

(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
2014 年 6 月 26 日(26.06.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/097899 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 27/146 (2006.01) *H04N 5/369* (2011.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/082772
- (22) 国際出願日: 2013 年 12 月 6 日(06.12.2013)
- (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 2012-279535 2012 年 12 月 21 日(21.12.2012) JP
- (71) 出願人: 富士フイルム株式会社(FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布 2 丁目 2 6 番 3 0 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 田中 俊介(TANAKA, Syunsuke); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町 1 丁目 3 2 4 番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 小林 和憲(KOBAYASHI, Kazunori); 〒1700004 東京都豊島区北大塚 2 丁目 2 5 番 1 号 太陽生命大塚ビル 3 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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.

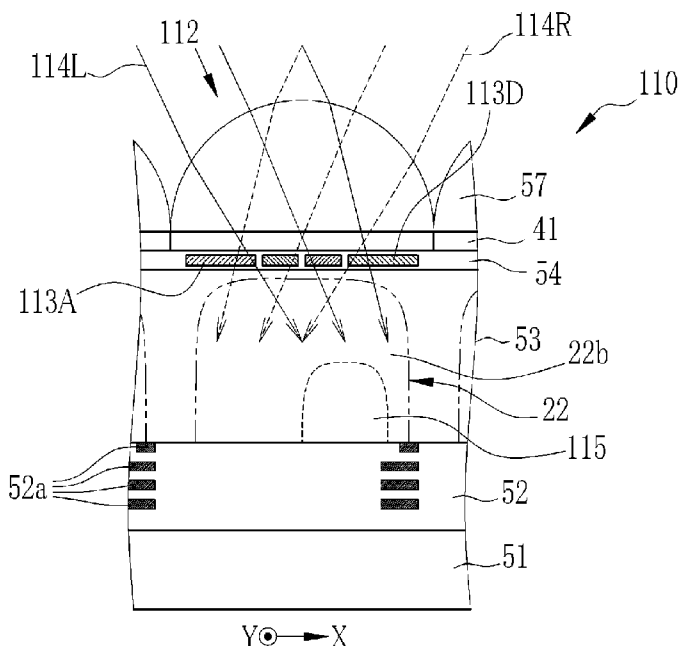
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロシヤ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM,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

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: SOLID-STATE IMAGE PICKUP DEVICE

(54) 発明の名称: 固体撮像装置



(57) Abstract: Provided is a solid-state image pickup device that suppresses decreases in sensitivities for picking up images and decreases in resolution caused by phase difference pixels. A solid-state image pickup device (10) includes a plurality of hybrid pixels (42a, 42b). The hybrid pixel includes: a photodiode (22) having a charge storage area (22a) and a photoelectric conversion area (22b); and transparent electrodes (55A, 55B). The transparent electrode modulates a potential with respect to charges by applying a voltage to the charge storage area so as to narrow the width of the charge storage area, thereby forming an effective charge storage area (73a). The hybrid pixel functions as a normal pixel when the potential is not modulated. When the potential is modulated, the hybrid pixel functions as a phase difference pixel that selectively accumulates charges that occur in a part of the photoelectric conversion area.

(57) 要約: 位相差画素に起因する撮影画像の感度や解像度の低下を抑止する固体撮像装置を提供する。固体撮像装置(10)は、複数のハイブリッド画素(42a, 42b)を備える。ハイブリッド画素は、電荷蓄積領域(22a)と光電変換領域(22b)とを有するフォトダイオード(22)と、透明電

極(55A, 55B)を備える。透明電極は、電荷蓄積領域に電圧を印加して電荷に対するポテンシャルを変調することにより、電荷蓄積領域の幅を狭窄し、実効的な電荷蓄積領域(73a)を形成する。ハイブリッド画素は、ポテンシャル変調がされない通常画素として機能する。ポテンシャル変調がされると、光電変換領域の一部で発生した電荷を選択的に蓄積する位相差画素として機能する。

明 細 書

発明の名称： 固体撮像装置

技術分野

[0001] 本発明は、位相差検出方式の焦点調節が可能な固体撮像装置に関する。

背景技術

[0002] デジタルカメラや、携帯電話機及びスマートフォン等の携帯電子機器のカメラモジュールには、オートフォーカス機能が標準的に備えられている。このオートフォーカス機能には、像のコントラストが最大になるように焦点調節を行うコントラスト検出方式（いわゆるコントラストAF）や、視差による位相差に基づいて焦点調節を行う位相差検出方式のオートフォーカス（以下、位相差AFという）等がある。コントラストAFでは、撮像レンズを移動しながら、コントラストの変曲点を見つけ出すことが必要であるが、位相差AFでは各レンズ位置で焦点状態が分かるので、迅速なオートフォーカスが可能となる。

[0003] 位相差AFを実行する固体撮像装置は、例えば特許文献1に記載されているように、通常画像の撮像に使用する通常画素の他に、左右いずれかの方向から入射する光を選択的に受光する2種類の位相差画素（右位相差画素と左位相差画素）が所定のパターンで配置されている。この2種類の位相差画素から得られる画素信号（画素値）に基づいて、位相差に関する情報を算出し、位相差が小さくなるように撮像レンズを駆動することにより焦点調節を行う。また、特許文献1ではカラーフィルタを左右方向に非対称にすることで位相差画素を形成しているが、フォトダイオードの中心に対して開口を偏心して配置したり、層内レンズを非対称形状にしたりすることで位相差画素を形成するものも知られている。

[0004] また、1つの固体撮像装置によって、立体視用の2つの視点画像を同時に撮像する単眼の3D撮像装置も知られている。この固体撮像装置は、受光領域に配置された全画素が視点画素であり、これは1個のオンチップマイクロ

レンズの背後に、通常画素のほぼ半分のサイズを有する２個のフォトダイオードを併置した構成をしている。２個のフォトダイオードは、右視点画像を撮像する右視点画素部と、左視点画像を撮像する左視点画素部とを構成している（特許文献２）。

[0005] さらに、受光領域の所定位置に測定用画素を配置し、この測定用画素には複数の制御用透明電極を設け、１個の測定画素を仮想的に複数の領域に区画した固体撮像装置も知られている（特許文献３）。測定用画素では、各制御用透明電極が個別に制御され、各領域から個別に信号を読み出して、測光と色温度検出を行うことができる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献１：特開２０１２－００３００９号公報

特許文献２：国際公開２０１２／０２６２９２号パンフレット

特許文献３：特開平１－２１５０６３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 各位相差画素は、例えば左右方向で非対称な形状に形成されているので、対称な形状した通常画素とは、得られる画素信号が異なっている。このため、位相差ＡＦの後に、被写体を撮像する場合は、位相差画素の画素信号をそのまま用いて、通常画像の画素信号とすることができない。そこで、位相差画素の画素信号のゲインを補正したり、周辺の通常画素を用いて補間したりして、位相差画素が存在する位置に対して、通常画像の画素信号を作成することが必要である。このように、ゲイン補正や補間処理で通常画像の画素信号を作成する場合は、被写体の具体的態様、ゲイン補正や補間の精度等によっては、位相差画素に対応した位置では、画素の感度や解像度が実質的に低下することがある。

[0008] さらに、近年のカメラモジュールやデジタルカメラ等においては、動画の

撮影や、画素加算をする駆動モードが用意されているものがある。しかし、位相差画素を有する固体撮像装置では、位相差画素の存在により通常画像の画質が劣化することがあるため、これらの駆動モードを採用できないことがある。このため、位相差画素を有する固体撮像装置では、位相差AFによる正確な焦点調節が可能になる代わりに、その他の利便性が損なわれることがある。

[0009] また、受光領域の全てに視点画素が配置された3D撮像装置では、右視点画素部と左視点画素部からの信号を用いることにより位相差AFを行うことができる。通常画像（2D画像）を得る場合には、右視点画像あるいは左視点画像の一方を用いたり、2種類の視点画素部の画素信号を平均したり、合算したりすることが必要である。しかし、これらの方法では得られる通常画像の画素数は、受光領域に配列された左右視点画素部の総数の半分であるため、通常画像の解像度が低くなってしまう。また、右視点画像と左視点画像は、全て非対称な画素から得た画素信号を用いているので、全方向から均等に受光する通常画素で撮像する場合と比較して感度が悪い。

[0010] 特許文献3に記載された測定用画素は、1個の画素を仮想的に複数の領域に区画しているので、例えば画素の右半分と左半分の領域から個別に信号を取り出すと、位相差AFを実行することが可能である。ところで、領域毎に異なる色のカラーフィルタを配置しているので、通常画像の作成時に、測定用画素の全領域から信号を読み出しても、通常画素と同じ信号を得ることはできない。このため、特許文献3でも、測定画素から通常画像の画素信号を得るには補正が必要であり、やはり部分的に解像度や感度が低下することになる。

[0011] 本発明は、位相差AFに用いられる画素から、通常画像の画素信号を作成する場合でも、感度や解像度の低下を抑止した固体撮像装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0012] 上記目的を達成するために、本発明の固体撮像装置は、光電変換領域、電

荷蓄積領域、及びポテンシャル変調用電極を有する複数のハイブリッド画素を備えている。光電変換領域は、被写体からの入射光を光電変換し、入射光量に応じた電荷を発生させる。電荷蓄積領域は、光電変換領域で発生した電荷を蓄積する。ポテンシャル変調用電極は、電荷蓄積領域に電圧を印加して電荷に対するポテンシャルを変調することによって、電荷蓄積領域の幅を狭窄して、電荷蓄積領域を偏在させる。各ハイブリッド画素は、電荷蓄積領域の幅が狭窄されていない場合に、光電変換領域で発生した電荷を偏りなく蓄積する通常画素として機能する。そして、ポテンシャル変調用電極に電圧が印加されて電荷蓄積領域の幅が狭窄された場合に、光電変換領域の一部で発生した電荷を選択的に蓄積する位相差画素として機能する。

- [0013] ハイブリッド画素は、複数のフォトダイオードを含み、各フォトダイオードは光電変換領域と電荷蓄積領域とを有する。各フォトダイオードの間での電荷の移動を妨げる分離領域には、隣接する画素との間での電荷の移動を妨げる分離領域よりも添加物の量を多くして、電荷に対するポテンシャルを高くすることが好ましい。
- [0014] ポテンシャル変調用電極は、各々独立して電圧を印加可能な複数の電極を有することが好ましい。少なくとも1つの電極に負電圧を印加することにより、電荷蓄積領域が他方の電極の下へ偏在する。電荷蓄積領域が偏在される位置に対応する電極には、正電圧を印加することが好ましい。
- [0015] ポテンシャル変調用電極は、印加電圧が制御可能な第1電極と第2電極を有することが好ましい。複数のハイブリッド画素には、第1電極と第2電極が第1方向に配置された第1ハイブリッド画素と、第1電極と第2電極が第1ハイブリッド画素と逆順に配置された第2ハイブリッド画素の2種類がある。第1ハイブリッド画素と第2ハイブリッド画素の両方とも、第1電極には第1電圧が印加される。また、第1ハイブリッド画素と第2ハイブリッド画素の両方とも、第2電極には第2電圧が印加される。
- [0016] ポテンシャル変調用電極は、第1方向に配列された少なくとも3以上の電極を有することが好ましい。

[0017] 焦点距離が調節可能なズームレンズを用いて、被写体の像を受光領域に結像することが好ましい。この受光領域には、ハイブリッド画素を含む複数の画素が配列されている。ズームレンズの焦点距離に応じて、第1方向に配置された各電極の印加電圧を変えることにより、電荷蓄積領域を偏在させる位置が変わる。

[0018] 複数のハイブリッド画素は、第1～第4ハイブリッド画素を含んでいることが好ましい。ポテンシャル変調用電極は、印加電圧が制御可能な第1～第4電極の4つの電極を有している。第1～第4ハイブリッド画素の各第1～第4電極には、同じ電圧が印加される。第1ハイブリッド画素は、第1方向とこの第1方向に垂直な第2方向に沿って、第1～第4電極が2次元に配列されている。第2ハイブリッド画素は、第1ハイブリッド画素に対して、第1～第4電極の配列が第1方向に対称である。第3ハイブリッド画素は、第2ハイブリッド画素に対して、第1～第4電極の配列が第2方向に対称である。第4ハイブリッド画素は、第3ハイブリッド画素に対して、第1～第4電極が第1方向に対称である。

[0019] 受光領域内におけるハイブリッド画素の位置に応じて、電荷蓄積領域を偏在させる位置を変えることが好ましい。

[0020] ポテンシャル変調用電極は透明であり、ポテンシャル変調用電極を通して入射光が光電変換領域に入射することが好ましい。

[0021] ハイブリッド画素毎にマイクロレンズを設け、入射光をフォトダイオードに集光することが好ましい。また、ポテンシャル変調用電極は、不透明な材料で形成され、マイクロレンズによって入射光が集光される集光領域の外に設けられている。

[0022] ポテンシャル変調用電極が集光領域を切り欠いた形状をしていることが好ましい。受光領域にある全ての画素が、ハイブリッド画素であることが好ましい。

発明の効果

[0023] 本発明のハイブリッド画素は、電荷蓄積領域をポテンシャル変調すること

で、その幅を狭窄可能にするから、通常画素と位相差画素のいずれにも使用可能である。これにより、本発明では、高精度な位相差AFを行うことができる他に、通常画像の画素信号を作成する場合でも、感度や解像度の低下を抑止することができる。

図面の簡単な説明

- [0024] [図1]本発明の固体撮像装置を示す説明図である。
- [図2]カラーフィルタの配列を示す説明図である。
- [図3]固体撮像装置の部分断面図である。
- [図4]ハイブリッド画素の透明電極を示す説明図である。
- [図5]固体撮像装置の作用を示す説明図である。
- [図6]4つの透明電極を用いる固体撮像装置を示す説明図である。
- [図7]左右の視差を得る場合の説明図である。
- [図8]上下の視差を得る場合の説明図である。
- [図9]斜めの視差を得る場合の説明図である。
- [図10]斜めの視差を得る別の例を示す説明図である。
- [図11]4つの透明電極を有するハイブリッド画素の断面図である。
- [図12]ズームレンズを用いる場合に、広角端での入射光と電荷蓄積領域を示す断面図である。
- [図13]ズームレンズを用いる場合に、望遠端での入射光と電荷蓄積領域を示す断面図である。
- [図14]受光領域内での各ハイブリッド画素の位置と比感度の関係を示すグラフである。
- [図15]受光領域内での位置によらず、電荷蓄積領域を一律に制御する場合での入射光と電荷蓄積領域を示す断面図である。
- [図16]受光領域内での位置に応じて電荷蓄積領域を制御する場合での入射光と電荷蓄積領域を示す断面図である。
- [図17]不透明な電極を用いる場合の電極の配置を示す説明図である。
- [図18]不透明な電極を4つ用いる場合の電極の配置を示す説明図である。

[図19]不透明な電極を用いる場合の他の電極形状を示す説明図である。

[図20]不透明な電極を4つ用いる場合の他の電極形状を示す説明図である。

[図21]ハイブリッド画素を赤色画素や青色画素にも設ける場合の説明図である。

[図22]全画素をハイブリッド画素にする例の説明図である。

[図23]全画素をハイブリッド画素にする別の例を示す説明図である。

[図24]1画素に2つのPDを設けた例を示す説明図である。

[図25]1画素の2つのPD間をp++にした例を示す説明図である。

[図26]ハニカム配列の固体撮像装置を示す説明図である。

[図27]別のハニカム配列の固体撮像装置を示す説明図である。

[図28]カラーフィルタがベイヤー配列の固体撮像装置を示す説明図である。

[図29]表面照射型の固体撮像装置を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0025] [第1実施形態]

図1に示すように、固体撮像装置10はCMOS型イメージセンサであり、受光領域11と、垂直走査回路13、水平走査回路14、出力回路16、制御回路17等を備えている。

[0026] 受光領域11は、複数の画素21が水平方向(X方向)及び垂直方向(Y方向)に沿って正方配列された領域である。受光領域11には、撮像レンズによって被写体の像が結像され、各画素21は光電変換により、入射光量に応じた電荷を発生して蓄積する。

[0027] 画素21は、フォトダイオード(以下、PDという)22、リセットトランジスタ(以下、Trという)23、アンプトランジスタ(以下、Taという)24、選択トランジスタ(以下、Tsという)25を備えている。Tr23, Ta24, Ts25は、例えばn型のMOSトランジスタである。また、各画素21には、赤色(R)、緑色(G)、青色(B)のいずれかの色のカラーフィルタ41(図2参照)が設けられており、各画素21は対応するカラーフィルタ41の色と同じ色光を光電変換する。

[0028] 画素21には、通常画素43と、ハイブリッド画素42a、42bとがある(図2参照)。通常画素43は、水平方向及び垂直方向に対称に形成されており、被写体の撮影で取得する通常画像の画素として用いられる。一方、ハイブリッド画素42a、42bは、左右方向(水平方向)の視差に関する情報を得るための位相差画素として用いられる他に、通常画像の画素としても用いられる。通常画素43とハイブリッド画素42a、42bは、立体的構造(具体的には、透明電極55A、55B(図3参照)の有無)が異なっているが、入射光の光電変換、電荷の蓄積、電荷の読出しに関する基本的な電氣的構成は同じである。このため、図1では、通常画素43とハイブリッド画素42a、42bとを区別せずに、全て画素21としている。

[0029] PD22は、光電変換によって入射光量に応じた電荷(電子と正孔の対)を発生する。PD22のアノードはグラウンドに接続されており、カソードはTa24のゲート電極に接続されている。PD22のカソードとTa24のゲート電極の接続部分が、フローティングディフュージョン(以下、FDという)26であり、ここに蓄積された電荷(例えば電子)が電圧信号としてTa24のゲート電極に印加される。

[0030] Tr23は、ソース電極がFD26に接続され、ドレイン電極には電源電圧VDD(図示しない)が印加される。また、Tr23のゲート電極はリセット線27に接続されている。Tr23は、そのゲート電極にリセット線26を介して垂直走査線13からのリセットパルスが印加されると、オン状態になる。Tr23がオン状態になると、FD26に電源電圧VDDが印加され、FD26に蓄積された電荷が破棄される。

[0031] Ta24は、ゲート電極がFD26に接続され、ドレイン電極には電源電圧VDDが印加されている。また、画素信号(信号電圧)が出力されるソース電極は、Ts25のドレイン電極に接続されている。Ta24がオンすると、FD26に蓄積された電荷量に応じた画素信号をソース電極に出力する。

[0032] Ts25は、ドレイン電極がTa24のソース電極に接続され、ソース電

極は信号線 28 に接続されている。また、T s 25 のゲート電極は、行選択線 29 に接続されている。T s 25 は、行選択線 29 を介して垂直走査回路 13 から選択パルスが入力されるとオン状態になり、T a 24 から出力された画素信号を信号線 28 に出力する。

[0033] 垂直走査回路 13 は、画素 21 を駆動するためのものであり、各行のリセット線 27 と行選択線 29 が接続されている。垂直走査回路 13 は、選択された行のリセット線 27 にリセットパルスを入力し、また行選択線 29 に選択パルスを入力して T r 23 や T s 25 の動作を制御する。

[0034] 水平走査回路 14 は、各信号線 28 上に設けられた列選択トランジスタ (T c) 32 のうち 1 つをオンにすることにより、画素信号の読み出しを行う列を選択する。

[0035] 信号線 28 は、各画素 21 からの画素信号を読み出すためのものであり、画素 21 の列毎に設けられている。また、信号線 28 の末端には、相関二重サンプリング (CDS) 回路 31 と列選択トランジスタ 32 が設けられている。CDS 回路 31 は、制御回路 17 から入力されるクロック信号に基づいて動作し、垂直走査回路 13 によって選択された行選択線 29 上の画素 21 から、読み出しに伴うノイズが除去されるように画素信号をサンプリングホールドする。水平走査回路 14 によって列選択トランジスタ 32 がオンにされると、CDS 回路 31 が保持する画素信号は出力バスライン 33 を介して出力回路 16 に出力される。

[0036] 出力回路 16 は、CDS 31 から入力される画素信号を増幅するアンプ 34 と、アンプ 34 で増幅された画素信号をデジタルデータに変換する A/D 変換回路 35 を備える。アンプ 34 のゲインは可変であり、撮影モード等の設定に応じて適宜調節される。

[0037] 制御回路 17 は、固体撮像装置 10 の各部を統括的に制御する。例えば、垂直走査回路 13 や水平走査回路 14 の動作は、制御回路 17 から入力されるクロック信号等の制御信号に基づいて動作する。また、CDS 31 の動作やアンプ 34 のゲイン等も制御回路 17 によって制御される。

[0038] 図2に示すように、カラーフィルタ41は、 6×6 画素の色配列を1単位とする長い周期性を有している。より詳しくは、カラーフィルタ41は、 3×3 画素の色配列からなる2種類のサブユニット41a, 41bをそれぞれ対角の位置に配置した配列である。第1サブユニット41aは、 3×3 画素の中央及び対角位置に緑色（G）フィルタが配置され、左右中央に青色（B）フィルタを、上下中央に赤色（R）フィルタが配置されたサブユニットである。第2サブユニット41bは、 3×3 画素の中央及び対角位置にGフィルタが配置されている点は、第1サブユニット41aと同様である。しかし、BフィルタとRフィルタが第1サブユニット41aとは逆になっており、左右中央にはRフィルタが配置され、上下中央にはBフィルタが配置される。

[0039] 例えば、 2×2 画素の色配列を1単位としたベイヤー配列と比較すると、カラーフィルタ41は長い周期性を有するので、固体撮像装置10では光学的ローパスフィルタを用いなくてもモアレの発生を抑えることができる。また、カラーフィルタ41を採用した固体撮像装置10では、Y方向及びX方向に必ずRGBの画素が存在するので、偽色が抑えられ、正確な色再現が可能である。

[0040] 固体撮像装置10の受光領域11の殆どは通常画素43であり、この通常画素43はY方向とX方向から入射する光を均等に受光する。ハイブリッド画素42a, 42bは、通常画素と位相差画素に兼用されるものであり、例えば、右上の第1サブユニット41aと左上の第2サブユニット41bの各左下のG画素に形成される。

[0041] ハイブリッド画素42a, 42bを位相差画素として機能させる場合に、一対を構成するハイブリッド画素42a, 42bから得られる画素信号（画素値）に基づいて合焦評価が行われる。そして、合焦評価の結果に応じて撮像レンズの位置が自動調節される。また、ハイブリッド画素42a, 42bを通常画素として用いる場合には、ハイブリッド画素42a, 42bの画素信号は、他の通常画素43と同様にゲイン補正や補間等をせずに、そのまま

通常画像の画素信号として用いる。

[0042] 一対のハイブリッド画素42a, 42bは、受光領域11の全面に均一に分布されているが、カラーフィルタ41の6×6画素の単位中に必ずハイブリッド画素42a, 42bが設けられているわけではなく、ハイブリッド画素42a, 42bが設けられていない単位もある。ハイブリッド画素42a, 42bが設けられていない単位においては、全てが通常画素43である。なお、ハイブリッド画素42a, 42bが設けられている単位では、図2に示す位置に設けられる。

[0043] 図3に示すように、固体撮像装置10は、裏面照射（BSI ; back side illuminated）型のCMOSイメージセンサであり、支持基板51、配線層52、p型半導体基板53、透明電極層54、カラーフィルタ41、マイクロレンズ57等で構成される。p型半導体基板53に対して配線層52が設けられている側が、固体撮像装置10の「表面」であり、カラーフィルタ41や透明電極層54、マイクロレンズ57が設けられている側が「裏面」である。固体撮像装置10には、マイクロレンズ57、カラーフィルタ41、透明電極層54を介して裏面側からPD22に光が入射される。

[0044] 支持基板51は、例えばシリコン基板であり、裏面照射型の固体撮像装置10を製造する過程で、p型半導体基板53の裏面を露呈させ、p型半導体基板53を薄型化するために、配線層52の表面に接合される。

[0045] 配線層52は、p型半導体基板53の表面に形成され、配線層52内に設けられた配線52aによって、各画素21（通常画素43及びハイブリッド画素42a, 42b）のトランジスタ（Tr23, Ta24, Ts25）や、各画素21を駆動するための各種回路（垂直走査回路13, 水平走査回路14, 出力回路16, 制御回路17, CDS31等）、各種配線（リセット線27, 信号線28, 行選択線29, 出力バスライン33等）が形成される。なお、配線層52には、暗電流等によって各PD22で発生する不要な電荷を排出するための配線（図示しない）が設けられている。

[0046] PD 22は、p型半導体基板53と、p型半導体基板53内に形成されたn型半導体領域22aとのPN接合によって形成される。p型半導体基板53は薄型化されており、一点鎖線で示す光電変換領域22bは、p型半導体基板53の裏面近傍にまで達している。光電変換領域22bは、光が入射した場合に電荷を生成可能な領域の全体である。また、PD 22が生成した電荷（電子）は、ポテンシャルが低いn型半導体領域（電荷蓄積領域22a）に蓄積される。なお、PD 22は、PN接合によって形成される光電変換領域22bと電荷蓄積領域22aの全体である。また、各PD 22は図示しない分離層（例えばp+層）によって分離されており、隣接するPD 22間では電荷が移動しないようになっている。なお、電荷蓄積領域22aはFD 26に接続されている。

[0047] 透明電極層54は、p型半導体基板53の裏面側に設けられ、透明電極55A、55Bと絶縁膜56とからなる。透明電極55A、55Bは、例えば、ポリシリコン（Poly-Si）等の透明で導電性のある材料で形成される。また、透明電極55A、55Bは、電圧が印加されることによって電荷蓄積領域22aのポテンシャルを変調するので、ポテンシャル変調用電極に相当する。透明電極55A、55Bに電圧（電子を蓄積する場合は負電圧）が印加された場合に、生成及び蓄積する電荷（電子）に対して直下の電荷蓄積領域22aのポテンシャルを上げる。このポテンシャル変調により、n型半導体領域自体は変化しないが、実効的な電荷蓄積領域22aの幅（XY面内での大きさ）が変化する。

[0048] PD 22を左側部（X方向での上流側）と右側部とに2分したときに、透明電極55A、55Bは、PD 22の左側部と右側部とをそれぞれ覆っている。また、対になっているハイブリッド画素42a及びハイブリッド画素42bでは、透明電極55A、55Bが左右対称に設けられている。具体的には、ハイブリッド画素42aでは、PD 22の右側部に透明電極55Aが設けられ、左側部に透明電極55Bが設けられる。一方、ハイブリッド画素42bでは、PD 22の左側部に透明電極55Aが設けられ、右側部に透明電

極 5 5 B が設けられる。

[0049] 絶縁膜 5 6 は、透明電極 5 5 A, 5 5 B と p 型半導体基板 5 3 との間を絶縁するとともに、透明電極 5 5 A, 5 5 B 上を平坦化する平坦化膜として用いられている。このため、通常画素 4 3 上の透明電極層 5 4 は、絶縁膜 5 6 のみで形成されている。絶縁膜 5 6 は、例えば、BPSG 等の透明で導電性のない材料で形成される。なお、絶縁膜 5 6 は、透明電極 5 5 A, 5 5 B の下に存在する絶縁膜と、透明電極 5 5 A, 5 5 B の間に存在する絶縁膜、及び透明電極 5 5 A, 5 5 B 上に存在する平坦化膜とを一体化したものである。

[0050] カラーフィルタ 4 1 は、透明電極層 5 4 上で、各色セグメントが PD 2 2 にそれぞれ対応するように設けられている。このカラーフィルタ 4 1 は、R, G, B のいずれかの色光を選択的に透過する。

[0051] マイクロレンズ 5 7 は、各 PD 2 2 に対応するように、カラーフィルタ 4 1 上に設けられており、形状は概ね半球である。このマイクロレンズ 5 7 は、入射光を対応する PD 2 2 に集光させる。なお、受光領域 1 1 の中心では、マイクロレンズ 5 7 の中心は PD 2 2 の中心にほぼ一致しているが、受光領域 1 1 の周辺部分にあるものほど主光線角度に応じて受光領域 1 1 の中心方向にオフセットして配置（スケーリング）されている。これにより、受光領域 1 1 の周辺部分において、PD 2 2 に斜めに入射する光束も対応する PD 2 2 に効率良く集光される。

[0052] 図 4 に示すように、固体撮像装置 1 0 は、第 1 電圧印加部 6 1、第 2 電圧印加部 6 2、及びこれらと透明電極 5 5 A, 5 5 B をそれぞれ接続する配線 6 3、6 4 を有し、透明電極 5 5 A と透明電極 5 5 B とに印加する電圧をそれぞれ独立に制御できるようになっている。

[0053] 第 1 電圧印加部 6 1 は、配線 6 3 を介して透明電極 5 5 A に電圧を印加するものであり、制御部 1 7 から入力される制御信号に基づいて、透明電極 5 5 A に電圧を印加するタイミングや印加する電圧の大きさを調節する。例えば、第 1 電圧印加部 6 1 は、位相差 AF を行う場合に、透明電極 5 5 A に正

電圧を印加する。また、位相差 A F を行った後、被写体の撮像をする場合に、第 1 電圧印加部 6 1 は透明電極 5 5 A の電圧を零にする（あるいは透明電極 5 5 A の電位をグラウンドにする等により電圧を印加しない状態にする）。

[0054] 第 2 電圧印加部 6 2 は、配線 6 4 を介して透明電極 5 5 B に電圧を印加するものであり、第 1 電圧印加部 6 2 と同様に、制御部 1 7 から入力される制御信号に基づいて透明電極 5 5 B に電圧を印加するタイミングや電圧の大きさを調節する。但し、位相 A F を行う場合に、第 2 電圧印加部 6 2 が透明電極 5 5 B に印加する電圧は、第 1 電圧印加部 6 1 が透明電極 5 5 A に印加する電圧と符号が逆である。すなわち、第 2 電圧印加部 6 2 は、位相差 A F を行う場合に、透明電極 5 5 B に負電圧を印加する。一方、位相差 A F を行った後、被写体を撮像する場合は、第 1 電圧印加部 6 1 が透明電極 5 5 A の電圧を零にするのと同様に、第 2 電圧印加部 6 2 も透明電極 5 5 B に印加する電圧を零にする。

[0055] なお、第 1 電圧印加部 6 1 及び第 2 電圧印加部 6 2 は、制御部 1 7 と同様に配線層 5 2 の配線 5 2 a 等によって形成される。一方、第 1 電圧印加部 6 1 及び第 2 電圧印加部 6 2 と、透明電極 5 5 A, 5 5 B とをそれぞれ接続する配線 6 3, 6 4 は、例えば透明電極 5 5 A, 5 5 B と同様に、ポリシリコンによって透明電極層 5 4 内に形成される。このため、第 1 電圧印加部 6 1 及び第 2 電圧印加部 6 2 と、配線 6 3, 6 4 とは、p 型半導体基板 5 3 を貫通するビアホール（スルーホールとも言う。図示しない）を介して接続される。

[0056] 図 5 (A) に示すように、ハイブリッド画素 4 2 a, 4 2 b の透明電極 5 5 A, 5 5 B に電圧を印加しない場合（零電圧の場合）に、電荷蓄積領域 2 2 a のポテンシャルが変化しないので、ハイブリッド画素 4 2 a, 4 2 b と通常画素 4 3 とは、各電荷蓄積領域 2 2 a は同じ大きさである。また、透明電極 5 5 A, 5 5 B と、通常画素 4 3 上の絶縁膜 5 6 のいずれも透明であり、どちらも入射光が P D 2 2 に到達することを妨げない。このため、透明電

極 5 5 A, 5 5 B に電圧を印加しない場合に、ハイブリッド画素 4 2 a, 4 2 b と通常画素 4 3 とは、実質的に同じ機能を有する。すなわち、ハイブリッド画素 4 2 a, 4 2 b は、通常画素 4 3 として機能する。例えば、通常画素 4 3 及びハイブリッド画素 4 2 a, 4 2 b のそれぞれにおいて、PD 2 2 の右側部で発生した電荷 7 0 a と、左側部で発生した電荷 7 0 b は、ともに n 型半導体領域 2 2 a に蓄積される。

[0057] 一方、図 5 (B) に示すように、透明電極 5 5 A に正電圧を印加し、透明電極 5 5 B に負電圧を印加すると、電荷（電子）に対して透明電極 5 5 B の直下のポテンシャルが高くなり、電荷蓄積領域 2 2 a は X 方向に狭窄される。このため、ハイブリッド画素 4 2 a では、もともとの電荷蓄積領域 2 2 a のうち左側部のポテンシャルが高くなるので、実効的な電荷蓄積領域 7 3 a は右側部に偏る。逆に、ハイブリッド画素 4 2 b の実効的な電荷蓄積領域 7 3 b は左側部に偏る。

[0058] 但し、透明電極 5 5 A, 5 5 B は透明であるから、入射光の範囲は変わらず、また光電変換領域 2 2 b の大きさや形状も変化しない。このため、ハイブリッド画素 4 2 a, 4 2 b においても、通常画素 4 3 と同様に、PD 2 2 の右側部でも左側部でも電荷 7 0 a, 7 0 b は生成される。しかし、ハイブリッド画素 4 2 a, 4 2 b では、実効的な電荷蓄積領域 7 3 a, 7 3 b が左右に偏っているので、発生した電荷 7 0 a, 7 0 b のうち、一方だけが電荷蓄積領域 7 3 a, 7 3 b に蓄積される。

[0059] すなわち、ハイブリッド画素 4 2 a では、実効的な電荷蓄積領域 7 3 a が右側部にしか発生しないので、PD 2 2 の右側部で発生した電荷 7 0 a は蓄積されるが、PD 2 2 の左側部で電荷 7 0 b は、暗電流等を除去するための配線を介して排出される。また、ハイブリッド画素 4 2 b では、実効的な電荷蓄積領域 7 3 b が左側部にしかないので、PD 2 2 の右側部で発生した電荷 7 0 a は蓄積されず、PD 2 2 の左側部で発生した電荷 7 0 b だけが蓄積される。このように、透明電極 5 5 B に負電圧を印加した場合、ハイブリッド画素 4 2 a, 4 2 b は、受光範囲自体は等方的であるが、右側部または左側

部で発生した電荷のみを選択的に蓄積するので、いわゆる位相差画素として機能する。

[0060] もちろん、透明電極 5 5 A, 5 5 B を再び零電圧にすれば、狭窄されていた電荷蓄積領域 7 3 a, 7 3 b はもとの電荷蓄積領域 2 2 a に戻り、ハイブリッド画素 4 2 a, 4 2 b を通常画素 4 3 として機能させることができる。

[0061] 固体撮像装置 1 0 は、上述のようにハイブリッド画素 4 2 a, 4 2 b の透明電極 5 5 A, 5 5 B に印加する電圧を調節して、ハイブリッド画素 4 2 a, 4 2 b の電荷蓄積領域 2 2 a を制御することで、位相差 A F を行うことができる。この位相差 A F では、ハイブリッド画素 4 2 a, 4 2 b を位相差画素として機能させ、また位相差 A F 後に被写体を撮像する場合にはハイブリッド画素 4 2 a, 4 2 b を通常画素として機能させる。

[0062] このように、ハイブリッド画素 4 2 a, 4 2 b は、位相差画素として機能するだけでなく、通常画素としても機能するので、被写体の撮像をする場合にはハイブリッド画素 4 2 a, 4 2 b の画素信号を、そのまま通常画像の画素信号として使用することができる。このため、従来の位相差画素を有する固体撮像装置のように、ハイブリッド画素 4 2 a, 4 2 b の画素信号を補間処理やゲイン調節等によって補正する必要がないので、ハイブリッド画素 4 2 a, 4 2 b の対応位置において、通常画像の感度や解像度が低下しない。また、ハイブリッド画素 4 2 a, 4 2 b を設けることによる駆動モードの制限がないから、従来の位相差画素を有する固体撮像装置ではできなかった動画の撮影や、画素加算をすることができる。

[0063] 上記第 1 実施形態では、ハイブリッド画素 4 2 a, 4 2 b を左右方向で二分するように透明電極 5 5 A, 5 5 B を設け、位相差 A F を行う際に、ハイブリッド画素 4 2 a, 4 2 b で左右方向の視差に関する情報を得ているが、透明電極 5 5 A, 5 5 B を設ける方向は任意である。例えば、上下方向に透明電極 5 5 A, 5 5 B を並べて設け、ハイブリッド画素 4 2 a, 4 2 b で上下方向の視差に関する情報を得てもよい。また、斜め 4 5 度方向（あるいは 1 3 5 度方向）に透明電極 5 5 A, 5 5 B を並設して、ハイブリッド画素 4

2 a, 4 2 bで斜め方向の視差に関する情報を得てもよい。

[0064] また、透明電極5 5 Aに正電圧を印加し、透明電極5 5 Bに負電圧を印加することによって、ハイブリッド画素4 2 aの右側に入射した光によって発生した電荷を選択的に蓄積する位相差画素として機能させ、ハイブリッド画素4 2 bの左側に入射した光によって発生した電荷を選択的に蓄積する位相差画素として機能させているが、透明電極5 5 A, 5 5 Bに印加する電圧は逆でもよい。この場合、ハイブリッド画素4 2 aでは電荷蓄積領域の右側部が狭窄され、実効的な電荷蓄積領域が左側部に偏る。また、ハイブリッド画素4 2 bでは電荷蓄積領域2 2 aの左側部が狭窄され、右側部に実効的な電荷蓄積領域が形成される。

[0065] また、透明電極5 5 Bに負電圧を印加すれば、透明電極5 5 Aには電圧を印加せず、例えばグラウンドにしておいても上述と同様にハイブリッド画素4 2 a, 4 2 bを位相差画素として機能させることができる。

[0066] カラーフィルタ4 1の6×6画素の単位において、右上の第1サブユニット4 1 aの左下G画素と、左上の第2サブユニット4 1 bの左下G画素をハイブリッド画素4 2 a, 4 2 bにしているが、ハイブリッド画素4 2 a, 4 2 bにするG画素の位置は任意である。例えば、右上の第1サブユニット4 1 aの中央のG画素と、左上の第2サブユニット4 1 bの中央のG画素をそれぞれハイブリッド画素4 2 a, 4 2 bとしてもよい。

[0067] [第2実施形態]

第1実施形態ではハイブリッド画素4 2 a, 4 2 bがそれぞれ2つの透明電極5 5 A, 5 5 Bを有しているが、透明電極をさらに増やしてもよい。例えば、図6に示す固体撮像装置8 0のように、ハイブリッド画素に、独立に電圧の制御が可能な4つの透明電極を設けてもよい。

[0068] 固体撮像装置8 0は、カラーフィルタ4 1の6×6画素の単位の中に、4つのハイブリッド画素8 2 a, 8 2 b, 8 2 c, 8 2 dを有する。

[0069] ハイブリッド画素8 2 aは右上の第1サブユニット4 1 aの左下G画素であり、4つの透明電極8 5 A, 8 5 B, 8 5 C, 8 5 Dにより、直下のPD

22のポテンシャルが制御される。ハイブリッド画素82aの場合に、透明電極85A, 85B, 85C, 85Dはそれぞれ右上, 左上, 左下, 右下に設けられる。

[0070] ハイブリッド画素82bは、左上の第2サブユニット41bの左下G画素であり、ハイブリッド画素82aと同様に4つの透明電極85A, 85B, 85C, 85Dによって電荷蓄積領域22aのポテンシャルが制御される。但し、ハイブリッド画素82bは、透明電極85A~85Dの配置がハイブリッド画素82aと異なっており、ハイブリッド画素82aのものと左右対称(X方向の位置を入れ替えた配置)である。すなわち、ハイブリッド画素82bでは、透明電極85Aは左上に、透明電極85Bは右上に、透明電極85Cは右下に、透明電極85Dは左下にそれぞれ配置される。

[0071] また、ハイブリッド画素82cは、左下の第1サブユニット41aの左下G画素であり、ハイブリッド画素82dは右下の第2サブユニット42bの左下G画素である。そして、これらもハイブリッド画素82a, 82bと同様に、4つの透明電極85A~85Dによって直下のPD22のポテンシャルが制御されるが、透明電極85A~85Dの配列が異なっている。

[0072] ハイブリッド画素82cの透明電極85A~85Dはそれぞれ、左下, 右下, 右上, 左上に配置される。すなわち、ハイブリッド画素82cは、透明電極85A~85Dの配置が同列上方にあるハイブリッド画素82bと上下対称(Y方向の位置を入れ替えた配置)である。また、ハイブリッド画素82aのものと比較すれば、ハイブリッド画素82cの透明電極85A~85Dの配列は、斜め方向(約135度方向)に対称である。

[0073] また、ハイブリッド画素82dの透明電極85A~85Dは、それぞれ右下, 左下, 左上, 右上に配置され、同列上方にあるハイブリッド画素82aのものに対して上下対称な配列になっている。また、ハイブリッド画素82bのものと比較すれば、ハイブリッド画素82dの透明電極85A~85Dの配置は、斜め方向に対称な配置(右下と左上を入れ替えた配置)である。

[0074] これらのハイブリッド画素82a~82dは、各画素間に設けられた配線

89a, 89b, 89c, 89dを介して、第1電圧印加部91, 第2電圧印加部92, 第3電圧印加部93, 第4電圧印加部94にそれぞれ接続される。配線89a~89dは、第1実施形態と同様にポリシリコン等を用いて、透明電極層54に設けられる。第1~第4電圧印加部91~94は、配線89a~89dを介し、透明電極85A~85Dにそれぞれ独立に電圧を印加する。第1~第4電圧印加部91~94は、第1実施形態と同様に配線層52の配線52a等により形成され、配線89a~89dとは図示しないビアホールを通じて接続される。また、第1~第4電圧印加部91~94は、制御部17から入力される制御信号に基づいて、透明電極85A~85Dに電圧を印加するタイミングや電圧の大きさをそれぞれ調節する。

[0075] 上述のように構成される固体撮像装置80は、図7(A)に示すように、透明電極85A~85Dに電圧を印加しない場合に、各ハイブリッド画素82a~82dは通常画素43として機能する。各ハイブリッド画素82a~82dの電荷蓄積領域22aは、通常画素43のものと同一である。このために透明電極85A~85Dに電圧を印加せずに被写体を撮像することにより、ハイブリッド画素82a~82dの画素信号をゲイン補正等せずにそのまま用いて通常画像の画素としても用いることができる。

[0076] 一方、透明電極85Aと透明電極85Dに正電圧を印加し、透明電極85Bと透明電極85Cに負電圧を印加すると、各ハイブリッド画素82a~82dの電荷蓄積領域22aは狭窄され、透明電極85A及び透明電極85D下だけに実効的な電荷蓄積領域96R, PD96Lが残る。すなわち、カラーフィルタ41の6×6画素の単位で見たときに、右側にある2つのハイブリッド画素82a, 82dでは、実効的な電荷蓄積領域96Rが右側に偏在しているので、これらは右側から入射する光束を選択的に受光する位相差画素として機能する。一方、左側にある2つのハイブリッド画素82b, 82cでは、実効的な電荷蓄積領域96Lが左側に偏在しているので、これらは左側に入射する光束を選択的に受光する位相差画素として機能する。

[0077] したがって、透明電極85Aと透明電極85Dに正電圧を印加し、透明電

極 8 5 B と透明電極 8 5 C に負電圧を印加することにより、左右の視差に基づいた位相差 A F を行うことができる。なお、合焦評価は、例えば、ハイブリッド画素 8 2 a とハイブリッド画素 8 2 b の対や、ハイブリッド画素 8 2 d とハイブリッド画素 8 2 c の対から得られる画素信号に基づいて、周知のように行われる。

[0078] また、図 8 に示すように、透明電極 8 5 A と透明電極 8 5 B に正電圧を印加し、透明電極 8 5 C と透明電極 8 5 D に負電圧を印加すると、ハイブリッド画素 8 2 a ～ 8 2 d の電荷蓄積領域 2 2 a は狭窄され、透明電極 8 5 A と透明電極 8 5 B の下だけ実効的な電荷蓄積領域 9 6 U、電荷蓄積領域 9 6 D が残る。すなわち、カラーフィルタ 4 1 の 6 × 6 画素の単位で見たときに、上側（Y 方向で上流側）にある 2 つのハイブリッド画素 8 2 a、8 2 b では、実効的な電荷蓄積領域 9 6 U が上側に偏在しているので、これらは上側に入射する光束を選択的に受光する位相差画素として機能する。一方、下側（Y 方向で下流側）にある 2 つのハイブリッド画素 8 2 c、8 2 d では、実効的な電荷蓄積領域 9 6 D が下側に偏在するので、これらは下側に入射する光束を選択的に受光する位相差画素として機能する。

[0079] したがって、透明電極 8 5 A と透明電極 8 5 B に正電圧を印加し、透明電極 8 5 C と透明電極 8 5 D に負電圧を印加することにより、固体撮像装置 8 0 は上下の視差に基づいた位相差 A F を行うことができる。上下の視差に基づいた位相差 A F は、例えば、地平線等、上下方向に変化があるが左右方向に変化が少ない被写体を撮影する場合に好適である。もちろん、被写体に応じて透明電極 8 5 A ～ 8 5 D に印加する電圧のパターンを変化させることにより、左右の視差に基づく位相差 A F と、上下方向の視差に基づく位相差 A F とのうち、精度が良い方に切り換えを行うこともできる。

[0080] なお、遮光膜等によって位相差画素の非対称性を与えている従来の固体撮像装置は、左右方向と上下方向の視差に関する情報を両方とも得るためには、左右方向の視差を検出するための位相差画素と、上下方向の視差を検出するための位相差画素を予め配置されている。このため、左右方向あるいは上

下方向の一方向の視差だけを得る場合に比べて、2倍の位相差画素が必要となるので、ゲイン補正や補間をしなければならない画素が倍増し、感度や解像度の劣化はさらに顕著になりやすい。この従来の固体撮像装置と比較すると、本発明の固体撮像装置80では、左右方向と上下方向の視差に関する情報を任意に切り換えて得ることができる上に、通常画像を撮像する場合にはハイブリッド画素82a～82dが通常画素として機能するので、感度や解像度の劣化が特に少ない通常画像を撮像することができる。

[0081] さらに、図9に示すように、固体撮像装置80では、透明電極85Aに正電圧を印加し、透明電極85B～85Dに負電圧を印加することにより、ハイブリッド画素82a～82dの電荷蓄積領域22aを狭窄し、透明電極85Aの下だけに実効的な電荷蓄積領域96UR, 96UL, 96DL, 96DRを残すこともできる。この場合に、ハイブリッド画素82a～82dは、それぞれ右上, 左上, 左下, 右下の各方向から入射する光を選択的に受光する位相差画素として機能する。例えば、ハイブリッド画素82aとハイブリッド画素82cの対や、ハイブリッド画素82bとハイブリッド画素82dの対から得られる信号に基づいて位相差AFを行うことにより、斜め方向の視差に基づく位相差AFを行うことができる。

[0082] また、図10に示すように、透明電極85A, 85B, 85Dに正電圧を印加し、透明電極85Cに負電圧を印加してもよい。この場合に、各ハイブリッド画素82a～82dの実効的な電荷蓄積領域は、L字型の電荷蓄積領域96UR, 96UL, 96DL, 96DRになる。この場合も、ハイブリッド画素82aとハイブリッド画素82cの対や、ハイブリッド画素82bとハイブリッド画素82dの対から得られる信号に基づいて位相差AFを行うことにより、斜め方向の視差に基づく位相差AFを行うことができる。また、例えば、透明電極85Aに正電圧を印加し、透明電極85Cに負電圧を印加し、透明電極85B, 85Dには電圧を印加しない場合も同様である。

[0083] なお、第2実施形態では複数の透明電極が2次元に配列されているが、これらは一列に配置してもよい。例えば、図11に示す固体撮像装置110で

は、4つの透明電極113A～113Dを横方向（X方向）に配置したハイブリッド画素112を用いて、電荷蓄積領域22aの大きさ及び位置をさらに細かく制御している。この固体撮像装置110は各種の撮像レンズと組み合わせて用いることができるが、焦点距離が可変なズームレンズ（図示しない）を用いるのが特に好適である。

[0084] 図12に示すように、ズームレンズを広角端（最短焦点距離）で使用する場合に、入射光のうち主に右側から入射する部分（以下、右側光束という）114Rは光電変換領域22bの左側に入射し、入射光のうち主に左側から入射する部分（以下、左側光束という）114Lは光電変換領域22bの右側に入射する。このため、左側2つの透明電極113A及び透明電極113Bに負電圧を印加し、右側2つの透明電極113C及び透明電極113Dに正電圧を印加して、実効的な電荷蓄積領域115をPD22の右側に偏在させれば、左側光束114Lによって発生した電荷を蓄積し、右側光束114Rによって発生した電荷は破棄される。

[0085] 一方、図13に示すように、ズームレンズを望遠端（最長焦点距離）で使用する場合に、光の入射角度は広角端の場合よりも緩やかになる。そして、例えば、ハイブリッド画素112が受光領域11の右側にある場合に、右側光束116Rも左側光束116Lも主に光電変換領域22bの右側に入射する。この場合、広角端の場合と同じように、実効的な電荷蓄積領域115をPD22の右側半分に偏在させただけでは左右の各光束116R，116Lによって発生した電荷が両方とも蓄積されてしまう。すなわち、ハイブリッド画素112では、視差に関する情報が得られ難い。このため、固体撮像装置110では、ズームレンズを望遠端で使用する場合に、左側3つの透明電極113A～113Cに負電圧を印加し、最も右側の透明電極113Dにだけ正電圧を印加して、実効的な電荷蓄積領域117を広角端に比べて約半分の幅にして、PD22の最も右側にだけ偏在させる。こうすると、左右の各光束116R，116Lが、ともに光電変換領域22bの右側1/2の領域に入射した場合でも、左側光束116Lによって発生した電荷が蓄積され、

右側光束 1 1 6 R によって発生した電荷が破棄される。これにより、ハイブリッド画素 1 1 2 は、視差に関する情報を得ることができる。

[0086] 左右方向には、2つの透明電極しか配置していない第1、第2実施形態の各ハイブリッド画素 4 2 a, 4 2 b, 8 2 a ~ 8 2 d では、ズームレンズに使用する場合に、望遠端では視差に関する情報を得られにくくなることがある。そこで、左右方向にさらに細かく透明電極を分割して配置したハイブリッド画素 1 1 2 を用いれば、ズームレンズに対しても視差に関する情報が得やすくなり、位相差 A F の精度も向上する。

[0087] なお、第2実施形態のハイブリッド画素 8 2 a ~ 8 2 d のように2次元に透明電極を配置する場合には、左右方向の他に、視差を求める上下方向等にも、細かく分割した透明電極を配置すれば、ハイブリッド画素 1 1 2 と同様に、ズームレンズに好適なハイブリッド画素とすることができる。

[0088] また、図 1 2 及び図 1 3 では、ハイブリッド画素 1 1 2 を左側光束 1 1 4 L, 1 1 6 L によって発生した電荷を蓄積する位相差画素として機能させているが、透明電極 1 1 3 A ~ 1 1 3 D に印加する電圧の正負を逆にすれば、ハイブリッド画素 1 1 2 を右側光束 1 1 4 R, 1 1 6 R によって発生した電荷を蓄積する位相差画素として機能させることができる。

[0089] 図 1 4 に示すグラフは、横軸がハイブリット画素 1 1 2 の受光領域 1 1 内の位置を表し、縦軸が電荷蓄積領域 2 2 a の右半分に実効的な電荷蓄積領域を偏在させたときのハイブリット画素 1 1 2 の比感度を表している。この比感度は、通常画素 4 3 の感度に対するハイブリット画素 1 1 2 の感度の比である。図 1 5 に示すように、左側の透明電極 1 1 3 A, 1 1 3 B に負電圧を印加し、右側の透明電極 1 1 3 C, 1 1 3 D に正電圧を印加すると、実効的な電荷蓄積領域 1 2 2 は、電荷蓄積領域 2 2 a の $1/2$ の幅で右側に偏在するから、ハイブリット画素 1 1 2 は、光電変換領域 2 2 b の右側で発生した電荷を選択的に蓄積する位相差画素として機能する。この場合に、図 1 4 の実線で示すように、受光領域 1 1 の中央にあるハイブリット画素 1 1 2 C では比感度は 0.5 であるが、受光領域 1 1 の右側にあるハイブリット画素

1 1 2 Rでは比感度が0.5よりも高くなり、逆に受光領域1 1の左側にあるハイブリッド画素1 1 2 Lでは比感度が0.5よりも低くなる。

[0090] 受光領域1 1内での位置によって、ハイブリッド画素の比感度が変化する理由は、図1 5から明らかなように、光の入射角度が異なるからである。具体的には、受光領域1 1の中央にあるハイブリッド画素1 1 2 Cでは、光の入射角が小さいため、入射光のうち右側光束1 2 1 Rは光電変換領域2 2 bの左側に入射し、左側光束1 2 1 Lは光電変換領域2 2 bの右側に入射する。これにより、右半分に偏在させた実効的な電荷蓄積領域1 2 2には、左側光束1 2 1 Lによって発生した電荷が選択的に蓄積される。このように、中央のハイブリッド画素1 1 2では、入射光のうち約1/2の左側光束1 2 1 Lが、電荷蓄積領域1 2 2に蓄積される電荷を生成するので、比感度は概ね0.5となる。

[0091] 一方、受光領域1 1の右側（X方向での下流側）にあるハイブリッド画素1 1 2 Rでは、光の入射角が受光領域1 1の中心方向に傾斜する。このため、左側光束1 2 1 Lと右側光束1 2 1 Rが両方とも光電変換領域2 2 bの右側に入射し、左側光束1 2 1 Lによって発生した電荷と、右側光束1 2 1 Rによって発生した電荷の両方が電荷蓄積領域1 2 2に蓄積される。したがって、受光領域1 1の右側にあるハイブリッド画素1 1 2 Rは、中央のハイブリッド画素1 1 2 Cよりも比感度が高くなるが、S/Nが良くなく、視差に関する情報が得られ難い。

[0092] 逆に、受光領域1 1の左側にあるハイブリッド画素1 1 2 Lでは、左側光束1 2 1 Lと右側光束1 2 1 Rの両方が光電変換領域2 2 bの左側に入射する。このために、電荷蓄積領域1 2 2には、左側光束1 2 1 Lによって発生した電荷と右側光束1 2 1 Rによって発生した電荷のいずれも蓄積されにくくなり、中央のハイブリッド画素1 1 2 Cと比較して比感度が小さくなる。

[0093] 上記のように、S/Nが良くない場合や、比感度が小さい場合には、位相差AFの精度が低下するが、図1 6に示すように、受光領域1 1内の位置に応じて各ハイブリッド画素1 1 2の実効的な電荷蓄積領域の幅を制御するこ

とで、 S/N や比感度を向上させることができる。具体的には、中央のハイブリッド画素112Cでは、透明電極113A、113Bに負電圧を印加し、透明電極113C、113Dに正電圧を印加することにより、実効的な電荷蓄積領域122を電荷蓄積領域22a（図11参照）の右側でそのほぼ半分に偏在させる。一方、右側のハイブリッド画素112Rでは、透明電極113A～113Cに負電圧を印加し、透明電極113Dに正電圧を印加することによって、実効的な電荷蓄積領域123を電荷蓄積領域22aの右側で、そのほぼ $1/4$ に偏在させる。また、左側のハイブリッド画素112Lでは、透明電極113Aに負電圧を印加し、透明電極113B～113Dに正電圧を印加することによって、実効的な電荷蓄積領域124を電荷蓄積領域22aの右寄りのほぼ $3/4$ にする。

[0094] このように、受光領域11の右側にあるハイブリッド画素112Rでは、位置が右側にあるほど、実効的な電荷蓄積領域123の幅を小さくして右側に偏在させると、右側光束121Rによって発生する電荷が蓄積されなくなるので、比感度は中央のハイブリッド画素112Cと同程度まで低くなるが、 S/N が向上する。これにより、ハイブリッド画素112Rを用いた位相差AFの精度が向上する。また、受光領域11の左側にあるハイブリッド画素112Lは、位置が左側にあるほど、実効的な電荷蓄積領域124の幅を左側へ広げると、左側光束121Lによる電荷を蓄積することができるので比感度が向上する。すなわち、ハイブリッド画素112Lを用いた位相差AFの精度を向上する。

[0095] 図15では、受光領域11の左側にあるハイブリッド画素112Lにおいて、実効的な電荷蓄積領域124は、電荷蓄積領域22aの $3/4$ の幅で右側に偏在している。この代わりに、透明電極113Aと透明電極113C及び透明電極113Dに負電圧を印加し、左から2番目の透明電極113Bにだけ正電圧を印加することで、左側光束121Lの到達点近傍の直下に、実効的な電荷蓄積領域を偏在させてもよい。

[0096] また、右側光束121Rによって発生する電荷を選択的に蓄積するハイブ

リッド画素 1 1 2 の場合には、図 1 4 の破線で示すように、右側にあるものほど比感度が低く、左側にあるものほど比感度が高いが、 S/N が良くない。このため、右側光束 1 2 1 R によって発生する電荷を選択的に蓄積する場合には、透明電極 1 1 3 A ~ 1 1 3 D に印加する電圧の正負を、左側光束 1 2 1 L によって発生する電荷を選択的に蓄積する場合の逆にすればよい。

[0097] 一つのハイブリッド画素に 3 以上の透明電極を用いる場合に、受光領域 1 1 の位置に応じて電荷蓄積領域の幅を変えることで位相差 ΔF の精度が向上するが、これは撮像レンズの種類に依存しない。但し、撮像レンズとしてズームレンズを用いると、ハイブリッド画素 1 1 2 に対しては、望遠端での位相差 ΔF の精度低下と、受光領域 1 1 内での配置と光の入射角の関係による位相差 ΔF の精度低下を一挙に改善することができるので、特に好ましい。

[0098] 図 1 5 及び図 1 6 では、4 つの透明電極 1 1 3 A ~ 1 1 3 D を有するハイブリッド画素 1 1 2 を用いているが、2 つ以上の透明電極があれば、受光領域 1 1 内の位置に応じて電荷蓄積領域の幅の調節をすることができる。例えば、第 3 図に示す第 1 実施形態のように左右に 2 つの透明電極 5 5 A, 5 5 B を配置する場合に、各ハイブリッド画素 4 2 a, 4 2 b の受光領域 1 1 内の位置に応じて、透明電極 5 5 A, 5 5 B の大きさを予め調節しておけばよい。すなわち、光電変換領域 2 2 b の右側で発生した電荷を蓄積するハイブリッド画素 4 2 a は、右側にあるものほど透明電極 5 5 B の面積を大きくし、これとともに透明電極 5 5 A の面積を小さくする。なお、透明電極 5 5 A だけを小さくしてもよい。また、光電変換領域 2 2 b の左側で発生した電荷を蓄積するハイブリッド画素 4 2 b では、左側にあるものほど透明電極 5 5 A の面積を大きくし、これとともに透明電極 5 5 B の面積を小さくする。なお、第 2 実施形態のように 4 つの電極 8 2 A ~ 8 2 D を 2 次元に配列する場合も同様である。

[0099] 第 1, 第 2 実施形態では、透明電極を用いてハイブリッド画素を形成しているが、透明電極の代わりに不透明な電極を用いてもよい。例えば、図 1 7 に示すように、電荷蓄積領域 2 2 a の左右に不透明な電極 1 5 1 A, 1 5 1

Bが設けられる。但し、電極151A、151Bは、入射光を遮光しないように、マイクロレンズ57が入射光を集光する領域（以下、集光領域という）152に重ならないように設ける。電極151A、151Bは、第1実施形態の透明電極55A、55Bにそれぞれ対応するものであり、例えば、電極151Aに正電圧を印加し、電極151Bに負電圧を印加すれば、実効的な電荷蓄積領域を右側に偏在させることができる。また、第2実施形態のように4つの電極を2次元に配列する場合、図18に示すように、電荷蓄積領域22aの四隅に不透明な電極153A～153Dを配置すればよい。

[0100] 図17及び図18では、電荷蓄積領域22aの左右の端または四隅にそれぞれ不透明な四角形の電極が形成されているが、集光領域152に重ならない範囲であれば、不透明な電極の形状や大きさ等は任意である。例えば、図19に示すように、左右に配置された2つの不透明な電極154A、154Bは、集光領域152の部分がほぼ半円形に切り欠かれている。同様に、図20に示すように、左右に配置された4つの不透明な電極155A～155Dは、集光領域152の部分が円弧状に切り欠かれている。このように、集光領域152の部分を切り欠いた電極を用いると、電荷蓄積領域22aの左右の端や四隅に四角形の電極を設ける場合よりも、正確に電荷蓄積領域22aの幅等を制御できる。不透明な電極の材料は導電性があれば任意であり、例えば、アルミニウム等の金属を用いることができる。

[0101] 図21は、G画素の他に、R画素やB画素もハイブリッド画素にしたものである。もちろん、ハイブリッド画素を全てR画素としてもよいし、あるいは全てB画素としてもよい。また、R、G、Bのいずれか2種にだけハイブリッド画素を設けてもよい。

[0102] 図22は、受光領域11内の全ての画素をハイブリッド画素としたものである。従来の固体撮像装置では、位相差画素が所定位置に設けられているため、焦点調節が可能なAFエリアが特定されることになるが、全ての画素をハイブリッド画素にすれば、撮像フィールド内の全域で焦点調節をすることが可能となる。

[0103] また、図 22 では、右側部に透明電極 55A が配置されたハイブリッド画素 42a と、左側部に透明電極 55A が配置されたハイブリッド画素 42b とを混在させているが、図 23 に示すように、例えば全画素を、右側部に透明電極 55A が配置されたハイブリッド画素 42a にしてもよい。この場合に、例えば、あるフレームでは、透明電極 55A に正電圧を印加し、透明電極 55B に負電圧を印加して、全画素において右側で受光した光によって発生した電荷を選択的に蓄積して撮像をする。次のフレームでは、透明電極 55A に負電圧を印加し、透明電極 55B に正電圧を印加して、全画素において左側で受光した光によって発生した電荷を選択的に蓄積して撮像をする。こうすると、連続した 2 つのフレーム間での画素信号を用いて位相差 AF を行うことができる。また、1 フレーム目で得た画像を右視点画像、2 フレーム目で得た画像を左視点画像とすれば、立体視用の視差画像を得ることもできる。すなわち、2D 撮影（全画素を通常画素として通常画像を撮影する場合）と、3D 撮影を容易に切り換えることができる。また、2D 撮影画像と 3D 撮影画像とは、全画素を使用しているから高解像度の画像を得ることができる。

[0104] 図 24 に示す固体撮像装置 160 は、1 画素に 2 つの PD 22 を設けたものである。なお、カラーフィルタ 41 の色セグメントやマイクロレンズ 75 は 1 画素に 1 つである。この固体撮像装置 160 では、2 つの PD 22 で発生した電荷が合算され、1 つの画素の画素信号として出力される。この場合に、ハイブリッド画素 162 では、一方の PD 22 上に透明電極 55A を設け、他方の PD 22 上に透明電極 55B を設ける。透明電極 55A に正電圧（または負電圧）を、透明電極 55B に負電圧（または正電圧）をそれぞれ印加すれば、ハイブリッド画素 162 を位相差画素として機能させることができる。なお、第 2 実施形態のように 4 つの透明電極 85A ~ 85D を設けてもよい。この場合には、1 画素に 4 つの PD 22 が設けられる。このように、1 画素に複数の PD 22 を含むようにすると、各 PD 22 が独立しているので、各 PD 22 間での電荷の移動がなく、ノイズが少ないのでさらに正

確な位相差 A F を行うことができる。

[0105] 1画素に複数のPD22を含ませる場合は、図25に示すように、画素間等の素子分離領域151をp+で形成した上で、さらにPD22間の素子分離領域172をより添加物が多いp++で形成することが好ましい。こうすると、素子分離領域172の電子に対するポテンシャル障壁が通常の素子分離領域171よりも高くなるので、2つのPD22間の電荷の移動をより確実に防止することができる。例えば、2つのPD22のうち一方のPDに対応する透明電極に負電圧を印加し、他方のPDに対応する透明電極に正電圧を印加する場合に、負電圧が印加されたPDで発生した電子は、素子分離領域172のポテンシャル障壁を乗り越えられないので、負電圧を印加されていない他方のPDには流入しない。負電圧が印加されたPDでは、光電変換により電荷を生成されるが、生成された電荷は負電圧が印加されているために蓄積されず、グランドに接続された配線（図示しない）を介して排出される。

[0106] また、図25において、各PD22に対してFD26と読み出しゲート173とを設けて、2つのPD22の電荷を混合せずに、PD22毎に電荷の読み出しを行うのが望ましい。こうすると、各PD22間の電荷の移動をさらに確実に防止することができる。

[0107] 図24及び図25では、通常画素163とハイブリッド画素162の両方が、2つのPD22を含んでいるが、ハイブリッド画素162だけに複数のPD22を設けてもよい。

[0108] 図26及び図27は、画素がハニカム配列された固体撮像装置を示す。このハニカム配列では、カラーフィルタの色配列は任意であるが、図26ではG画素の列と、R画素及びB画素が2個ずつ交互に並んだ列を、斜め45度方向に交互に配置している。図27では、画素、G画素、B画素が交互に並んだ同じ列が、斜め45度方向に配置されている。

[0109] また、第1、第2実施形態では、6×6画素を単位としたカラーフィルタ41を用いているが、カラーフィルタ41の色配列は任意である。例えば、

画素を正方配列にする場合には、図28に示すように、破線で囲む2×2画素を上下左右に並べたいわゆるベイヤー配列にしてもよい。

[0110] 図29は、表面照射型(FSI; front side illuminated)の固体撮像装置180を示す。この表面照射型の固体撮像装置180は、p型半導体基板53上に配線層52、カラーフィルタ41、マイクロレンズ57が、この順番で積層された構造を有し、配線層52を介して表面側からPD22に光が入射する。透明電極層54は、例えばp型半導体基板53と配線層52の間(p型半導体基板53の表面上)に設けられる。但し、透明電極層54の透明電極55A、55Bによって、PD22のポテンシャルを制御することができるのであれば、表面照射型の固体撮像装置180でも、透明電極層54をPD22の下(p型半導体基板53の裏面側)に設けてもよい。

[0111] 前述した第1、第2実施形態では、位相差画素として機能させる場合に、対になるハイブリッド画素が同じ行(第2実施形態では同じ行かつ同じ列)に設けられているが、対になる2つのハイブリッド画素は異なる行または列に設けてもよい。

[0112] また、1つの画素は、3つのトランジスタTr23、Ta24、Ts25を有するが、各画素のトランジスタの数等は任意である。例えば、PD22とFDの間に転送用のトランジスタを設け、4つのトランジスタを用いて構成してもよい。

[0113] 裏面照射型の固体撮像装置では、p型半導体基板53の裏面に透明電極層54を設けているが、透明電極によってPD22のポテンシャルを制御することができれば、透明電極層54の積層順は任意である。例えば、カラーフィルタ41とマイクロレンズ57の間に透明電極層54を設けてもよい。但し、透明電極とPD22の距離が近いほど制御性が良いので、透明電極層54はp型半導体基板53上に形成されていることが好ましい。

[0114] また、加色法の3原色(B, G, R)カラーフィルタ41を用いているが、減色法の3原色(Y, M, C)カラーフィルタを用いてもよい。また、カ

ラーフィルタには無色（透明）、特定色等が含まれていてもよく、この無色等のフィルタをハイブリッド画素に設けてもよい。

[0115] 第1実施形態では、ハイブリッド画素42a, 42bで左右方向の視差に関する情報を得ており、第2実施形態ではハイブリッド画素82a～82dで上下左右及び斜めの各方向の視差に関する情報を得ている。この他に、第1実施形態のハイブリッド画素42a, 42bと、これらを90度回転して上下方向に配置した2個のハイブリッド画素とにより、左右と上下方向での視差情報を得てもよい。

[0116] 全てのハイブリッド画素間では、同じ透明電極に一律に同じ電圧を印加しているが、透明電極に印加する電圧をハイブリッド画素毎に制御してもよい。特に、全画素をハイブリッド画素にする場合に、各画素の透明電極を個別に制御できると、2D撮影と3D撮影の切り換えが容易である。

[0117] また、p型半導体基板53とカラーフィルタ41の間に透明電極層54を設け、ハイブリッド画素のPD22のポテンシャルを裏面側から制御しているが、透明電極層54をp型半導体基板53と配線層52の間に設け、表面側からハイブリッド画素のPD22を制御してもよい。この場合、透明電極55A, 55B等の代わりに、不透明な材料を使用して電極を形成することができる。

[0118] PD22のポテンシャルを制御するための透明電極は、1つのハイブリッド画素に2以上設けられているが、ハイブリッド画素に設ける電極は1つでもよい。例えば、第1実施形態のハイブリッド画素42a, 42bの場合、透明電極55Aをなくし、透明電極55Bだけを設けてもよい。この場合、透明電極55Bに負電圧を印加すれば、PD22のポテンシャルを電極がない部分（第1実施形態で透明電極55Aがある部分）の直下だけが残るようにPD22のポテンシャルを制御することができる。但し、1つの電極に負電圧を印加してPD22の電荷蓄積領域22aを狭窄するよりも、2以上の電極を用いた方がポテンシャル（すなわち電荷蓄積領域の形状等）の制御性が良いので、第1, 第2実施形態のように複数の電極を設けておくことが好

ましい。

[0119] ハイブリッド画素を位相差画素として機能させる場合に、電荷蓄積領域を偏在させる箇所の電極（例えば、第1実施形態の透明電極55A）に正電圧を印加しているが、この電荷蓄積領域を偏在させる箇所の電極には零電圧（あるいはグランド）にしもよい。例えば、第1実施形態において、透明電極55Bに負電圧を印加し、透明電極55Aを零電圧にした場合も、電荷蓄積領域は透明電極55Aの下に偏在させることができる。但し、ポテンシャルの制御性が良いので、透明電極55Aには正電圧を印加した方がよい。

[0120] 受光領域11内に複数のハイブリッド画素を均一に設けているが、位相差AFを行うためにはハイブリッド画素は、少なくとも対となる2個があればよい。一对のハイブリッド画素を複数設ける場合には、一对のハイブリッド画素の数や配置は任意に決めればよい。

[0121] 本発明の固体撮像装置は、位相差AFを行うものであれば、CMOSイメージセンサの他に、CCD型イメージセンサでもよい。また、3以上の透明電極を有するハイブリッド画素112を用いる固体撮像装置は、薄型のデジタルカメラ、携帯電話機やPDA、スマートフォン等に搭載されるカメラユニット等、周辺部で主光線角度が大きくなりやすい薄型、小型のものに特に好適である。

符号の説明

- [0122] 10, 80, 160, 180 固体撮像装置
- 11 受光領域
- 21 画素
- 22 PD
- 22a 電荷蓄積領域
- 22b 光電変換領域
- 41 カラーフィルタ
- 42a, 42b, 82a~82d ハイブリッド画素
- 43 通常画素

5 4 透明電極層

5 5 A, 5 5 B, 8 5 A ~ 8 5 D 透明電極

7 3 a, 7 3 b, 1 1 5, 1 1 7, 1 2 2, 1 2 2 ~ 1 2 4 実効的な電荷蓄積領域

請求の範囲

- [請求項1] 被写体からの入射光を光電変換し、入射光量に応じた電荷を発生させる光電変換領域と、前記光電変換領域で発生した電荷を蓄積する電荷蓄積領域と、前記電荷蓄積領域に電圧を印加して前記電荷に対するポテンシャルを変調することによって前記電荷蓄積領域の幅を狭窄し、前記電荷蓄積領域を偏在させるポテンシャル変調用電極とを有するハイブリッド画素を複数備え、
- 前記ハイブリッド画素は、前記電荷蓄積領域の幅が狭窄されていない場合に、前記光電変換領域で発生した前記電荷を偏りなく蓄積する通常画素として機能し、そして前記ポテンシャル変調用電極に電圧が印加されて前記電荷蓄積領域の幅が狭窄された場合に、前記電荷のうち前記光電変換領域の一部で発生した前記電荷を選択的に蓄積する位相差画素として機能する固体撮像装置。
- [請求項2] 前記ハイブリッド画素は複数のフォトダイオードを含み、各フォトダイオードは前記光電変換領域と前記電荷蓄積領域とを有し、
- 前記各フォトダイオードの間での前記電荷の移動を妨げる分離領域には、隣接する画素との間での前記電荷の移動を妨げる分離領域よりも添加物の量が多く、前記電荷に対するポテンシャルが高くなっている請求項1に記載の固体撮像装置。
- [請求項3] 前記ポテンシャル変調用電極は、各々独立して電圧を印加可能な複数の電極を有し、この少なくとも1つの各電極に負電圧を印加することにより、前記電荷蓄積領域を他方の電極の下へ偏在させる請求項1または2に記載の固体撮像装置。
- [請求項4] 前記電荷蓄積領域が偏在される位置に対応する前記電極には、正電圧が印加される請求項3に記載の固体撮像装置。
- [請求項5] 前記ポテンシャル変調用電極は、印加電圧が制御可能な第1電極と第2電極を有し、
- 複数の前記ハイブリッド画素は、前記第1電極と前記第2電極が第

1 方向に配置された第 1 ハイブリッド画素と、前記第 1 電極と前記第 2 電極が前記第 1 ハイブリッド画素と逆順に配置された第 2 ハイブリッド画素の 2 種類であり、

前記第 1 電極には、前記第 1 ハイブリッド画素と前記第 2 ハイブリッド画素の両方に第 1 電圧を印加され、前記第 2 電極には前記第 1 ハイブリッド画素と前記第 2 ハイブリッド画素の両方に第 2 電圧が印加される請求項 3 または 4 に記載の固体撮像装置。

[請求項 6] 前記ポテンシャル変調用電極は、前記第 1 方向に配列された少なくとも 3 以上の電極である請求項 3 または 4 に記載の固体撮像装置。

[請求項 7] 前記ハイブリッド画素を含む複数の画素が配列された受光領域に、焦点距離が調節可能なズームレンズによって被写体の像が結像される際に、

前記ズームレンズの焦点距離に応じて、前記第 1 方向に配置された前記各電極の印加電圧を変えることにより、前記電荷蓄積領域を偏在させる位置を変える請求項 6 に記載の固体撮像装置。

[請求項 8] 前記ポテンシャル変調用電極は、印加電圧が制御可能な第 1 ～第 4 電極の 4 つの電極を有し、

複数の前記ハイブリッド画素は第 1 ～第 4 ハイブリッド画素を含み、

前記第 1 ハイブリッド画素は、前記第 1 方向とこの第 1 方向に垂直な第 2 方向に沿って、前記第 1 ～第 4 電極が 2 次元に配列され

前記第 2 ハイブリッド画素は、前記第 1 ハイブリッド画素に対して、前記第 1 ～第 4 電極の配列が前記第 1 方向に対称であり、

前記第 3 ハイブリッド画素は、前記第 2 ハイブリッド画素に対して、前記第 1 ～第 4 電極の配列が前記第 2 方向に対称であり、

前記第 4 ハイブリッド画素は、前記第 3 ハイブリッド画素に対して、前記第 1 ～第 4 電極が前記第 1 方向に対称であり、

前記第 1 ～第 4 ハイブリッド画素の各前記第 1 ～第 4 電極には同じ

電圧が印加される請求項 3 または 4 に記載の固体撮像装置。

[請求項 9] 前記被写体の像が結像される受光領域に、前記ハイブリッド画素を含む複数の画素が配列され、

前記受光領域内における前記ハイブリッド画素の位置に応じて、前記電荷蓄積領域を偏在させる位置を変える請求項 3 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

[請求項 10] 前記ポテンシャル変調用電極は透明であり、前記ポテンシャル変調用電極を通して前記入射光が前記光電変換領域に入射する請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

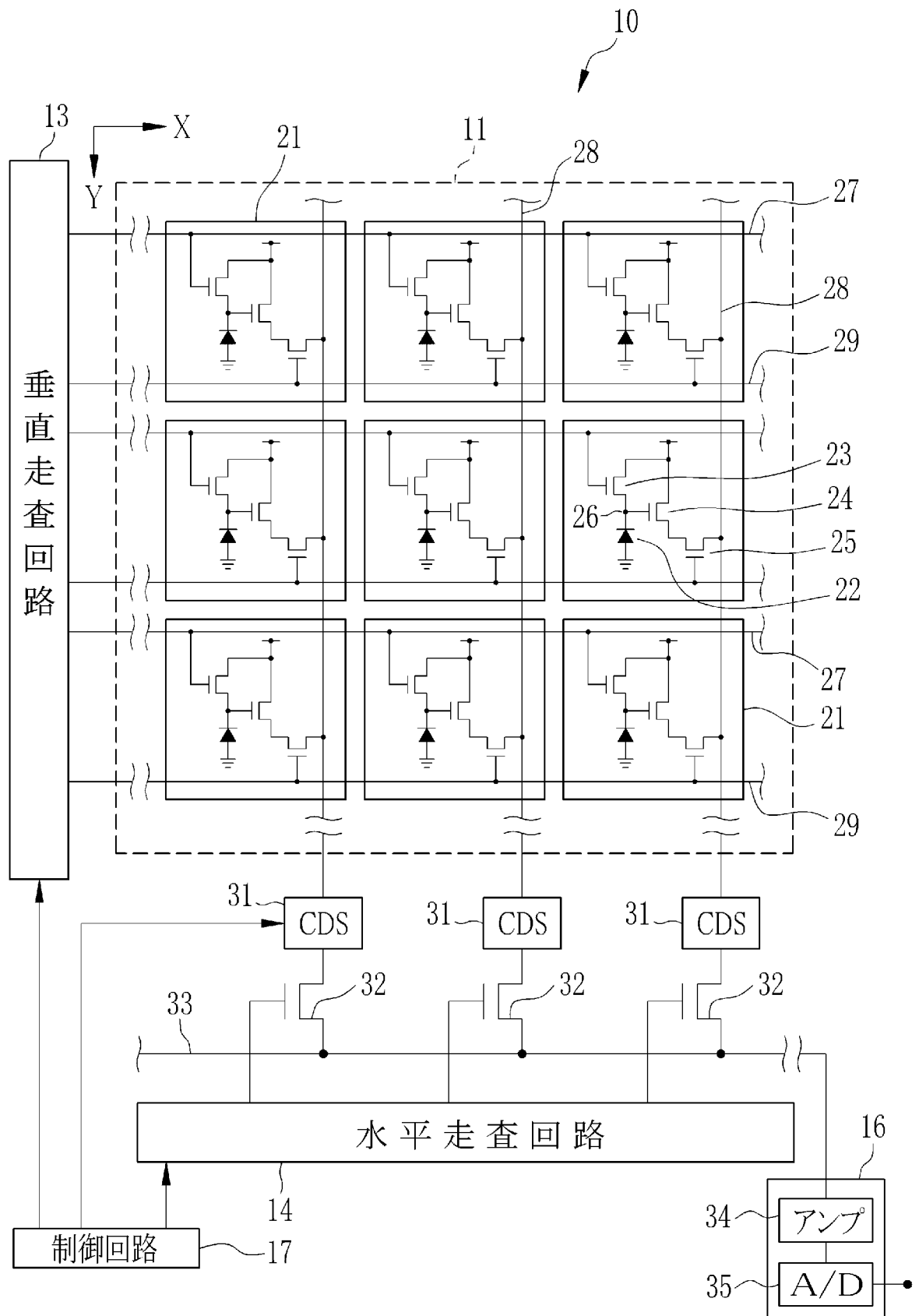
[請求項 11] 前記ハイブリッド画素毎に前記入射光を前記フォトダイオードに集光するマイクロレンズを備え、

前記ポテンシャル変調用電極は不透明な材料で形成され、前記マイクロレンズによって前記入射光が集光される集光領域の外に設けられている請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

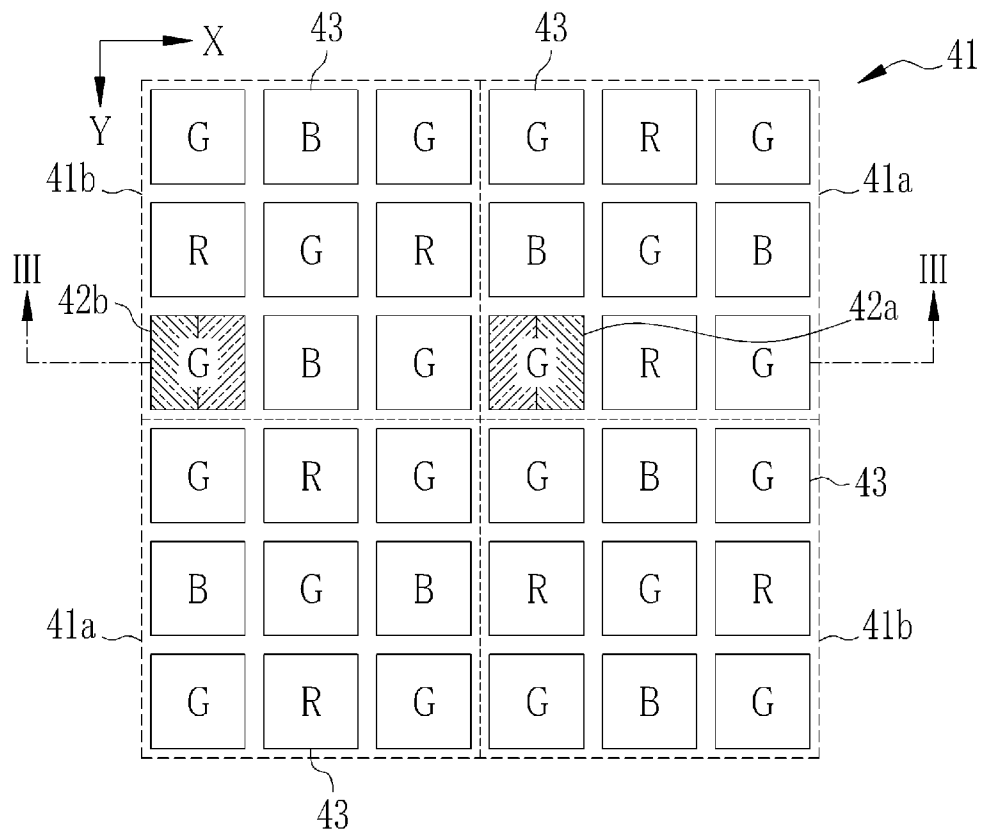
[請求項 12] 前記ポテンシャル変調用電極が前記集光領域を切り欠いた形状をしている請求項 1 1 に記載の固体撮像装置。

[請求項 13] 受光領域にある全ての画素が前記ハイブリッド画素である請求項 1 ～ 1 2 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

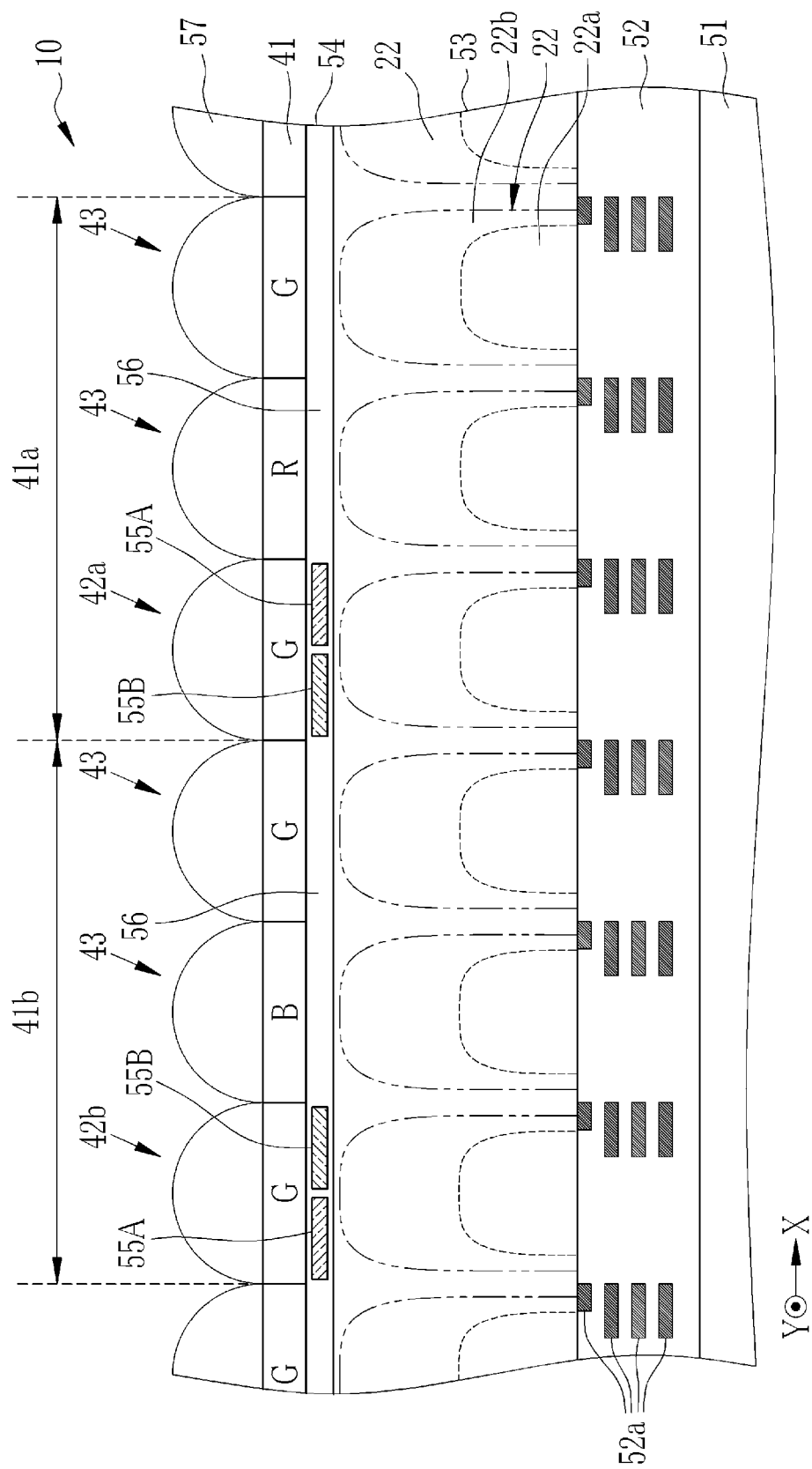
[図1]



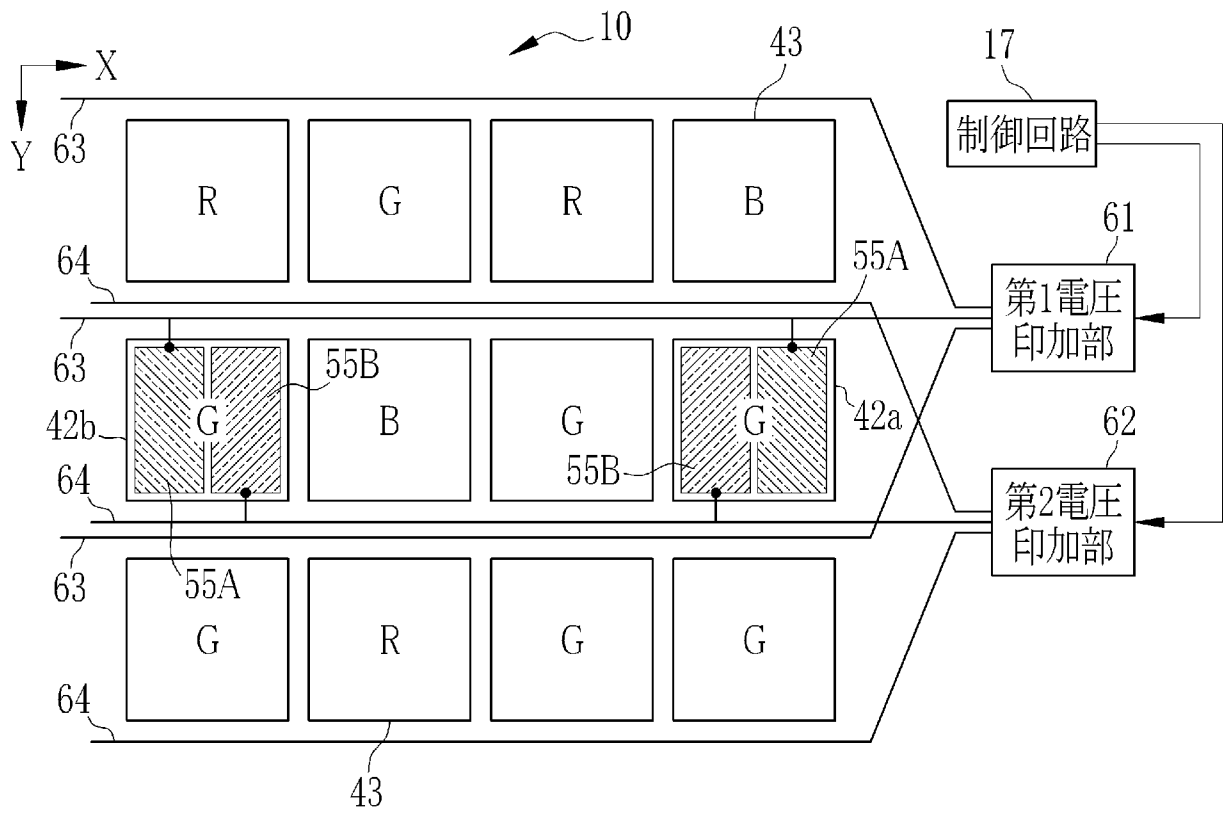
[図2]

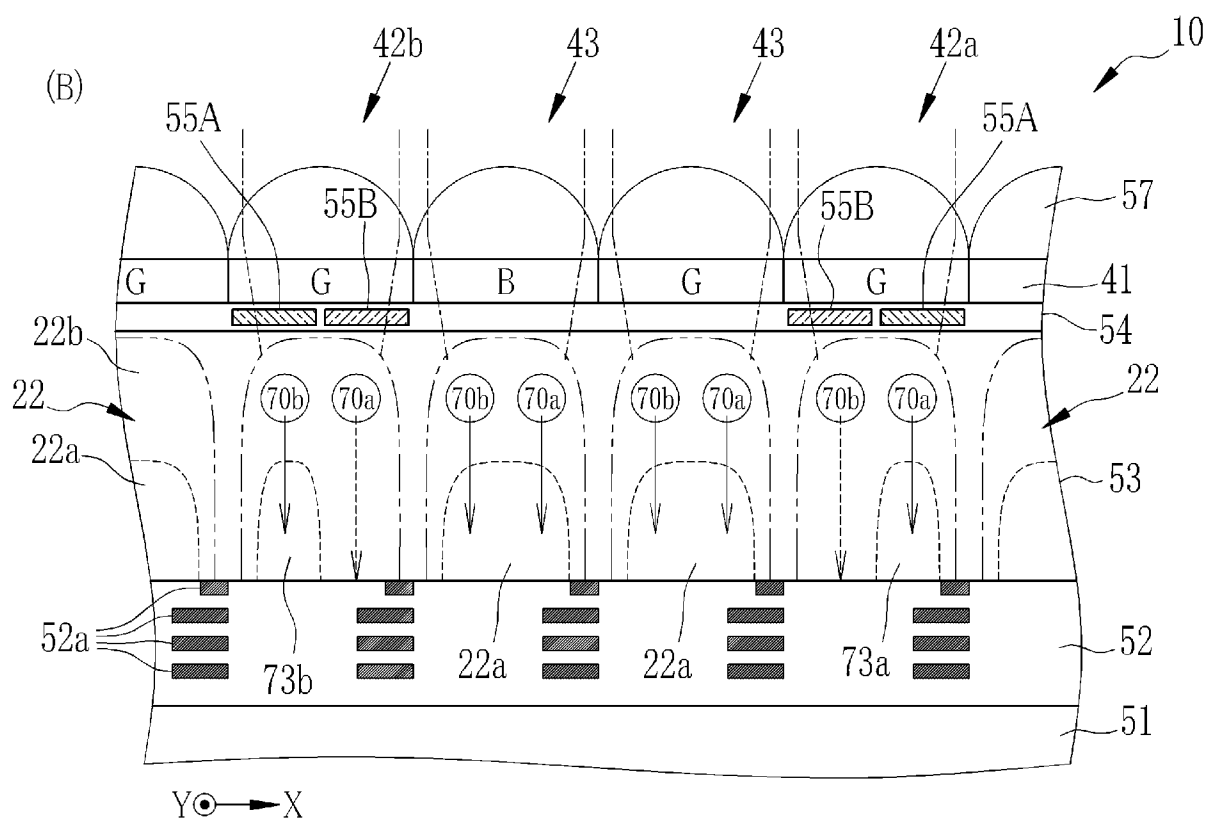


[図3]



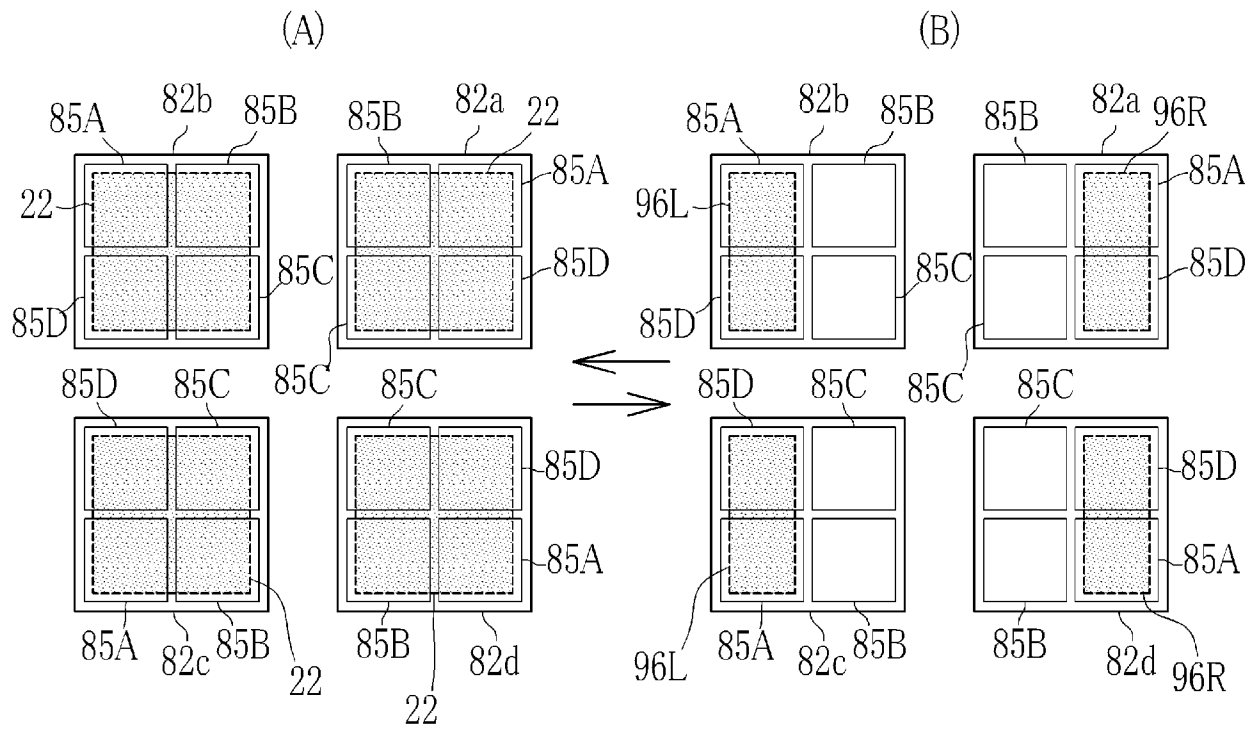
[図4]



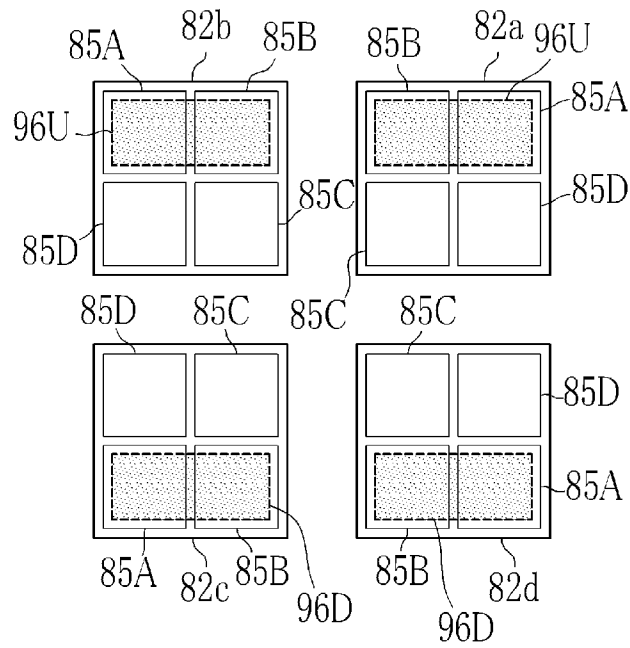


[illegible]

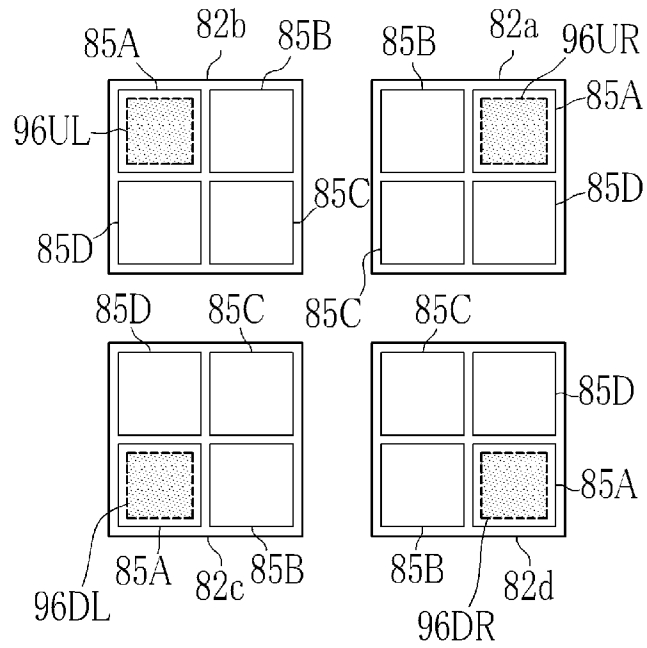
[図7]



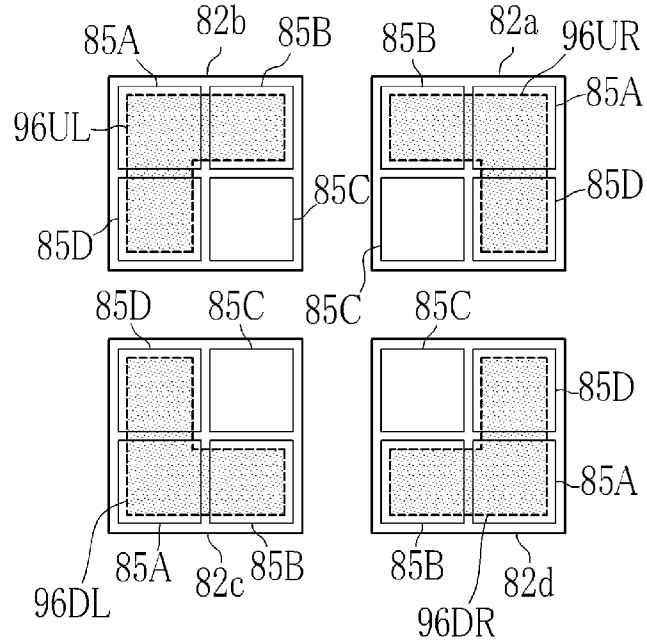
[図8]



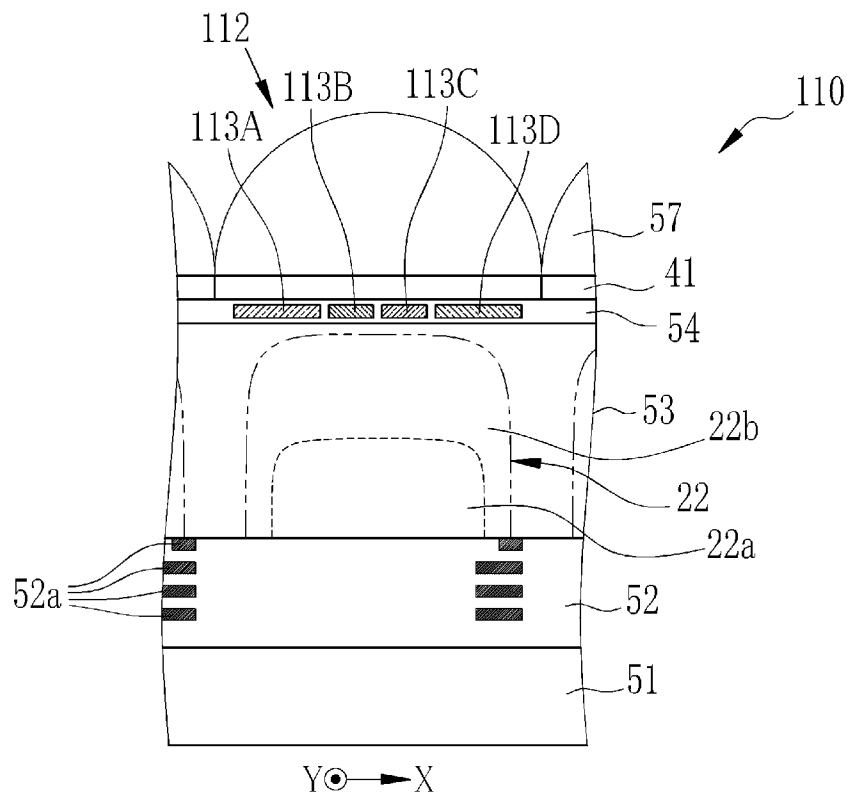
[図9]



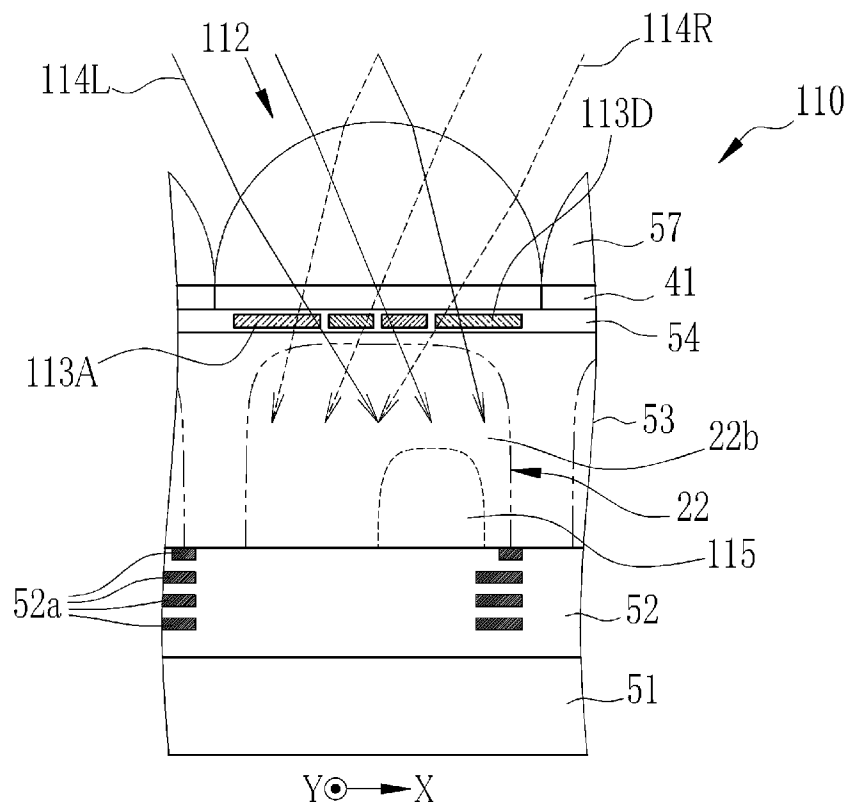
[図10]



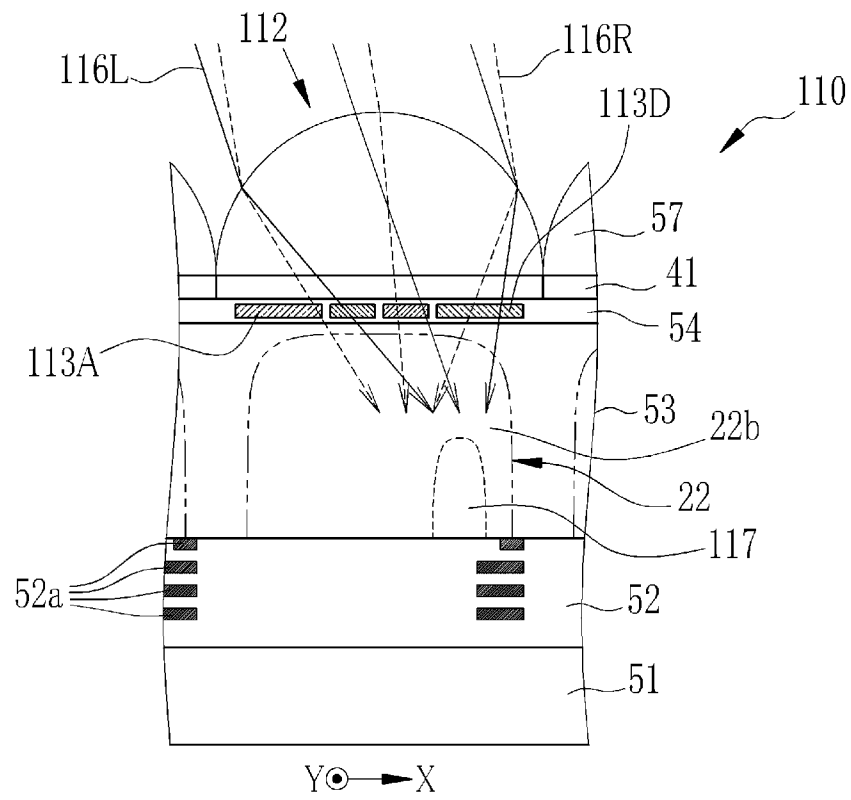
[図11]



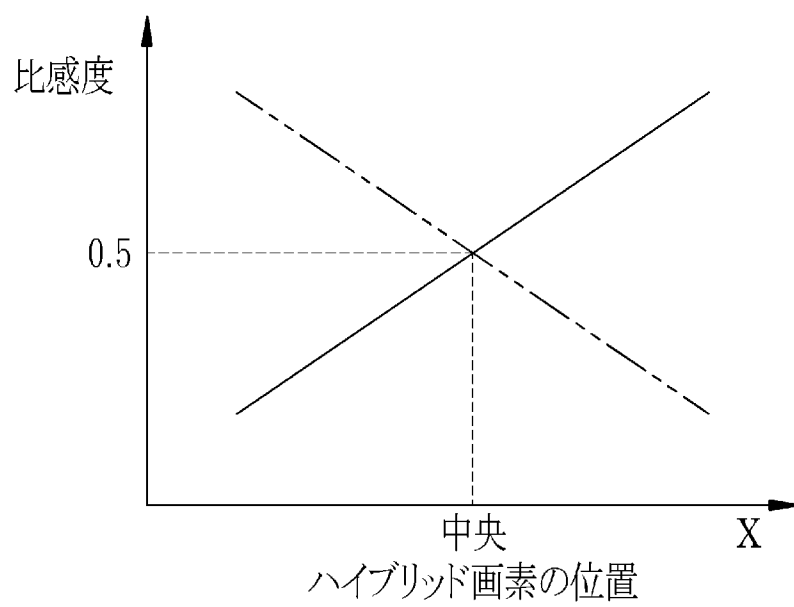
[図12]



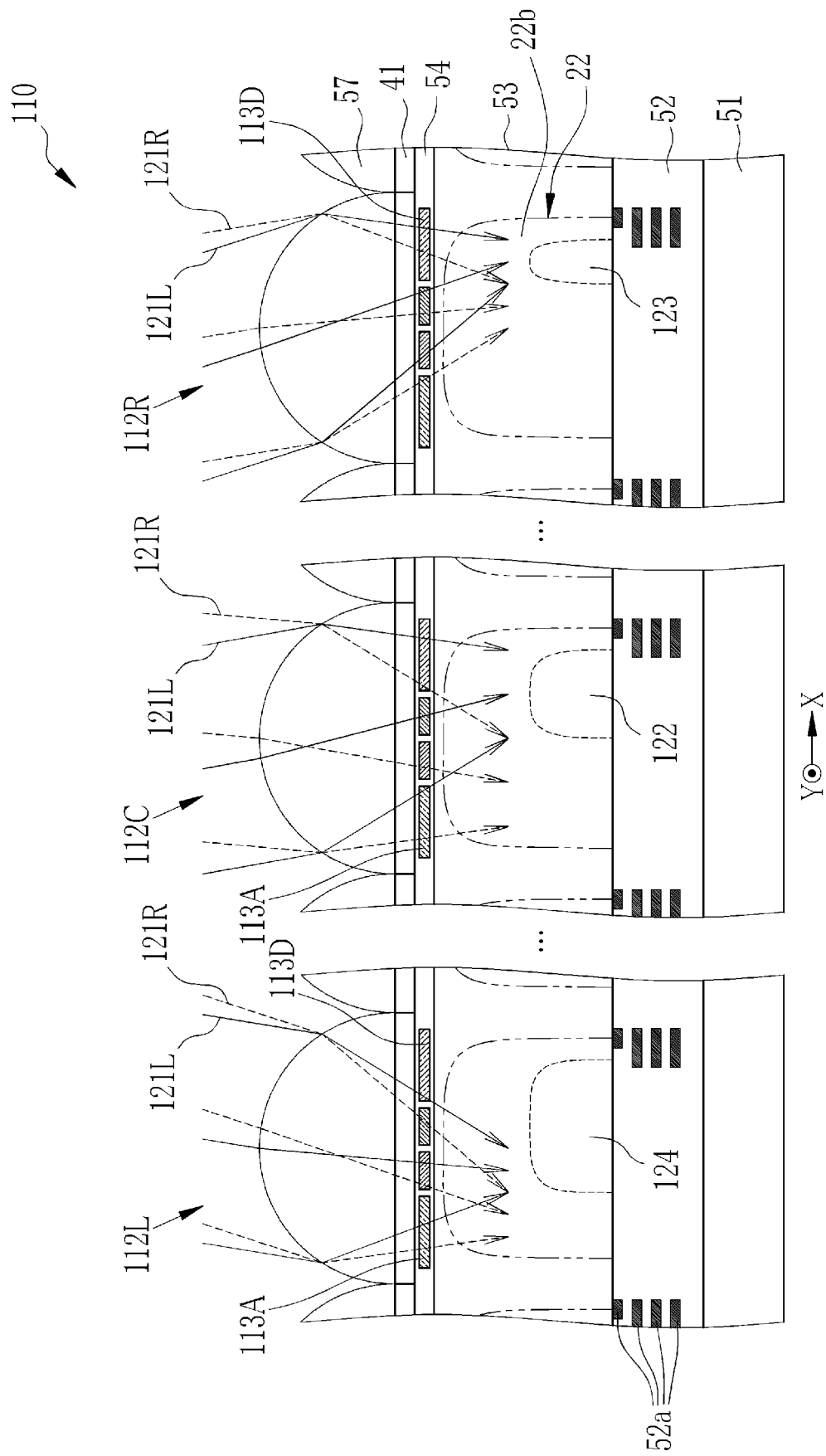
[図13]



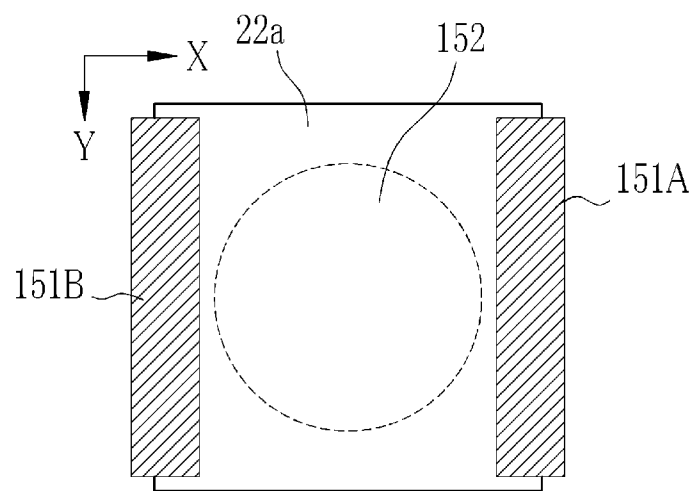
[図14]



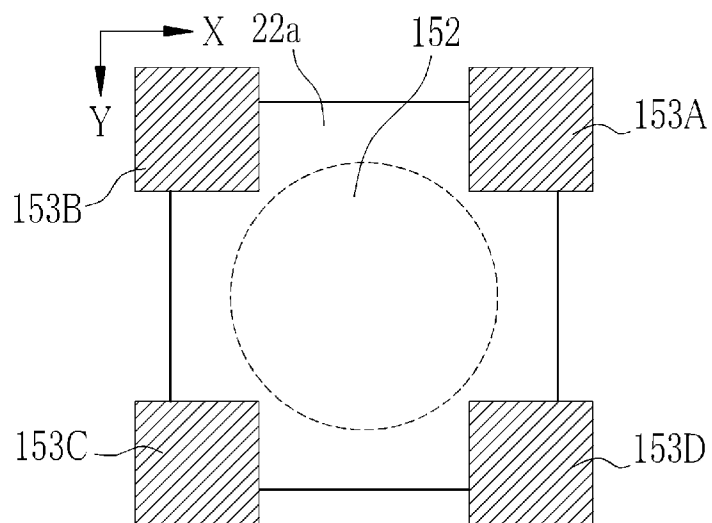
[図16]



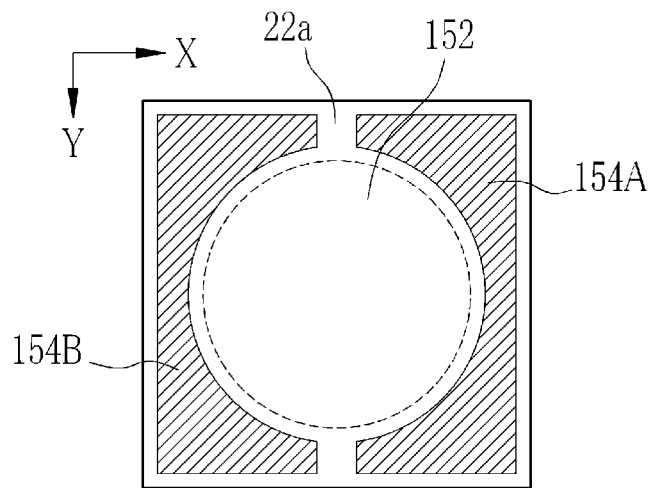
[図17]



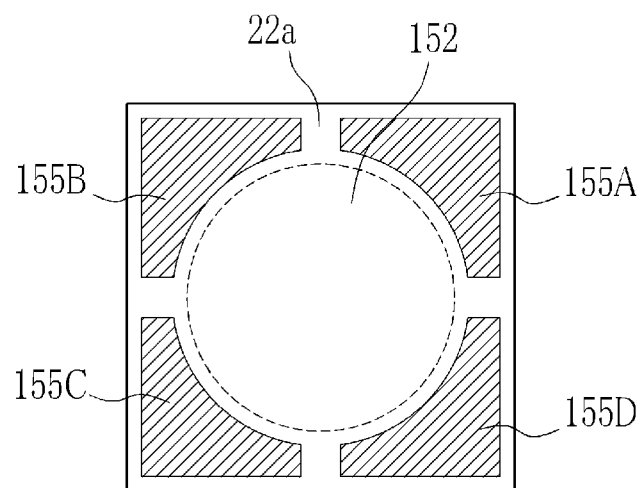
[図18]



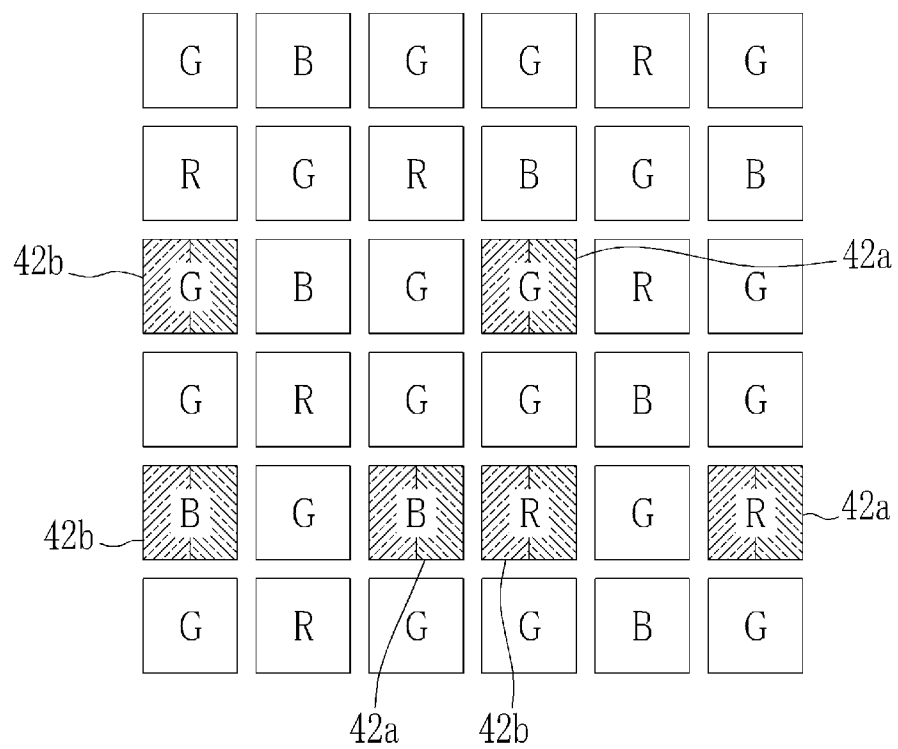
[図19]



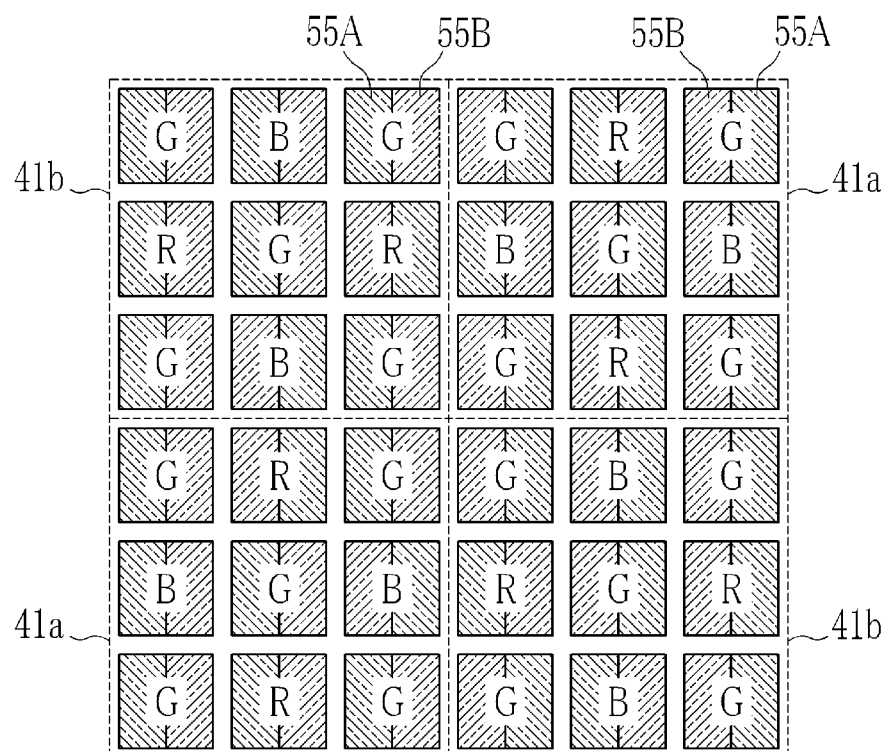
[図20]



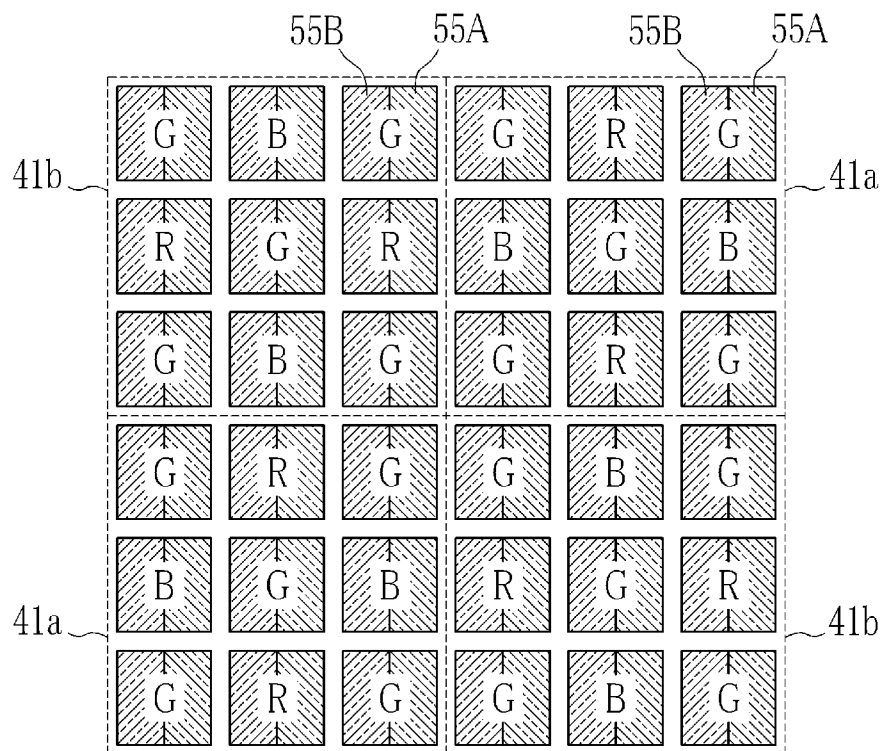
[図21]



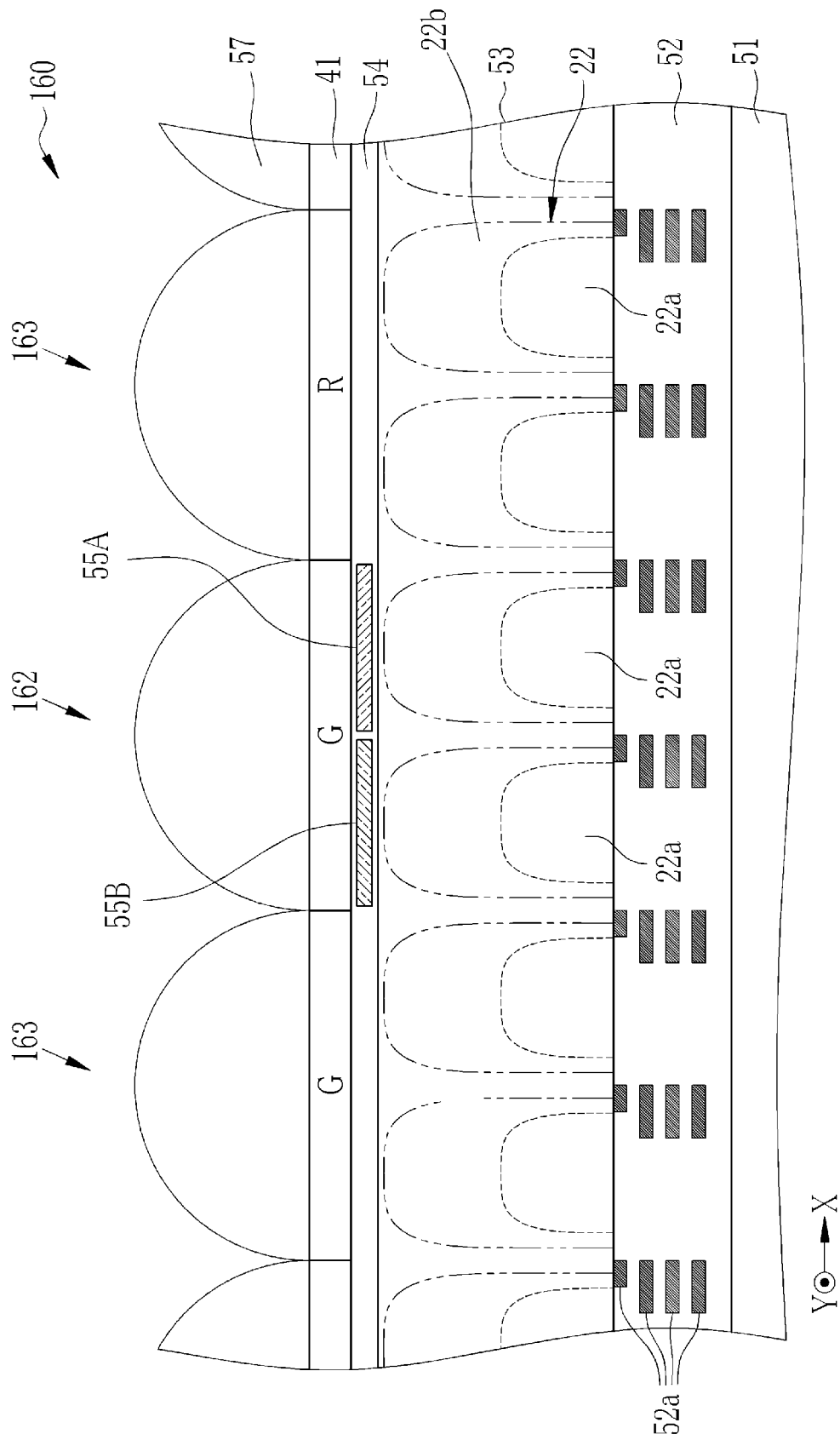
[図22]



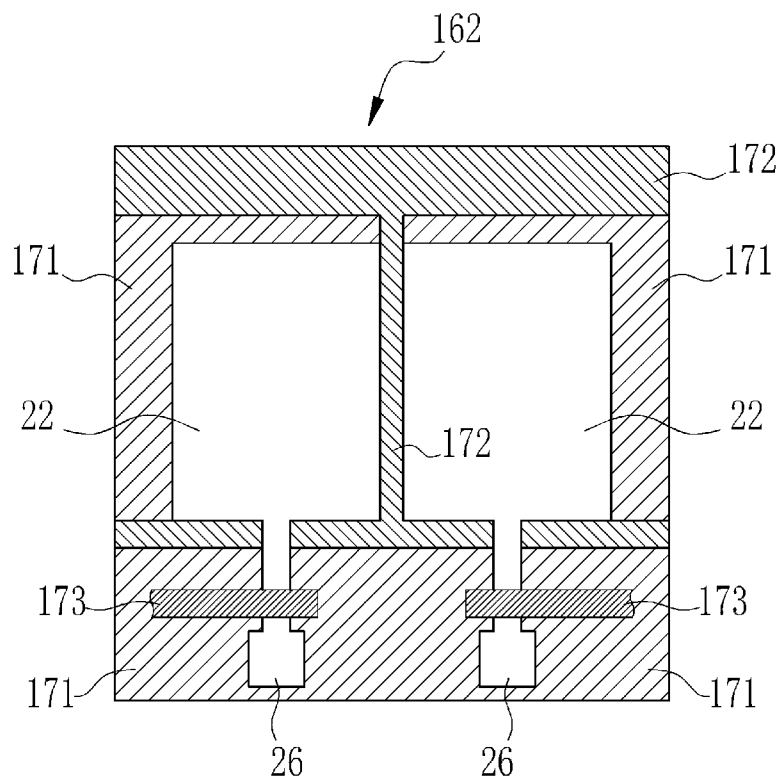
[図23]



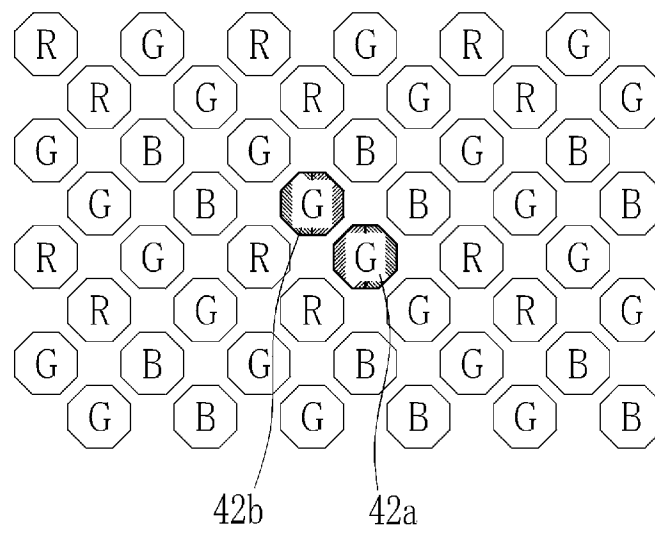
[図24]



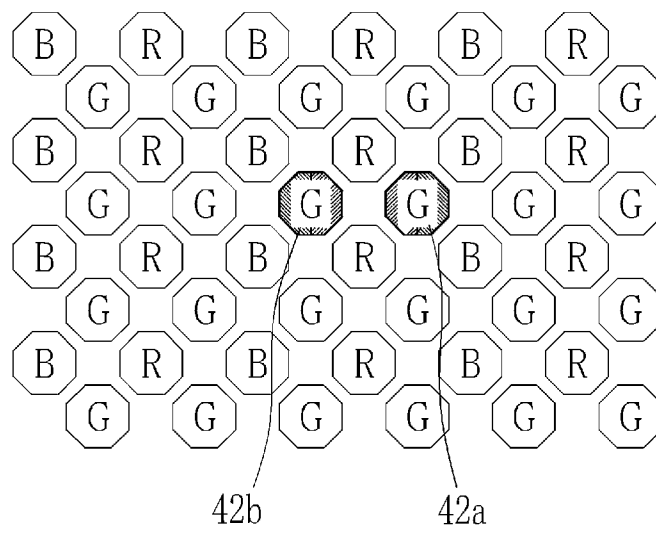
[図25]



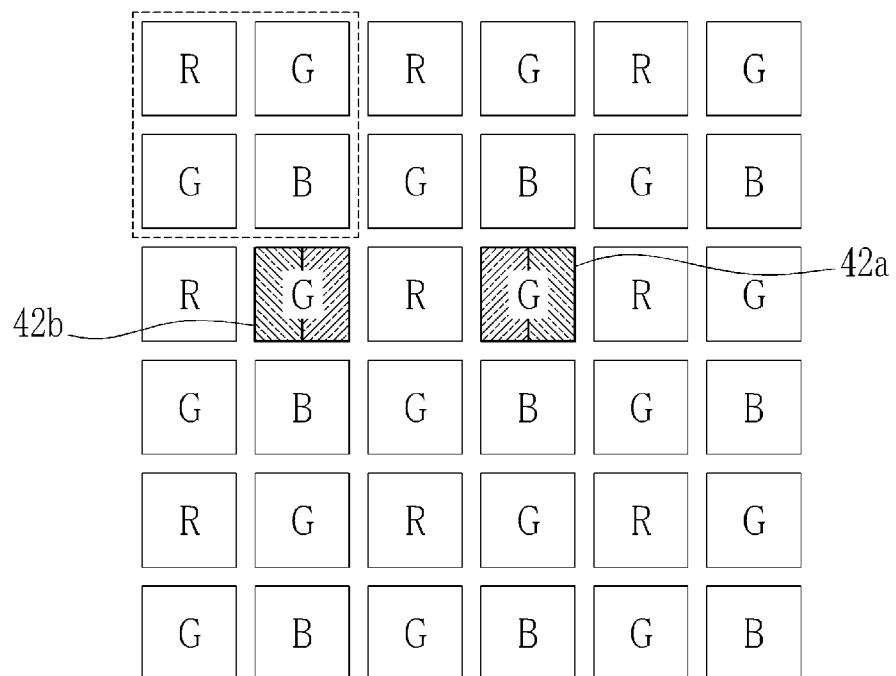
[図26]



[図27]



[図28]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/082772

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L27/146(2006.01)i, H04N5/369(2011.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L27/146, H04N5/369

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2008-193527 A (Nikon Corp.), 21 August 2008 (21.08.2008), paragraphs [0026] to [0124]; fig. 1 to 19 & US 2009/0290059 A1 & WO 2008/096799 A1	1, 10, 13
X	JP 2007-325139 A (Nikon Corp.), 13 December 2007 (13.12.2007), paragraphs [0027] to [0123]; fig. 1 to 12 & US 2009/0086063 A1 & EP 2037672 A1 & WO 2007/142171 A1 & CN 101461230 A	1, 10, 13
A	JP 2012-084816 A (Fujifilm Corp.), 26 April 2012 (26.04.2012), fig. 12 to 14 and explanations thereof (Family: none)	1-13

☒ 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
09 January, 2014 (09.01.14)

Date of mailing of the international search report
21 January, 2014 (21.01.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/082772

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2012/165255 A1 (Fujifilm Corp.), 06 December 2012 (06.12.2012), fig. 17 to 23 and explanations thereof (Family: none)	1-13
A	JP 2012-049201 A (Fujifilm Corp.), 08 March 2012 (08.03.2012), fig. 12, 13 and explanations thereof (Family: none)	1-13
A	WO 2011/158567 A1 (Fujifilm Corp.), 22 December 2011 (22.12.2011), fig. 1 to 5, 7 and explanations thereof & US 2013/0021508 A1 & CN 103003945 A	1-13
A	US 2012/0038904 A1 (ERIC R. FOSSUM), 16 February 2012 (16.02.2012), entire text; all drawings & DE 102011079589 A & KR 10-2012-0015257 A & CN 102376728 A & TW 201232770 A	1-13
A	JP 2012-113027 A (Nikon Corp.), 14 June 2012 (14.06.2012), fig. 9 and explanations thereof (Family: none)	2
P,X	JP 2013-153050 A (Canon Inc.), 08 August 2013 (08.08.2013), paragraphs [0011] to [0029]; fig. 1 to 12 (Family: none)	1, 3, 4, 6, 11, 13

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

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

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L27/146, H04N5/369

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2008-193527 A（株式会社ニコン） 2008.08.21, 段落【0026】-【0124】，図 1-19 & US 2009/0290059 A1 & WO 2008/096799 A1	1, 10, 13
X	JP 2007-325139 A（株式会社ニコン） 2007.12.13, 段落【0027】-【0123】，図 1-12 & US 2009/0086063 A1 & EP 2037672 A1 & WO 2007/142171 A1 & CN 101461230 A	1, 10, 13

☒ 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

0 9 . 0 1 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 1 . 0 1 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

今井 聖和

5 O

4 6 6 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 9

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
A	JP 2012-084816 A (富士フイルム株式会社) 2012. 04. 26, 図 12-14 及びその説明箇所 (ファミリーなし)	1-13
A	WO 2012/165255 A1 (富士フイルム株式会社) 2012. 12. 06, 図 17-23 及びその説明箇所 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2012-049201 A (富士フイルム株式会社) 2012. 03. 08, 図 12, 13 及びその説明箇所 (ファミリーなし)	1-13
A	WO 2011/158567 A1 (富士フイルム株式会社) 2011. 12. 22, 図 1-5, 7 及びその説明箇所 & US 2013/0021508 A1 & CN 103003945 A	1-13
A	US 2012/0038904 A1 (ERIC R. FOSSUM) 2012. 02. 16, 全文全図 & DE 102011079589 A & KR 10-2012-0015257 A & CN 102376728 A & TW 201232770 A	1-13
A	JP 2012-113027 A (株式会社ニコン) 2012. 06. 14, 図 9 及びその説明箇所 (ファミリーなし)	2
P, X	JP 2013-153050 A (キヤノン株式会社) 2013. 08. 08, 段落【0011】 - 【0029】, 図 1-12 (ファミリーなし)	1, 3, 4, 6, 11, 13