

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2017-5392
(P2017-5392A)

(43) 公開日 平成29年1月5日(2017.1.5)

(51) Int.Cl.
H04N 5/378 (2011.01)

F I
H04N 5/335 780

テーマコード (参考)
5C024

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2015-115239 (P2015-115239)	(71) 出願人	000001007
(22) 出願日	平成27年6月5日 (2015.6.5)		キヤノン株式会社
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号
		(74) 代理人	100126240
			弁理士 阿部 琢磨
		(74) 代理人	100124442
			弁理士 黒岩 創吾
		(72) 発明者	吉田 大介
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
		(72) 発明者	戸塚 洋史
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
		Fターム(参考)	5C024 HX17 HX23 HX24 HX28 HX29 HX32 HX55

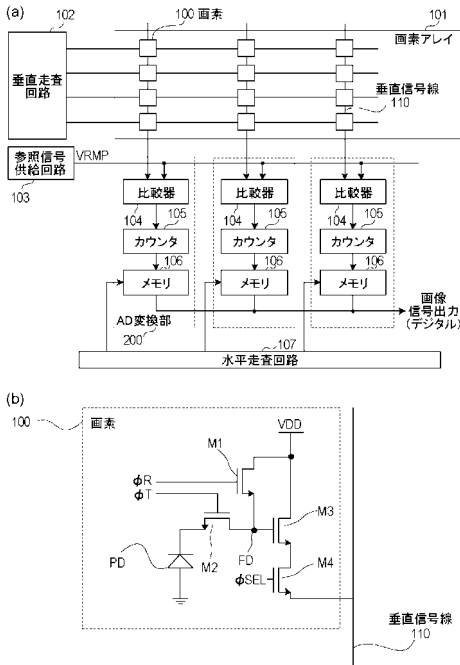
(54) 【発明の名称】 撮像装置、撮像システム

(57) 【要約】

【課題】 ランダムノイズを低減することが可能なように行う複数のAD変換を、高速に行う。

【解決手段】 第1の期間にわたり、第1の振幅範囲で電位が時間の経過とともに変化する第1のランプ信号と、第2の期間にわたり、第1の振幅範囲を含むとともに前記第1の振幅範囲よりも最大振幅が大きい第2の振幅範囲で電位が時間の経過とともに変化するとともに、第1のランプ信号と単位時間当たりの電位の変化量が同じである第2のランプ信号とを生成し、一の光信号と第1のランプ信号との比較と、一の光信号と第2のランプ信号との比較を行う。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光を光電変換することによって光信号を生成し、前記光信号を出力する画素と、参照信号供給部と、比較部と、クロック信号を計数することによってカウント信号を生成するカウンタとを有する撮像装置であって、

前記参照信号供給部は、第 1 の期間にわたり、第 1 の振幅範囲で電位が時間の経過にともなって変化する第 1 のランプ信号と、第 2 の期間にわたり、前記第 1 の振幅範囲を含むとともに前記第 1 の振幅範囲よりも最大振幅が大きい第 2 の振幅範囲で電位が時間の経過にともなって変化するとともに、前記第 1 のランプ信号と単位時間当たりの電位の変化量が同じである第 2 のランプ信号とを生成し、

10

前記比較部は、一の前記光信号と前記第 1 のランプ信号との比較である第 1 の比較による第 1 の比較結果信号と、前記一の光信号と前記第 2 のランプ信号との比較である第 2 の比較による第 2 の比較結果信号とをそれぞれ生成し、

前記一の光信号に基づくデジタル信号として、前記第 1 の比較結果信号の信号レベルが変化するタイミングにおける前記カウント信号と、前記第 2 の比較結果信号の信号レベルが変化するタイミングにおける前記カウント信号とのそれぞれが生成されることを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記比較部は、前記第 1 の比較を行って前記第 1 の比較結果信号を出力する第 1 の比較器と、前記第 2 の比較を行って前記第 2 の比較結果信号を出力する第 2 の比較器とを有し、

20

前記第 2 の比較が開始されてから、前記第 2 の比較が行われている期間に前記第 1 の比較が開始されることを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 3】

前記第 1 の振幅範囲の最大振幅が、前記第 2 の振幅範囲の最大振幅の $1/2$ 以下、 $1/8$ 以上であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記比較部は、前記第 1 の比較結果信号と前記第 2 の比較結果信号のそれぞれを前記カウンタに出力し、

前記カウンタは、前記第 1 の比較結果信号の信号レベルの変化に応じて前記カウント信号を第 1 のカウント信号として保持し、さらに前記カウンタは、前記第 2 の比較において、前記第 1 のカウント信号から前記クロック信号の計数を開始し、前記第 2 の比較結果信号の信号レベルの変化に応じて前記カウント信号を第 2 のカウント信号として保持することを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

30

【請求項 5】

前記撮像装置はさらに前記カウンタから前記カウント信号が出力されるメモリを有し、前記メモリは、前記第 1 の比較結果信号の信号レベルの変化に応じて前記カウント信号を第 1 のカウント信号として保持し、

前記メモリは、前記第 2 の比較結果信号の信号レベルの変化に応じて前記カウント信号を第 2 のカウント信号として保持することを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

40

【請求項 6】

複数列にわたって配された複数の前記画素と、前記複数の画素の配された列に各々が対応して配された複数の A/D 変換部と、演算部とを有し、

前記複数の A/D 変換部の各々は、前記比較部と、前記メモリとを有し、

前記複数の A/D 変換部のうち、前記第 1 の比較結果信号の信号レベルが前記第 1 の比較において変化せず、前記第 2 の比較結果信号の信号レベルが前記第 2 の比較において変化した A/D 変換部である第 1 の A/D 変換部が有する前記メモリは、前記第 1 のカウント信号を保持せず前記第 2 のカウント信号を保持し、

前記複数の A/D 変換部のうち、前記第 1 の比較結果信号の信号レベルが前記第 1 の比較

50

において変化し、前記第 2 の比較結果信号の信号レベルが前記第 2 の比較において変化した A D 変換部である第 2 の A D 変換部が有する前記メモリは、前記第 1 のカウント信号と前記第 2 のカウント信号とのそれぞれを保持し、

前記演算部は、前記第 1 の A D 変換部の前記メモリが保持した前記第 2 のカウント信号を増幅し、

前記第 2 の A D 変換部の前記メモリが保持した前記第 1 のカウント信号と前記第 2 のカウント信号とを加算することを特徴とする請求項 5 に記載の撮像装置。

【請求項 7】

複数列にわたって配された複数の前記画素と、前記複数の画素の配された列に各々が対応して配された複数の A D 変換部と、演算部とを有し、

10

前記複数の A D 変換部の各々は、前記比較部と、前記メモリとを有し、

前記複数の A D 変換部のうち、前記第 1 の比較結果信号の信号レベルが前記第 1 の比較において変化せず、前記第 2 の比較結果信号の信号レベルが前記第 2 の比較において変化した A D 変換部である第 1 の A D 変換部が有する前記メモリは、前記第 1 のカウント信号を保持せず前記第 2 のカウント信号を保持し、

前記複数の A D 変換部のうち、前記第 1 の比較結果信号の信号レベルが前記第 1 の比較において変化し、前記第 2 の比較結果信号の信号レベルが前記第 2 の比較において変化した A D 変換部である第 2 の A D 変換部が有する前記メモリは、前記第 1 のカウント信号と前記第 2 のカウント信号とのそれぞれを保持し、

前記第 1 の A D 変換部の前記メモリは、前記第 2 のカウント信号を複製することによって複数の前記第 2 のカウント信号を生成し、

20

前記演算部は、前記第 1 の A D 変換部の前記メモリが生成した前記複数の第 2 のカウント信号を加算し、

前記第 2 の A D 変換部の前記メモリが保持した前記第 1 のカウント信号と前記第 2 のカウント信号とを加算することを特徴とする請求項 5 に記載の撮像装置。

【請求項 8】

前記撮像装置はさらに処理部を有し、

前記処理部が、前記第 1 のカウント信号と前記第 2 のカウント信号とを加算した信号を生成することを特徴とする請求項 4～7 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 9】

30

前記画素と前記比較部との間の電氣的経路に前記光信号を増幅する増幅器を有し、

前記比較部は、前記増幅器が増幅した光信号と、前記第 1 のランプ信号および前記第 2 のランプ信号のそれぞれと比較することを特徴とする請求項 1～8 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 10】

請求項 1～9 のいずれか 1 項に記載の撮像装置と、

前記撮像装置が出力する信号を処理することによって画像を生成する信号処理部とを有することを特徴とする撮像システム。

【請求項 11】

40

請求項 4～7 のいずれか 1 項に記載の撮像装置と、

前記撮像装置が出力する信号を処理することによって画像を生成する信号処理部とを有し、

前記信号処理部が、前記第 1 のカウント信号と前記第 2 のカウント信号とを加算した信号を生成することを特徴とする撮像システム。

【請求項 12】

請求項 6 に記載の撮像装置と、

前記演算部が出力する信号を処理することによって画像を生成する信号処理部とを有する撮像システムであって、

前記信号処理部は、

前記第 1 の A D 変換部の前記メモリが保持した前記第 2 のカウント信号を前記演算部が

50

増幅した信号と、前記第 2 の A D 変換部の前記メモリが保持した前記第 1 のカウント信号と前記第 2 のカウント信号とを前記演算部が加算した信号との差を得ることを特徴とする撮像システム。

【請求項 13】

請求項 7 に記載の撮像装置と、

前記演算部が出力する信号を処理することによって画像を生成する信号処理部とを有する撮像システムであって、

前記信号処理部は、

前記第 1 の A D 変換部の前記メモリが生成した前記複数の第 2 のカウント信号を前記演算部が加算して生成した信号と、前記第 2 の A D 変換部の前記メモリが保持した前記第 1 のカウント信号と前記第 2 のカウント信号とを前記演算部が加算して生成した信号との差を得ることを特徴とする撮像システム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像装置、撮像システムに関する。

【背景技術】

【0002】

画素が出力する信号を A D 変換する A D 変換部を有する撮像装置が知られている。

【0003】

20

特許文献 1 には、画素が出力する 1 つの信号に対し、ランプ開始電位からランプ終了電位までの振幅および傾きを同じとしたランプ信号を繰り返し用いることによって、複数の A D 変換を行う技術が記載されている。この複数の A D 変換の各々が行われる期間の長さは互いに同じである。特許文献 1 によれば、この技術によって雑音特性を向上させた撮像装置を提供できるとされる。

【0004】

特許文献 2 には、画素が出力する 1 つの信号に対し、ランプ開始電位からランプ終了電位までの振幅が互いに異なり、同一時刻において任意の電圧だけオフセットさせた複数のランプ信号のそれぞれを用いて複数の A D 変換のそれぞれを行う技術が記載されている。特許文献 2 によれば、この技術によって読み出し時間の短縮化と高ビット精度の A D 変換が実現できるとされる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2010-103913 号公報

【特許文献 2】特開 2010-252140 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献 1 に記載の技術では、複数の A D 変換の各々の期間の長さが互いに同じであるため、A D 変換に要する期間が長大化していた。

40

【0007】

特許文献 2 に記載の技術では、複数の A D 変換のそれぞれに、同一時刻において任意の電圧だけオフセットさせた複数のランプ信号のそれぞれを用いている。このため、ランダムノイズを低減することが可能なように、複数の A D 変換を行うことが困難であった。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は上記の課題を鑑みて為されたものであり、一の態様は、光を光電変換することによって光信号を生成し、前記光信号を出力する画素と、参照信号供給部と、比較部と、クロックを計数することによってカウント信号を生成するカウンタとを有する撮像装置で

50

あって、前記参照信号供給部は、第1の期間にわたり、第1の振幅範囲で電位が時間の経過にともなって変化する第1のランプ信号と、第2の期間にわたり、前記第1の振幅範囲を含むとともに前記第1の振幅範囲よりも最大振幅が大きい第2の振幅範囲で電位が時間の経過にともなって変化するとともに、前記第1のランプ信号と単位時間当たりの電位の変化量が同じである第2のランプ信号とを生成し、前記比較部は、一の前記光信号と前記第1のランプ信号との比較である第1の比較による第1の比較結果信号と、前記一の光信号と前記第2のランプ信号との比較である第2の比較による第2の比較結果信号とをそれぞれ生成し、前記一の光信号に基づくデジタル信号として、前記第1の比較結果信号の信号レベルが変化するタイミングにおける前記カウント信号と、前記第2の比較結果信号の信号レベルが変化するタイミングにおける前記カウント信号とのそれぞれが生成されることを特徴とする撮像装置である。

【発明の効果】

【0009】

本発明は、複数のA/D変換に要する期間を短縮しながら、ランダムノイズを低減することが可能なように複数のA/D変換を行うことを実現する。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】撮像装置の構成の一例を示した図と、画素の構成の一例を示した図

【図2】撮像装置の動作の一例を示した図

【図3】撮像装置の構成の他の一例を示した図

【図4】撮像装置の他の一例の動作を示した図

【図5】撮像装置の他の一例の構成を示した図

【図6】撮像装置の動作の一例を示した図

【図7】撮像システムの構成の一例を示した図

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、図面を参照しながら、各実施例を説明する。尚、以下の説明では、信号レベルの大小を論じる場合に、振幅が大きい、あるいは振幅が小さい、の表現を用いることがある。この振幅とは、基準となる信号値から変化した量を示すものである。例えば信号Aの電位（例えば0V）が信号Bの電位（例えば1V）よりも、数値として小さい場合がある。この場合に、信号Aおよび信号Bの電位の基準となる信号レベルが信号A、信号Bの中間の電位よりも大きい（例えば3V）のであれば、信号Aの振幅は信号Bの振幅よりも大きいとして表現される。

【0012】

（実施例1）

図1（a）は、本実施例の撮像装置を示した図である。

【0013】

画素アレイ101は、複数行および複数列に渡って配された複数の画素100を有する。垂直走査回路102は、画素アレイ101の複数の画素100を行単位で順次走査する垂直走査を行う。各行の複数の画素100は、垂直走査回路102と制御信号線を介して電氣的に接続されている。また、各列の複数の画素100は、垂直信号線110に電氣的に接続されている。各列の垂直信号線110は、複数の画素100の1つの列に対応して配されている。この垂直信号線は、画素アレイ101の外部に配された比較器104に電氣的に接続されている。また、比較器104は、参照信号供給回路103と電氣的に接続されている。比較器104には、垂直信号線110を介して画素100が出力する信号が入力される。また、比較器104には、参照信号供給回路103からランプ信号VRMPが入力される。参照信号供給回路103はランプ信号VRMPを供給する参照信号供給部である。本実施例の比較部は、1つの比較器104を有する。

【0014】

各列の比較器104は、1つのカウンタ105に電氣的に接続されている。カウンタ1

05は、不図示のタイミングジェネレータからクロック信号が入力される。カウンタ105は、このクロック信号を計数したカウント信号を生成する。

【0015】

各列のカウンタ105は、1つのメモリ106に電氣的に接続されている。各列のメモリ106は、対応するカウンタ105が生成したカウント信号を保持する。

【0016】

1つのAD変換部200は、1つの比較器104、1つのカウンタ105、1つのメモリ106を有する。この1つのAD変換部200は、複数の画素100の1つの列に対応して設けられている。

【0017】

水平走査回路107は、各列のメモリ106を順次走査する水平走査を行う。これにより、各列のメモリ106が保持したカウント信号（画像信号）が出力される。

【0018】

図1（b）は、画素100の構成を示した図である。画素100は、フォトダイオードPD、リセットトランジスタM1、転送トランジスタM2、増幅トランジスタM3、選択トランジスタM4を有する。リセットトランジスタM1の制御ノードには、垂直走査回路102から信号φRが入力される。また、転送トランジスタM2の制御ノードには、垂直走査回路102から信号φTが入力される。また、選択トランジスタM4の入力ノードには、垂直走査回路102から信号φSELが入力される。リセットトランジスタM1の一方の主ノードと増幅トランジスタM3の一方の主ノードのそれぞれには電源電圧VDDが入力される。リセットトランジスタM1の他方の主ノードと、転送トランジスタM2の一方の主ノードと、増幅トランジスタM3の制御ノードはノードFDに電氣的に接続される。転送トランジスタM2の他方の主ノードは、フォトダイオードPDに電氣的に接続される。

【0019】

増幅トランジスタM3の他方の主ノードは、選択トランジスタM4の一方の主ノードに電氣的に接続される。選択トランジスタM4の他方の主ノードは垂直信号線110に電氣的に接続される。

【0020】

図2（a）は、図1（a）に示した撮像装置および図1（b）に示した画素100の動作を示した図である。図2では、画素アレイ101のうちの1行の画素100に関わる動作を示している。

【0021】

時刻T0よりも前の期間において、垂直走査回路102は、信号φSEL、信号φR、信号φTのそれぞれの信号レベルをLowレベル（以下、Loと表記する）としている。よって信号φSEL、信号φR、信号φTが入力される、選択トランジスタM4、リセットトランジスタM1、転送トランジスタM2はそれぞれOFFの状態である。

【0022】

時刻T0に、垂直走査回路102は信号φSEL、信号φRをそれぞれHiレベル（以下、Hiと表記する）とする。これにより、選択トランジスタM4、リセットトランジスタM1がそれぞれONの状態となる。リセットトランジスタM1がONすることにより、ノードFDは、電源電圧VDDに基づく電位にリセットされる。また、選択トランジスタM4がONすることにより、増幅トランジスタM3が選択トランジスタM4を介して垂直信号線110に、ノードFDの電位に基づく信号を出力可能な状態となる。尚、増幅トランジスタM3は、垂直信号線110に電氣的に接続された不図示の電流源と、電源電圧VDDとともにソースフォロワ回路を構成する。

【0023】

時刻T1に垂直走査回路102は信号φRをLoとする。これにより、リセットトランジスタM1がOFFする。よって、ノードFDのリセットが解除される。増幅トランジスタM3は、リセットが解除されたノードFDの電位に基づく信号を出力する。この信号を

10

20

30

40

50

、N信号と表記する。

【0024】

時刻T1から、参照信号供給回路103は、ランプ信号VRMPの、時間の経過にともなう電位の変化を開始する。比較器104は、ランプ信号VRMPと、垂直信号線110に出力されたN信号との比較を行う。比較器104は、ランプ信号VRMPと垂直信号線110に出力された信号の電位同士を比較した結果を示す比較結果信号をカウンタ105に出力する。

【0025】

カウンタ105は、時刻T1に、クロック信号の計数を開始する。これにより、カウンタ105が生成するカウント信号の信号値は時間の経過にともなう信号値が増加する。

10

【0026】

時刻T1から時刻T2までの期間に、ランプ信号VRMPとN信号との電位の大小関係が逆転する。このタイミングに、比較器104が出力する比較結果信号の信号値が変化する。カウンタ105は、この比較結果信号の信号値が変化した時点のカウント信号を保持する。このカウント信号を第1Nデジタル信号と表記する。

【0027】

時刻T2に、参照信号供給回路103はランプ信号VRMPの時間の経過にともなう電位の変化を終了するとともに、ランプ信号VRMPを初期値にリセットする。

【0028】

時刻T1から時刻T2までの期間は、第1のN変換期間N1である。第1のN変換期間N1は、第1Nデジタル信号を生成するAD変換期間である。

20

【0029】

時刻T3に、参照信号供給回路103は、ランプ信号VRMPの時間の経過にともなう電位の変化を再び開始する。カウンタ105は、保持していた第1Nデジタル信号の信号値から、クロック信号の計数を開始する。

【0030】

時刻T3から時刻T4までに、再び比較結果信号の信号値が変化する。カウンタ105は、この比較結果信号の信号値が変化した時点のカウント信号を保持する。このカウント信号を第2Nデジタル信号と表記する。

【0031】

時刻T3から時刻T4までの期間は、第2のN変換期間N2である。第2のN変換期間N2は、第2Nデジタル信号を生成するAD変換期間である。第2のN変換期間N2は、第1のN変換期間N1と同じ長さとしている。

30

【0032】

メモリ106は、カウンタ105が保持した第2Nデジタル信号を保持する。カウンタ105はカウント信号の信号値を初期値にリセットする。

【0033】

時刻T4に垂直走査回路102は、信号φTをHiとする。これにより転送トランジスタM2がONする。よって、フォトダイオードPDが蓄積した電荷の転送トランジスタM2を介してのノードFDへの転送が開始される。

40

【0034】

時刻T5に垂直走査回路102は、信号φTをLoとする。これにより転送トランジスタM2がOFFする。これにより、フォトダイオードPDからノードFDへの電荷の転送が終了する。

【0035】

増幅トランジスタM3は、ノードFDの電位に基づく信号を、選択トランジスタM4を介して垂直信号線110に出力する。この増幅トランジスタM3が垂直信号線110に出力する信号をS信号と表記する。S信号は画素が光電変換によって生成するとともに出力する光信号である。

【0036】

50

時刻 T 5 に、参照信号供給回路 1 0 3 は、ランプ信号 V R M P の時間の経過にともなった電位の変化を開始する。比較器 1 0 4 は、垂直信号線 1 1 0 に出力された S 信号とランプ信号 V R M P の電位同士を比較する。時刻 T 5 に、カウンタ 1 0 5 は、初期値からクロック信号の計数を開始する。

【 0 0 3 7 】

ここから、S 信号の振幅が時刻 T 6 におけるランプ信号 V R M P の振幅以下である場合と、S 信号の振幅が時刻 T 6 におけるランプ信号 V R M P の振幅よりも大きい場合とを分けて説明する。以下に述べる動作は、本実施例の特徴の一つの動作である。

【 0 0 3 8 】

図 2 (b) は、S 信号の振幅が時刻 T 6 におけるランプ信号の振幅以下である場合を説明した図である。時刻 T 5、T 6、T 7、T 8 のそれぞれは図 2 (a) に示したそれぞれの時刻に対応している。

10

【 0 0 3 9 】

時刻 T 5 から時刻 T 6 までの期間に、S 信号の振幅が時刻 T 6 におけるランプ信号 V R M P の振幅よりも小さい場合にはランプ信号 V R M P との電位の大小関係が、例えば時刻 T 5 0 に逆転する。この場合は、この大小関係の逆転によって、比較結果信号の信号値が変化する。カウンタ 1 0 5 は、この比較結果信号の信号値が変化したタイミングのカウント信号を保持する。このカウント信号を第 1 S デジタル信号と表記する。

【 0 0 4 0 】

時刻 T 6 に、参照信号供給回路 1 0 3 はランプ信号 V R M P の時間の経過にともなう電位の変化を終了するとともに、ランプ信号 V R M P を初期値にリセットする。

20

【 0 0 4 1 】

時刻 T 5 から時刻 T 6 までの期間は、第 1 の S 変換期間 S 1 である。第 1 の S 変換期間 S 1 は、光信号と第 1 のランプ信号とを比較する第 1 の期間である。第 1 の期間に、比較器 1 0 4 は、第 1 のランプ信号と光信号との比較である第 1 の比較を行っている。

【 0 0 4 2 】

時刻 T 7 に、参照信号供給回路 1 0 3 は、ランプ信号 V R M P の時間の経過にともなう電位の変化を再び開始する。このランプ信号 V R M P の単位時間当たりの電位の変化量は、時刻 T 5 から時刻 T 6 におけるランプ信号 V R M P の単位時間当たりの電位の変化量と同じである。即ち、時刻 T 7 から時刻 T 8 の期間にわたり電位が変化する第 2 のランプ信号は、第 1 のランプ信号と同じ傾きを有する。カウンタ 1 0 5 は、保持していた第 1 S デジタル信号の信号値から、クロック信号の計数を開始する。

30

【 0 0 4 3 】

時刻 T 7 から時刻 T 8 までの期間、例えば時刻 T 7 0 に再び比較結果信号の信号値が変化する。カウンタ 1 0 5 は、この比較結果信号の信号値が変化した時点のカウント信号を保持する。このカウント信号を第 2 S デジタル信号と表記する。

【 0 0 4 4 】

時刻 T 7 から時刻 T 8 までの期間は、第 2 の S 変換期間 S 2 である。第 2 の S 変換期間 S 2 は、光信号と第 2 のランプ信号とを比較する第 2 の期間である。第 2 の S 変換期間 S 2 は、第 1 の S 変換期間 S 1 よりも長い期間としている。第 2 のランプ信号の最大振幅 (時刻 T 8 における電位) は、第 1 のランプ信号の最大振幅 (時刻 T 6 における電位) よりも大きい。また、第 2 のランプ信号の電位が変化する振幅範囲は、第 1 のランプ信号の電位が変化する振幅範囲を含む。第 2 の期間に、比較器 1 0 4 は、第 2 のランプ信号と光信号との比較である第 2 の比較を行っている。

40

【 0 0 4 5 】

メモリ 1 0 6 は、カウンタ 1 0 5 が保持した第 2 S デジタル信号を保持する。カウンタ 1 0 5 はカウント信号の信号値を初期値にリセットする。

【 0 0 4 6 】

水平走査回路 1 0 7 は水平走査によって、各列のメモリ 1 0 6 が保持した第 2 S デジタル信号を順次、各列のメモリ 1 0 6 から出力させる。

50

【0047】

図2(c)は、S信号の振幅が時刻T6におけるランプ信号の振幅よりも大きい場合を説明した図である。時刻T5、T6、T7、T8のそれぞれは図2(a)に示したそれぞれの時刻に対応している。

【0048】

S信号の振幅が時刻T6におけるランプ信号の振幅よりも大きい場合には、時刻T5から時刻T6までの期間に、比較結果信号の信号値は変化しない。この場合、カウンタ105は時刻T6にクロック信号の計数を終了すると共に、カウント信号の信号値を初期値にリセットする。

【0049】

時刻T7に、参照信号供給回路103は、ランプ信号VRMPの時間の経過にともなう電位の変化を再び開始する。カウンタ105は、初期値から、クロック信号の計数を開始する。なお、この図2(c)の場合では、図2(b)の場合に対して2倍のカウントアップ(1ビットシフト)を行う。

【0050】

時刻T7から時刻T8までの期間、例えば時刻T71に比較結果信号の信号値が変化する。カウンタ105は、この比較結果信号の信号値が変化した時点のカウント信号を保持する。このカウント信号を第3Sデジタル信号と表記する。第3Sデジタル信号は、時刻T7から時刻T71までの期間のみをカウントした信号であるのに対し、第2Sデジタル信号は、時刻T5から時刻T50までの期間と、時刻T7から時刻T70までの期間を積算してカウントした信号である。第3Sデジタル信号は、比較器104の1回の比較動作によって生成したデジタル信号である。第2Sデジタル信号は、比較器104の複数回の比較動作の各々によって生成したデジタル信号を互いに加算したデジタル信号である。

【0051】

メモリ106は、カウンタ105が保持した第3Sデジタル信号を保持する。カウンタ105はその後、カウント信号の信号値を初期値にリセットする。

【0052】

本実施例の撮像装置は、第1のS変換期間S1の長さは、第2のS変換期間S2の長さよりも短くしている。この構成により得られる効果を説明する。

【0053】

図2(b)に示した動作では、第2Sデジタル信号はS信号を複数回AD変換した結果に基づく信号である。複数回のAD変換を行うことにより、S信号のAD変換を1回のみとして得たデジタル信号に対して、第2Sデジタル信号はランダムノイズを減少させることが可能である。よって、本実施例の撮像装置は、ランダムノイズの低減が可能なデジタル信号を出力することができる効果を有する。

【0054】

図2(c)に示した動作が行われる、S信号の振幅が時刻T6におけるランプ信号VRMPの振幅よりも大きい場合とは、当該S信号を出力する画素100のフォトダイオードPDが高輝度の被写体の光を受けた場合である。この場合には、S信号をAD変換して得られるデジタル信号に含まれるノイズは光ショットノイズが支配的であり、ランダムノイズは無視することが可能なレベルである。よって、本実施例の撮像装置は、ランダムノイズが目立ちにくい高輝度の被写体については、S信号に基づくデジタル信号の数を1つとし、ランダムノイズが目立ちやすい低輝度の被写体についてはS信号に基づくデジタル信号の生成回数を2回とする。また、本実施例の撮像装置は、このデジタル信号の生成回数のうちの1回に要するAD変換期間を、他の回に要するAD変換期間に比して短くする。これにより、本実施例の撮像装置は、特許文献1に記載の技術のように、同じ長さのAD変換期間を複数回繰り返す場合に比べて、複数回のデジタル信号の生成に要する期間を短縮することができる。

【0055】

また、複数回のAD変換に要する期間を短縮しながら、S信号のランダムノイズを低減

10

20

30

40

50

可能なデジタル信号を生成するには、第1のランプ信号の最大振幅が、第2のランプ信号の最大振幅の $1/2$ 以下、 $1/8$ 以上であることが好ましい。

【0056】

また、撮像装置が出力する第2デジタルN信号は、N信号に含まれるゆらぎ（ランダムノイズ）を平均化した信号である。これにより、AD変換部200は、N信号に含まれるランダムノイズを低減した信号を得ることができる。

【0057】

撮像装置の外部に設けられた不図示の信号処理部は、この第2Nデジタル信号と第2Sデジタル信号との差分を得る。信号処理部はこの差分を用いて、画像を生成する。尚、この信号処理部は後述する実施例4で説明する出力信号処理部155とすることができる。

10

【0058】

一方、第1Sデジタル信号が生成されなかった場合には、第2Nデジタル信号と、第3Sデジタル信号との差分を得る。信号処理部は、この差分を用いて、画像を生成する。

【0059】

本実施例では、第1のN変換期間N1、第2のN変換期間N2、第1のS変換期間S1、第2のS変換期間S2の長さの関係を、 $N1 = N2 < S1 < S2$ としている。ノイズ信号は振幅の小さい信号であるため、ランダムノイズが目立ちやすい傾向がある。従って、N信号については、同じ長さのAD変換期間、同じ振幅範囲のランプ信号VRMPを用いて複数回、デジタル信号を得る。これにより、N信号のランダムノイズの低減が可能なデジタル信号を得ることができる。

20

【0060】

尚、本実施例では、第2Sデジタル信号あるいは第3Sデジタル信号と、第2Nデジタル信号との差分を得る処理を撮像装置の外部で行っていたが、撮像装置の内部で行うようにしても良い。この場合には、撮像装置は第2Sデジタル信号あるいは第3Sデジタル信号と、第2Nデジタル信号との差分を撮像装置の外部の信号処理部に出力する。信号処理部は、この撮像装置から出力される差分の信号を用いて画像の生成を行う。

【0061】

尚、本実施例では第1のS変換期間S1を1回としていたが、この構成に限定されるものではない。さらに第1のS変換期間S1を複数回設けても良い。第1のS変換期間S1を増やすことにより、低輝度におけるS信号に基づくデジタルS信号の生成回数が増える為、さらにランダムノイズを低減した、S信号に基づくデジタル信号の生成が可能となる。

30

【0062】

また、N信号のAD変換期間については2回としていたが、さらに多くの回数を行うようにしても良い。N信号に基づくデジタルN信号の生成回数が増える為、さらにランダムノイズを低減した、N信号に基づくデジタル信号の生成が可能となる。

【0063】

尚、他の例として、垂直信号線110と比較器104との間の電氣的経路に増幅器が設けられていても良い。この増幅器は、垂直信号線110に出力されたN信号、S信号のそれぞれを増幅した信号を比較器104に出力する。この場合には、第1Nデジタル信号、第2Nデジタル信号のそれぞれは増幅器がN信号を増幅した信号に基づく信号となる。また、第1Sデジタル信号、第2Sデジタル信号のそれぞれは増幅器がS信号を増幅した信号に基づく信号となる。

40

【0064】

また、他の例として、垂直信号線110と比較器104との間の電氣的経路に、CDS回路（Correlated Double Sampling）が設けられていても良い。このCDS回路は、垂直信号線110に出力されたS信号からN信号を差し引いた信号を出力する。この場合には、第1Nデジタル信号、第2Nデジタル信号は、比較器104によるノイズおよびオフセットが主の成分となる。

【0065】

50

また、ランプ信号VRMPはスロープ状に電位が変化する信号を示したが、階段状に電位が変化する信号であっても良い。このような階段状に電位が変化する信号も、時間の経過にともなう電位が変化するランプ信号である。

【0066】

(実施例2)

本実施例の撮像装置について、実施例1の撮像装置とは異なる点を中心に説明する。

【0067】

図3は、本実施例の撮像装置の構成を示した図である。図3では、図1に示した部材と同じ機能を有する部材について、図1で付した符号と同じ符号を付している。

【0068】

本実施例の撮像装置は、各列のAD変換部200が、比較器104-1、比較器104-2、カウンタ105-1、カウンタ105-2、メモリ106-1、メモリ106-2を有する。尚、単に比較器104と表記する場合には、比較器104-1、比較器104-2のいずれかを指すものとする。複数の比較器104と表記する場合には、本実施例では比較器104-1、比較器104-2を指している。カウンタ105-1、カウンタ105-2、およびメモリ106-1、メモリ106-2についても比較器104の場合と同じ方法の表記とする。1つのAD変換部200が含む比較器104-1、比較器104-2は、1つの垂直信号線110に対して電氣的に接続されている。本実施例の比較部は、比較器104-1、比較器104-2を有する。比較器104-2は、電位が変化する振幅範囲が小さいランプ信号と光信号との比較を行う第1の比較器である。一方、比較器104-1は、電位が変化する振幅範囲が大きいランプ信号と光信号との比較を行う第2の比較器である。

【0069】

本実施例の撮像装置は、垂直信号線110に出力された1つのN信号を比較器104-1、比較器104-2のそれぞれで並行してAD変換する。また、垂直信号線110に出力された1つのS信号を比較器104-1、比較器104-2のそれぞれで並行してAD変換する。本実施例では、1つのS信号のAD変換期間の長さは、複数の比較器104で互いに異なるものとする。

【0070】

図4は、図3に示した撮像装置の動作を示した図である。信号φSEL、信号φR、信号φTのそれぞれは、本実施例においても図1(b)に示したそれぞれの信号に対応している。

【0071】

時刻T10よりも前の期間の動作は、図2(a)に示した時刻T0よりも前の期間の動作と同じである。

【0072】

時刻T10から時刻T11までの期間における動作は、図2(a)に示した時刻T0から時刻T1までの期間の動作と同じである。

【0073】

時刻T11に、参照信号供給回路103は、ランプ信号VRMP1の時間の経過にともなう電位の変化を開始する。

【0074】

また、時刻T12に、参照信号供給回路103は、ランプ信号VRMP2の時間の経過にともなう電位の変化を開始する。

【0075】

時刻T11から時刻T13までの期間に、ランプ信号VRMP1とN信号との電位の大小関係が逆転する。このタイミングに、比較器104-1が出力する比較結果信号の信号値が変化する。カウンタ105-1は、この比較結果信号の信号値が変化した時点のカウント信号を保持する。このカウント信号は第1Nデジタル信号である。

【0076】

メモリ 106-1 は、カウンタ 105-1 が保持した第 1 N デジタル信号を保持する。
【0077】

また、時刻 T12 から時刻 T14 までの期間に、ランプ信号 VRMP2 と N 信号との電位の大小関係が逆転する。このタイミングに、比較器 104-2 が出力する比較結果信号の信号値が変化する。カウンタ 105-2 は、この比較結果信号の信号値が変化した時点のカウント信号を保持する。このカウント信号は第 2 N デジタル信号である。

【0078】

メモリ 106-2 は、カウンタ 105-2 が保持した第 2 N デジタル信号を保持する。
【0079】

時刻 T14 から時刻 T15 までの期間の動作は、図 2 (a) の時刻 T4 から時刻 T5 までの期間の動作と同じである。

【0080】

時刻 T15 に、参照信号供給回路 103 は、ランプ信号 VRMP1 の時間の経過にともなう電位の変化を開始する。

【0081】

また、時刻 T16 に、参照信号供給回路 103 は、ランプ信号 VRMP2 の時間に経過にともなう電位の変化を開始する。

【0082】

S 信号の振幅が、時刻 T17 におけるランプ信号 VRMP2 の振幅以下の場合には、時刻 T16 から時刻 T17 までの期間に、比較器 104-2 が出力する比較結果信号の信号値が変化する。この場合には、カウンタ 105-2 は第 1 S デジタル信号を保持する。

【0083】

一方、S 信号の振幅が、時刻 T17 におけるランプ信号 VRMP2 の振幅よりも大きい場合には、比較器 104-2 が出力する比較結果信号の信号値は変化しない。このため、カウンタ 105-2 は、第 1 S デジタル信号を保持しない。

【0084】

時刻 T15 から時刻 T18 までの期間に、比較器 104-1 が出力する比較結果信号の信号値が変化する。カウンタ 105-1 は、比較器 104-1 が出力する比較結果信号の信号値が変化したタイミングのカウント信号を保持する。このカウント信号は図 2 (c) で説明した第 3 S デジタル信号である。

【0085】

カウンタ 105-1 が第 1 S デジタル信号を保持している場合には、メモリ 106-1 は第 1 S デジタル信号を保持する。メモリ 106-2 はカウンタ 105-2 が保持した第 3 S デジタル信号を保持する。

【0086】

水平走査回路 107 は水平走査によって、各列の A/D 変換部 200 のメモリ 106-1、メモリ 106-2 のそれぞれから、第 1 S デジタル信号を保持したメモリ 106-1 から第 1 N デジタル信号と第 1 S デジタル信号と、メモリ 106-2 が保持した第 2 N デジタル信号と第 3 S デジタル信号を出力させる。

【0087】

撮像装置の外部に設けられた信号処理部は、第 1 N デジタル信号と第 2 N デジタル信号とを加算したデジタル信号を生成する。また、信号処理部は、第 1 S デジタル信号が生成された A/D 変換部 200 においては、第 1 S デジタル信号と第 2 S デジタル信号とを加算したデジタル信号を生成する。信号処理部は、この第 1 S デジタル信号と第 2 S デジタル信号とを加算したデジタル信号と、第 1 N デジタル信号と第 2 N デジタル信号とを加算したデジタル信号との差分を得る。信号処理部はこの差分を用いて、画像を生成する。一方、第 1 S デジタル信号が生成されなかった A/D 変換部においては、第 1 N デジタル信号と第 2 N デジタル信号とを加算したデジタル信号と、第 2 S デジタル信号を 2 倍したデジタル信号との差分を得る。信号処理部は、この差分を用いて、画像を生成する。

【0088】

尚、本実施例では、第1のS変換期間S1と、第2のS変換期間S2との開始のタイミングを異ならせている。この構成により、S信号に含まれるランダムノイズのノイズ量が異なる状態でAD変換を行うことができる。従って、第1Sデジタル信号と第3Sデジタル信号とに含まれるS信号のランダムノイズのノイズ量が異なるため、第1Sデジタル信号と第3Sデジタル信号との加算により、S信号のランダムノイズを好適に低減したデジタル信号を得ることができる。また、本実施例では、第1のS変換期間S1と、一部の第2のS変換期間S2がオーバーラップしている。これにより、S信号の複数回のAD変換に要する期間を、第1のS変換期間S1と第2のS変換期間S2を全くオーバーラップさせない構成に比して、短縮することができる。よって、本実施例の撮像装置は、S信号のランダムノイズの低減と、AD変換期間の短縮とを図ることができる。

10

【0089】

また、本実施例では、第1のN変換期間N1と、第2のN変換期間N2との開始のタイミングを異ならせている。この構成により、N信号に含まれるランダムノイズのノイズ量が異なる状態でAD変換を行うことができる。従って、第1Nデジタル信号と第2Nデジタル信号とに含まれるN信号のランダムノイズのノイズ量が異なるため、第1Nデジタル信号と第2Nデジタル信号との加算により、N信号のランダムノイズを好適に低減したデジタル信号を得ることができる。また、本実施例では、第1のN変換期間N1と第2のN変換期間N2の一部同士がオーバーラップしている。これにより、N信号の複数回のAD変換に要する期間を、第1のN変換期間N1と第2のN変換期間N2を全くオーバーラップさせない構成に比して、短縮することができる。よって、第1のN変換期間N1と、第2のN変換期間N2との一部同士をオーバーラップさせ、他の一部同士をオーバーラップさせないことにより、N信号のランダムノイズの低減と、AD変換期間の短縮とを図ることができる。

20

【0090】

(実施例3)

本実施例の撮像装置について、実施例1と異なる点を中心に説明する。

【0091】

実施例1の撮像装置は、各列のAD変換部200がカウンタを有していた。本実施例の撮像装置はカウンタ108を有する。カウンタ108は、複数列のAD変換部に対して共通のカウント信号を供給する共通カウンタである。

30

【0092】

図5(a)は、本実施例の撮像装置の構成を示した図である。図5(a)では、図1(a)に示した部材と同じ機能を有する部材について、図1(a)で付した符号と同じ符号を図5(a)でも付している。

【0093】

各列のAD変換部200は、比較器104、ラッチ109、メモリ106を有する。

【0094】

ラッチ109には、対応する比較器104が出力する比較結果信号と、カウンタ108が出力するカウント信号countが入力される。

【0095】

図5(b)は、メモリ106の構成を示した図である。メモリ106は、S1メモリ、S2メモリ、フラグメモリを有する。

40

【0096】

図6(a)は、実施例1において図2(b)で述べた場合と同じように、S信号の振幅がランプ信号VRMPの時刻T2における振幅以下である場合の動作である。図6(a)で示したlatch pulseは比較器104がラッチ109に出力する信号である。図6(a)で示したflagは、ラッチ109がメモリ106に出力する信号である。

【0097】

時刻T0から時刻T2までの期間に、比較結果信号の信号値が変化する。この変化により、比較器104は信号latch pulseの信号レベルをLoからHiにした後、

50

再びL oにする。ラッチ109は、信号l a t c h p u l s eがH iからL oに変化したタイミングにおける、カウンタ108から入力されるカウント信号c o u n tを保持する。メモリ106のS1メモリはラッチ109が保持したカウント信号c o u n tを保持する。このS1メモリに保持されたカウント信号c o u n tは、第1Sデジタル信号である。

【0098】

時刻T2に、カウンタ108はカウント信号c o u n tを初期値にリセットする。

【0099】

また、時刻T3から時刻T5までの期間に比較結果信号の信号値が変化する。この変化により、比較器104は信号l a t c h p u l s eの信号レベルをL oからH iにした後、再びL oにする。ラッチ109は、信号l a t c h p u l s eがH iからL oに変化したタイミングにおける、カウンタ108から入力されるカウント信号c o u n tを保持する。メモリ106のS2メモリは、ラッチ109が保持したカウント信号c o u n tを保持する。このS2メモリに保持されたカウント信号c o u n tは第3Sデジタル信号である。

10

【0100】

また、時刻T2以降、ラッチ109は信号f l a gをL oレベルのままとする。メモリ106のフラグメモリはL oレベルの信号f l a gを取り込む。

【0101】

図6(a)の動作においては信号f l a gの信号レベルはL oのままである。

20

【0102】

図6(b)は、実施例1において図2(c)で述べた場合と同じように、ランプ信号V R M Pの時刻T2における振幅よりもS信号の振幅が大きい場合の動作である。

【0103】

図6(b)では、時刻T0から時刻T1までの期間に、比較結果信号の信号値は変化しない。よって、信号l a t c h p u l s eの信号レベルはL oのままである。よって、ラッチ109はカウント信号c o u n tを保持しない。よってメモリ106のS1メモリは、第1Sデジタル信号を保持しない。また、時刻T1に、ラッチ109は信号l a t c h p u l s eがL oのままであったことを検出して、信号f l a gをH iレベルとする。メモリ106のフラグメモリはH iレベルの信号f l a gを取り込む。

30

【0104】

図6(b)の時刻T2から時刻T4までの動作は、図6(a)の時刻T2から時刻T4までの動作と同じである。

【0105】

水平走査回路107は水平走査を行う。これにより、第1Sデジタル信号を保持したメモリ106は、第1Sデジタル信号と第3Sデジタル信号とL oレベルの信号f l a gを出力する。一方、第1Sデジタル信号を保持しなかったメモリ106は、第3Sデジタル信号とH iレベルの信号f l a gを出力する。

【0106】

撮像装置の内部に設けられた不図示の演算部は、信号f l a gの信号レベルを参照し、以下の演算処理を行う。なおS1メモリに記憶された第1Sデジタル信号をD__S1、S2メモリに記憶された第3Sデジタル信号をD__S2、演算部の出力をD o u tと表記する。尚、以下では信号f l a gの信号レベルについてL oを0、H iが1の値であるとして扱う。

40

f l a g = 0 の場合

$$D o u t = D_S1 + D_S2$$

f l a g = 1 の場合

$$D o u t = D_S2 \times 2$$

【0107】

すなわち、信号f l a gの信号レベルがL oの場合においては2回のA D変換結果を加

50

算した値を演算部は出力する。

【0108】

一方、信号 f l a g の信号レベルが H i の場合においては第 3 S デジタル信号を 2 倍した値を演算部は出力する。

【0109】

これにより、信号 f l a g の信号レベルが L o であった A D 変換部 2 0 0 については、S 信号に基づく複数のデジタル信号を加算したデジタル信号を得ることができる。また、信号 f l a g の信号レベルが H i であった A D 変換部 2 0 0 については、S 信号に基づくデジタル信号を得ることができる。このように、撮像装置の内部の演算部の演算処理により、撮像装置の外部の信号処理部は、信号 f l a g の信号レベルに応じた処理の変更を行わずに、演算部が出力する信号を処理することができる。

10

【0110】

尚、本実施例のメモリ 1 0 6 の構成は図 5 (b) に限定されるものではない。図 5 (c) は、他のメモリ 1 0 6 の構成を示した図である。

【0111】

メモリ 1 0 6 は第 1 S デジタル信号を記憶する S 1 メモリ、および第 3 S デジタル信号を記憶する S 2 メモリを有する。図 5 (c) の構成のメモリ 1 0 6 は、フラグメモリを有しない。図 5 (c) の構成のメモリ 1 0 6 は、信号 f l a g の信号レベルを参照し、信号 f l a g の信号レベルが H i の場合は、メモリ 1 0 6 は S 1 メモリに、S 2 メモリが保持した第 3 S デジタル信号を複製する。演算部は以下の処理を行う。

20

$Dout = D_S1 + D_S2$

【0112】

よって演算部は、図 5 (b) の場合と同じく、図 6 (a) に示した動作では 2 回の A D 変換結果を加算した値、図 6 (b) に示した動作では第 3 デジタル S 信号を 2 倍した値を出力する。図 5 (c) の構成の場合には、図 5 (b) の構成に比して、フラグメモリを省略できる分、メモリ 1 0 6 の面積を低減することができる。さらにまた、図 5 (c) の構成の場合には、図 5 (b) の構成に比して、信号 f l a g の演算部への転送を省略できるため、水平走査によって読み出されるデジタルデータのデータ量を低減できる。

【0113】

(実施例 4)

30

本実施例は、実施例 1 ~ 3 で述べた撮像装置を適用した撮像システムに関する。

【0114】

撮像システムとして、デジタルスチルカメラやデジタルカムコーダーや監視カメラなどがあげられる。図 7 に、撮像システムの例としてデジタルスチルカメラに撮像装置を適用した場合の模式図を示す。

【0115】

図 7 に例示した撮像システムは、レンズの保護のためのバリア 1 5 1、被写体の光学像を撮像装置 1 5 4 に結像させるレンズ 1 5 2、レンズ 1 5 2 を通過する光量を可変にするための絞り 1 5 3 を有する。レンズ 1 5 2、絞り 1 5 3 は撮像装置 1 5 4 に光を集光する光学系である。また、図 7 に例示した撮像システムは撮像装置 1 5 4 より出力される出力信号の処理を行う出力信号処理部 1 5 5 を有する。出力信号処理部 1 5 5 は必要に応じて各種の補正、圧縮を行って信号を出力する動作を行う。

40

【0116】

図 7 に例示した撮像システムはさらに、画像データを一時的に記憶する為のバッファメモリ部 1 5 6、外部コンピュータ等と通信する為の外部インターフェース部 1 5 7 を有する。さらに撮像システムは、撮像データの記録または読み出しを行う為の半導体メモリ等の着脱可能な記録媒体 1 5 9、記録媒体 1 5 9 に記録または読み出しを行うための記録媒体制御インターフェース部 1 5 8 を有する。さらに固体撮像システムは、各種演算とデジタルスチルカメラ全体を制御する全体制御・演算部 1 5 1 0、撮像装置 1 5 4 と出力信号処理部 1 5 5 に各種タイミング信号を出力するタイミング供給部 1 5 1 1 を有する。ここ

50

で、タイミング信号などは外部から入力されてもよく、撮像システムは少なくとも撮像装置 154 と、撮像装置 154 から出力された出力信号を処理する出力信号処理部 155 とを有すればよい。

【0117】

出力信号処理部 155 は、実施例 1～3 で述べた、撮像装置の外部に設けられた信号処理部とすることができる。

【0118】

以上のように、本実施例の撮像システムは、撮像装置 154 を適用して撮像動作を行うことが可能である。

【0119】

なお、上記実施例は、何れも本発明を実施するにあたっての具体化の例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されてはならないものである。すなわち、本発明はその技術思想、又はその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施することができる。また、これまで述べた各実施例を種々組み合わせて実施することができる。

【符号の説明】

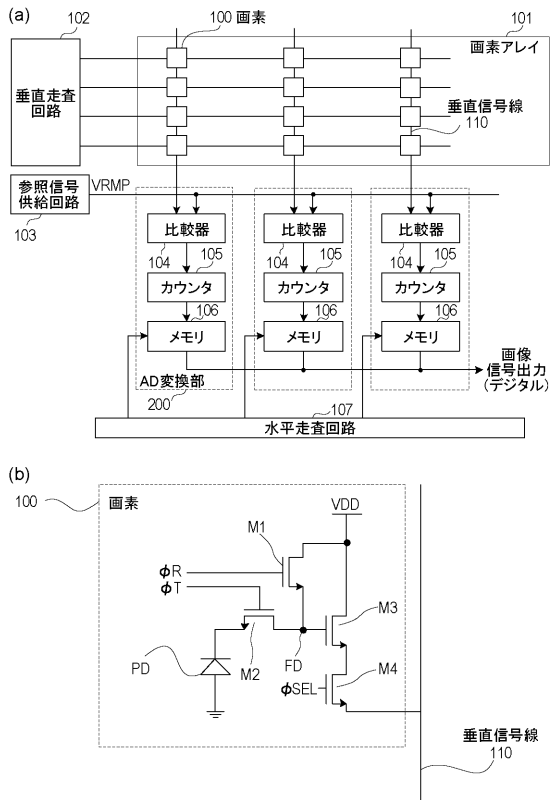
【0120】

- 100 画素
- 101 画素アレイ
- 102 垂直走査回路
- 103 参照信号供給回路
- 104 比較器
- 105 カウンタ
- 106 メモリ
- 107 水平走査回路
- 110 垂直信号線
- 200 AD変換部

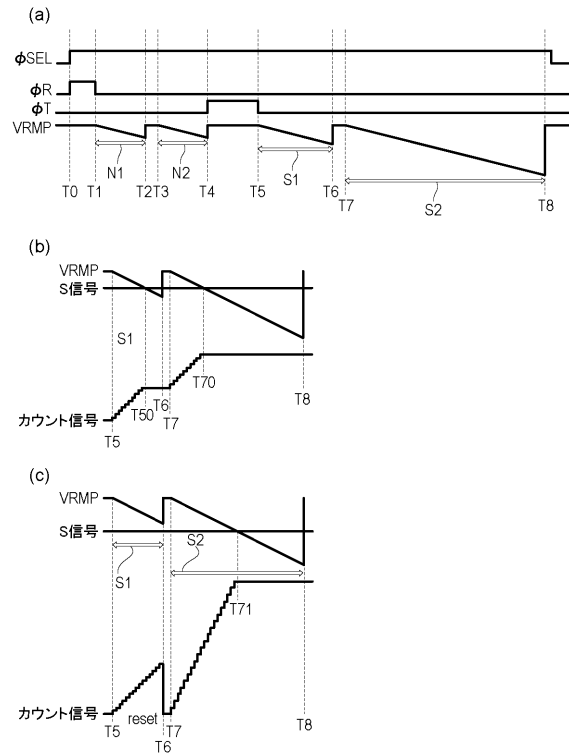
10

20

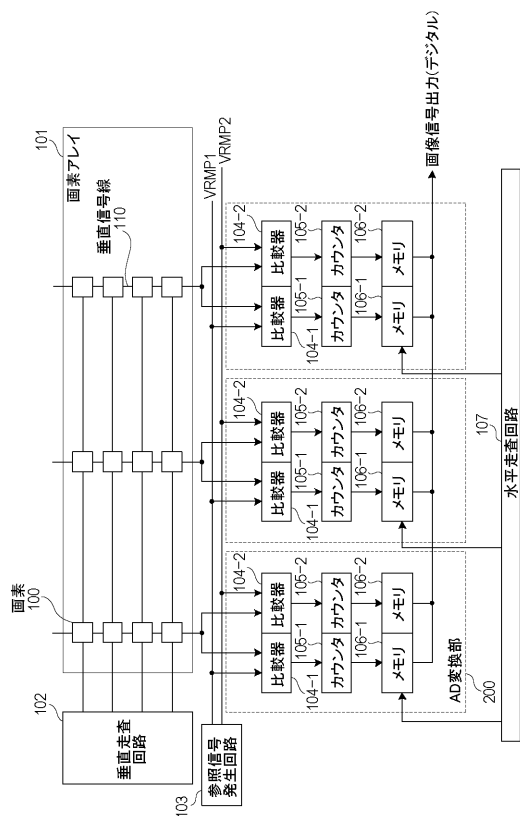
【図 1】



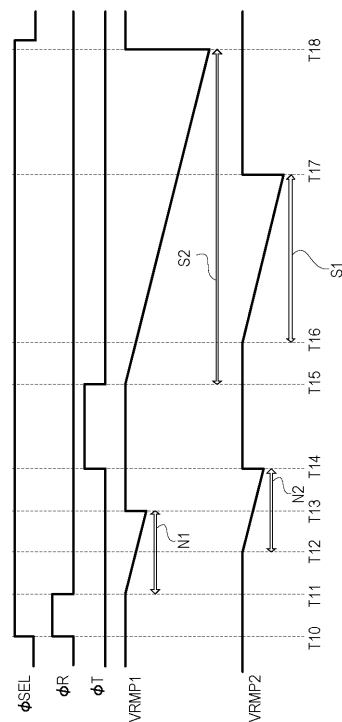
【図 2】



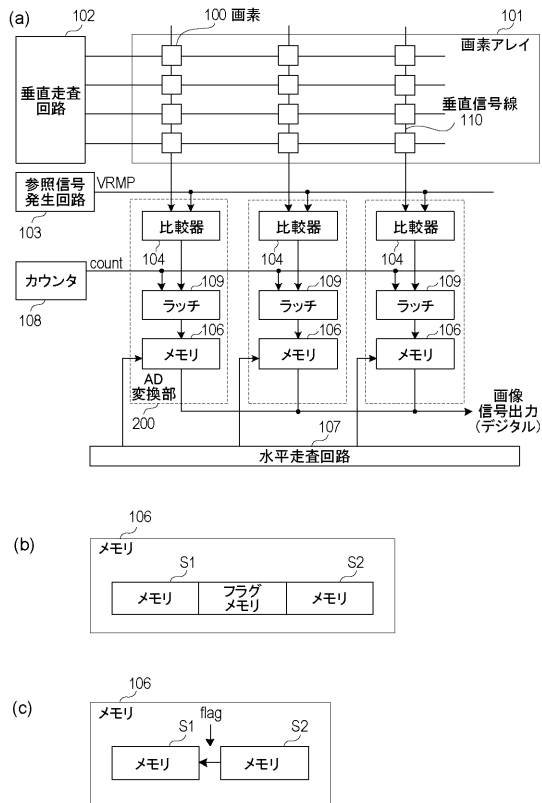
【図 3】



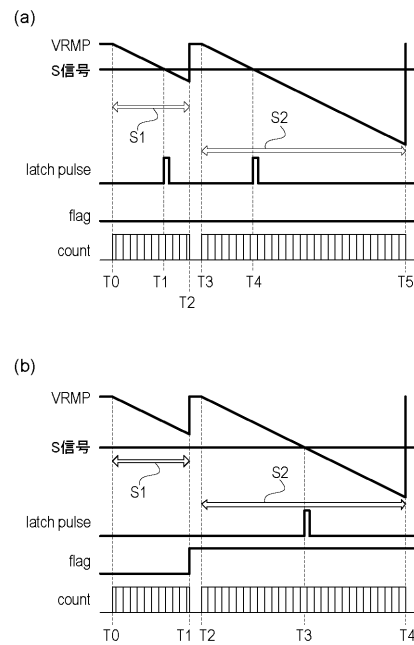
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

