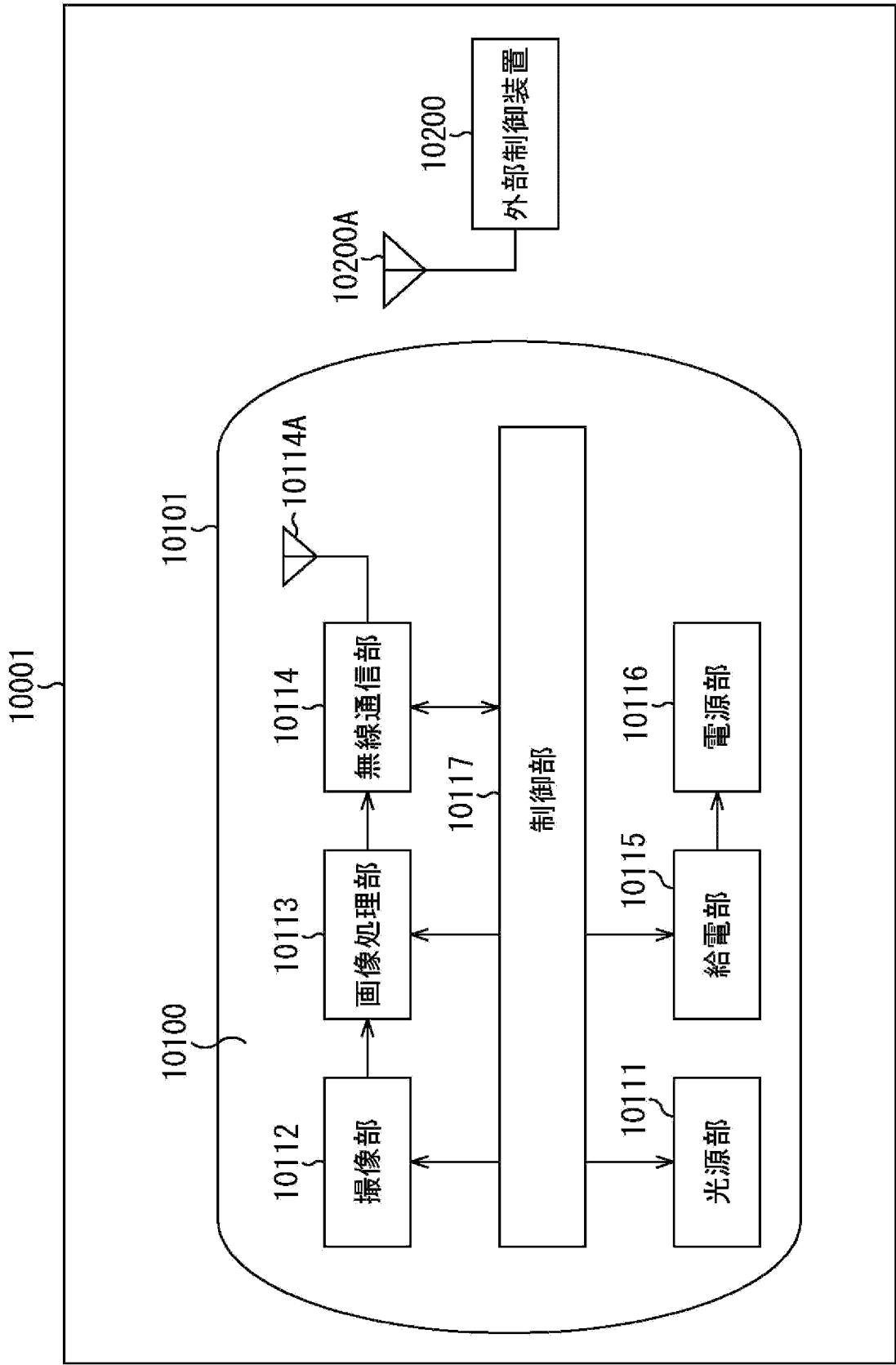
[図121]

図121



[図122]

図122



[図123]

図 1 2 3 A

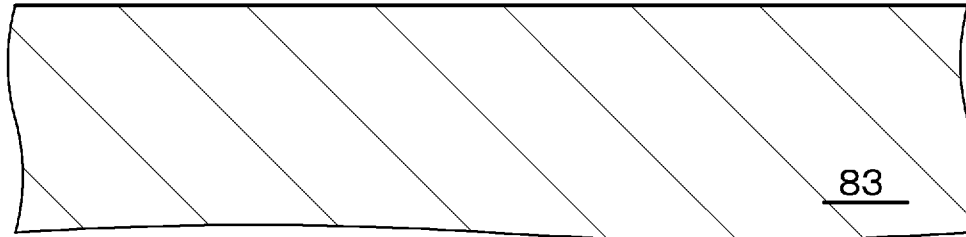


図 1 2 3 B

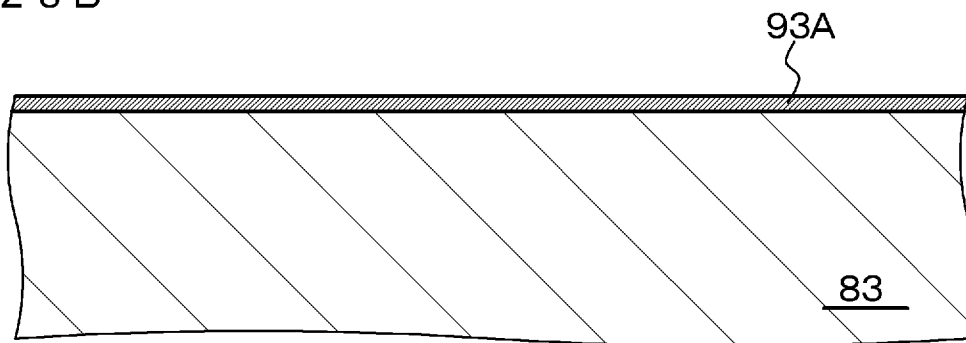


図 1 2 3 C

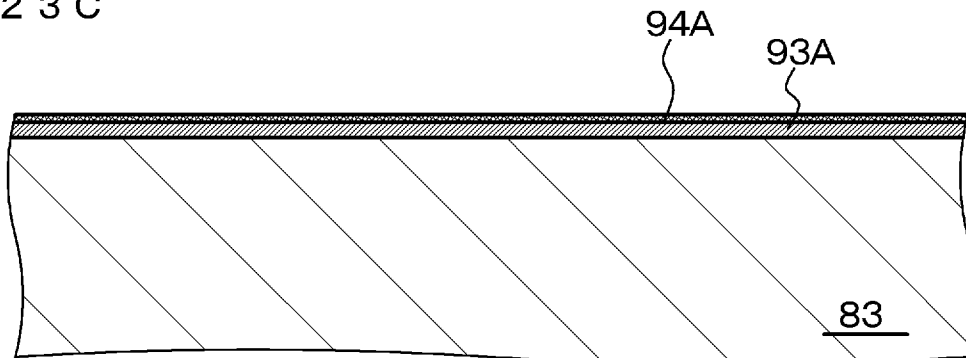
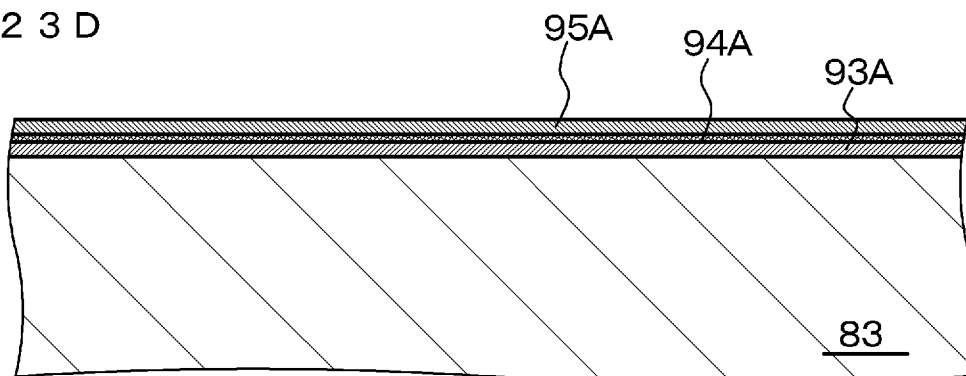
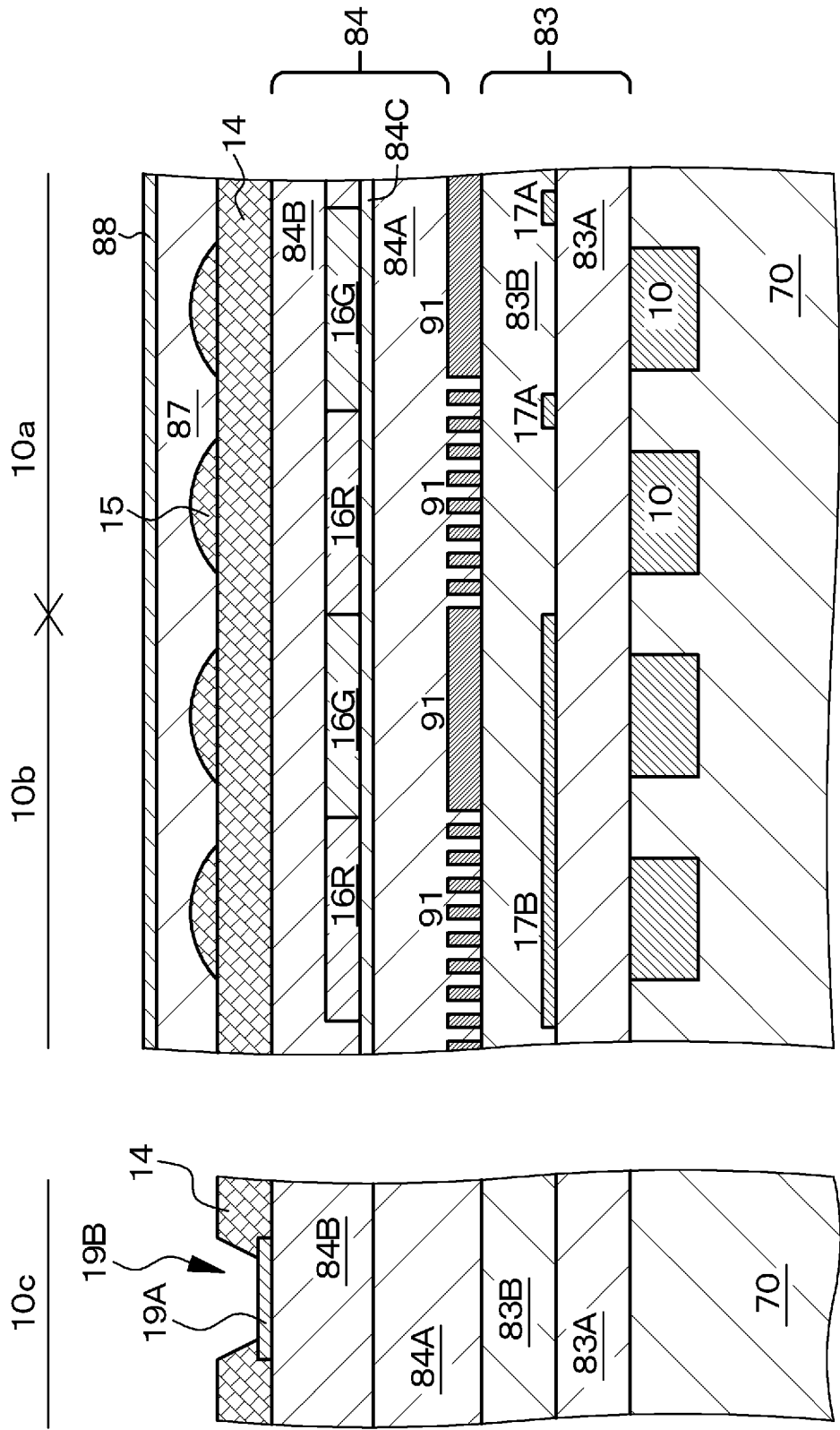


図 1 2 3 D

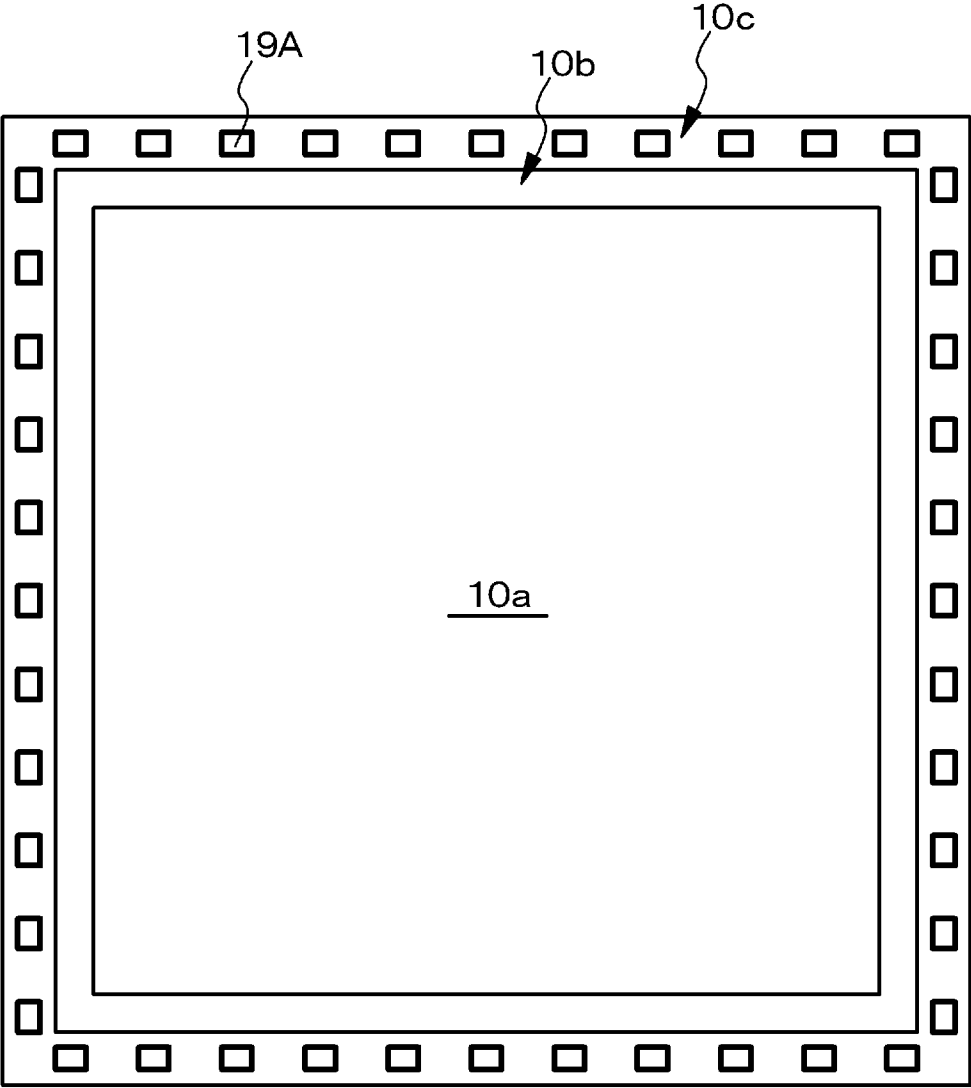


[図124]
図 1 2 4



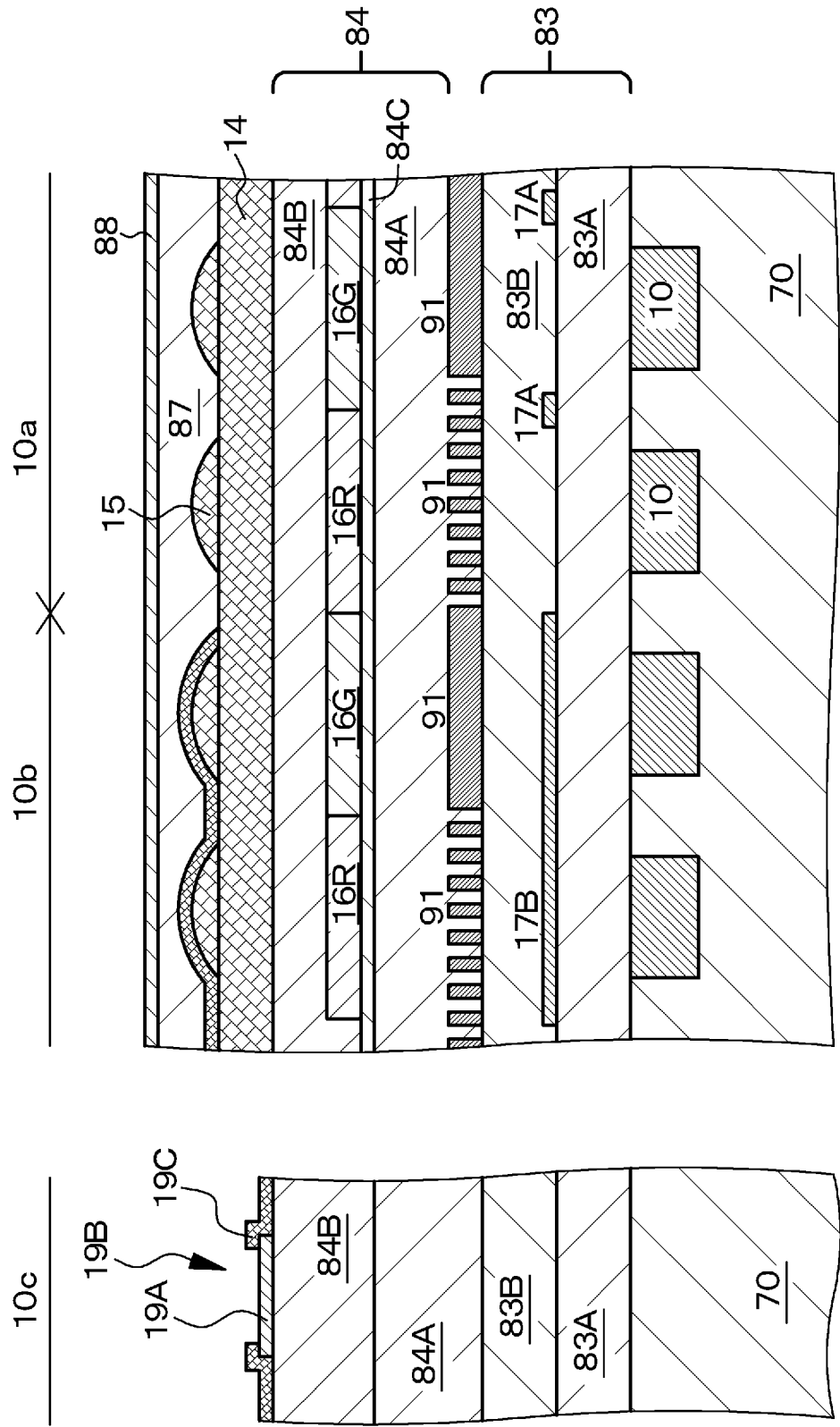
[図125]

図 1 2 5



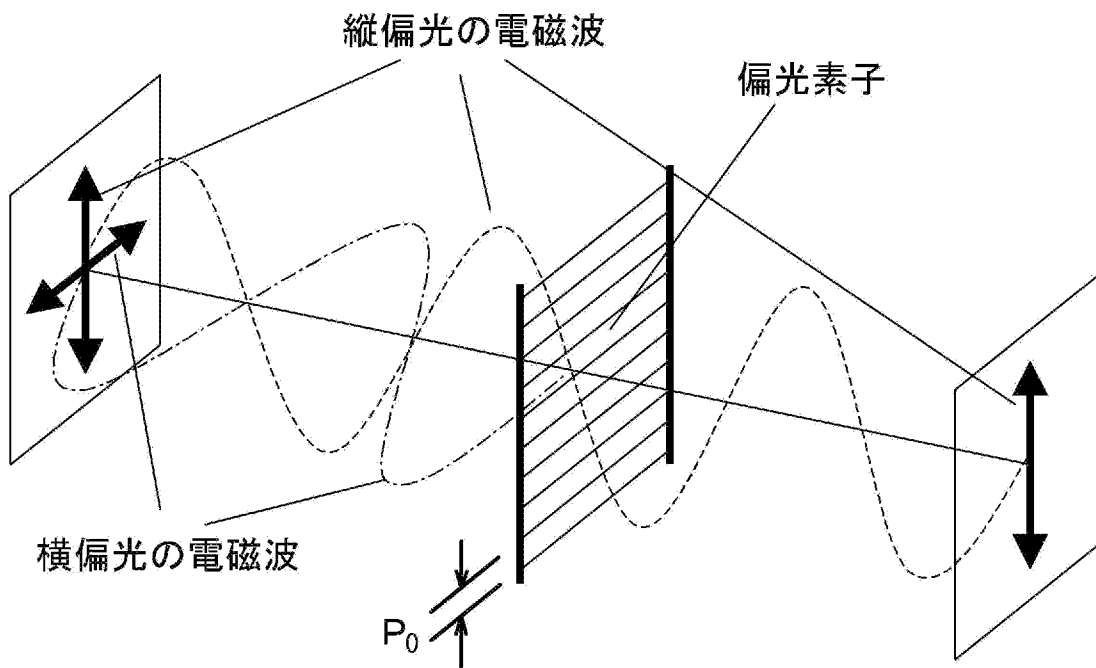
[図126]

図 1 2 6



[図127]

図127



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/014750

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01L27/146 (2006.01) i, G02B3/00 (2006.01) i, G02B5/20 (2006.01) i, G02B5/30 (2006.01) i, H04N5/369 (2011.01) i, H04N9/07 (2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. H01L27/146, G02B3/00, G02B5/20, G02B5/30, H04N5/369, H04N9/07

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2017-076684 A (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) 20 April 2017, paragraphs [0011], [0045]-[0058], [0072]-[0074], fig. 1-6, 9-10 & WO 2017/064845 A1, paragraphs [0015], [0049]-[0062], [0076]-[0078], fig. 1-6, 9-10	1-6
Y	JP 2003-338613 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 28 November 2003, paragraphs [0023]-[0029], [0038]-[0042], [0056]-[0057], fig. 2 (Family: none)	1-6

☒ 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

21 June 2018 (21.06.2018)

Date of mailing of the international search report

03 July 2018 (03.07.2018)

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

International application No.

PCT/JP2018/014750

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2012-023251 A (SONY CORP.) 02 February 2012, paragraphs [0024]-[0042], fig. 1 & US 2013/0134540 A1, paragraphs [0042]-[0065], fig. 1 & US 2014/0210032 A1 & WO 2012/008387 A1 & EP 2595189 A1 & EP 3232472 A2 & TW 201214687 A1 & CN 103098213 A & KR 10-2013-0090396 A & CN 107425023 A & CN 107425024 A	1-6
Y	WO 2014/148276 A1 (SONY CORP.) 25 September 2014, paragraphs [0043]-[0058], fig. 2-3 & US 2016/0027830 A1 paragraphs [0064]-[0079], fig. 2-3 & US 2017/0287964 A1 & CN 105074926 A & KR 10-2015-0130968 A & TW 201438214 A	1-6
Y	JP 2016-072266 A (RICOH CO., LTD.) 09 May 2016, paragraphs [0047]-[0049], fig. 7 (Family: none)	4, 6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L27/146(2006.01)i, G02B3/00(2006.01)i, G02B5/20(2006.01)i, G02B5/30(2006.01)i, H04N5/369(2011.01)i, H04N9/07(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L27/146, G02B3/00, G02B5/20, G02B5/30, H04N5/369, H04N9/07

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2017-076684 A (ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社) 2017.04.20, 段落 [0011], [0045] - [0058], [0072] - [0074], [図1] - [図6], [図9] - [図10] & WO 2017/064845 A1, 段落 [0015], [0049] - [0062], [0076] - [0078], 図 1-6, 9-10	1-6
Y	JP 2003-338613 A (三洋電機株式会社) 2003.11.28, 段落 [0023] - [0029], [0038] - [0042], [0056] - [0057],	1-6

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

21.06.2018

国際調査報告の発送日

03.07.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

田邊 顕人

5 F

5894

電話番号 03-3581-1101 内線 3516

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
	[図 2] (ファミリーなし)	
Y	JP 2012-023251 A (ソニー株式会社) 2012.02.02, 段落 [0024] - [0042], [図 1] & US 2013/0134540 A1, 段落 [0042] - [0065], 図 1 & US 2014/0210032 A1 & WO 2012/008387 A1 & EP 2595189 A1 & EP 3232472 A2 & TW 201214687 A1 & CN 103098213 A & KR 10-2013-0090396 A & CN 107425023 A & CN 107425024 A	1-6
Y	WO 2014/148276 A1 (ソニー株式会社) 2014.09.25, 段落 [0043] - [0058], [図 2] - [図 3] & US 2016/0027830 A1 段落 [0064] - [0079], 図 2-3 & US 2017/0287964 A1 & CN 105074926 A & KR 10-2015-0130968 A & TW 201438214 A	1-6
Y	JP 2016-072266 A (株式会社リコー) 2016.05.09, 段落 [0047] - [0049], [図 7] (ファミリーなし)	4, 6