

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005 年 11 月 3 日 (03.11.2005)

PCT

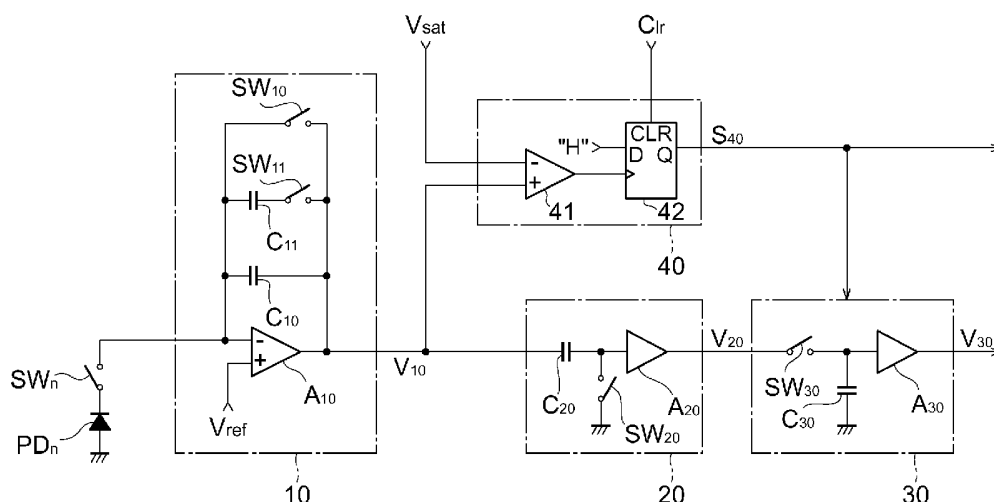
(10) 国際公開番号
WO 2005/104536 A1

- (51) 国際特許分類: H04N 5/335
(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/007338
(22) 国際出願日: 2005 年 4 月 15 日 (15.04.2005)
(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2004-123376 2004 年 4 月 19 日 (19.04.2004) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 浜松ホトニクス株式会社 (HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 Shizuoka (JP).
(72) 発明者; および
(73) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 水野 誠一郎 (MIZUNO, Seiichiro) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 船越 晴寛 (FUNAKOSHI, Haruhiro) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 高 哲也 (TAKA, Tetsuya) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP).
(74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外 (HASEGAWA, Yoshiki et al.); 〒1040061 東京都中央区銀座一丁目 10 番 6 号銀座ファーストビル 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: SOLID-STATE IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: 固体撮像装置



(57) Abstract: There is provided a solid-state imaging device having a large dynamic range of the incident light detection and a small temperature dependency. An integration circuit (10) includes a capacity unit for accumulating electric charge inputted. In each period T_n of N periods successively repeated T_1 to T_N , the integration circuit (10) inputs electric charge generated in a photo diode PD_n over the first accumulation period, accumulates it in the capacity unit, and outputs a first voltage in accordance with the accumulated electric charge. The integration circuit (10) inputs electric charge generated in the photo diode PD_n over the second accumulation period after the first accumulation period, accumulates it in the capacity unit, and outputs a second voltage in accordance with the accumulated electric charge. A holding circuit (30) holds the first voltage or the second voltage outputted from the integration circuit (10) and outputs the voltage held.

(57) 要約: 入射光量検出のダイナミックレンジが大きく温度依存性が小さい固体撮像装置を提供する。積分回路 10 は、入力した電荷を蓄積する容量部を有し、順次に繰り返される N 個の期間 $T_1 \sim T_N$ のうちの各期間 T_n において、フォトダイオード PD_n で

[続葉有]



(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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

発生した電荷を第1蓄積期間に亘り入力して容量部に蓄積し当該蓄積電荷量に応じた第1電圧を出力するとともに、フォトダイオードPD_nで発生した電荷を第1蓄積期間より後の第2蓄積期間に亘り入力して前記容量部に蓄積し当該蓄積電荷量に応じた第2電圧を出力する。保持回路30は、積分回路10から出力される第1電圧または第2電圧を保持して、この保持した電圧を出力する。

明 細 書

固体撮像装置

技術分野

[0001] 本発明は、固体撮像装置に関するものである。

背景技術

[0002] 固体撮像装置として、入射光量に応じてフォトダイオードで発生した電流信号を対数圧縮して電圧信号として出力するものが知られている(例えば特許文献1および特許文献2を参照)。この固体撮像装置は、入射光量検出のダイナミックレンジが大きいという利点を有している。

特許文献1:特開平11-155105号公報

特許文献2:特開平5-219443号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0003] しかしながら、上記のような対数圧縮方式を採用した固体撮像装置は、温度に依存して対数圧縮特性(すなわち、入射光量検出特性)が大きく変化するという問題点を有している。

[0004] 本発明は、上記問題点を解消する為になされたものであり、入射光量検出のダイナミックレンジが大きく、温度依存性が小さい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

[0005] 本発明に係る固体撮像装置は、(1) 入射光量に応じた量の電荷を発生するN個のフォトダイオード $PD_1 \sim PD_N$ と、(2) 各フォトダイオード PD_n とスイッチ SW_n を介して接続され、入力した電荷を蓄積する容量部を有し、順次に繰り返されるN個の期間 $T_1 \sim T_N$ のうちの各期間 T_n において、フォトダイオード PD_n で発生した電荷を第1蓄積期間に亘りスイッチ SW_n を介して入力して容量部に蓄積し当該蓄積電荷量に応じた第1電圧を出力するとともに、フォトダイオード PD_n で発生した電荷を第1蓄積期間より後の第2蓄積期間に亘りスイッチ SW_n を介して入力して容量部に蓄積し当該蓄積電

荷量に応じた第2電圧を出力する積分回路と、(3)各フォトダイオードPD_nについて、積分回路から出力される第1電圧または第2電圧を保持して、この保持した電圧を出力する保持回路と、(4)各フォトダイオードPD_nについて、積分回路から出力される第1電圧を入力し、第1電圧と基準電圧とを大小比較して、この比較結果を表す比較信号を出力し、この比較信号に基づいて、第1電圧が基準電圧より小さければ保持回路に対して第1電圧を保持するよう指示し、そうでなければ保持回路に対して第2電圧を保持するよう指示する比較回路と、を備えることを特徴とする。ただし、Nは2以上の整数であり、nは1以上N以下の任意の整数である。

- [0006] この固体撮像装置の動作は、N個の期間 $T_1 \sim T_N$ を1サイクルとして、このサイクルが順次に繰り返される。各期間 T_n において、スイッチSW_nは第1蓄積期間および第2蓄積期間それぞれに閉じ、他のスイッチSW_m ($m \neq n$)は開いたままである。各フォトダイオードPD_nは、対応する期間 T_n 内の第1蓄積期間および第2蓄積期間それぞれにおいて、対応するスイッチSW_nが閉じることにより、積分回路と接続される。
- [0007] 第1蓄積期間において、スイッチSW_nが閉じていると、前サイクルの期間 T_n において最後にスイッチSW_nが開いた時刻より以降に比較的長期間に亘ってフォトダイオードPD_nへの光入射に伴ってフォトダイオードPD_nで発生し接合容量部に蓄積されていた電荷は、スイッチSW_nを経て積分回路に入力して容量部に蓄積され、この蓄積された電荷の量に応じた第1電圧が積分回路から出力される。
- [0008] 第2蓄積期間において、スイッチSW_nが閉じていると、現サイクルの期間 T_n において最後にスイッチSW_nが開いた時刻より以降に比較的短期間に亘ってフォトダイオードPD_nへの光入射に伴ってフォトダイオードPD_nで発生した電荷は、スイッチSW_nを介して積分回路に入力して容量部に蓄積され、この蓄積された電荷の量に応じた第2電圧が積分回路から出力される。
- [0009] 各フォトダイオードPD_nについて、比較回路により、積分回路から出力される第1電圧が基準電圧と大小比較されて、この比較結果を表す比較信号が出力される。そして、この比較信号に基づいて、保持回路により、第1電圧が基準電圧より小さければ第1電圧が保持され、そうでなければ第2電圧が保持される。保持回路からは、この保持された電圧(第1電圧または第2電圧)が出力される。

- [0010] ここで、比較回路から出力される比較信号は、第1電圧と基準電圧との大小関係（すなわち、フォトダイオードPD_nへの入射光量のレベル）を表すものである。また、第1蓄積期間における蓄積電荷量より第2蓄積期間における蓄積電荷量が少ないので、第1電圧より第2電圧が小さい。したがって、フォトダイオードPD_nへの入射光量が比較的少ない場合には、保持回路から出力される第1電圧に基づいて、フォトダイオードPD_nへの入射光量を検知することができる。一方、フォトダイオードPD_nへの入射光量が比較的多い場合には、保持回路から出力される第2電圧に基づいて、フォトダイオードPD_nへの入射光量を検知することができる。
- [0011] したがって、この固体撮像装置は、画素毎に入射光量検出のダイナミックレンジを大きくすることができる。また、フォトダイオードPD_nで発生した電荷を積分回路の容量部に蓄積して、その蓄積した電荷の量に応じた電圧を積分回路から出力するので、入射光量検出の温度依存性が小さい。
- [0012] 本発明に係る固体撮像装置は、積分回路の容量部の容量値が可変であり、第1蓄積期間における容量部の容量値より第2蓄積期間における容量部の容量値が大きいのが好適である。この場合には、光検出のダイナミックレンジを更に大きくすることができる。
- [0013] 本発明に係る固体撮像装置は、積分回路と保持回路との間に設けられ、積分回路から出力される電圧を入力し、第2蓄積期間の開始および終了それぞれの際に入力する該電圧の差に応じた電圧を保持回路へ出力するCDS回路を更に備えるのが好適である。また、保持回路から出力される電圧を入力し、この入力した電圧をデジタル値に変換して、このデジタル値を出力するA/D変換回路を更に備えるのが好適である。さらに、A/D変換回路から出力されるデジタル値を入力するとともに、比較回路から出力される比較信号を入力して、該比較信号に基づいて該デジタル値のビットをシフトさせ、このビットシフトしたデジタル値を出力するビットシフト回路を更に備えるのが好適である。

発明の効果

- [0014] 本発明に係る固体撮像装置は、入射光量検出のダイナミックレンジが大きく、温度依存性が小さい。

図面の簡単な説明

- [0015] 図1は本実施形態に係る固体撮像装置1の概略構成図である。
- 図2は本実施形態に係る固体撮像装置1の積分回路10、CDS回路20、保持回路30および比較回路40の回路図である。
- 図3は本実施形態に係る固体撮像装置1の各スイッチ SW_n の開閉タイミングを説明するタイミングチャートである。
- 図4は本実施形態に係る固体撮像装置1の期間 T_n における動作を説明するタイミングチャートである。
- 図5は本実施形態に係る固体撮像装置1の期間 T_n における動作を説明するタイミングチャートである。

符号の説明

- [0016] 1 固体撮像装置
- 10 積分回路
- 20 CDS回路
- 30 保持回路
- 40 比較回路
- 50 A/D変換回路
- 60 ビットシフト回路

発明を実施するための最良の形態

- [0017] 以下、添付図面を参照して、本発明を実施するための最良の形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。
- [0018] 図1は、本実施形態に係る固体撮像装置1の概略構成図である。この図に示される固体撮像装置1は、N個のフォトダイオード $PD_1 \sim PD_N$ 、N個のスイッチ $SW_1 \sim SW_N$ 、積分回路10、CDS回路20、保持回路30、比較回路40、A/D変換回路50およびビットシフト回路60を備える。ここで、Nは2以上の整数である。また、以下で用いるnは1以上N以下の任意の整数である。
- [0019] 各フォトダイオード PD_n は、アノード端子が接地され、カソード端子がスイッチ SW_n を

介して積分回路10に接続されている。積分回路10の入力端は、N個のスイッチ SW_1 ~ SW_N それぞれの一端と共通の配線により接続されている。積分回路10は、容量部(C_{10} , C_{11} , SW_{11} :図2参照)を有していて、フォトダイオード PD_n で発生した電荷を入力し、この入力した電荷を容量部に蓄積して、この蓄積した電荷の量に応じた電圧 V_{10} を出力する。

[0020] CDS (Correlated Double Sampling、相関二重サンプリング)回路20は、積分回路10から出力される電圧 V_{10} を入力し、第1時刻および第2時刻それぞれの入力電圧の差に応じた電圧 V_{20} を出力する。保持回路30は、CDS回路20から出力される電圧 V_{20} を入力して、所定時刻における入力電圧を保持し、その保持した電圧 V_{30} を出力する。比較回路40は、積分回路10から出力される電圧 V_{10} を入力し、この入力電圧 V_{10} と基準電圧とを大小比較して、この比較結果を表す比較信号 S_{40} を出力するとともに、この比較信号 S_{40} に基づいて保持回路30に対して所定時刻における入力電圧を保持するよう指示する。

[0021] A/D変換回路50は、保持回路30から出力される電圧 V_{30} を入力し、この入力した電圧をデジタル値に変換して、このデジタル値 D_{50} を出力する。ビットシフト回路60は、A/D変換回路50から出力されるデジタル値 D_{50} を入力するとともに、比較回路40から出力される比較信号 S_{40} を入力して、該比較信号に基づいて該デジタル値のビットをシフトさせ、このビットシフトしたデジタル値 D_{60} を出力する。

[0022] 図2は、本実施形態に係る固体撮像装置1の積分回路10、CDS回路20、保持回路30および比較回路40の回路図である。

[0023] 積分回路10は、アンプ A_{10} 、キャパシタ C_{10} 、キャパシタ C_{11} 、スイッチ SW_{10} およびスイッチ SW_{11} を有する。アンプ A_{10} の非反転入力端子は、基準電位 V_{ref} が入力する。アンプ A_{10} の反転入力端子は、スイッチ SW_n を介してフォトダイオード PD_n に接続されている。アンプ A_{10} の反転入力端子と出力端子との間には、スイッチ SW_{10} 、キャパシタ C_{10} 、ならびに、互いに直列接続されたスイッチ SW_{11} およびキャパシタ C_{11} が、互いに並列的に設けられている。

[0024] キャパシタ C_{10} 、キャパシタ C_{11} およびスイッチ SW_{11} は、容量値が可変の容量部を構成している。この可変容量部は、下記(1)式に表されるように、容量値 C_1 および C_2 のう

ちの何れかの容量値に選択的に設定される。すなわち、スイッチSW₁₁が開いているときの可変容量部の容量値C₁は、キャパシタC₁₀の容量値と等しい。また、スイッチSW₁₁が閉じているときの可変容量部の容量値C₂は、キャパシタC₁₀およびキャパシタC₁₁それぞれの容量値の和と等しい。
[数1]

$$C_1 = C_{10} \quad \cdots (1a)$$

$$C_2 = C_{10} + C_{11} \quad \cdots (1b)$$

[0025] 積分回路10は、スイッチSW₁₀が開いているときに、フォトダイオードPD_nから出力される電荷を可変容量部に蓄積して、この蓄積した電荷の量に応じた電圧V₁₀を出力する。また、積分回路10は、スイッチSW₁₀、SW₁₁が閉じることにより、キャパシタC₁₀、C₁₁に蓄積されていた電荷が放電され、出力電圧が初期化される。

[0026] CDS回路20は、アンプA₂₀、キャパシタC₂₀およびスイッチSW₂₀を有する。アンプA₂₀の入力端子は、キャパシタC₂₀を介して積分回路10のアンプA₁₀の出力端子と接続され、スイッチSW₂₀を介して接地電位と接続されている。このCDS回路20は、スイッチSW₂₀が閉状態から開状態に転じた第1時刻に積分回路10から出力された電圧V₁₀と、スイッチSW₂₀が開状態に維持されたまま第1時刻より後の第2時刻に積分回路10から出力された電圧V₁₀と、の差に応じた電圧V₂₀を出力する。

[0027] 保持回路30は、アンプA₃₀、キャパシタC₃₀およびスイッチSW₃₀を有する。アンプA₃₀の入力端子は、スイッチSW₃₀を介してCDS回路20のアンプA₂₀の出力端子と接続され、キャパシタC₃₀を介して接地電位と接続されている。この保持回路30は、スイッチSW₃₀が閉状態から開状態に転じた時刻にCDS回路20から出力された電圧V₂₀を以降も保持し、その保持した電圧に応じた電圧V₃₀を出力する。スイッチSW₃₀の開閉は、比較信号40から出力される比較信号S₄₀に基づいて制御される。

[0028] 比較回路40は、コンパレータ41およびDフリップフロップ42を有する。コンパレータ41は、積分回路10から出力される電圧V₁₀を入力するとともに、基準電圧V_{sat}をも入力して、これら電圧V₁₀と基準電圧V_{sat}とを大小比較する。そして、コンパレータ41の出力レベルは、電圧V₁₀が基準電圧V_{sat}より大きいときにハイレベルとなり、そうでない

ときにはローレベルとなる。Dフリップフロップ42は、CLR入力端子に入力するClr信号がハイレベルであるときに、Q出力端子からの出力レベルがローレベルとなる。Dフリップフロップ42は、コンパレータ41からの出力電圧をクロック入力端子に入力し、この電圧がローレベルからハイレベルに転じると、それまでD入力端子に入力していた信号レベルを、それ以降においてQ出力端子から出力する。D入力端子にはハイレベルの信号が入力されている。このDフリップフロップ42のQ出力端子から出力される信号が比較信号 S_{40} となる。

[0029] 次に、本実施形態に係る固体撮像装置1の動作について図3～図5を用いて説明する。N個のフォトダイオード $PD_1 \sim PD_N$ それぞれに入射する光の強度は、一般には一様ではなく、位置(n)によって異なる。以下では、フォトダイオード PD_n への入射光量が比較的少ない場合および比較的多い場合それぞれについて説明する。また、以下の動作は、図示しない制御回路から出力される制御信号に基づいて為される。

[0030] 図3は、本実施形態に係る固体撮像装置1の各スイッチ SW_n の開閉タイミングを説明するタイミングチャートである。この図に示されるように、固体撮像装置1の動作は、N個の期間 $T_1 \sim T_N$ を1サイクルとして、このサイクルが順次に繰り返される。各期間 T_n において、スイッチ SW_n は2つの部分期間(すなわち、第1蓄積期間および第2蓄積期間)に閉じ、他のスイッチ SW_m ($m \neq n$)は開いたままである。各フォトダイオード PD_n は、対応する期間 T_n 内の第1蓄積期間および第2蓄積期間それぞれにおいて、対応するスイッチ SW_n が閉じることにより、積分回路10と接続される。各期間 T_n は一定時間であり、また、各期間 T_n におけるスイッチ SW_n の開閉タイミングは一定である。

[0031] 図4および図5それぞれは、本実施形態に係る固体撮像装置1の期間 T_n における動作を説明するタイミングチャートである。図4は、フォトダイオード PD_n への入射光量が比較的少ない場合の積分回路10、CDS回路20、保持回路30および比較回路40それぞれの動作を説明するものである。また、図5は、フォトダイオード PD_n への入射光量が比較的多い場合の積分回路10、CDS回路20、保持回路30および比較回路40それぞれの動作を説明するものである。

[0032] 各図には、上から順に、積分回路10のスイッチ SW_{10} およびスイッチ SW_{11} それぞれの開閉動作、比較回路40のDフリップフロップ42のCLR入力端子に入力するClr信

号のレベル、CDS回路20のスイッチ SW_{20} の開閉動作、フォトダイオード PD_n に対応して設けられたスイッチ SW_n の開閉動作、積分回路10から出力される電圧 V_{10} 、CDS回路20から出力される電圧 V_{20} 、比較信号40から出力される比較信号 S_{40} 、保持回路30のスイッチ SW_{30} の開閉動作、ならびに、保持回路30から出力される電圧 V_{30} 、が示されている。

[0033] 図4および図5に示される何れの場合においても、積分回路10のスイッチ SW_{10} は、時刻 t_0 から時刻 t_1 までの期間、および、時刻 t_7 から時刻 t_8 までの期間、それぞれにおいて閉じて、これにより、積分回路10からの出力電圧 V_{10} は初期化される。積分回路10のスイッチ SW_{11} は、時刻 t_0 から時刻 t_7 までの期間において開いていて、時刻 t_7 以降の期間において閉じている。Clr信号は、時刻 t_0 から時刻 t_1 までの期間内にハイレベルとなり、これにより、比較回路40から出力される比較信号 S_{40} はローレベルとなる。

[0034] CDS回路20のスイッチ SW_{20} は、時刻 t_0 から時刻 t_2 までの期間、および、時刻 t_7 から時刻 t_9 までの期間、それぞれにおいて閉じて、これにより、CDS回路20は、スイッチ SW_{20} が開いた時刻より以降の入力電圧 V_{10} の変動分を電圧 V_{20} として出力する。フォトダイオード PD_n に対応して設けられたスイッチ SW_n は、時刻 t_3 から時刻 t_4 までの期間、および、時刻 t_7 から時刻 t_8 までの期間中の所定時刻以降、それぞれにおいて閉じる。

[0035] 時刻 t_3 から時刻 t_4 までの期間(第1蓄積期間)においては、積分回路10の可変容量部の容量値は C_1 (上記(1a)式)となっている。この第1蓄積期間において、スイッチ SW_n が閉じていると、前サイクルの期間 T_n において最後にスイッチ SW_n が開いた時刻より以降に比較的長期間に亘ってフォトダイオード PD_n への光入射に伴ってフォトダイオード PD_n で発生し接合容量部に蓄積されていた電荷は、スイッチ SW_n を経て積分回路10に入力してキャパシタ C_{10} に蓄積され、この蓄積された電荷の量に応じた第1電圧が積分回路10から出力される。また、CDS回路20から出力される電圧 V_{20} は、スイッチ SW_{20} が開く時刻 t_2 以降において積分回路10から出力される電圧の変動分となる。

[0036] 時刻 t_8 以降の期間(第2蓄積期間)においては、積分回路10の可変容量部の容量

値は C_2 (上記(1b)式)となっている。この第2蓄積期間において、スイッチ SW_n が閉じていると、現サイクルの期間 T_n において最後にスイッチ SW_n が開いた時刻 t_4 より以降に比較的短期間に亘ってフォトダイオード PD_n への光入射に伴ってフォトダイオード PD_n で発生した電荷は、スイッチ SW_n を介して積分回路10に入力してキャパシタ C_{10} およびキャパシタ C_{11} に蓄積され、この蓄積された電荷の量に応じた第2電圧が積分回路10から出力される。また、CDS回路20から出力される電圧 V_{20} は、スイッチ SW_2 が開く時刻 t_9 以降において積分回路10から出力される電圧の変動分となる。

[0037] 以上までの動作説明は、図4および図5それぞれの場合で共通である。しかし、以下に説明する動作は、フォトダイオード PD_n への入射光量の大きさによって異なる。

[0038] フォトダイオード PD_n への入射光量が比較的少ない場合の動作は図4に示されている。この場合、スイッチ SW_n が閉じる時刻 t_3 から、スイッチ SW_{11} が閉じる時刻 t_7 までの期間に、積分回路10から出力される電圧 V_{10} は、基準電圧 V_{sat} より小さい。したがって、比較回路40のコンパレータ41の出力レベルはローレベルのままであり、Dフリップフロップ42のQ出力端子から出力される比較信号 S_{40} はローレベルのままである。そして、この比較信号 S_{40} に基づいて、保持回路30のスイッチ SW_{30} は時刻 t_5 に閉じた後に時刻 t_6 に開き、この時刻 t_6 においてCDS回路20から出力された電圧 V_{20} が保持回路30により保持され、以降、この保持された電圧に応じた電圧 V_{30} が保持回路30から出力される。時刻 t_5 、 t_6 は、図示しない制御回路から出力される制御信号に基づいて決められる。

[0039] フォトダイオード PD_n への入射光量が比較的多い場合の動作は図5に示されている。この場合、スイッチ SW_n が閉じる時刻 t_3 から、スイッチ SW_{11} が閉じる時刻 t_7 までの期間に、積分回路10から出力される電圧 V_{10} は、基準電圧 V_{sat} より大きい。したがって、比較回路40のコンパレータ41の出力レベルはローレベルからハイレベルに転じ、Dフリップフロップ42のQ出力端子から出力される比較信号 S_{40} もローレベルからハイレベルに転じる。そして、この比較信号 S_{40} に基づいて、保持回路30のスイッチ SW_{30} は時刻 t_5 に閉じた後に第2蓄積期間中の時刻 t_{10} に開き、この時刻 t_{10} においてCDS回路20から出力された電圧 V_{20} が保持回路30により保持され、以降、この保持された電圧に応じた電圧 V_{30} が保持回路30から出力される。時刻 t_{10} は、図示しない制御回

路から出力される制御信号に基づいて決められる。

[0040] 以上のように、時刻 t_{10} 以降において比較回路40から出力される比較信号 S_{40} は、フォトダイオードPD_nへの入射光量のレベルを2段階で表したものとなっている。

[0041] すなわち、比較信号 S_{40} がローレベルであることは、積分回路10の可変容量部が容量値 C_1 に設定されているときに、それまでフォトダイオードPD_nで発生した電荷が可変容量部に蓄積されても、その蓄積期間の終了の際に積分回路10から出力される第1電圧 V が基準電圧 V_{sat} より小さいこと、つまり、フォトダイオードPD_nへの入射光量が比較的少ないことを表している。

[0042] 比較信号 S_{40} がハイレベルであることは、積分回路10から出力される第1電圧 V_{10} が基準電圧 V_{sat} 以上となるが、積分回路10の可変容量部が容量値 C_2 に設定されているときに、それまでフォトダイオードPD_nで発生した電荷が可変容量部に蓄積されても、その蓄積期間の終了の際に積分回路10から出力される第2電圧 V が基準電圧 V_{ref} より小さいこと、つまり、フォトダイオードPD_nへの入射光量が比較的多いことを表している。

[0043] 時刻 t_{10} 以降において比較信号 S_{40} がローレベルであるときに保持回路30から出力される第1電圧 V_{31} は、前サイクルの期間 T_n において最後にスイッチSW_nが開いた時刻より以降にフォトダイオードPD_nへの光入射に伴ってフォトダイオードPD_nで発生した電荷の量を Q_1 とすると、下記(2a)式で表される。また、時刻 t_{10} 以降において比較信号 S_{40} がハイレベルであるときに保持回路30から出力される第2電圧 V_{32} は、現サイクルの期間 T_n においてスイッチSW_nが開いた時刻 t_4 より以降にフォトダイオードPD_nへの光入射に伴ってフォトダイオードPD_nで発生した電荷の量を Q_2 とすると、下記(2b)式で表される。

[数2]

$$V_{31} = \frac{Q_1}{C_1} \quad \cdots (2a)$$

$$V_{32} = \frac{Q_2}{C_2} \quad \cdots (2b)$$

[0044] このとき、保持回路30から第1電圧 V_{31} が出力されるときの受光感度を α とし、保持

回路30から第2電圧 V_{32} が出力されるとき受光感度を β とすると、両者の比は下記(3)式で表される。ここで、キャパシタ C_{10} およびキャパシタ C_{11} それぞれの容量値を適切に設定するとともに、スイッチ SW_n の開閉タイミングを適切に設定することにより、この比を例えば64:1とすることができる。

[数3]

$$\alpha : \beta = V_{31} : V_{32} = \frac{Q_1}{C_1} : \frac{Q_2}{C_2} = \frac{C_{10} + C_{11}}{C_{10}} \frac{Q_1}{Q_2} : 1 \quad \dots (3)$$

[0045] そして、時刻 t_{10} 以降において、保持回路30から出力された電圧は、A/D変換回路50によりデジタル値に変換される。さらに、A/D変換回路50から出力されたデジタル値は、ビットシフト回路60により必要ビット数だけシフトされる。このときシフトされるビット数は、上記(3)式で表される受光感度比に応じたものである。

[0046] したがって、この固体撮像装置1は、画素毎に入射光量検出のダイナミックレンジを大きくすることができる。また、フォトダイオード PD_n で発生した電荷を積分回路10のキャパシタに蓄積して、その蓄積した電荷の量に応じた電圧を積分回路10から出力するので、入射光量検出の温度依存性が小さい。

[0047] 本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば、比較回路40は、上記実施形態では積分回路10から出力される電圧 V_{10} を基準電圧 V_{sat} と大小比較したが、CDS回路20から出力される電圧 V_{20} を基準電圧 V_{sat} と大小比較してもよい。複数のフォトダイオードは、1次元状に配列されていてもよいし、2次元状に配列されていてもよい。複数のフォトダイオードが2次元状に配列される場合、その配列の行毎に積分回路10等が設けられていてもよい。また、上記(3)式から判るように、第1蓄積期間および第2蓄積期間それぞれにおいて積分回路10の容量部の容量値を互いに等しくしてもよく、この場合にも光検出のダイナミックレンジを大きくすることができる。

産業上の利用可能性

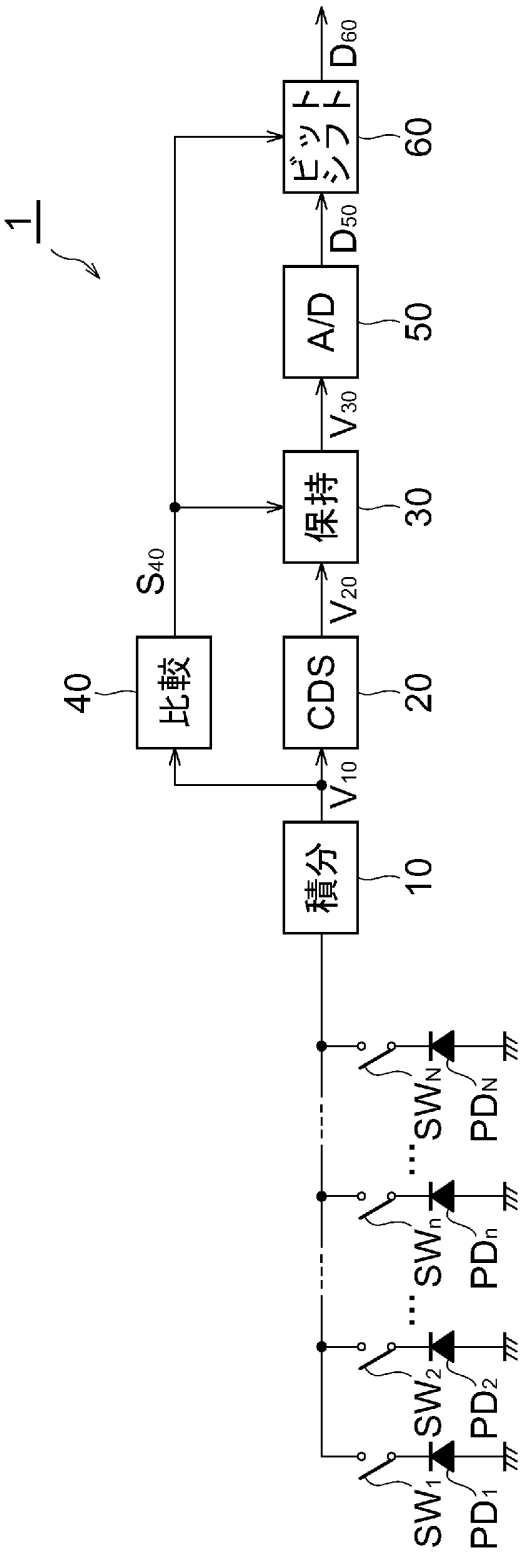
[0048] 本発明は、固体撮像装置に関するものである。

請求の範囲

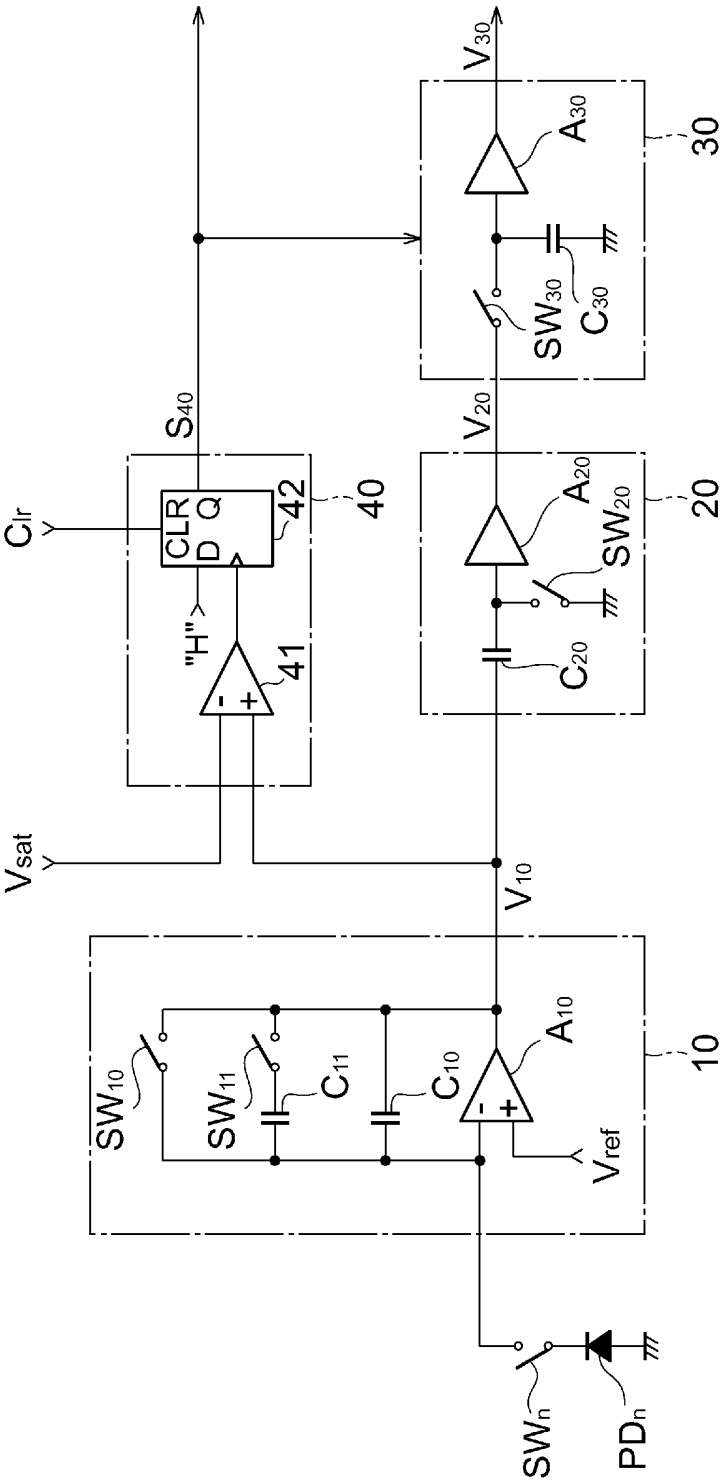
- [1] 固体撮像装置において、 N を2以上の整数、 n を1以上 N 以下の任意の整数とし、入射光量に応じた量の電荷を発生する N 個のフォトダイオード $PD_1 \sim PD_N$ と、各フォトダイオード PD_n とスイッチ SW_n を介して接続され、入力した電荷を蓄積する容量部を有し、順次に繰り返される N 個の期間 $T_1 \sim T_N$ のうちの各期間 T_n において、フォトダイオード PD_n で発生した電荷を第1蓄積期間に亘りスイッチ SW_n を介して入力して前記容量部に蓄積し当該蓄積電荷量に応じた第1電圧を出力するとともに、フォトダイオード PD_n で発生した電荷を前記第1蓄積期間より後の第2蓄積期間に亘りスイッチ SW_n を介して入力して前記容量部に蓄積し当該蓄積電荷量に応じた第2電圧を出力する積分回路と、
- 各フォトダイオード PD_n について、前記積分回路から出力される前記第1電圧または前記第2電圧を保持して、この保持した電圧を出力する保持回路と、
- 各フォトダイオード PD_n について、前記積分回路から出力される前記第1電圧を入力し、前記第1電圧と基準電圧とを大小比較して、この比較結果を表す比較信号を出力し、この比較信号に基づいて、前記第1電圧が前記基準電圧より小さければ前記保持回路に対して前記第1電圧を保持するよう指示し、そうでなければ前記保持回路に対して前記第2電圧を保持するよう指示する比較回路と、
- を備えることを特徴とする固体撮像装置。
- [2] 前記積分回路の前記容量部の容量値が可変であり、前記第1蓄積期間における前記容量部の容量値より前記第2蓄積期間における前記容量部の容量値が大きいことを特徴とする請求項1記載の固体撮像装置。
- [3] 前記積分回路と前記保持回路との間に設けられ、前記積分回路から出力される電圧を入力し、前記第2蓄積期間の開始および終了それぞれの際に入力する該電圧の差に応じた電圧を前記保持回路へ出力するCDS回路を更に備えることを特徴とする請求項1記載の固体撮像装置。
- [4] 前記保持回路から出力される電圧を入力し、この入力した電圧をデジタル値に変換して、このデジタル値を出力するA/D変換回路を更に備えることを特徴とする請求項1記載の固体撮像装置。

- [5] 前記A/D変換回路から出力されるデジタル値を入力するとともに、前記比較回路から出力される比較信号を入力して、該比較信号に基づいて該デジタル値のビットをシフトさせ、このビットシフトしたデジタル値を出力するビットシフト回路を更に備えることを特徴とする請求項4記載の固体撮像装置。

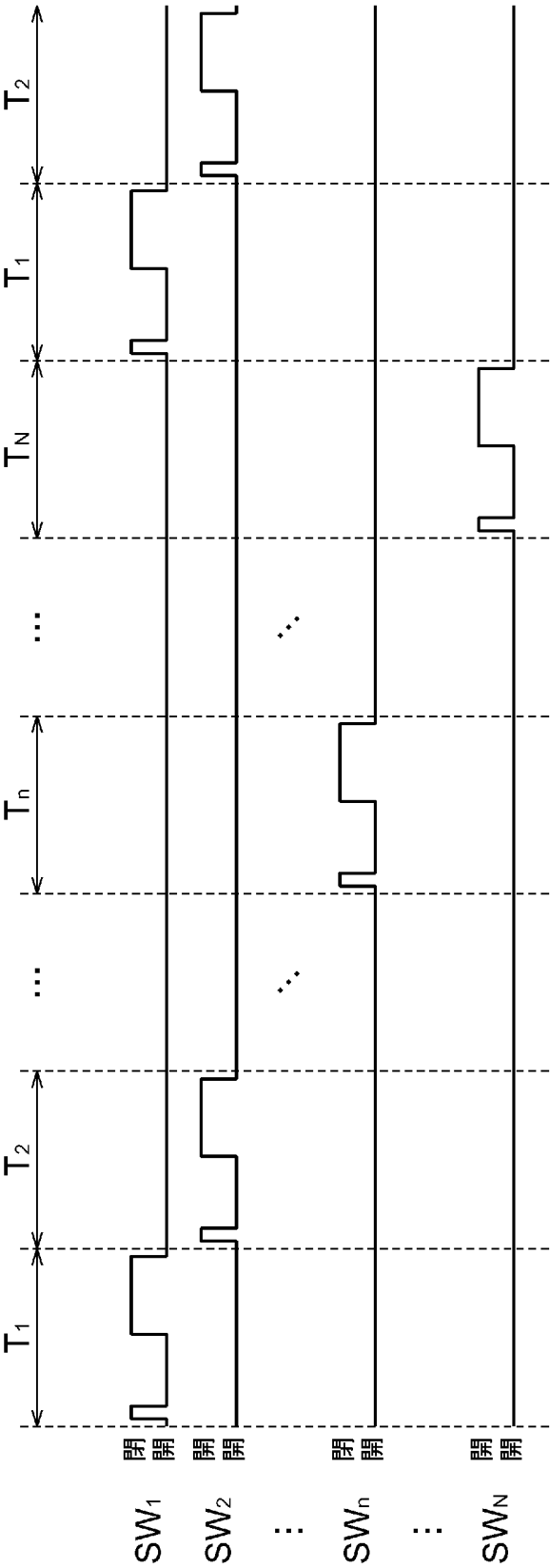
[図1]



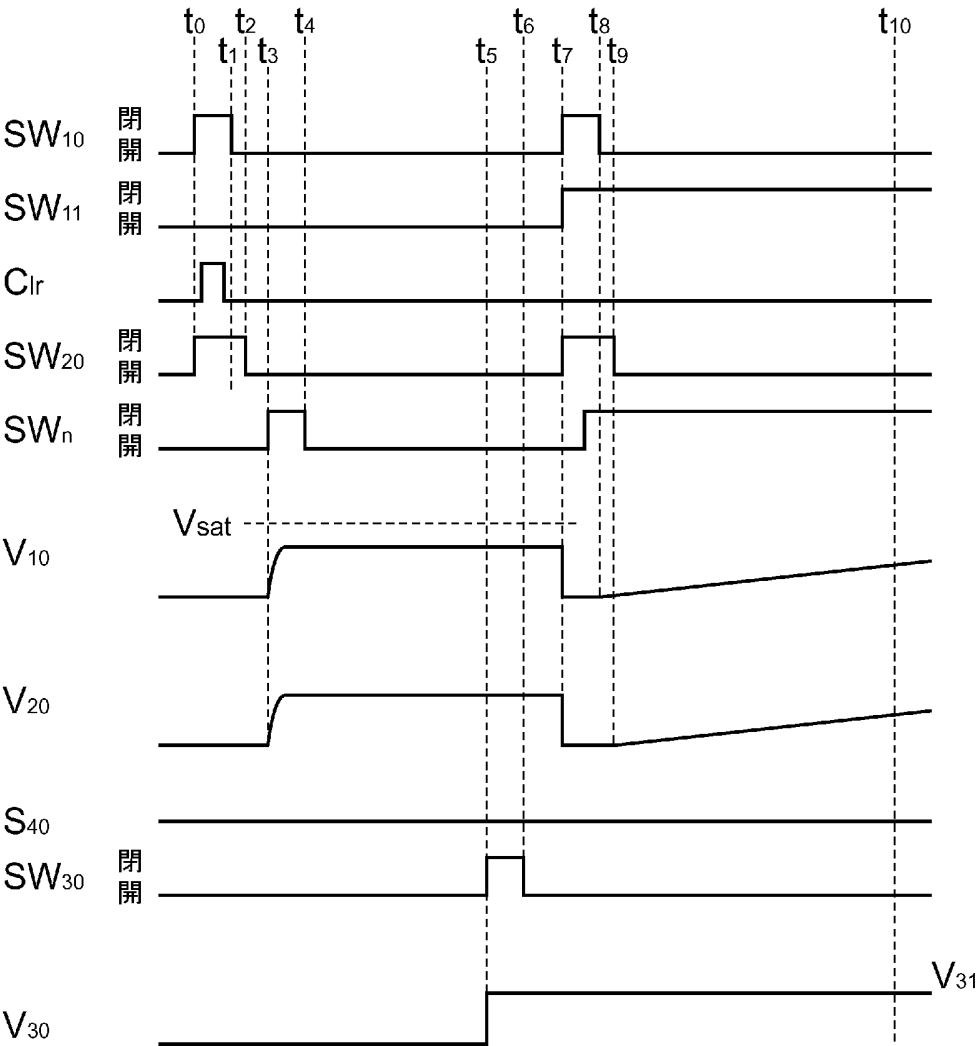
[図2]



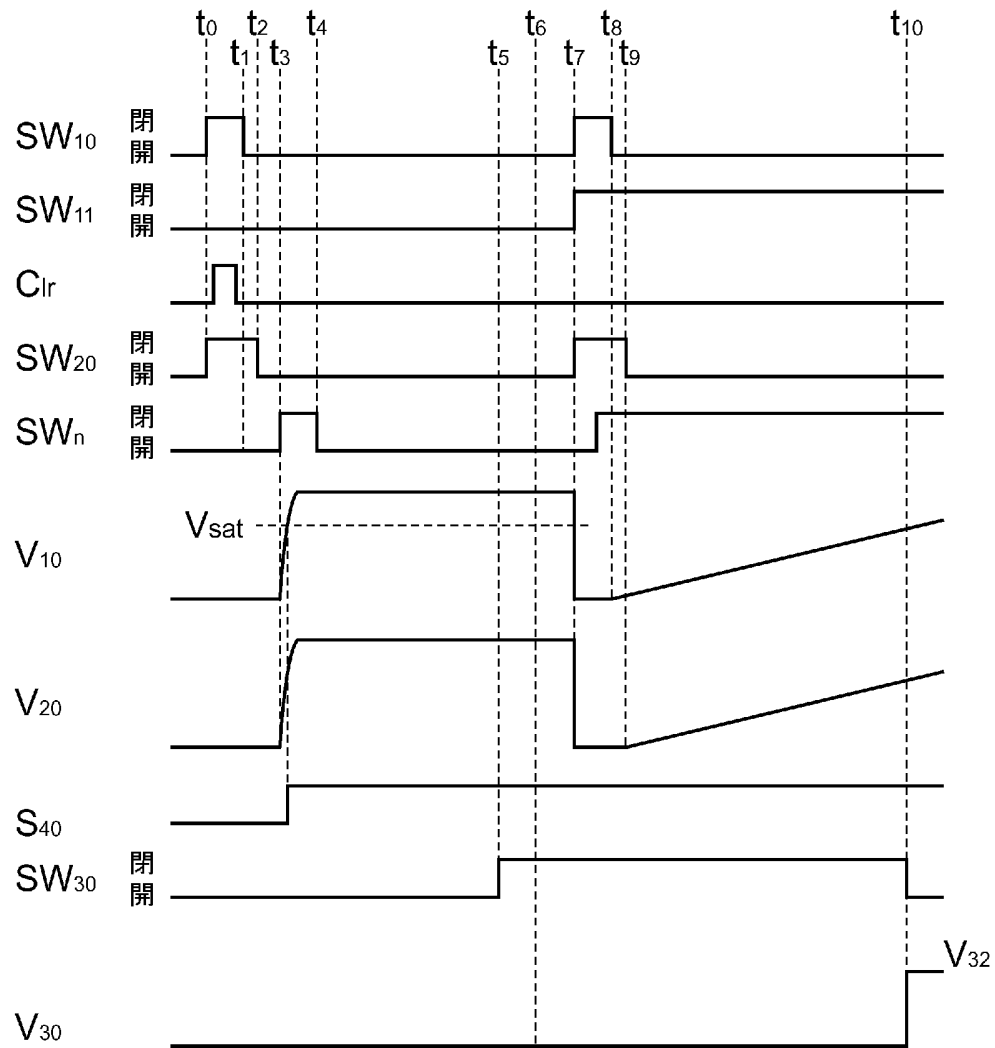
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/007338

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. ⁷ H04N5/335		
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. ⁷ H04N5/335		
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 1996-2005 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005		
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	WO 2002/012845 A1 (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 14 February, 2002 (14.02.02), Full text; Figs. 1 to 10 & US 2003/0156211 A1 & EP 1314969 A1	1-5
Y	JP 2003-4529 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 08 January, 2003 (08.01.03), Full text; Figs. 1 to 5 & US 2004/169128 A & EP 1408315 A1 & WO 2002/103308 A1	1-5
Y	JP 5-176233 A (Minolta Camera Co., Ltd.), 13 July, 1993 (13.07.93), Par. Nos. [0011] to [0031]1; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 11 July, 2005 (11.07.05)		Date of mailing of the international search report 26 July, 2005 (26.07.05)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/007338

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 8-265651 A (Sony Corp.), 11 October, 1996 (11.10.96), Par. Nos. [0011] to [0039]; Figs. 1 to 12 & US 5917546 A1	1
Y	JP 5-22669 A (Sony Corp.), 29 January, 1993 (29.01.93), Par. Nos. [0008] to [0032]; Figs. 1 to 2 (Family: none)	1
Y	JP 2001-141562 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 25 May, 2001 (25.05.01), Par. Nos. [0017] to [0032]; Figs. 1 to 3 (Family: none)	3
Y	JP 11-88898 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 30 March, 1999 (30.03.99), Par. Nos. [0036] to [0039], [0060] to [0072]; Fig. 2 (Family: none)	4,5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ H04N5/335

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.⁷ H04N5/335

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	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005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 請求の範囲の番号
Y	WO 2002/012845 A1 (浜松ホトニクス株式会社) 2002.02.14, 全文、 第1-10図 & US 2003/0156211 A1 & EP 1314969 A1	1-5
Y	JP 2003-4529 A (浜松ホトニクス株式会社) 2003.01.08, 全文、第 1-5図 & US 2004/169128 A & EP 1408315 A1 & WO 2002/103308 A1	1-5
Y	JP 5-176233 A (ミノルタカメラ株式会社) 1993.07.13, 段落 [0011]-[0031]、第1-5図 (ファミリー無し)	1

☒ 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

11.07.2005

国際調査報告の発送日

26.07.2005

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)

▲徳▼田 賢二

電話番号 03-3581-1101 内線 3581

5P

9654

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 請求の範囲の番号
Y	JP 8-265651 A (ソニー株式会社) 1996. 10. 11, 段落[0011]-[0039]、 第 1-12 図 & US 5917546 A1	1
Y	JP 5-22669 A (ソニー株式会社) 1993. 01. 29, 段落[0008]-[0032]、 第 1-2 図 (ファミリー無し)	1
Y	JP 2001-141562 A (浜松ホトニクス株式会社) 2001. 05. 25, 段落 [0017]-[0032]、第 1-3 図 (ファミリー無し)	3
Y	JP 11-88898 A (富士写真フイルム株式会社) 1999. 03. 30, 段落 [0036]-[0039], [0060]-[0072]、第 2 図 (ファミリー無し)	4, 5