

(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6月7日(07.06.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/101049 A1

(51) 国際特許分類:
H04N 5/3728 (2011.01) H01L 27/148 (2006.01)
G01C 3/06 (2006.01) H04N 5/33 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/041185

(22) 国際出願日: 2017年11月16日(16.11.2017)

(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 2016-231847 2016年11月29日(29.11.2016) JP

(71) 出願人: パナソニック IP マネジメント株式会社(PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5406207 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 桑原 崇 (KUWAHARA Takashi). 松尾 純一 (MATSUO Junichi). 吉田 貢 (YOSHITA Mitsugu).

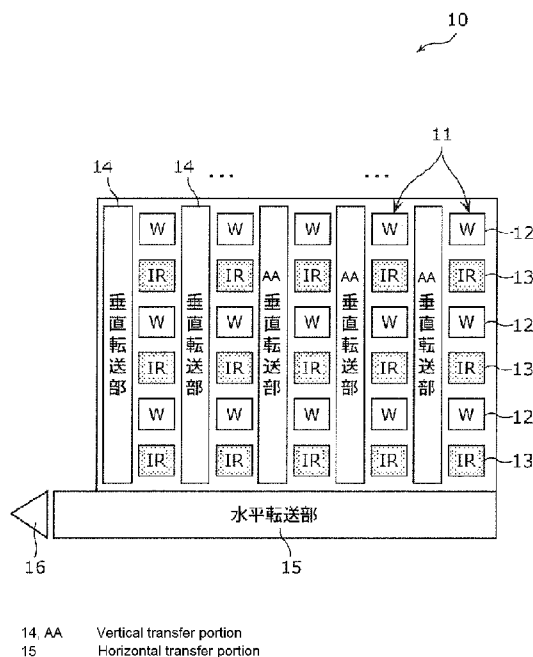
(74) 代理人: 鎌田 健司, 外 (KAMATA Kenji et al.); 〒5406207 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号 パナソニック IP マネジメント株式会社内 Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, 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,

(54) Title: SOLID-STATE IMAGE CAPTURE DEVICE AND RANGING IMAGE CAPTURE DEVICE

(54) 発明の名称: 固体撮像装置及び測距撮像装置



(57) Abstract: A solid-state image capture device (10) is provided with: an image capture unit (11) including a plurality of pixels arranged in rows and columns; a plurality of vertical transfer units (14) which are respectively provided corresponding to the columns of the plurality of pixels, and which include a read electrode for reading a signal charge generated in the plurality of pixels and a transfer electrode for transferring the signal charge read in a column direction; and a horizontal transfer unit (15) for transferring and outputting the signal charge transferred by the vertical transfer units (14) in a row direction. The image capture unit (11) is configured from an alternate column-direction arrangement of first rows in which visible light pixels (12) having first photoelectric conversion portions for converting visible light into a signal charge are arranged adjacent to each other in the row direction, and second rows in which infrared light pixels (13) having second photoelectric conversion portions for converting infrared light into a signal charge are arranged adjacent to each other in the row direction.



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)）

(57) 要約：固体撮像装置（10）は、行列状に配置された複数の画素を有する撮像部（11）と、複数の画素の列のそれぞれに対応して設けられ、複数の画素で生成された信号電荷を読み出す読み出し電極と読み出した信号電荷を列方向に転送する転送電極とを有する複数の垂直転送部（14）と、垂直転送部（14）で転送されてきた信号電荷を行方向に転送して出力する水平転送部（15）とを備える。撮像部（11）は、可視光を信号電荷に変換する第1光電変換部を有する可視光画素（12）が行方向に隣接するように並べられた第1の行と、赤外光を信号電荷に変換する第2光電変換部を有する赤外光画素（13）が行方向に隣接するように並べられた第2の行とが、列方向に交互に配置されて構成される。

明 細 書

発明の名称： 固体撮像装置及び測距撮像装置

技術分野

[0001] 本発明は、固体撮像装置及び固体撮像装置を用いて距離画像を生成する測距撮像装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、距離画像を生成する測距撮像装置（いわゆる測距カメラ）として、様々な技術が提案されている（特許文献 1、2 参照）。ここで、距離画像とは、画像を構成する画素の単位で被写体までの距離を示す画像である。

[0003] 特許文献 1 の測距撮像装置は、被写体に向けて赤外光を照射する光源部と、被写体から反射してきた赤外光を受光する固体撮像装置（いわゆるイメージセンサ）とを備える。固体撮像装置は、赤外光を受光する赤外光画素だけが行列状に配置された撮像部を有し、赤外光画素で生成された信号電荷を読み出す際に、行方向に隣接する 2 個の赤外光画素について信号電荷を加算して読み出すことで、赤外光画素について個別に信号電荷を読み出す場合に比べ、2 倍に感度を向上させている。これによって、高い感度で距離画像が生成される。

[0004] また、特許文献 2 の測距撮像装置は、被写体に向けて赤外光を照射する光源部と、被写体から反射してきた赤外光だけでなく可視光も受光する固体撮像装置とを備える。固体撮像装置は、赤外光を受光する赤外光画素と、可視光を受光する可視光画素とが、行方向及び列方向に交互（市松状）に配置された撮像部を有する。これによって、赤外光画素で生成された信号電荷を読み出すことで距離画像が生成されるとともに、可視光画素で生成された信号電荷を読み出すことで可視画像も生成され、被写体までの距離が 2 次元的に分かるだけでなく、被写体の輝度も分かるので、例えば、赤外光が反射されにくい黒色の箇所についても被写体の形状や模様が認識され、測距撮像装置のアプリケーションが広がる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開第2014／002415号

特許文献2：国際公開第2016／031171号

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、特許文献1の測距撮像装置では、高い感度で距離画像が生成されるものの、距離画像しか得られない（つまり、可視画像が得られない）という問題がある。

[0007] 一方、特許文献2の測距撮像装置では、距離画像と可視画像とが生成されるものの、赤外光画素が行方向に隣接して配置されていないので2個の赤外光画素について信号電荷を加算することができず、高い感度で距離画像を得ることができないという問題がある。

[0008] そこで、本発明は、距離画像と可視画像とを生成し、かつ、高い感度で距離画像を生成するのに適した固体撮像装置及び測距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

[0009] 上記目的を達成するために、本発明の一形態に係る固体撮像装置は、行列状に配置された複数の画素を有する撮像部を備え、前記撮像部は、可視光を信号電荷に変換する第1光電変換部を有する可視光画素が行方向に隣接するように並べられた第1の行と、赤外光を信号電荷に変換する第2光電変換部を有する赤外光画素が行方向に隣接するように並べられた第2の行とが、列方向に交互に配置されて構成される。

[0010] また、上記目的を達成するために、本発明の一形態に係る測距撮像装置は、赤外光を照射する光源部と、上記固体撮像装置と、前記光源部及び前記固体撮像装置を制御することで、前記固体撮像装置が備える可視光画素に可視光を受光させ、前記固体撮像装置が備える赤外光画素に、前記光源部が照射

した赤外光が被写体に反射して返ってくる反射光を受光させる制御回路と、前記固体撮像装置が備える可視光画素で生成された信号電荷を読み出すことで前記被写体の可視画像を生成し、前記固体撮像装置が備える赤外光画素で生成された信号電荷を読み出すことで前記被写体までの距離を示す距離画像を生成する信号処理回路とを備える。

発明の効果

[0011] 本発明により、距離画像と可視画像とを生成し、かつ、高い感度で距離画像を生成するのに適した固体撮像装置及び測距撮像装置が提供される。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図1は、実施の形態に係る測距撮像装置の構成を示すブロック図である。

[図2]図2は、図1に示された固体撮像装置の詳細な構成を示すブロック図である。

[図3]図3は、図1に示された固体撮像装置による信号電荷の第1の読み出し例を示す図である。

[図4]図4は、実施の形態に係る測距撮像装置において距離画像が生成される原理を説明する図である。

[図5]図5は、図1に示された固体撮像装置による信号電荷の第2の読み出し例を示す図である。

[図6]図6は、図5に示された第2の読み出し例における赤外光画素についての信号電荷の読み出しと電荷蓄積状態を示す図である。

[図7]図7は、図5に示された第2の読み出し例における可視光画素についての信号電荷の読み出しと電荷蓄積状態を示す図である。

[図8]図8は、図5に示された第2の読み出し例における固体撮像装置の駆動タイミングを示す図である。

[図9]図9は、図1に示された固体撮像装置による信号電荷の第3の読み出し例を示す図である。

[図10]図10は、図9に示された第3の読み出し例における可視光画素及び

赤外光画素についての信号電荷の読み出しと電荷蓄積状態を示す図である。

[図11]図11は、図9に示された第3の読み出し例における固体撮像装置の駆動タイミングの一例を示す図である。

[図12]図12は、図9に示された第3の読み出し例における固体撮像装置の駆動タイミングの別の例を示す図である。

[図13]図13は、図1に示された固体撮像装置による信号電荷の第4の読み出し例を示す図である。

[図14]図14は、図13に示された第4の読み出し例におけるLong露光時の赤外光画素についての信号電荷の読み出しと電荷蓄積状態を示す図である。

[図15]図15は、図13に示された第4の読み出し例におけるShort露光時の赤外光画素についての信号電荷の読み出しと電荷蓄積状態を示す図である。

[図16]図16は、図13に示された第4の読み出し例における可視光画素についての信号電荷の読み出しと電荷蓄積状態を示す図である。

[図17]図17は、図13に示された第4の読み出し例における固体撮像装置の駆動タイミングの一例を示す図である。

[図18]図18は、図13に示された第4の読み出し例における固体撮像装置の駆動タイミングの別の例を示す図である。

[図19]図19は、図1に示された固体撮像装置のCMOSイメージセンサタイプの一例を示す図である。

[図20]図20は、図1に示された固体撮像装置の複数行置きに可視光画素と赤外光画素を配置した一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。なお、以下で説明する実施の形態は、いずれも本発明の一具体例を示すものである。以下の実施の形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態、駆動タイミング等は、一例であり、本発明を限定す

る主旨ではない。また、以下の実施の形態における構成要素のうちの、本発明の最上位概念を示す独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。また、各図は、必ずしも厳密に図示したものではない。各図において、実質的に同一の構成については同一の符号を付し、重複する説明は省略又は簡略化する。

[0014] 図1は、実施の形態に係る測距撮像装置5の構成を示すブロック図である。

[0015] 測距撮像装置5は、距離画像と可視画像とを生成し、かつ、高い感度で距離画像を生成することが可能な測距カメラであり、固体撮像装置10、光源部20、制御回路30及び信号処理回路40を備える。

[0016] 光源部20は、被写体に向けて赤外光を照射する光源であり、例えば、レーザダイオード(LD)又は発光ダイオード(LED)等の発光素子、駆動回路及びコンデンサ等で構成される。駆動回路の下で、コンデンサに保持された電荷が発光素子に供給されことで赤外光が照射される。

[0017] 固体撮像装置10は、距離画像と可視画像とを生成し、かつ、高い感度で距離画像を生成するのに適したイメージセンサであり、制御回路30による制御の下で赤外光による露光及び可視光による露光を行い、距離画像及び可視画像の元情報となるRAWデータ(撮像情報)を生成して出力する回路であり、例えば、1チップの半導体回路で実現される。

[0018] 制御回路30は、光源部20及び固体撮像装置10に対してそれぞれ発光信号及び露光信号を出力して制御することで、固体撮像装置10が備える可視光画素12に可視光を受光させ、固体撮像装置10が備える赤外光画素13に、光源部20が照射した赤外光が被写体に反射して返ってくる反射光を受光させる回路であり、例えば、タイミング生成回路等で構成される。

[0019] 信号処理回路40は、固体撮像装置10が備える可視光画素12で生成された信号電荷を読み出すことで被写体の可視画像を生成し、固体撮像装置10が備える赤外光画素13で生成された信号電荷を読み出すことで被写体までの距離を示す距離画像を生成する回路であり、具体的には、固体撮像装置

10からRAWデータ（撮像情報）を受け取って保持し、必要な演算処理（例えば、赤外光画素13から読み出したRAWデータを用いて距離を演算する処理）を行う回路であり、プログラムが格納されたROM、情報を一時的に保持するRAM、プログラムを実行するプロセッサ、入出力ポート等で構成される。なお、信号処理回路40は、固体撮像装置10が備える赤外光画素13で生成された信号電荷を読み出すことで、距離画像だけでなく、赤外光画像を生成してもよい。赤外光画像は、赤外光画素13から読み出したRAWデータによって生成される画像である。

[0020] なお、測距撮像装置5として、図1に示されていない光学レンズ等の光学系、光学レンズを移動させる駆動機構、生成された可視画像及び距離画像を表示するディスプレイ及び保存する補助メモリ、操作者からの指示を受け取る入力デバイス（ボタン、タッチパネル）等を備えてもよい。

[0021] 図2は、図1に示された固体撮像装置10の詳細な構成を示すブロック図である。

[0022] 固体撮像装置10は、CCDイメージセンサであり、撮像部11、複数の垂直転送部14、水平転送部15及び信号電荷検出部16を備える。

[0023] 撮像部11は、半導体基板上に形成された、行列状に配置された複数の画素（可視光画素12及び赤外光画素13）で構成される。撮像部11は、可視光を信号電荷に変換する第1光電変換部を有する可視光画素12が行方向に隣接するように並べられた第1の行と、赤外光を信号電荷に変換する第2光電変換部を有する赤外光画素13が行方向に隣接するように並べられた第2の行とが、列方向に交互に配置されて構成される。つまり、可視光画素12と赤外光画素13とが行方向のストライプ状に並ぶように配置されている。

[0024] 可視光画素12は、可視光（白色光）だけを通過させる（つまり、赤外光を遮断する）光学フィルタ、マイクロレンズ、第1光電変換部としての受光素子、受光素子で生成された電荷を蓄積する蓄積部等で構成される。なお、光学フィルタは、可視光と赤外光の両方を通過させてもよいし、可視光のう

ち、R（赤）、G（緑）、B（青）等の特定波長帯の光だけを通過させるカラーフィルタであってもよい。

[0025] 赤外光画素１３は、赤外光だけを通過させる光学フィルタ、マイクロレンズ、第２光電変換部としての受光素子、受光素子で生成された電荷を蓄積する蓄積部等で構成される。

[0026] つまり、第１光電変換部と第２光電変換部は、その上方に備わる光学フィルタの構造を変えることで各光電変換部に異なる波長域の光が到達し、第１光電変換部と第２光電変換部の不純物領域構造（ウェル構造）は同じである。但し、第１光電変換部と第２光電変換部の不純物領域構造（ウェル構造）は、各波長域に合わせて構造を変えることも出来る。

[0027] 垂直転送部１４は、複数の画素（可視光画素１２及び赤外光画素１３）の列のそれぞれに対応して設けられ、複数の画素で生成された信号電荷を読み出す読み出し電極（読み出し用ゲート）と読み出した信号電荷を列方向に転送する転送電極（転送用ゲート）とを有する。なお、垂直転送部１４は、より詳しくは、読み出し電極と転送電極とに駆動用電圧を所定のタイミングで印加する（例えば、合計１０種類のゲートを駆動する１０相駆動をする）駆動回路（図示せず）を有し、駆動回路からの駆動信号に従って、可視光画素１２及び赤外光画素１３で生成された電荷を読み出して列方向に転送する。

[0028] 水平転送部１５は、垂直転送部１４で転送されてきた信号電荷を行方向に転送して信号電荷検出部１６に出力する。

[0029] 信号電荷検出部１６は、水平転送部１５で転送されてきた信号電荷を電圧として出力する出力回路である。

[0030] なお、本実施の形態では、固体撮像装置１０は、ＣＣＤイメージセンサであったが、ＣＭＯＳイメージセンサであってもよい。

[0031] 次に、以上のように構成された本実施の形態に係る測距撮像装置５の動作について、説明する。

[0032] （第１の読み出し例）

図３は、図１に示された固体撮像装置１０による信号電荷の第１の読み出

し例を示す図である。ここでは、垂直転送部 14 が、可視光画素 12 及び赤外光画素 13 について、読み出し電極によって、個別に信号電荷を読み出す動作が示されている。

[0033] このような読み出しによって、信号処理回路 40 は、可視光画素 12 から読み出された信号電荷に対応する RAW データだけから可視画像を生成するとともに、赤外光画素 13 から読み出された信号電荷に対応する RAW データだけから距離画像を生成することができる。

[0034] 図 4 は、実施の形態に係る測距撮像装置 5 において距離画像が生成される原理を説明する図である。ここでは、TOF (Time Of Flight) 方式による距離画像の生成原理が示されている。

[0035] TOF では、制御回路 30 による制御の下で、光源部 20 から赤外光をパルス状に照射させ、固体撮像装置 10 において、2 種類の露光期間（第 1 露光期間及び第 2 露光期間）で被写体からの反射光を受光することで、2 種類の信号電荷 S_0 、 S_1 を赤外光画素 13 から読み出して垂直転送部 14 における各々のパケットに蓄積し、さらに、第 3 露光期間で赤外光を発光させずに背景光を受光することで、信号電荷 BG（バックグラウンドの信号電荷）を読み出して垂直転送部 14 における別のパケットに蓄積する。3 種類のパケットに蓄積された信号電荷 S_0 、 S_1 、BG は、垂直転送部 14 によって順次転送され、水平転送部 15 及び信号電荷検出部 16 を経て出力される。信号処理回路 40 では、信号電荷 S_0 、 S_1 、BG の比率と差分から画素毎に被写体までの距離を求めることで距離画像を生成する。なお、パケットとは、画素から読み出された信号電荷が蓄積されるメモリセルであり、垂直転送部 14 において信号電荷を蓄積して転送する箇所に対応する。

[0036] より詳しくは、パルス幅 T_p の照射光の立ち上がり時刻から始まる第 1 露光期間を T_1 、照射光の立ち下がり時刻から始まる第 2 露光期間を T_2 、光源部 20 を OFF した第 3 露光期間を T_3 とし、露光期間 $T_1 \sim T_3$ は、パルス幅 T_p よりも長い時間に設定される。第 1 露光期間 T_1 において赤外光画素 13 で生成される信号電荷を S_0 、第 2 露光期間 T_2 において赤外光画

素 1 3 で生成される信号電荷を S 1、第 3 露光期間 T 3 において赤外光画素 1 3 で生成される信号電荷を B G とすると、遅れ時間 Δt は次式で与えられる。

[0037]
$$\Delta t = T_p \{ (S_1 - BG) / (S_0 - BG) \}$$

[0038] この遅れ時間 Δt は、被写体までの距離に対応する値である。

[0039] よって、信号処理回路 4 0 は、信号電荷 S 0、S 1、B G から、上記式に従って、画素毎に、遅れ時間 Δt を算出し、被写体までの距離を求めることで、距離画像を生成する。

[0040] なお、T O F 方式による露光のタイミングは、図 4 に示されたものに限られず、第 1 露光期間 T 1 として、照射光のパルスタイミングと一致させたり、照射光のパルスタイミングに含まれるより小さな期間にしたり、第 2 露光期間 T 2 として、照射光が照射されてから照射光のパルス幅 T p よりも短い時間で終了する期間にしたり、第 3 露光期間 T 3 をゼロにしても（つまり、第 3 露光期間 T 3 を設けなくても）よい。

[0041] （第 2 の読み出し例）

図 5 は、図 1 に示された固体撮像装置 1 0 による信号電荷の第 2 の読み出し例を示す図である。ここでは、垂直転送部 1 4 が、読み出し電極によって、可視光画素 1 2 については個別に信号電荷を読み出すが、赤外光画素 1 3 については第 2 の行において（つまり、行方向に）隣接する 2 つの赤外光画素 1 3 で生成された信号電荷を当該垂直転送部 1 4 の列方向における同じ箇所（パケット）に読み出すことで加算（2 画素加算）する様子が示されている。

[0042] なお、図 5 に示される読み出し例では、隣接する 2 つの赤外光画素 1 3 で生成された信号電荷は、奇数列の垂直転送部 1 4 及び偶数列の垂直転送部 1 4 の両方に読み出される。これによって、奇数列の垂直転送部 1 4 及び偶数列の垂直転送部 1 4 の一方だけに読み出されるケースに比べ、行方向の空間分解能（解像度）が向上される。

[0043] 図 6 は、図 5 に示された第 2 の読み出し例における赤外光画素 1 3 につい

ての信号電荷の読み出しと電荷蓄積状態（パケット）を示す図である。

[0044] ここで、垂直転送部 14 は、図示されているように、列方向に隣接する 2 つの画素ごとに 10 個の転送電極（V 1、V 2 A/V 2 B、V 3～V 10）を有する。なお、転送電極 V 2 A 及び V 2 B は、赤外光画素 13 から垂直転送部 14 に信号電荷を読み出す読み出し電極を兼ねている。また、転送電極 V 4 は、可視光画素 12 から垂直転送部 14 に信号電荷を読み出す読み出し電極を兼ねている。

[0045] 図 6 における赤外光画素 13 が並ぶ第 2 の行のうち、奇数行において隣接する 2 つの赤外光画素 13 a 及び 13 b に着目すると、偶数列の垂直転送部 14 a は、2 つの赤外光画素 13 a 及び 13 b で生成された信号電荷を、共通の読み出し電極 V 2 B によって、同時に、垂直転送部 14 a の列方向における同じ箇所（パケット）に読み出す。その後、垂直転送部 14 a は、パケットを列方向（より詳しくは、下方向）に転送する。このような 2 つの赤外光画素 13 a 及び 13 b からの読み出しと列方向への転送とを、第 1 露光期間 T 1 で得られた信号電荷 S 0、第 2 露光期間 T 2 で得られた信号電荷 S 1、第 3 露光期間 T 3 で得られた信号電荷 B G について、繰り返す。

[0046] また、図 6 における赤外光画素 13 が並ぶ第 2 の行のうち、偶数行において隣接する 2 つの赤外光画素 13 c 及び 13 d に着目すると、奇数列の垂直転送部 14 b は、2 つの赤外光画素 13 c 及び 13 d で生成された信号電荷を、共通の読み出し電極 V 2 A によって、同時に、垂直転送部 14 b の列方向における同じ箇所（パケット）に読み出す。その後、垂直転送部 14 b は、パケットを列方向（下方）に転送する。このような 2 つの赤外光画素 13 c 及び 13 d からの読み出しと列方向への転送とを、第 1 露光期間 T 1 で得られた信号電荷 S 0、第 2 露光期間 T 2 で得られた信号電荷 S 1、第 3 露光期間 T 3 で得られた信号電荷 B G について、繰り返す。

[0047] その後、垂直転送部 14 a 及び 14 b に読み出された信号電荷 S 0、S 1 及び B G は、パケットに格納された状態で列方向に転送され、水平転送部 15 及び信号電荷検出部 16 を経て信号処理回路 40 に出力される。

[0048] 図7は、図5に示された第2の読み出し例における可視光画素12についての信号電荷の読み出しと電荷蓄積状態（パケット）を示す図である。

[0049] 図7に示されるように、可視光画素12については、いずれの可視光画素12についても、可視光画素12から垂直転送部14への信号電荷の読み出し、及び、列方向の転送は、同じ態様で行われる。つまり、各可視光画素12で生成された信号電荷は、垂直転送部14の読み出し電極V4によって、垂直転送部14内のパケットに読み出される。その後、垂直転送部14に読み出された信号電荷は、パケットに格納された状態で列方向に転送され、水平転送部15及び信号電荷検出部16を経て信号処理回路40に出力される。

[0050] 図8は、図5に示された第2の読み出し例における固体撮像装置10の駆動タイミングを示す図である。図8の（a）に示されるVDは、1フレームのタイミングを示し、図8の（b）に示される ϕSUB は、全画素の信号電荷を半導体基板に排出するための基板排出パルスのタイミングを示し、図8の（c）に示される $\phi V2A$ 、2Bは、垂直転送部14を構成する赤外光画素13用の読み出し電極V2A、V2Bに印加される駆動信号のタイミングを示し、図8の（d）に示される $\phi V4$ は、垂直転送部14を構成する可視光画素12用の読み出し電極V4に印加される駆動信号のタイミングを示し、図8の（e）に示される $\phi V1$ 、5、8は、垂直転送部14を構成する転送電極V1、5、8に印加される駆動信号のタイミングを示し、図8の（f）に示される $\phi V3$ 、6、7、9、10は、垂直転送部14を構成する転送電極V3、6、7、9、10に印加される駆動信号のタイミングを示し、図8の（g）に示される赤外光は、光源部20から照射される赤外光パルスのタイミングを示し、図8の（h）に示される信号蓄積信号は、可視光画素12及び赤外光画素13への露光期間を示す。

[0051] なお、図8に示されるように、図8の（c）に示される $\phi V2A$ 、2B、及び、図8の（d）に示される $\phi V4$ は、3値の電圧レベルをとるパルスであり、最も高い電圧レベルになることで、それぞれ、赤外光画素13及び可

視光画素 1 2 から垂直転送部 1 4 に信号電荷を読み出し、中位の電圧レベルと最も低い電圧レベルとの間で変化するパルスによって、垂直転送部 1 4 における信号電荷をパケットに格納した状態で列方向に転送する。

[0052] 1 フレームの前半の期間 t_a では、赤外光を用いた赤外光画素 1 3 の 2 画素加算による測距が行われる。つまり、第 1 露光期間での赤外光の照射と露光による距離計測（信号電荷 S_0 の読み出し）、第 2 露光期間での赤外光の照射と露光による距離計測（信号電荷 S_1 の読み出し）、及び、第 3 露光期間での背景光の露光（信号電荷 B_G の読み出し）が行われる（図 8 の（h）参照）。

[0053] より詳しくは、期間 t_a の第 1 露光期間では、まず、基板排出パルス ϕ_{SUB} が印加され（図 8 の（b））、これによって全画素の信号電荷が基板に排出され、その後に図 4 の第 1 露光期間に示されるタイミングで赤外光によるパルス照射と露光が行われ（図 8 の（g））、赤外光画素 1 3 に信号電荷が生成されるが、 ϕ_{V2A} 、 ϕ_{V2B} が最も高い電圧レベルにあることから（図 8 の（c））、赤外光画素 1 3 で生成された信号電荷は垂直転送部 1 4 に読み出されて加算される。このような基板排出パルス ϕ_{SUB} の印加、赤外光のパルス照射及び露光、赤外光画素 1 3 から垂直転送部 1 4 への信号電荷の読み出し加算が一定回数だけ繰り返されることで、第 1 露光期間で生成された信号電荷 S_0 の読み出しが行われる。

[0054] 期間 t_a の第 2 露光期間及び第 3 露光期間でも、第 1 露光期間と基本的に同じ動作が行われ、第 2 露光期間及び第 3 露光期間で生成された信号電荷 S_1 、 B_G の読み出しが行われる。ただし、第 2 露光期間では、赤外光によるパルス照射と露光は、図 4 の第 2 露光期間に示されるタイミングで行われる。また、第 3 露光期間では、赤外光の照射は行われない。

[0055] 続く期間 t_b では、赤外光画素 1 3 から垂直転送部 1 4 に読み出された信号電荷 S_0 、 S_1 、 B_G がパケットに格納された状態で列方向に転送され（図 8 の（c）、（d）、（e）、（f）参照）、水平転送部 1 5 及び信号電荷検出部 1 6 を経て信号処理回路 4 0 に出力される。信号処理回路 4 0 は、

読み出した信号電荷 S_0 、 S_1 、 B_G から、図 4 に示された原理によって距離画像を生成する。また、期間 t_b の途中から、これらの転送と並行して、可視光による露光が行われ、可視光画素 12 に信号電荷が生成される（図 8 の（h）参照）。

[0056] そして、期間 t_c において、まず、可視光画素 12 で生成された信号電荷が垂直転送部 14 に読み出され（図 8 の（d））、その後、垂直転送部 14 に読み出された信号電荷がパケットに格納された状態で列方向に転送され（図 8 の（c）、（d）、（e）、（f）参照）、水平転送部 15 及び信号電荷検出部 16 を経て信号処理回路 40 に出力される。信号処理回路 40 は、読み出した信号電荷から、可視画像を生成する。

[0057] 以上のように、本実施の形態に係る固体撮像装置 10 は、行列状に配置された複数の画素を有する撮像部 11 を備える。撮像部 11 は、可視光を信号電荷に変換する第 1 光電変換部を有する可視光画素 12 が行方向に隣接するように並べられた第 1 の行と、赤外光を信号電荷に変換する第 2 光電変換部を有する赤外光画素 13 が行方向に隣接するように並べられた第 2 の行とが、列方向に交互に配置されて構成される。

[0058] これにより、撮像部 11 は、可視光画素 12 と赤外光画素 13 とで構成されるので、可視画像と距離画像とを生成することが可能になる。また、撮像部 11 の第 2 の行では、赤外光画素 13 が行方向に隣接するように並べられているので、隣接する 2 個の赤外光画素 13 について信号電荷を加算して読み出すことで、高い感度で距離画像を生成することが可能になる。よって、距離画像と可視画像とを生成し、かつ、高い感度で距離画像を生成するのに適した固体撮像装置 10 が実現される。

[0059] また、固体撮像装置 10 は、さらに、複数の画素の列のそれぞれに対応して設けられ、複数の画素で生成された信号電荷を読み出す読み出し電極と読み出した信号電荷を列方向に転送する転送電極とを有する複数の垂直転送部 14 を備える。そして、図 5～図 8 に示される第 2 の読み出し例によれば、垂直転送部 14 は、読み出し電極 V_{2A} 、 V_{2B} によって、第 2 の行におい

て隣接する２つの赤外光画素１３で生成された信号電荷を当該垂直転送部１４の列方向における同じ箇所に読み出すことで加算する。

[0060] これにより、第２の行において隣接する２つの赤外光画素１３で生成された信号電荷が垂直転送部１４の列方向における同じ箇所に読み出されて加算されるので、高い感度で距離画像が生成される。

[0061] また、本実施の形態に係る測距撮像装置５は、赤外光を照射する光源部２０と、固体撮像装置１０と、光源部２０及び固体撮像装置１０を制御することで、固体撮像装置１０が備える可視光画素１２に可視光を受光させ、固体撮像装置１０が備える赤外光画素１３に、光源部２０が照射した赤外光が被写体に反射して返ってくる反射光を受光させる制御回路３０と、固体撮像装置１０が備える可視光画素１２で生成された信号電荷を読み出すことで被写体の可視画像を生成し、固体撮像装置１０が備える赤外光画素１３で生成された信号電荷を読み出すことで被写体までの距離を示す距離画像を生成する信号処理回路４０とを備える。

[0062] これにより、固体撮像装置１０は可視光画素１２と赤外光画素１３とで構成されるので、信号処理回路４０によって可視画像と距離画像とが生成される。また、固体撮像装置１０において、赤外光画素１３が行方向に隣接するように並べられているので、隣接する２個の赤外光画素１３について信号電荷を加算して読み出すことで、高い感度で距離画像が生成される。よって、距離画像と可視画像とを生成し、かつ、高い感度で距離画像を生成するのに適した測距撮像装置５が実現される。

[0063] なお、信号処理回路４０は、固体撮像装置１０が備える赤外光画素１３で生成された信号電荷を読み出すことで、距離画像だけでなく、赤外光画像を生成してもよい。

[0064] （第３の読み出し例）

図９は、図１に示された固体撮像装置１０による信号電荷の第３の読み出し例を示す図である。

[0065] この例では、垂直転送部１４が、読み出し電極によって、赤外光画素１３

だけでなく、可視光画素 1 2 についても、隣接する 2 つの可視光画素 1 2 で生成された信号電荷を当該垂直転送部 1 4 の列方向における同じ箇所（パケット）に読み出すことで加算する。

[0066] このとき、複数の垂直転送部 1 4 のうちの偶数列及び奇数列の一方の垂直転送部 1 4 は、読み出し電極 V 4 によって、第 1 の行において隣接する 2 つの可視光画素 1 2 で生成された信号電荷を当該垂直転送部 1 4 の列方向における同じ箇所に読み出すことで加算し、複数の垂直転送部 1 4 のうちの偶数列及び奇数列の他方の垂直転送部 1 4 は、読み出し電極” A、2 B によって、第 2 の行において隣接する 2 つの赤外光画素 1 3 で生成された信号電荷を当該垂直転送部 1 4 の列方向における同じ箇所に読み出すことで加算する。つまり、可視光画素 1 2 で生成された信号電荷を列方向に転送する垂直転送部 1 4 と、赤外光画素 1 3 で生成された信号電荷を列方向に転送する垂直転送部 1 4 とが異なる（偶数列及び奇数列の一方と他方に分離される）。

[0067] 図 1 0 は、図 9 に示された第 3 の読み出し例における可視光画素 1 2 及び赤外光画素 1 3 についての信号電荷の読み出しと電荷蓄積状態（パケット）を示す図である。

[0068] 奇数列の垂直転送部 1 4 a は、読み出し電極 V 4 によって、行方向に隣接する 2 つの可視光画素 1 2 から垂直転送部 1 4 の同一パケットに信号電荷を読み出して加算し、その後、転送電極 V 1 ～ V 1 0 によって、列方向に転送する。

[0069] 一方、偶数列の垂直転送部 1 4 b は、読み出し電極 V 2 A、V 2 B によって、行方向に隣接する 2 つの赤外光画素 1 3 から垂直転送部 1 4 の同一パケットに信号電荷を読み出して加算することを、第 1 露光期間 T 1、第 2 露光期間 T 2 及び第 3 露光期間 T 3 について繰り返し、その後、転送電極 V 1 ～ V 1 0 によって、列方向に転送する。

[0070] 図 1 1 は、図 9 に示された第 3 の読み出し例における固体撮像装置 1 0 の駆動タイミングの一例を示す図である。図 1 1 の（a）～（h）に示される項目は、図 8 と同じである。

- [0071] 1 フレームの前半の期間 t_a では、図 8 と同じ動作が行われる。
- [0072] 続く期間 t_b では、図 8 と異なり、可視光による露光だけが行われ、可視光画素 12 に信号電荷が生成される（図 11 の（h）参照）。つまり、この期間 t_b では、赤外光画素 13 から垂直転送部 14 に読み出された信号電荷 S_0 、 S_1 、 BG の列方向への転送は行われない（続く期間 t_c で行われる）。よって、図 8 のケースと比べ、期間 t_b は短縮され、より高いフレームレートでの撮像が可能になる。
- [0073] そして、期間 t_c において、まず、可視光画素 12 で生成された信号電荷が垂直転送部 14 に読み出され（図 11 の（d））、その後、奇数列の垂直転送部 14 a に読み出された可視光画素 12 の信号電荷、及び、偶数列の垂直転送部 14 b に読み出された赤外光画素 13 の信号電荷 S_0 、 S_1 、 BG がパケットに格納された状態で列方向に転送され（図 11 の（c）、（d）、（e）、（f）参照）、水平転送部 15 及び信号電荷検出部 16 を経て信号処理回路 40 に出力される。
- [0074] 図 12 は、図 9 に示された第 3 の読み出し例における固体撮像装置 10 の駆動タイミングの別の例を示す図である。図 12 の（a）～（h）に示される項目は、図 11 と同じである。
- [0075] 1 フレームの前半の期間 t_a では、図 11 と同じ動作である。
- [0076] 続く期間 t_b では、図 11 と異なり、直前のフレームにおける可視光による露光及び可視光画素 12 からの読み出しによって奇数列の垂直転送部 14 a に読み出されていた信号電荷、及び、直前の期間 t_a における露光及び赤外光画素 13 からの読み出しによって偶数列の垂直転送部 14 b に読み出された信号電荷 S_0 、 S_1 、 BG がパケットに格納された状態で列方向に転送され（図 12 の（c）、（d）、（e）、（f）参照）、水平転送部 15 及び信号電荷検出部 16 を経て信号処理回路 40 に出力される。
- [0077] また、期間 t_b の途中から、これらの転送と並行して、基板排出パルス ϕ_{SUB} の印加（図 11 の（b））、可視光による露光（図 12 の（h））、及び、 ϕ_{V4} による可視光画素 12 から奇数列の垂直転送部 14 a への信号

電荷の読み出し加算が行われ（図 8 の（d））、次のフレームにおける垂直転送部 14 による列方向の転送に備えられる。

[0078] このような図 12 に示される駆動タイミングでは、図 11 に比べ、図 11 における期間 t_b 及び期間 t_c での処理が一つの期間 t_b にまとめられており、より高いフレームレートでの撮像が可能になる。

[0079] なお、このような第 3 の読み出し例においても、読み出された信号電荷 S_0 、 S_1 、 BG は、信号処理回路 40 において、図 4 に示された原理によって距離画像が生成される。

[0080] 以上のように、図 9 ～図 12 に示される第 3 の読み出し例によれば、赤外光画素 13 だけでなく、可視光画素 12 についても、垂直転送部 14 は、読み出し電極 V_4 によって、第 1 の行において隣接する 2 つの可視光画素 12 で生成された信号電荷を当該垂直転送部 14 の列方向における同じ箇所に読み出すことで加算する。

[0081] これにより、第 1 の行において隣接する 2 つの可視光画素 12 で生成された信号電荷が垂直転送部 14 の列方向における同じ箇所に読み出されて加算されるので、可視光画素 12 について個別に信号電荷を読み出す場合に比べ、可視画像の感度が 2 倍に向上される。

[0082] また、複数の垂直転送部 14 のうちの偶数列及び奇数列の一方の垂直転送部 14 は、読み出し電極 V_4 によって、第 1 の行において隣接する 2 つの可視光画素 12 で生成された信号電荷を当該垂直転送部 14 の列方向における同じ箇所に読み出すことで加算し、複数の垂直転送部 14 のうちの偶数列及び奇数列の他方の垂直転送部 14 は、読み出し電極 V_{2A} 、 V_{2B} によって、第 2 の行において隣接する 2 つの赤外光画素 13 で生成された信号電荷を当該垂直転送部 14 の列方向における同じ箇所に読み出すことで加算する。

[0083] これにより、可視光画素 12 で生成された信号電荷を列方向に転送する垂直転送部 14 a と、赤外光画素 13 で生成された信号電荷を列方向に転送する垂直転送部 14 b とが異なるので、可視光画素 12 及び赤外光画素 13 で生成された信号電荷を同時に列方向に転送でき、その結果、電荷転送期間が

短縮化され、より高いフレームレートが実現される。

[0084] (第4の読み出し例)

図13は、図1に示された固体撮像装置10による信号電荷の第4の読み出し例を示す図である。

[0085] この例では、図5に示される第2の読み出し例と同様に、垂直転送部14は、読み出し電極によって、可視光画素12については個別に信号電荷を読み出すが、赤外光画素13については第2の行において（つまり、行方向に）隣接する2つの赤外光画素13で生成された信号電荷を当該垂直転送部14の列方向における同じ箇所（パケット）に読み出すことで加算する。

[0086] ただし、第4の読み出し例では、赤外光画素13の露光について、時間の長さが異なる2種類の露光（以下、長い時間による露光を「Long露光」といい、短い時間による露光を「Short露光」という）が行われる。

[0087] 図14は、図13に示された第4の読み出し例におけるLong露光時の赤外光画素13についての信号電荷の読み出しと電荷蓄積状態（パケット）を示す図である。

[0088] Long露光では、赤外光画素13が並ぶ第2の行のうち、1行おきの行（ここでは、第2の行だけの並びにおける奇数行）について、隣接する2つの赤外光画素13で生成された信号電荷が読み出し電極V2Bによって偶数列の垂直転送部14bの列方向における同じ箇所（パケット）に読み出されて加算される。このような読み出しが、第1露光期間T1、第2露光期間T2及び第3露光期間T3で生成された信号電荷S0、S1、BGのそれぞれについて行われる。

[0089] 図15は、図13に示された第4の読み出し例におけるShort露光時の赤外光画素13についての信号電荷の読み出しと電荷蓄積状態（パケット）を示す図である。

[0090] Short露光では、赤外光画素13が並ぶ第2の行のうち、1行おきの行（ここでは、第2の行だけの並びにおける偶数行）について、隣接する2つの赤外光画素13で生成された信号電荷が読み出し電極V2Aによって奇

数列の垂直転送部 14 a の列方向における同じ箇所（パケット）に読み出されて加算される。このような読み出しが、第 1 露光期間 T 1、第 2 露光期間 T 2 及び第 3 露光期間 T 3 で生成された信号電荷 S 0、S 1、B G のそれぞれについて行われる。

[0091] 本図に示される読み出し例では、S h o r t 露光による信号電荷 S 0、S 1、B G のそれぞれが読み出される奇数列の垂直転送部 14 a の列方向における箇所（パケット）と、L o n g 露光による信号電荷 S 0、S 1、B G のそれぞれが格納されている偶数列の垂直転送部 14 b の列方向における箇所（パケット）とが、行方向に揃うように、偶数列の垂直転送部 14 b が動作する。具体的には、偶数列の垂直転送部 14 b は、L o n g 露光による信号電荷 S 0、S 1、B G をそれぞれのパケットに読み出した後、それらのパケットを列方向（下方向又は上方向）に 2 画素分だけ転送し、その後、奇数列の垂直転送部 14 a は、S h o r t 露光による信号電荷 S 0、S 1、B G をそれぞれのパケットに読み出す。

[0092] これは、L o n g 露光による信号電荷 S 0、S 1、B G を格納したパケットの位置と、S h o r t 露光による信号電荷 S 0、S 1、B G を格納したパケットの位置とを行方向に揃えることで、垂直転送部 14 による列方向の電荷転送期間を短縮するためである。

[0093] 図 1 6 は、図 1 3 に示された第 4 の読み出し例における可視光画素 1 2 についての信号電荷の読み出しと電荷蓄積状態（パケット）を示す図である。

[0094] 図 7 に示される動作と同様に、各可視光画素 1 2 で生成された信号電荷は、垂直転送部 14 の読み出し電極 V 4 によって、垂直転送部 14 内のパケットに読み出され、パケットに格納された状態で列方向に転送され、水平転送部 15 及び信号電荷検出部 16 を経て信号処理回路 40 に出力される。

[0095] 図 1 7 は、図 1 3 に示された第 4 の読み出し例における固体撮像装置 10 の駆動タイミングの一例を示す図である。ここでは、図 1 5 に示されるような L o n g 露光による信号電荷 S 0、S 1、B G を格納したパケットの位置と、S h o r t 露光による信号電荷 S 0、S 1、B G を格納したパケットの

位置とを行方向に揃える処理が行われなかった場合（つまり、L o n g 露光による信号電荷とS h o r t 露光による信号電荷とが異なる行の packets に格納される場合）の駆動タイミングが示されている。図 17 の（a）～（h）に示される項目は、図 8 と基本的に同じである。ただし、図 17 では、図 8 の（c）に示された $\phi V 2 A$ 、 $2 B$ について、それぞれを分離した形態で示されている（図 17 の（c 1）は $\phi V 2 B$ を示し、図 17 の（c 2）は $\phi V 2 A$ を示す）。

[0096] 1 フレームの前半の期間 $t a$ では、L o n g 露光により、第 1 露光期間での赤外光の照射と露光による距離計測（信号電荷 $S 0$ の読み出し）、第 2 露光期間での赤外光の照射と露光による距離計測（信号電荷 $S 1$ の読み出し）、及び、第 3 露光期間での背景光の露光（信号電荷 $B G$ の読み出し）が行われ、続いて、S h o r t 露光により、第 1 露光期間での赤外光の照射と露光による距離計測（信号電荷 $S 0$ の読み出し）、第 2 露光期間での赤外光の照射と露光による距離計測（信号電荷 $S 1$ の読み出し）、及び、第 3 露光期間での背景光の露光（信号電荷 $B G$ の読み出し）が行われる（図 17 の（h）参照）。なお、L o n g 露光とS h o r t 露光では、例えば、8 : 1 の比率で、第 1 露光期間、第 2 露光期間及び第 3 露光期間での露光時間の長さが設定される。

[0097] 続く期間 $t b$ 、期間 $t c$ では、図 8 と同様の動作が行われる。

[0098] なお、このようなL o n g 露光とS h o r t 露光とによるRAWデータを受け取った信号処理回路 40 は、L o n g 露光とS h o r t 露光の露光時間比を考慮したうえで、それぞれの露光で生成された信号電荷 $S 0$ 、 $S 1$ 、 $B G$ を用いて、図 4 に示されるTOF方式によって距離を算出することで、広いダイナミックレンジで、被写体までの距離を画素単位で算出する（つまり、距離画像を生成する）。

[0099] 図 18 は、図 13 に示された第 4 の読み出し例における固体撮像装置 10 の駆動タイミングの別の例を示す図である。ここでは、図 15 に示されるようなL o n g 露光による信号電荷 $S 0$ 、 $S 1$ 、 $B G$ を格納した packets の位

置と、Short露光による信号電荷S0、S1、BGを格納したパケットの位置とを行方向に揃える処理が行われた場合（つまり、Long露光による信号電荷とShort露光による信号電荷とが同じ行のパケットに格納される場合）の駆動タイミングが示されている。図18の（a）～（h）に示される項目は、図17と同じである。

[0100] 基本的な動作は、図17と同じであるが、図17に比べ、赤外光画素13から読み出された信号電荷についての電荷転送期間（期間tb）が短縮化されている。本駆動タイミングによれば、Long露光による信号電荷S0、S1、BGを格納したパケットの位置と、Short露光による信号電荷S0、S1、BGを格納したパケットの位置とが行方向に揃えられるので、垂直転送部14においてパケットが存在しない箇所が多く存在しており、その箇所の分だけ垂直転送部14から水平転送部15への信号電荷の転送を省くことができるので、垂直転送部14による列方向の電荷転送期間が短くなる。

[0101] 以上のように、図13～図18に示される第4の読み出し例によれば、複数の垂直転送部14のうちの偶数列及び奇数列の一方の垂直転送部14は、読み出し電極V2Bによって、複数の第2の行のうちの一部の第2の行を構成する赤外光画素13において第1の露光時間による露光で生成された信号電荷を当該垂直転送部14の列方向における同じ箇所に読み出し、複数の垂直転送部14のうちの偶数列及び奇数列の他方の垂直転送部14は、読み出し電極V2Aによって、複数の第2の行のうちの一部の第2の行を構成する赤外光画素13において第1の露光時間よりも短い第2の露光時間による露光で生成された信号電荷を当該垂直転送部14の列方向における同じ箇所に読み出す。

[0102] これにより、赤外光画素13について、長さの異なる2種類の露光時間による露光で得られた信号電荷が読み出されるので、赤外光画素13から得られる距離情報のダイナミックレンジが拡大される。

[0103] また、図15及び図18に示される駆動タイミングによれば、複数の垂直

転送部 14 のうちの偶数列及び奇数列の一方の垂直転送部 14、又は、複数の垂直転送部 14 のうちの偶数列及び奇数列の他方の垂直転送部 14 は、転送電極によって、第 1 の露光時間による露光で得られた信号電荷が保持される垂直転送部 14 の第 1 の箇所と、第 2 の露光時間による露光で得られた信号電荷が保持される垂直転送部 14 の第 2 の箇所とが同じ行となるように、第 1 の箇所又は第 2 の箇所を列方向に転送する。

[0104] これにより、長さの異なる 2 種類の露光時間による露光で得られた信号電荷が垂直転送部 14 に保持される位置が同じ行に揃えられたうえで列方向に転送されるので、電荷転送期間が短縮化され、より高いフレームレートが実現される。

[0105] 以上、本発明に係る固体撮像装置及び測距撮像装置について、実施の形態に基づいて説明したが、本発明は、この実施の形態に限定されるものではない。本発明の主旨を逸脱しない限り、当業者が思いつく各種変形を本実施の形態に施したものや、実施の形態における一部の構成要素を組み合わせて構築される別の形態も、本発明の範囲内に含まれる。

[0106] 例えば、上記実施の形態では、固体撮像装置 10 は、CCD イメージセンサであったが、図 19 に示すように、CMOS イメージセンサであってもよい。

[0107] 図 19 において、CMOS イメージセンサ 50 は、画素アレイ部 51、垂直走査回路 60、タイミング制御部 61、参照信号生成部 62、カラム処理部 63、水平走査回路 64、信号処理部 65 及び出力回路 66 で構成される。

[0108] 画素アレイ部 51 は、行列上に配置された複数の画素で構成される。より詳しくは、可視光を信号電荷に変換する第 1 光電変換部を有する可視光画素 53 が行方向に隣接するように並べられた第 1 の行と、赤外光を信号電荷に変換する第 2 光電変換部を有する赤外光画素 54 が行方向に隣接するように並べられた第 2 の行とが、列方向に交互に配置されて構成される。画素アレイ部 51 において、同じ列に並ぶ画素は、定電流源 52 が接続された共通の

垂直信号線 55 に接続される。

[0109] 垂直走査回路 60 は、タイミング制御部 61 による制御の下で、画素アレイ部 51 に対して行ごとに制御信号を出力する（つまり、垂直走査をする）ことで、行単位で画素から垂直信号線 55 を経てカラム処理部 63 に信号を出力させる。タイミング制御部 61 は、外部から入力されるマスタークロック及びデータに応じて、CMOS イメージセンサ 50 の各構成要素に対して動作タイミングを指示する。参照信号生成部 62 は、タイミング制御部 61 による制御の下で、カラム処理部 63 が有する A/D 変換器に入力される参照信号を生成する。

[0110] カラム処理部 63 は、画素アレイ部 51 の各列に対応した A/D 変換器及びメモリを有し、タイミング制御部 61 による制御の下で、画素アレイ部 51 から列単位で入力される信号を A/D 変換器でデジタル信号に変換してメモリに格納し、水平走査回路 64 から与えられる制御信号に従って、各メモリに保持されたデジタル信号をシフトしながら、順次、信号処理部 65 に出力する。水平走査回路 64 は、タイミング制御部 61 による制御の下で、カラム処理部 63 の各メモリに保持されたデジタル信号をシフトさせるための制御信号をカラム処理部 63 に出力する。信号処理部 65 は、カラム処理部 63 から出力されたデジタル信号に対して各種処理を行う回路であり、例えば、図 1 の信号処理回路 40 と同様の処理をする。出力回路 66 は、信号処理部 65 から出力されたデジタル信号を外部に出力するバッファアンプである。

[0111] また、図 2 では、撮像部 11 において、可視光画素 12 がと赤外光画素 13 が行方向に隣接するように並べられ、行方向のストライプ状に並ぶように配置されていたが、これに限定されず、図 20 に示すように、複数行置き（一例として、図 20 においては、2 行置き）に配置されていてもよい。つまり、可視光画素 12 が行方向に隣接するように並べられた第 1 の行と赤外光画素 13 が行方向に隣接するように並べられた第 2 の行は、M 行置き（M は自然数）に交互に配置されてもよい。更に、可視光画素 12 が行方向に隣接

するように並べられた第1の行と赤外光画素13が行方向に隣接するように並べられた第2の行は、異なる行置きに（N行の第1の行とL行の第2の行（NとLは異なる自然数）とが交互に繰り返すように）配置されてもよい。例えば、連続する2行分の第1の行と1行分の第2の行とが交互に繰り返すように配置されてもよい。

[0112] また、上記実施の形態では、第1～第4の読み出し例が説明されたが、これらの複数の読み出し例に係る駆動方式が固体撮像装置（又は、測距撮像装置）に実装され、操作者による事前の設定によってこれらの複数の駆動方式から一つが選択されてもよいし、これらの複数の読み出し例に係る駆動方式のうちの一つだけが固体撮像装置（又は、測距撮像装置）に実装されてもよい。

[0113] また、上記実施の形態では、撮像部11において、可視光画素12が並ぶ第1の行では、可視光画素12だけが配置されていたが、これに限定されず、他の波長帯の光（例えば、赤外光）を受光する画素が第1の行に含まれてもよい。

[0114] 同様に、撮像部11において、赤外光画素13が並ぶ第2の行では、赤外光画素13だけが配置されていたが、これに限定されず、他の波長帯の光（例えば、可視光）を受光する画素が第2の行に含まれてもよい。第2の行において、2つの赤外光画素が隣接して配置された箇所が一部に存在する限り、その箇所では、赤外光画素の2画素加算が可能になるので、高い感度で距離画像が生成される。

[0115] また、上記実施の形態では、固体撮像装置10の撮像部11が有する赤外光画素13は、距離画像の生成に用いられたが、赤外光画素13の用途としては、距離画像の生成に限られず、被写体の各種特性の観察等、他の用途であってもよい。本実施の形態に係る固体撮像装置10によれば、可視光画素12による撮像情報と赤外光画素13による撮像情報の両方が得られ、かつ、高い感度で赤外光画素13による撮像情報が得られるので、可視光と赤外光のイメージングを同時に行う各種用途に利用され得る。

産業上の利用可能性

[0116] 本発明に係る固体撮像装置は、距離画像と可視画像とを生成し、かつ、高い感度で距離画像を生成するのに適しているので、小さな被写体や、遠方の被写体の距離画像及び可視画像を精度良く取得する測距撮像装置として有用である。例えば、指先でジェスチャー入力するスマートフォン、複数人の全身動作でコントロールするゲーム機、車に搭載されて車外の対象物を認識するカメラ等、測距カメラのアプリケーションを有する測距撮像装置に有用である。

符号の説明

- [0117] 5 測距撮像装置
- 10 固体撮像装置
 - 11 撮像部
 - 12 可視光画素
 - 13、13a～13d 赤外光画素
 - 14、14a、14b 垂直転送部
 - 15 水平転送部
 - 16 信号電荷検出部
 - 20 光源部
 - 30 制御回路
 - 40 信号処理回路
 - 50 CMOSイメージセンサ
 - 51 画素アレイ部
 - 52 定電流源
 - 53 可視光画素
 - 54 赤外光画素
 - 55 垂直信号線
 - 60 垂直走査回路
 - 61 タイミング制御部

6 2 参照信号生成部

6 3 カラム処理部

6 4 水平走査回路

6 5 信号処理部

6 6 出力回路

請求の範囲

- [請求項1] 行列状に配置された複数の画素を有する撮像部を備え、
前記撮像部は、可視光を信号電荷に変換する第1光電変換部を有する可視光画素が行方向に隣接するように並べられた第1の行と、赤外光を信号電荷に変換する第2光電変換部を有する赤外光画素が行方向に隣接するように並べられた第2の行とが、列方向に交互に配置されて構成される
固体撮像装置。
- [請求項2] 前記第1の行と前記第2の行は、M行置き（Mは自然数）に交互に配置される、または、N行の前記第1の行とL行の前記第2の行（NとLは異なる自然数）とが交互に繰り返すように配置される
請求項1記載の固体撮像装置。
- [請求項3] 前記固体撮像装置は、さらに、前記複数の画素の列のそれぞれに対応して設けられ、前記複数の画素で生成された信号電荷を読み出す読み出し電極と読み出した信号電荷を列方向に転送する転送電極とを有する複数の垂直転送部を備える
請求項1または2記載の固体撮像装置。
- [請求項4] 前記複数の垂直転送部は、前記読み出し電極によって、前記第2の行において隣接する2つの赤外光画素で生成された信号電荷を当該垂直転送部の列方向における同じ箇所に読み出すことで加算する
請求項3記載の固体撮像装置。
- [請求項5] 前記複数の垂直転送部は、前記読み出し電極によって、前記第1の行において隣接する2つの可視光画素で生成された信号電荷を当該垂直転送部の列方向における同じ箇所に読み出すことで加算する
請求項3または4記載の固体撮像装置。
- [請求項6] 前記複数の垂直転送部のうちの偶数列及び奇数列の一方の垂直転送部は、前記読み出し電極によって、前記第1の行において隣接する2つの可視光画素で生成された信号電荷を当該垂直転送部の列方向にお

ける同じ箇所に読み出すことで加算し、

前記複数の垂直転送部のうちの偶数列及び奇数列の他方の垂直転送部は、前記読み出し電極によって、前記第2の行において隣接する2つの赤外光画素で生成された信号電荷を当該垂直転送部の列方向における同じ箇所に読み出すことで加算する

請求項5記載の固体撮像装置。

[請求項7]

前記複数の垂直転送部のうちの偶数列及び奇数列の一方の垂直転送部は、前記読み出し電極によって、複数の前記第2の行のうちの一部の第2の行を構成する赤外光画素において第1の露光時間による露光で生成された信号電荷を当該垂直転送部の列方向における同じ箇所に読み出し、

前記複数の垂直転送部のうちの偶数列及び奇数列の他方の垂直転送部は、前記読み出し電極によって、複数の前記第2の行のうちの一部の第2の行を構成する赤外光画素において前記第1の露光時間よりも短い第2の露光時間による露光で生成された信号電荷を当該垂直転送部の列方向における同じ箇所に読み出す

請求項3～6のいずれか1項に記載の固体撮像装置。

[請求項8]

前記複数の垂直転送部のうちの偶数列及び奇数列の一方の垂直転送部、又は、前記複数の垂直転送部のうちの偶数列及び奇数列の他方の垂直転送部は、前記転送電極によって、前記第1の露光時間による露光で得られた信号電荷が保持される前記垂直転送部の第1の箇所と、前記第2の露光時間による露光で得られた信号電荷が保持される前記垂直転送部の第2の箇所とが同じ行となるように、前記第1の箇所又は前記第2の箇所を列方向に転送する

請求項7記載の固体撮像装置。

[請求項9]

前記固体撮像装置は、CMOSイメージセンサである

請求項1または2に記載の固体撮像装置。

[請求項10]

赤外光を照射する光源部と、

請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置と、

前記光源部及び前記固体撮像装置を制御することで、前記固体撮像装置が備える可視光画素に可視光を受光させ、前記固体撮像装置が備える赤外光画素に、前記光源部が照射した赤外光が被写体に反射して返ってくる反射光を受光させる制御回路と、

前記固体撮像装置が備える可視光画素で生成された信号電荷を読み出すことで前記被写体の可視画像を生成し、前記固体撮像装置が備える赤外光画素で生成された信号電荷を読み出すことで前記被写体までの距離を示す距離画像を生成する信号処理回路と

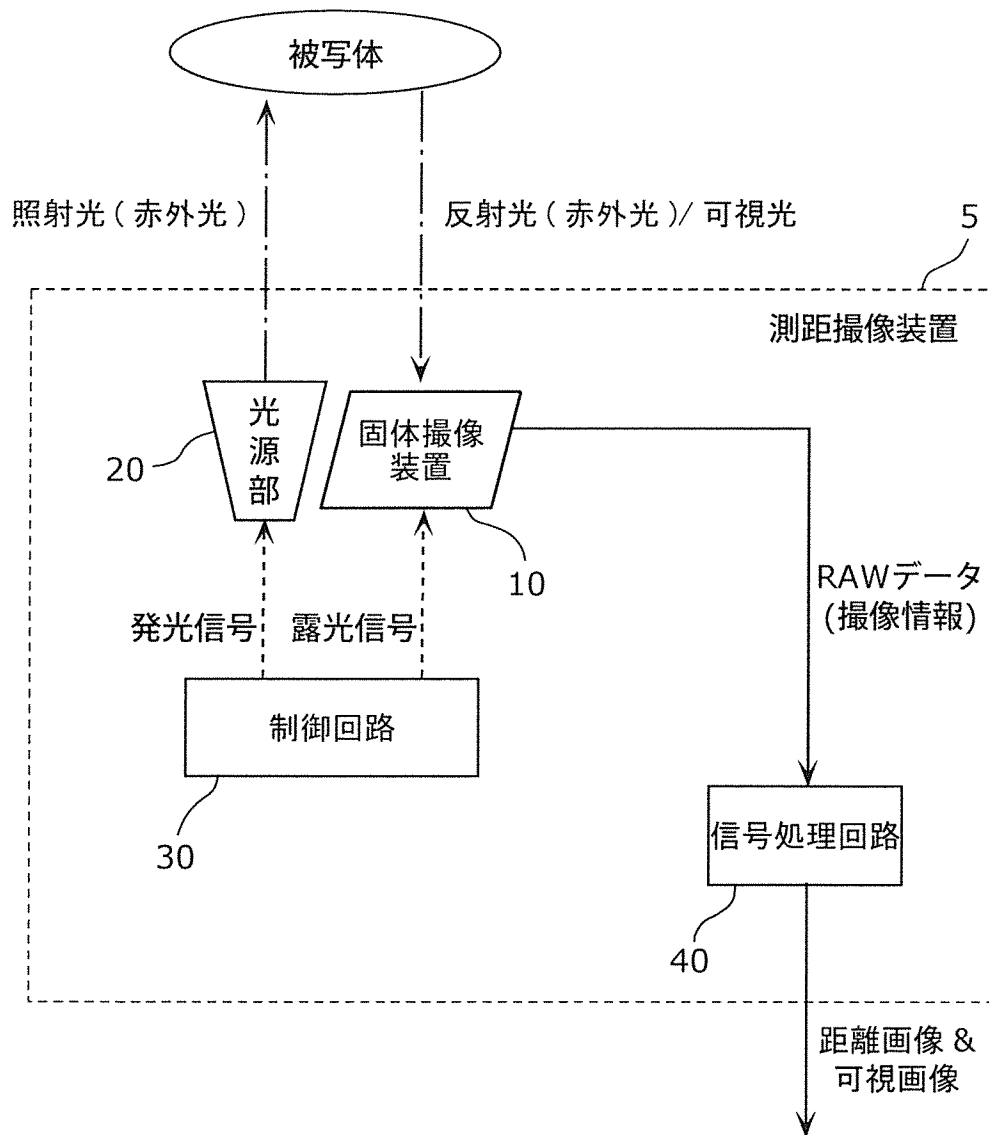
を備える測距撮像装置。

[請求項11]

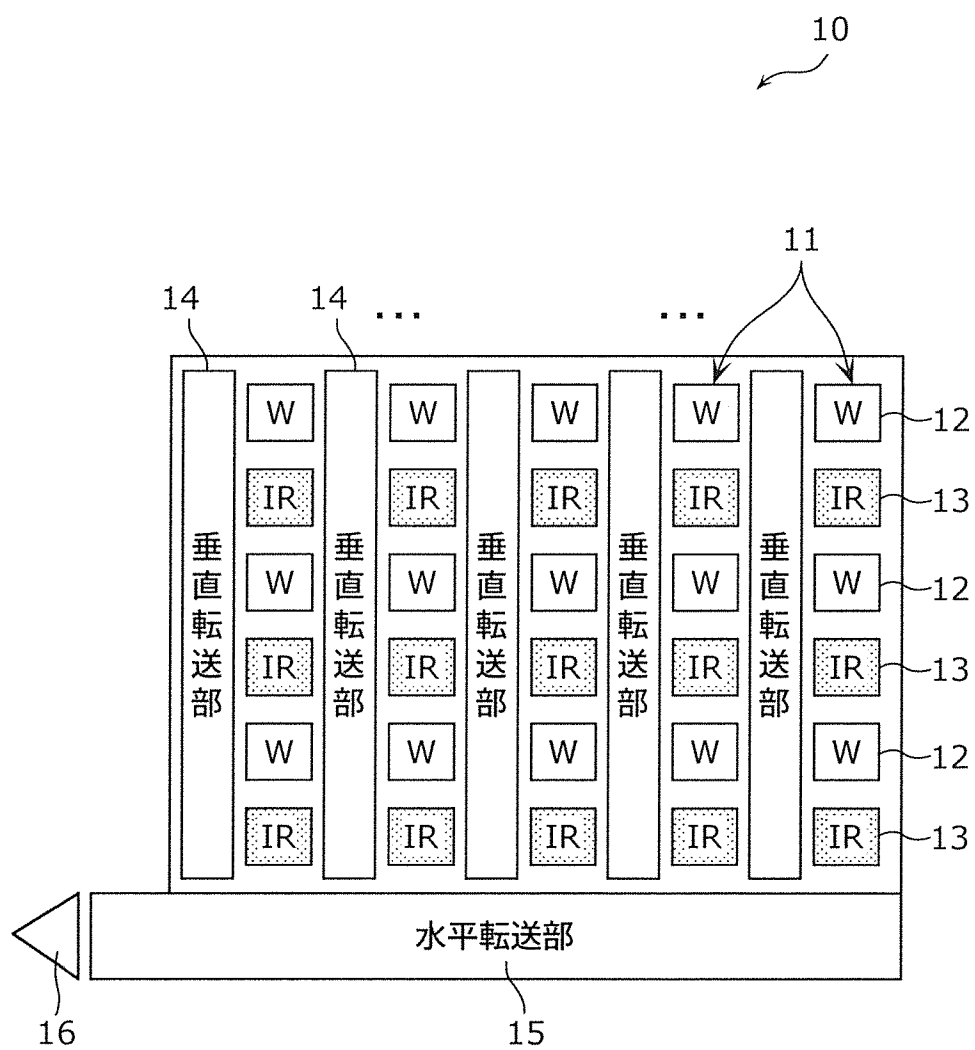
前記信号処理回路は、前記固体撮像装置が備える赤外光画素で生成された信号電荷を読み出すことで前記被写体までの距離を示す距離画像と赤外光画像とを生成する

請求項 10 記載の測距撮像装置。

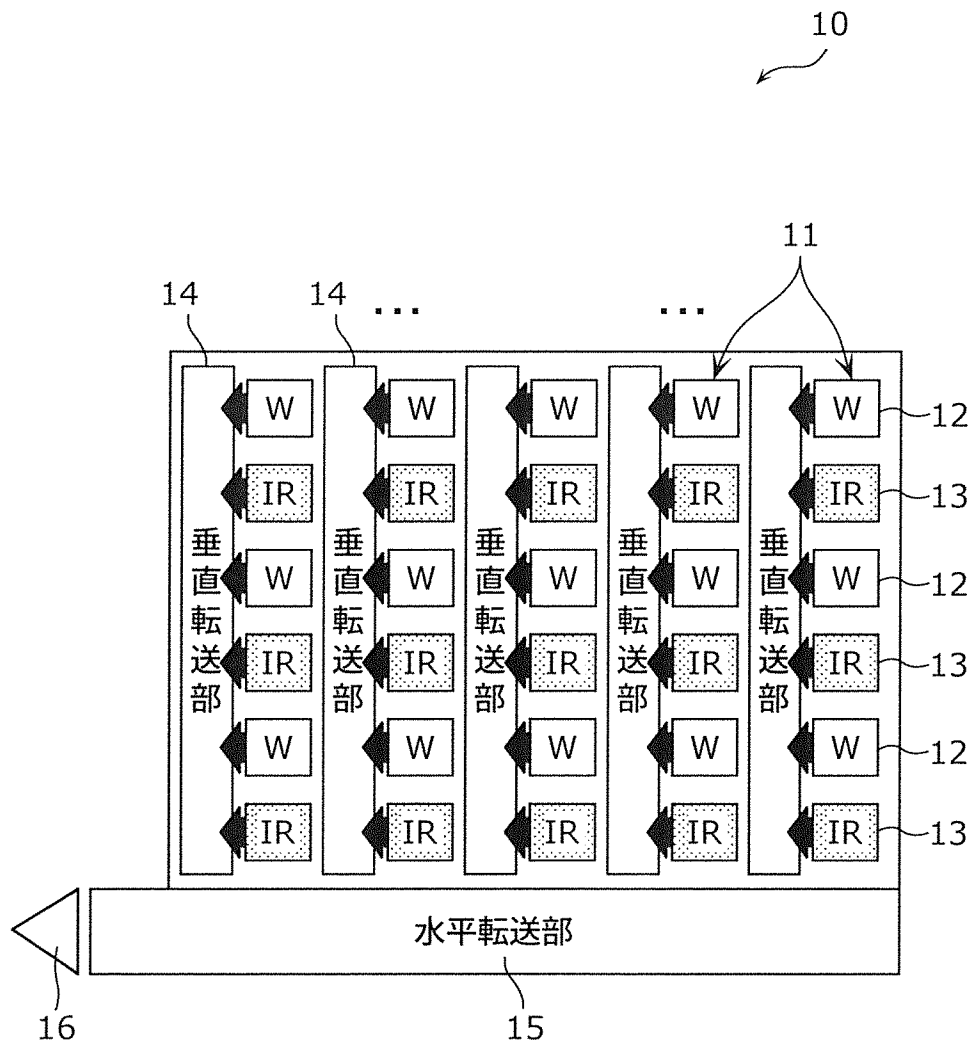
[図1]



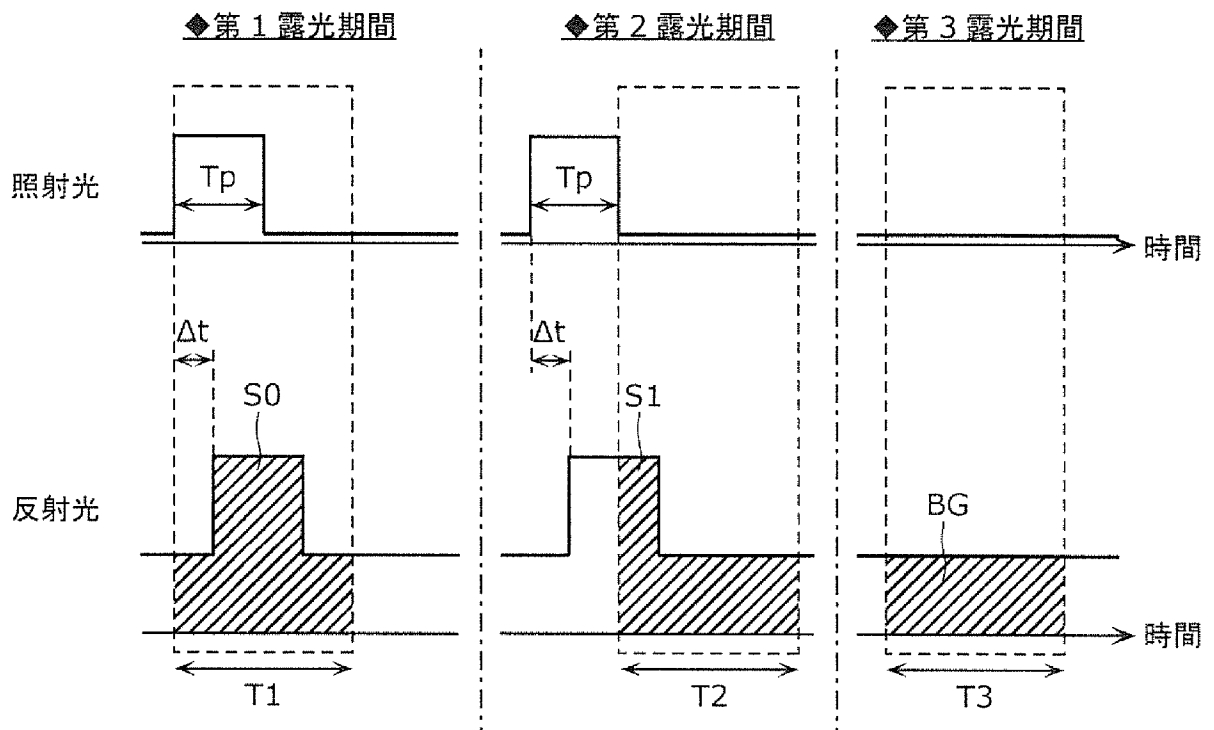
[図2]



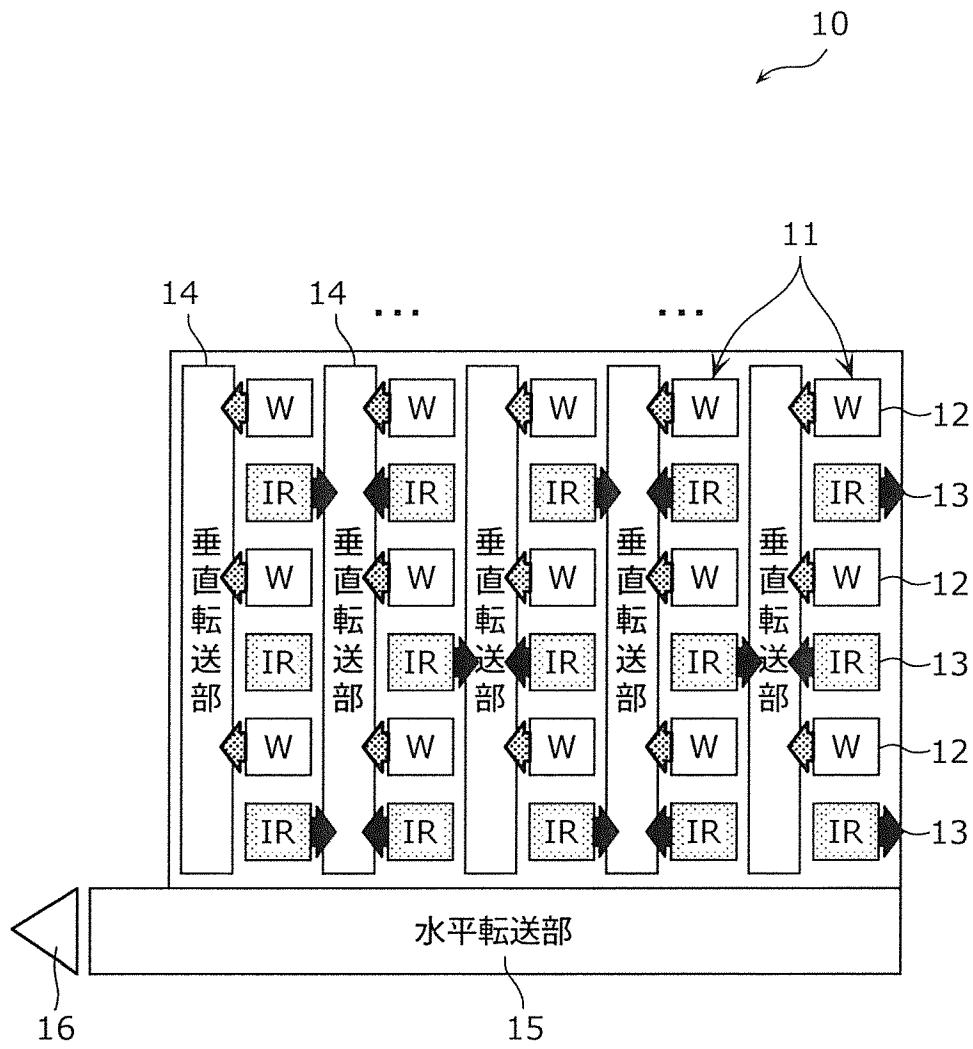
[図3]



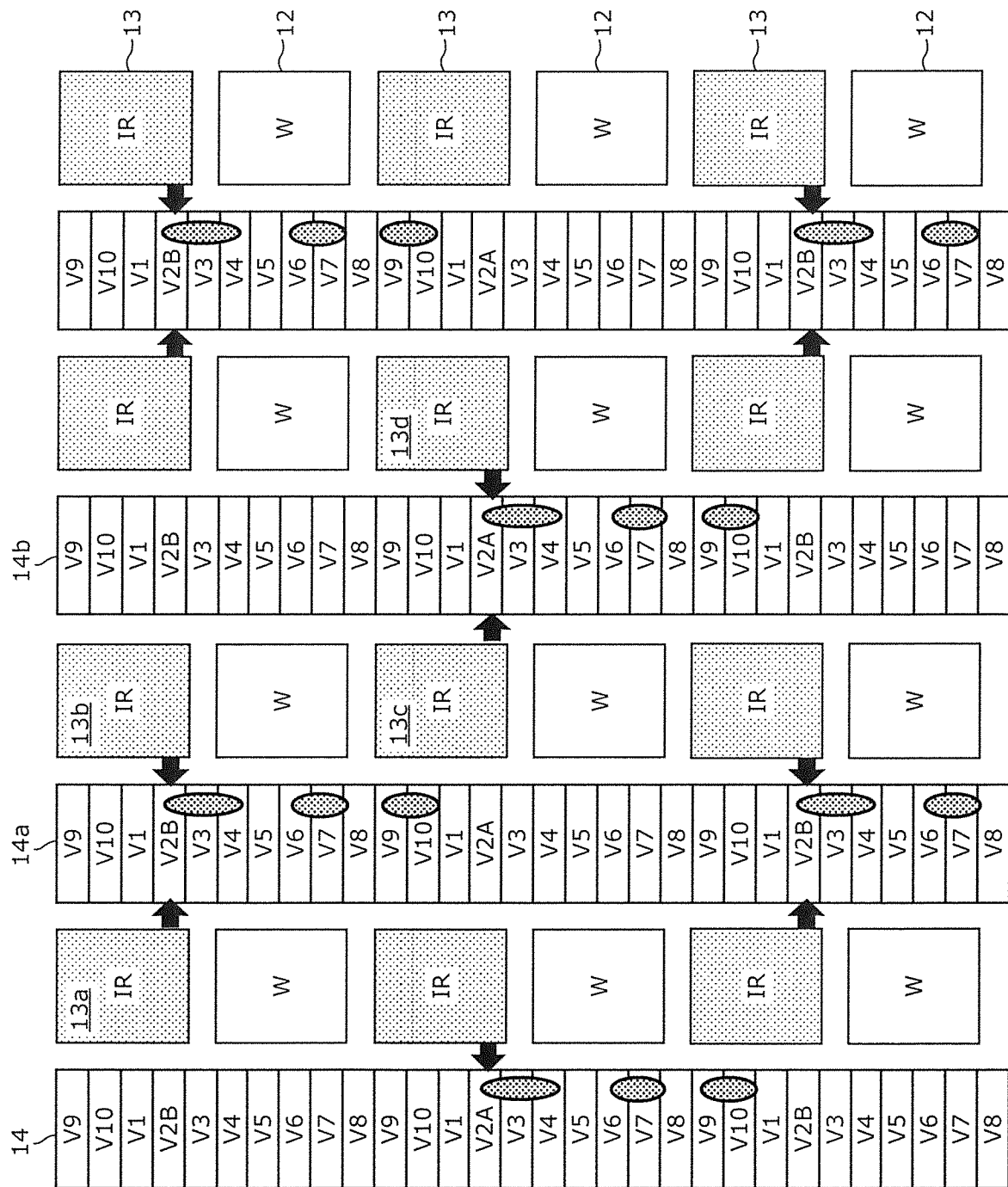
[図4]



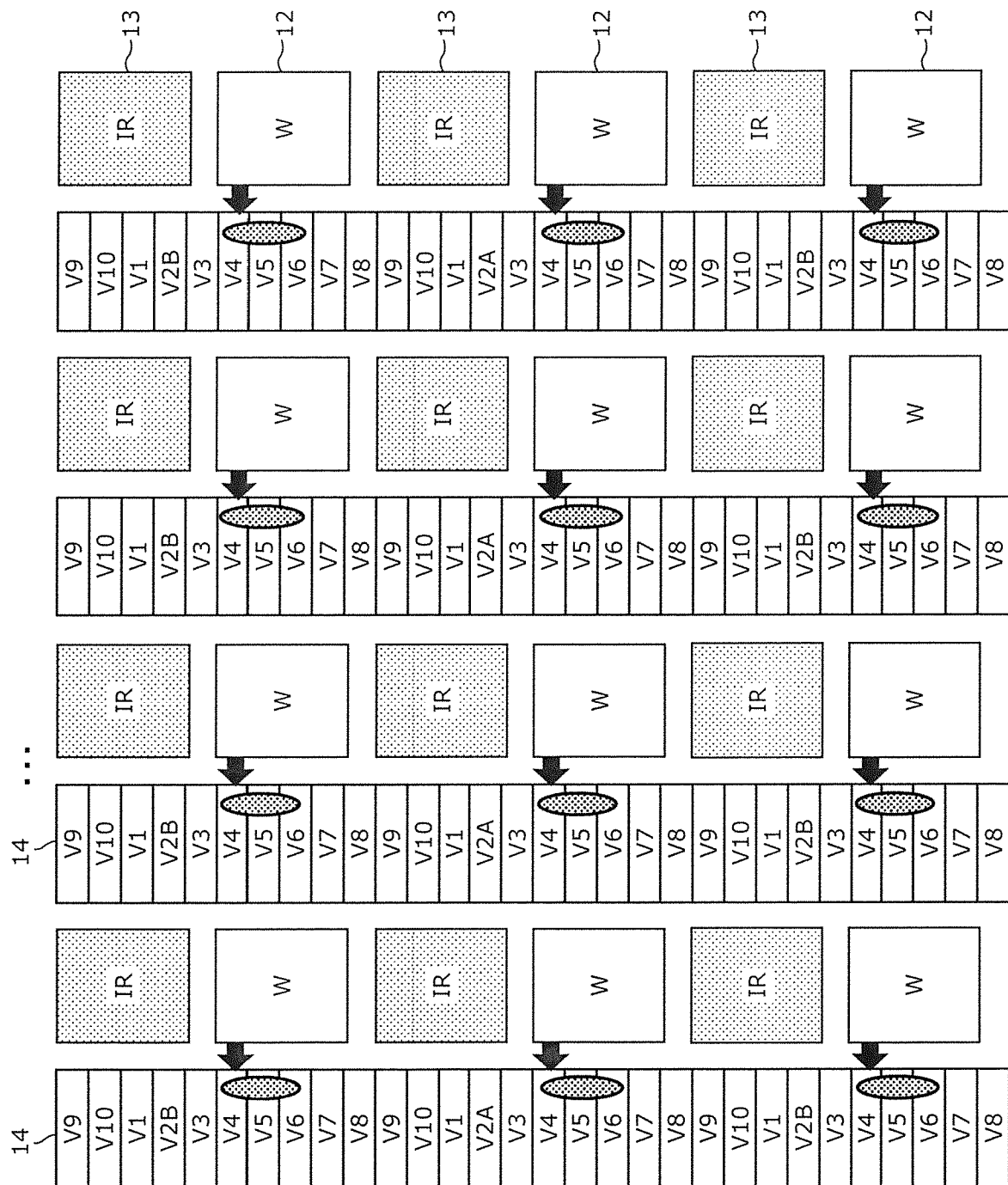
[図5]



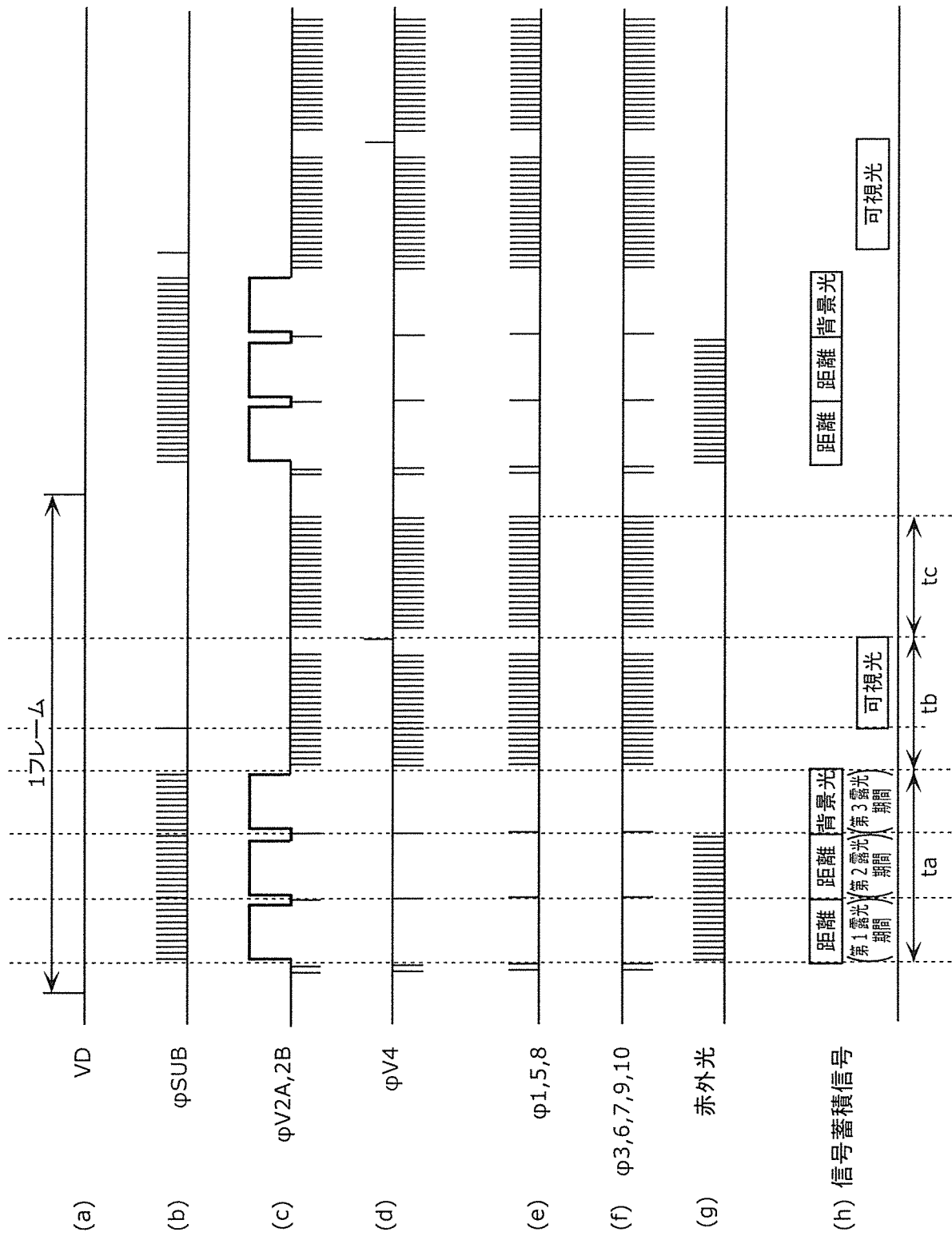
[図6]



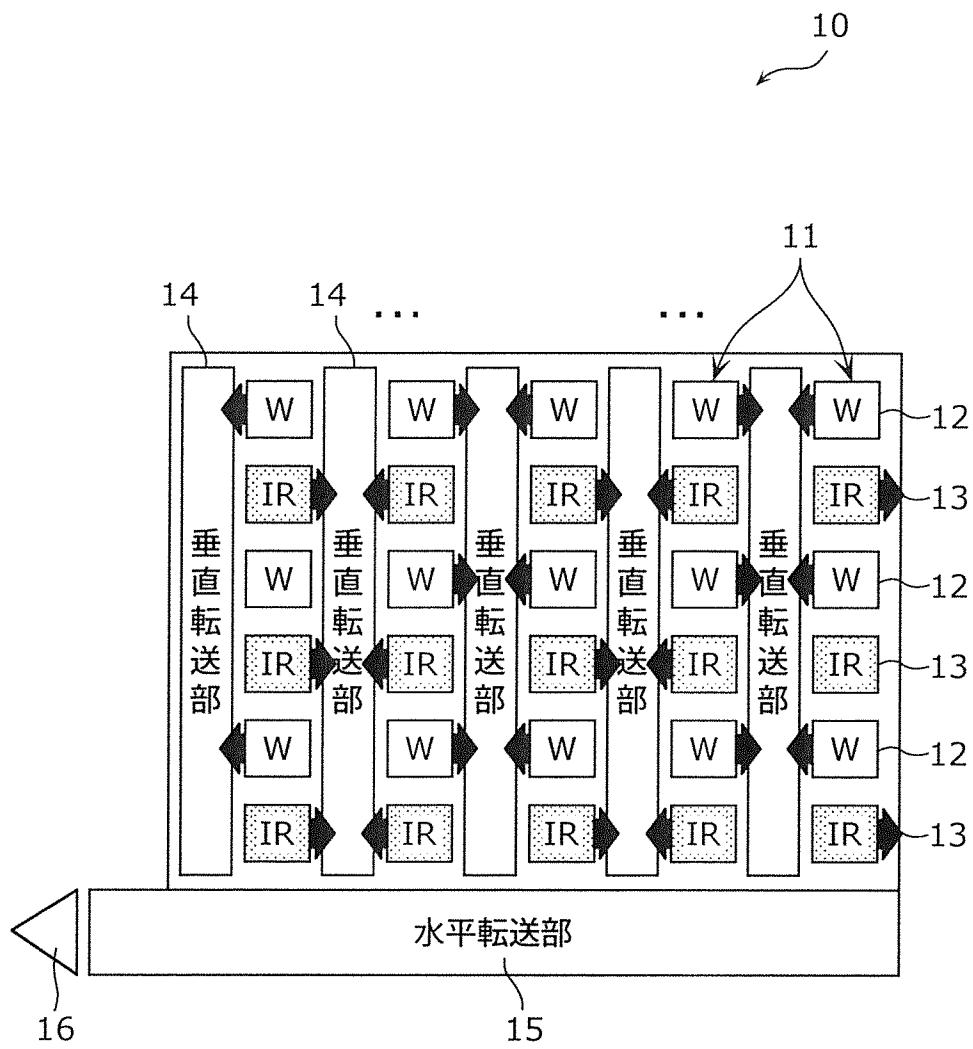
[図7]



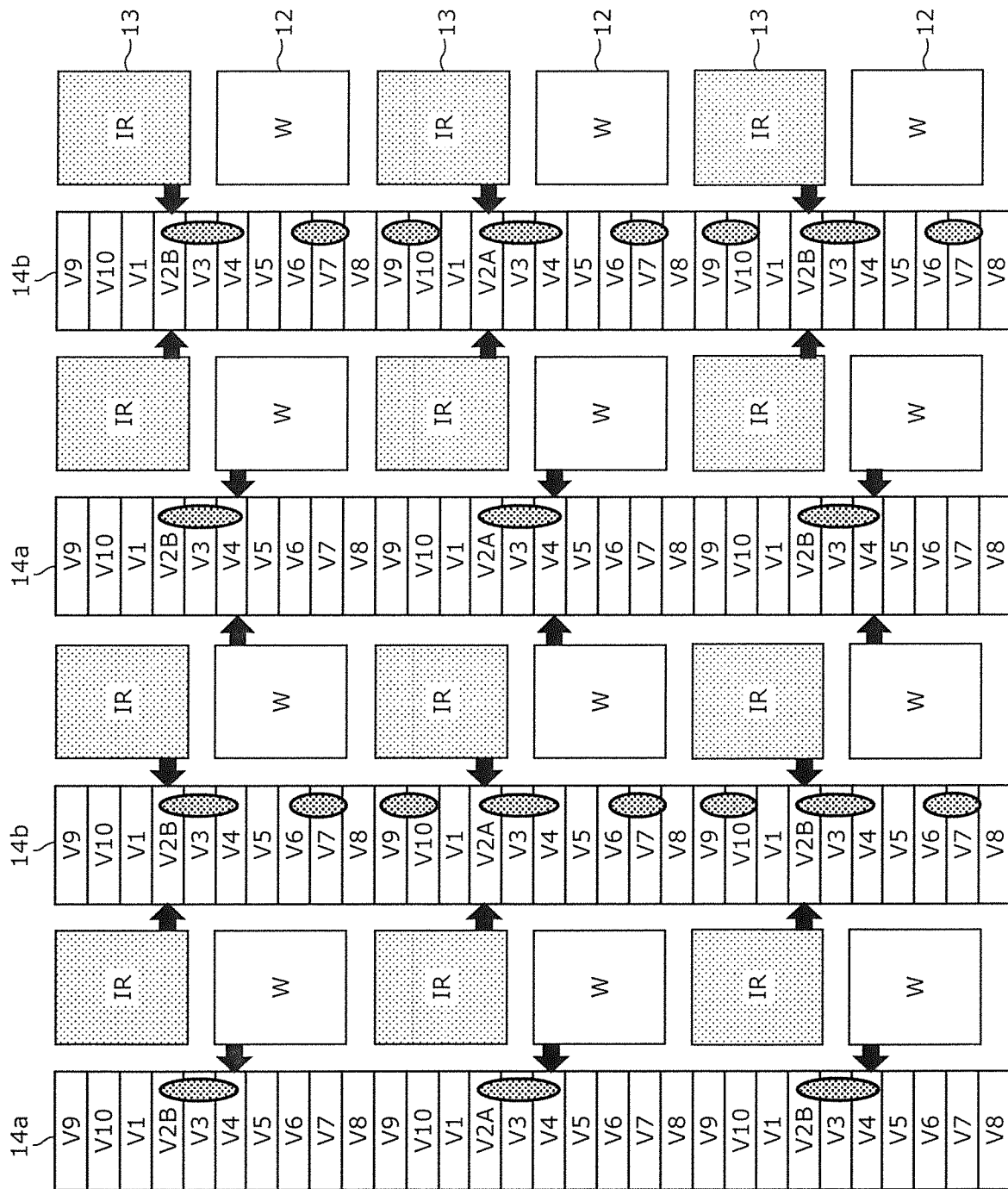
[図8]



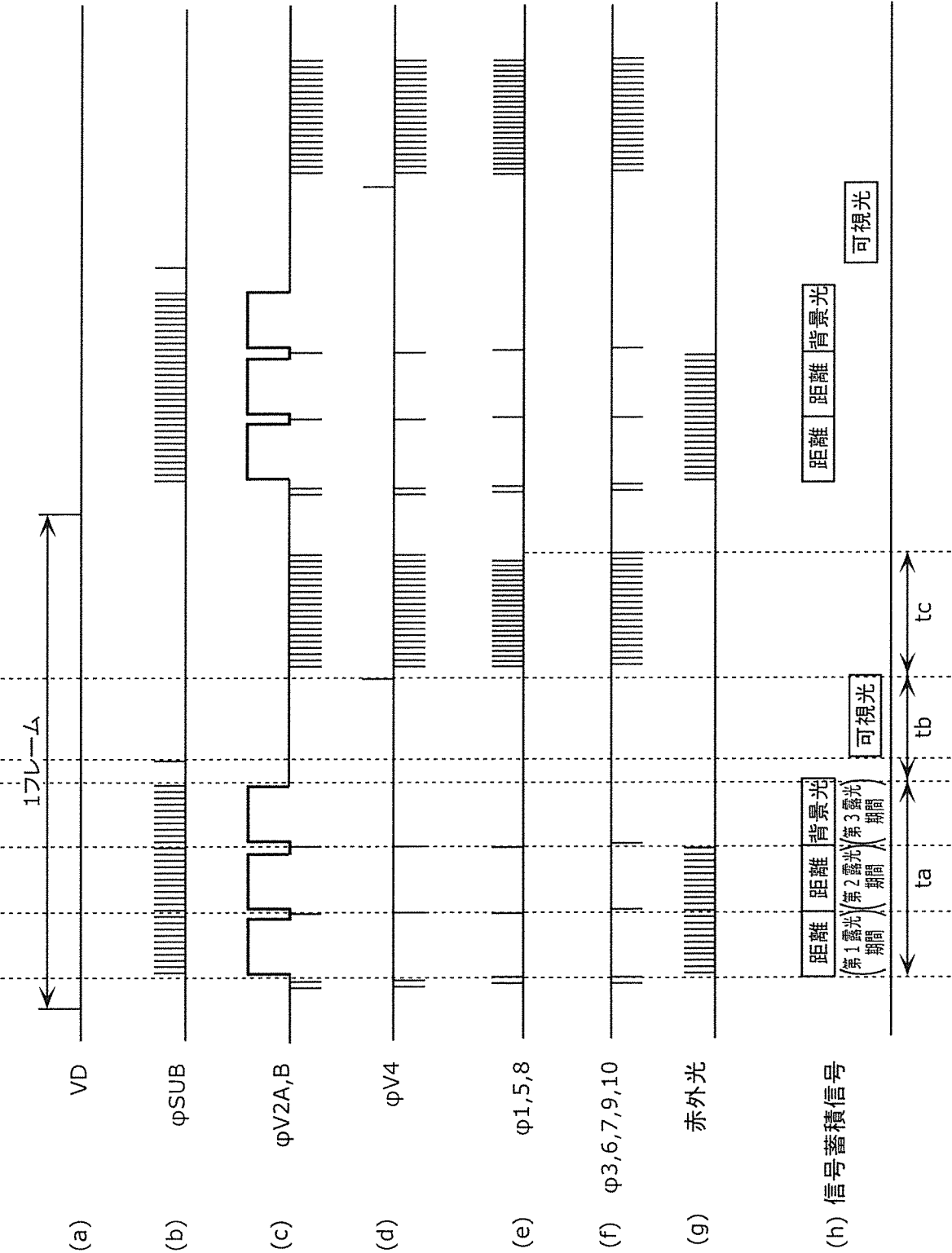
[図9]



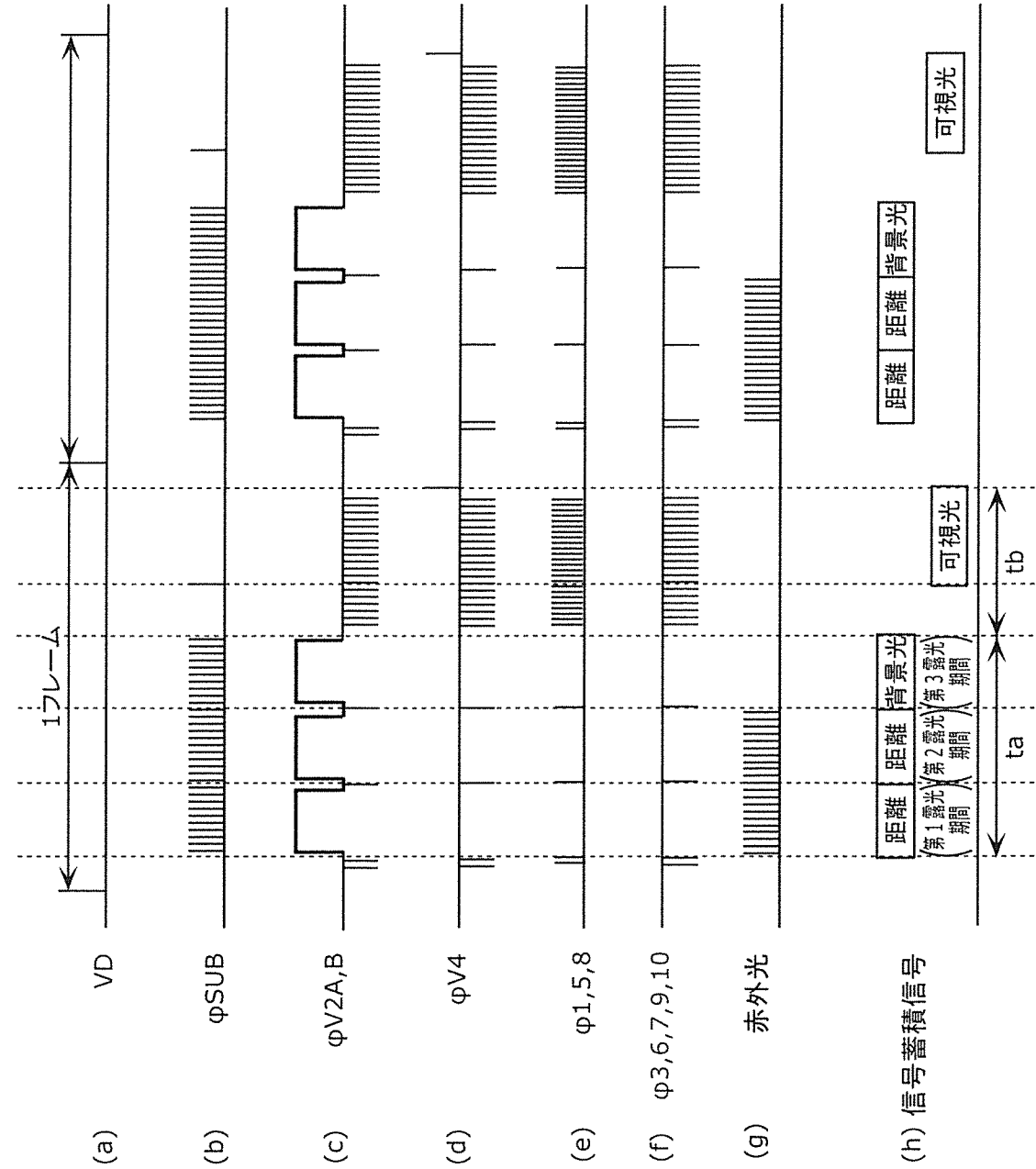
[図10]



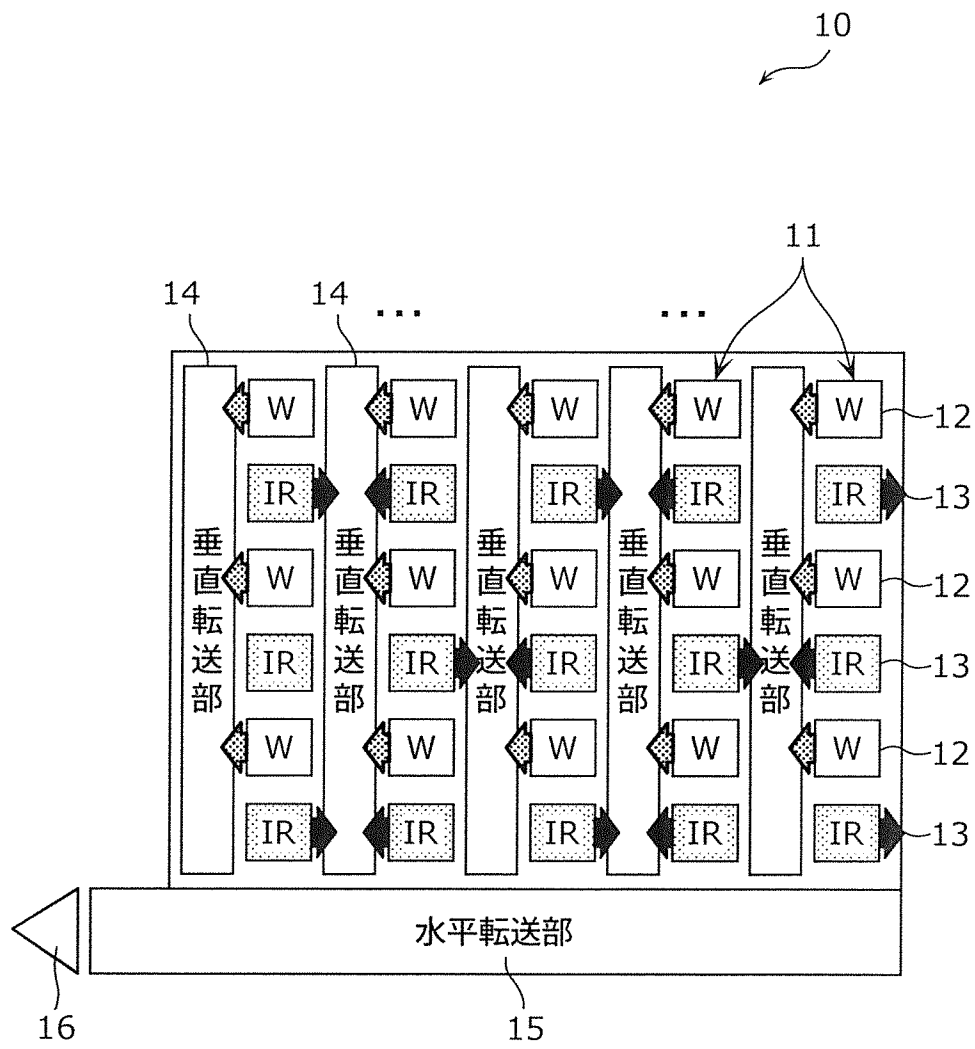
[図11]



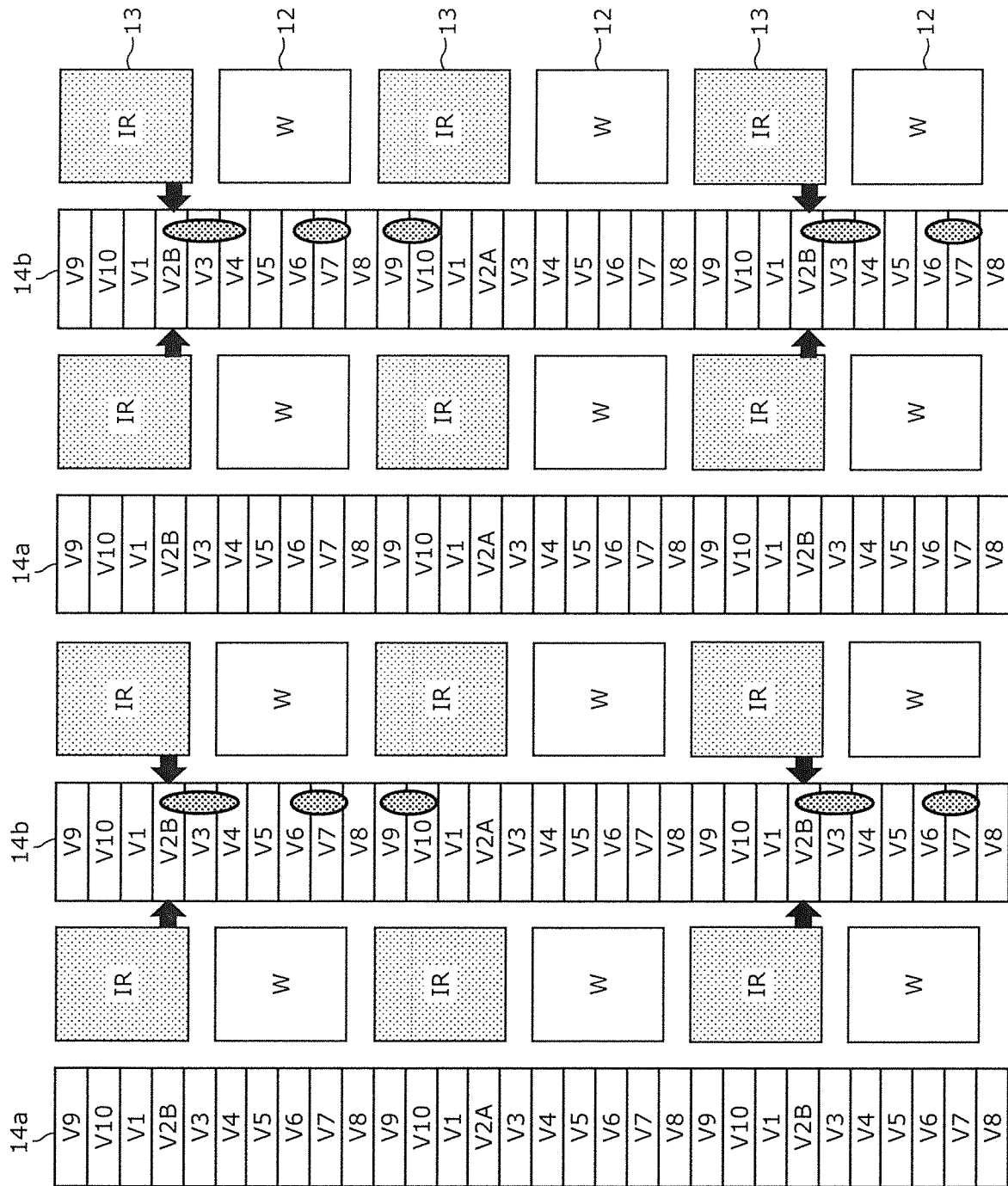
[図12]



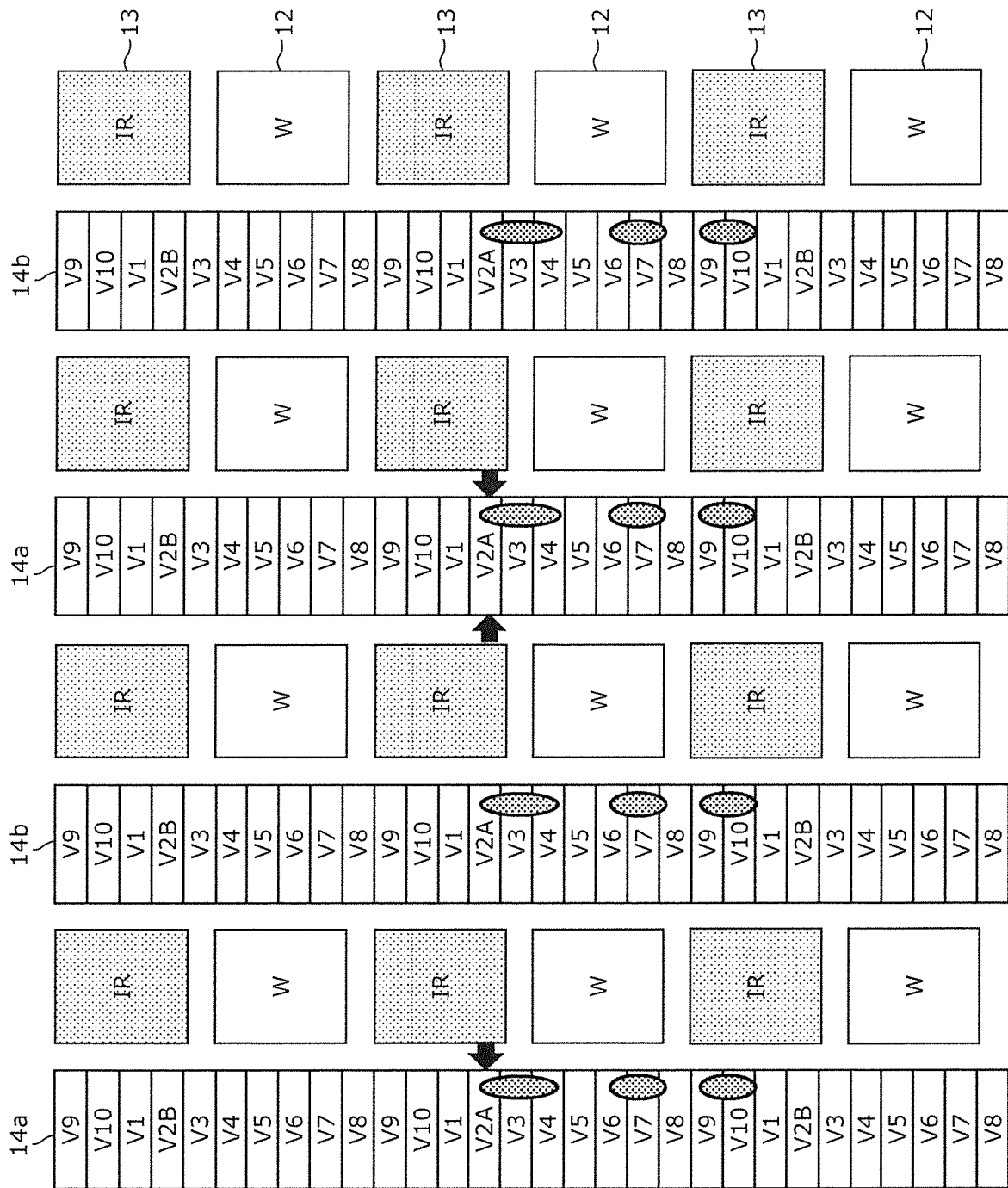
[図13]



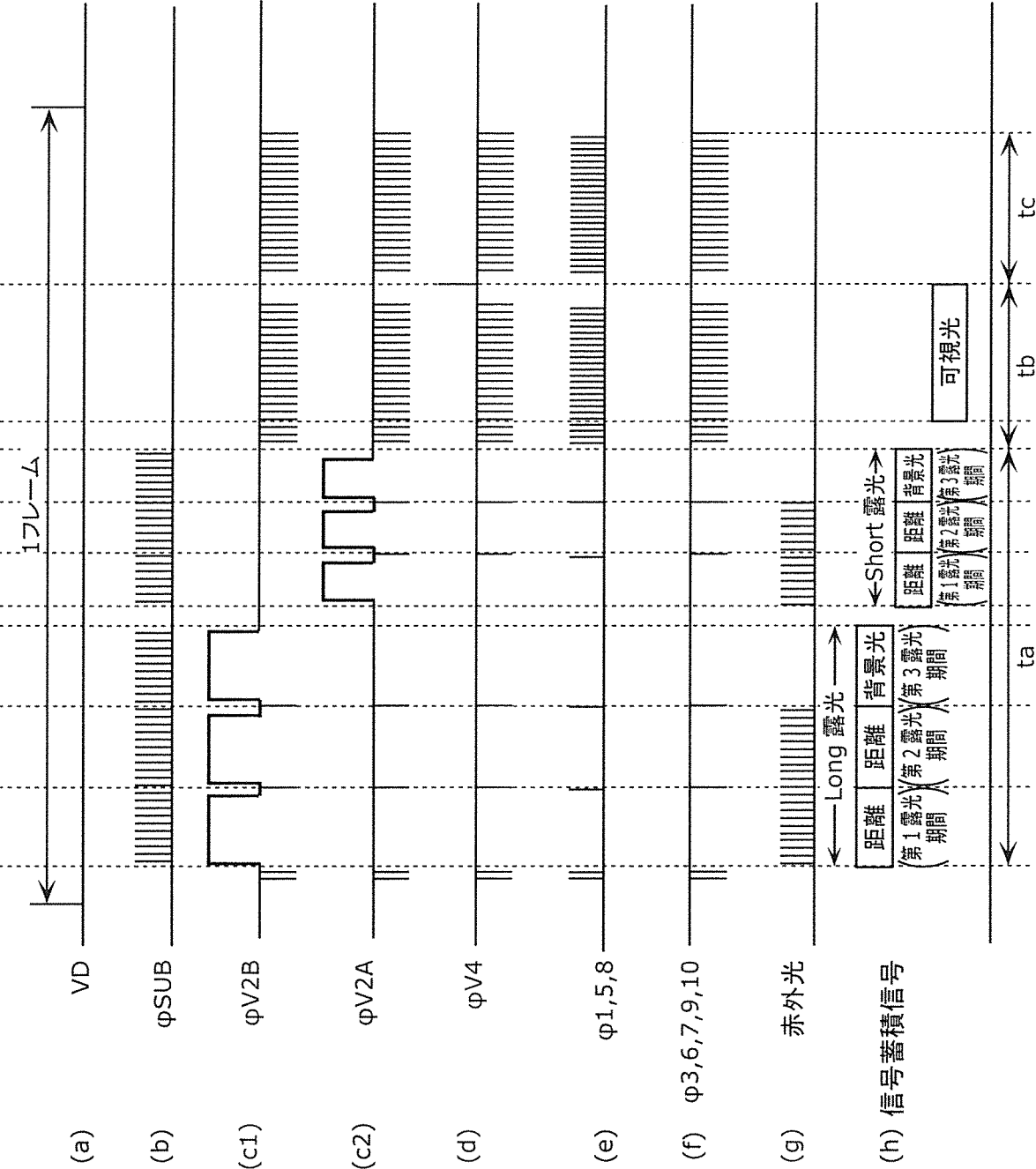
[図14]



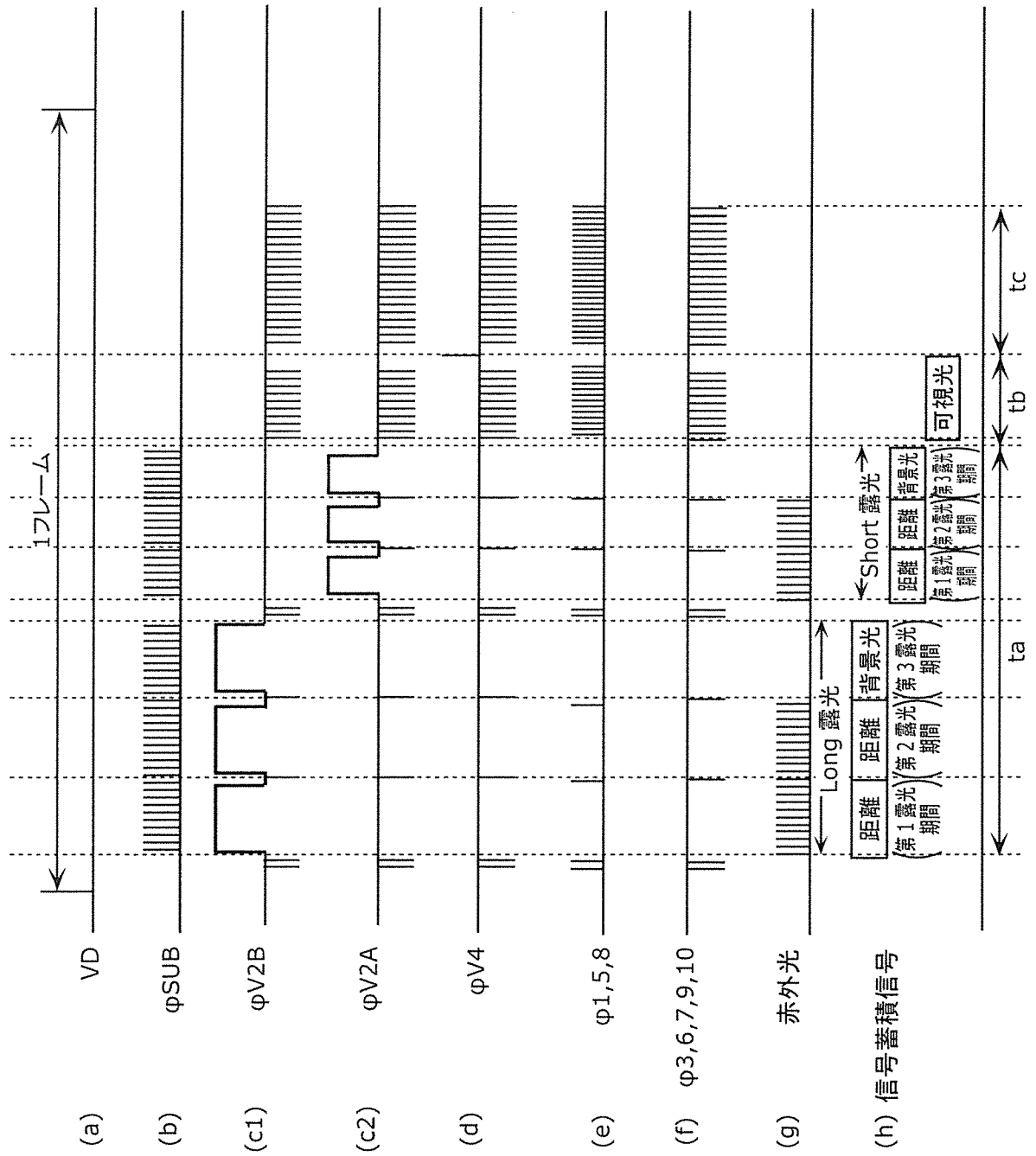
[図15]



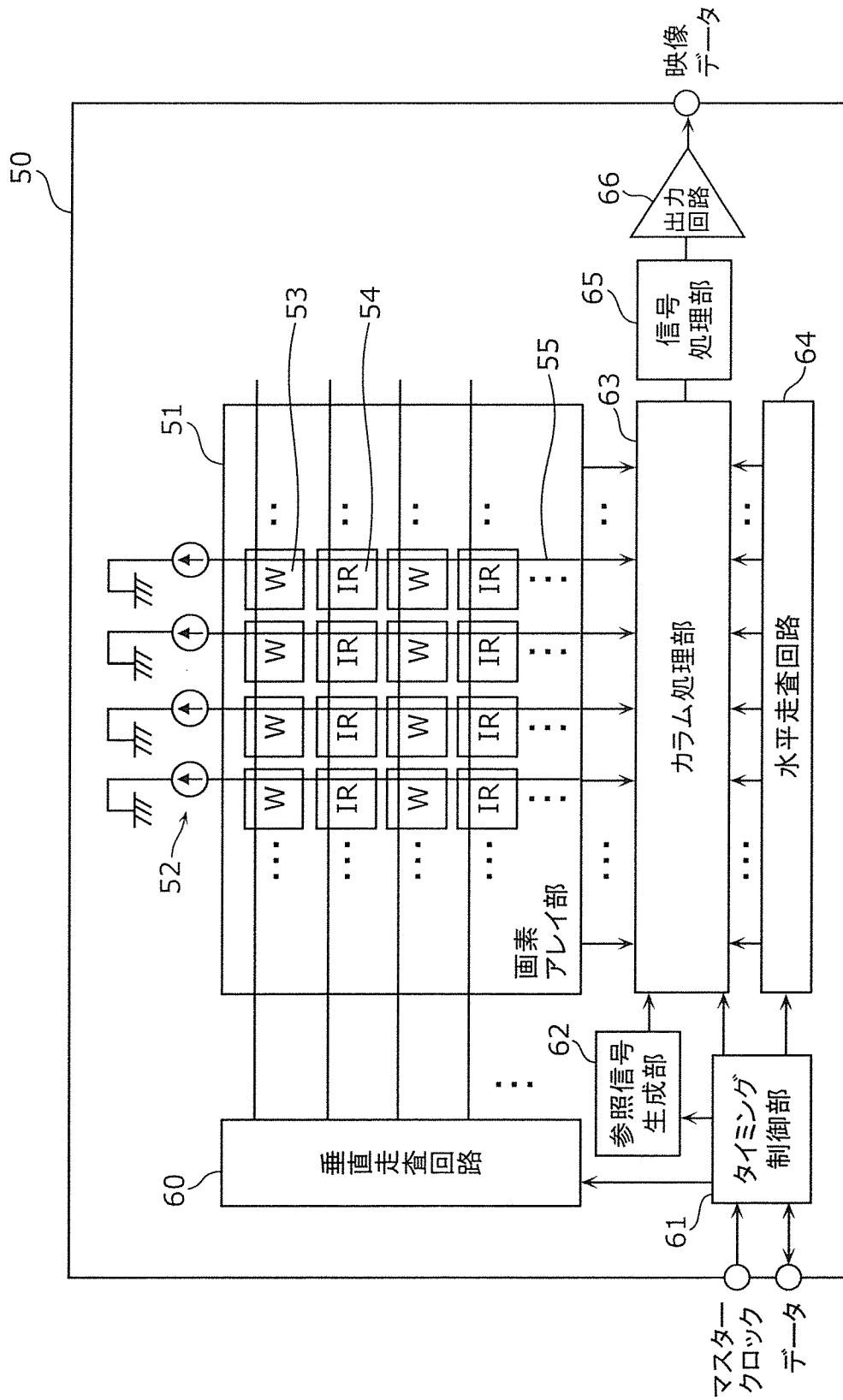
[図17]



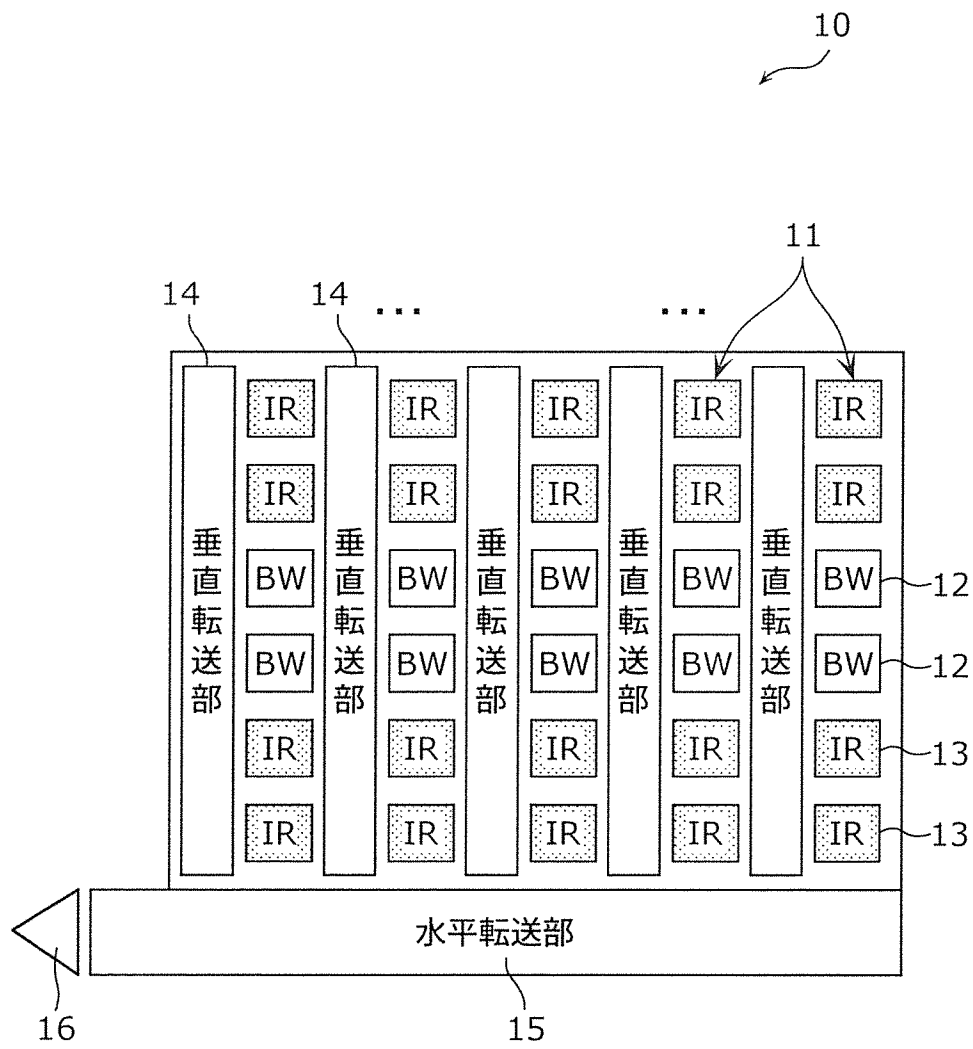
[図18]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/041185

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H04N5/3728 (2011.01) i, G01C3/06 (2006.01) i, H01L27/148 (2006.01) i, H04N5/33 (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. H04N5/3728, G01C3/06, H01L27/148, H04N5/33

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.
X	WO 2014/122714 A1 (PANASONIC CORP.) 14 August 2014, paragraphs [0015], [0041], [0067], fig. 1, 9, 25 & US 2015/0341573 A1, paragraphs [0048], [0074], [0100], fig. 1, 9, 25	1-3, 9-11
Y		4-6
A		7, 8
Y	WO 2014/002415 A1 (PANASONIC CORP.) 03 January 2014, paragraphs [0081], [0082], fig. 26 & US 2015/0092019 A1, paragraphs [0112], [0113], fig. 26	4-6
A	WO 2016/031171 A1 (PANASONIC IP MANAGEMENT CO., LTD.) 03 March 2016, entire text, all drawings & US 2017/0150077 A1 & EP 3188471 A1	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.	☐ See patent family annex.
---	---

* Special categories of cited documents:	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 15 January 2018 (15.01.2018)	Date of mailing of the international search report 30 January 2018 (30.01.2018)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04N5/3728(2011.01)i, G01C3/06(2006.01)i, H01L27/148(2006.01)i, H04N5/33(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. H04N5/3728, G01C3/06, H01L27/148, H04N5/33

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
X Y A	WO 2014/122714 A1 (パナソニック株式会社) 2014.08.14, 段落 [0015], [0041], [0067], 第1, 9, 25 図 & US 2015/0341573 A1, 段落 [0048], [0074], [0100], 第1, 9, 25 図	1-3, 9-11 4-6 7, 8
Y	WO 2014/002415 A1 (パナソニック株式会社) 2014.01.03, 段落 [0081], [0082], 第26 図 & US 2015/0092019 A1, 段落 [0112], [0113], 第26 図	4-6

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

15.01.2018

国際調査報告の発送日

30.01.2018

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)

鈴木 明

5 V

9185

電話番号 03-3581-1101 内線 3571

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	WO 2016/031171 A1 (パナソニック I P マネジメント株式会社) 2016.03.03, 全文, 全図 & US 2017/0150077 A1 & EP 3188471 A1	1-11