

(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2021-106375

(P2021-106375A)

(43) 公開日 令和3年7月26日(2021.7.26)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H04N 5/363 (2011.01)	H04N 5/363	5C024
H04N 5/355 (2011.01)	H04N 5/355	270
H04N 5/378 (2011.01)	H04N 5/378	

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2020-46146 (P2020-46146)	(71) 出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	令和2年3月17日 (2020.3.17)	(74) 代理人	100114775 弁理士 高岡 亮一
(31) 優先権主張番号	特願2019-77811 (P2019-77811)	(74) 代理人	100121511 弁理士 小田 直
(32) 優先日	平成31年4月16日 (2019.4.16)	(74) 代理人	100208580 弁理士 三好 玲奈
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)	(72) 発明者	小布施 武範 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
(31) 優先権主張番号	特願2020-2564 (P2020-2564)	(72) 発明者	月田 健太郎 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
(32) 優先日	令和2年1月10日 (2020.1.10)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)		

最終頁に続く

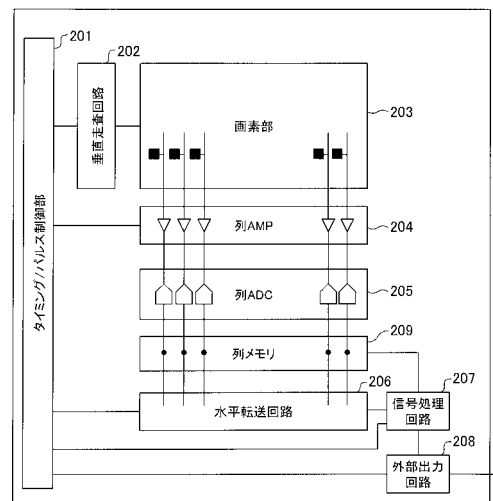
(54) 【発明の名称】 撮像素子およびその制御方法、撮像装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】画素部からの信号ごとに複数のゲインで増幅を行う増幅手段を備え、ノイズ成分をより低減することが可能な撮像素子を提供する。

【解決手段】撮像装置が備える個体撮像素子は、行列状に配列されるとともに、光電変換により信号電圧を生成する画素部を有する。列アンプ204は、光電変換された信号に対して複数のゲインで増幅可能である。増幅後の信号は列ADC205でアナログ・デジタル変換された後、信号処理回路207により画素信号からノイズ信号が減算される。画素部が有するフローティングディフュージョン部のリセット後に読出されるノイズ信号と、その直後に読出される画素信号は第1のゲインが乗算されて取得され、その後読出される画素信号は第2のゲインが乗算されて取得される。第1のゲインは第2のゲインよりも大きい値に設定される。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

画素部が有する光電変換部からの信号ごとに複数のゲインで増幅を行う増幅手段と、
前記増幅手段のゲインを制御する制御手段と、
前記増幅手段により増幅された画素信号からノイズ信号を減算する信号処理手段と、を
備え、

前記制御手段は、前記画素部をリセットした後、前記増幅手段による第 1 のゲインでノ
イズ信号と画素信号を読出した後に、前記増幅手段による第 2 のゲインで画素信号を読出
す制御を行い、

前記第 1 のゲインは、前記第 2 のゲインよりも大きい
ことを特徴とする撮像素子。

10

【請求項 2】

前記制御手段は、前記第 2 のゲインで画素信号を読出した後、前記画素部を再びリセッ
トした後に前記第 2 のゲインでノイズ信号を読出す制御を行う

ことを特徴とする請求項 1 に記載の撮像素子。

【請求項 3】

前記制御手段は、前記画素部をリセットした後に前記第 2 のゲインでノイズ信号を読出
してから、前記第 1 のゲインでノイズ信号を読出す制御を行う

ことを特徴とする請求項 1 に記載の撮像素子。

【請求項 4】

前記第 2 のゲインで画素信号が読出されるまで、前記第 2 のゲインで読出されたノイズ
信号を保持する記憶手段を備える

ことを特徴とする請求項 3 に記載の撮像素子。

20

【請求項 5】

画素部が有する光電変換部からの信号ごとに複数のゲインで増幅を行う増幅手段と、
前記増幅手段のゲインを制御する制御手段と、
前記増幅手段により増幅された画素信号からノイズ信号を減算する信号処理手段と、を
備え、

前記制御手段は、

前記画素部をリセットした後、前記増幅手段による第 1 のゲインでノイズ信号と画素信
号を読出した後に、前記増幅手段による第 2 のゲインで画素信号を読出す制御を行い、前
記第 2 のゲインで画素信号を読出した後、前記画素部を再びリセットした後に前記第 2 の
ゲインでノイズ信号を読出す制御を行う

ことを特徴とする撮像素子。

30

【請求項 6】

前記第 1 のゲインは、前記第 2 のゲインよりも大きい

ことを特徴とする請求項 5 に記載の撮像素子。

【請求項 7】

前記第 1 のゲインは、前記第 2 のゲインよりも小さい

ことを特徴とする請求項 5 に記載の撮像素子。

40

【請求項 8】

前記画素部と前記増幅手段との間にスイッチを備え、

前記画素部を再びリセットする際に、前記スイッチをオフにする

ことを特徴とする請求項 5 に記載の撮像素子。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の撮像素子を備える

ことを特徴とする撮像装置。

【請求項 10】

前記増幅手段により異なるゲインで増幅された複数の信号を取得して画像を合成する合
成手段を備える

50

ことを特徴とする請求項 9 に記載の撮像装置。

【請求項 1 1】

画素部が光電変換部を有する撮像素子にて実行される制御方法であって、
前記光電変換部からの信号ごとに増幅を行う増幅手段のゲインを制御する工程と、
前記画素部をリセットした後、前記増幅手段による第 1 のゲインでノイズ信号と画素信号を読み出した後に前記増幅手段による第 2 のゲインで画素信号を読み出す制御を行う工程と

、
読み出された画素信号からノイズ信号を減算する工程と、を有し、

前記第 1 のゲインは前記第 2 のゲインよりも大きい

ことを特徴とする撮像素子の制御方法。

10

【請求項 1 2】

画素部が光電変換部を有する撮像素子にて実行される制御方法であって、
前記光電変換部からの信号ごとに増幅を行う増幅手段のゲインを制御する工程と、
前記画素部をリセットした後、前記増幅手段による第 1 のゲインでノイズ信号と画素信号を読み出した後に前記増幅手段による第 2 のゲインで画素信号を読み出す制御を行う工程と

、
前記第 2 のゲインで画素信号を読み出した後、前記画素部を再びリセットした後に前記第 2 のゲインでノイズ信号を読み出す制御を行う工程と、

読み出された画素信号からノイズ信号を減算する工程と、を有する

ことを特徴とする撮像素子の制御方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画素信号を複数のゲインで増幅して読み出すことが可能な撮像素子の動作制御および信号処理の技術に関する。

【背景技術】

【0002】

固体撮像素子を備える撮像装置には、2次元配列された画素部で光電変換された映像信号を出力する際、ダイナミックレンジ（以下、DRとも記す）の拡大処理の機能を有するものがある。特許文献 1 に開示の装置は、単位画素の出力信号に対して列回路内にある増幅部のゲインを切り替え、出力信号がクリップしないようなゲインを決定し、映像信号の DR を向上させることが可能である。特許文献 1 の図 13 には、アンプの入力容量を 2 つ持ち、ゲイン設定部にて入力信号レベルを判定し、その判定結果に応じたゲインに変更することで、2 種類のゲインを得る回路が開示されている。この場合、ノイズ信号がどちらか一方のゲインにしか対応しない駆動方法となる。

30

【0003】

また、特許文献 2 に開示の撮像装置は、入射光量に応じて異なるアンプゲインで増幅された複数の画像信号を用いることで DR 拡大が可能である。アンプゲインが異なる 2 枚の画像について、アンプゲインが大きい方の画像を被写体の低輝度部の画像に用い、アンプゲインが小さい方の画像を被写体の高輝度部の画像に用いて合成処理が実行される。異なるアンプゲインでノイズ成分を読み出すには、アンプゲインに対して画素部のリセット回数を十分に確保する必要がある。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2005 - 175517 号公報

【特許文献 2】特開 2016 - 042633 号公報

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】**【0005】**

ところで、撮像素子では相関二重サンプリングによる信号読出し方法がよく用いられる。この方法では単位画素から、まずノイズ成分を読出し、その後にノイズ成分を含んだ画素信号を読出し、撮像素子内で画素信号からノイズ成分を除去する処理が行われる。特に、内部の増幅回路のゲインが大きいときには、相関二重サンプリングによるノイズ抑制効果が大きい。

【0006】

同一の画素信号に対して複数のゲインで出力可能な撮像素子では、複数の画像の合成を行う際、特に低輝度部に使用する画像が相関二重サンプリングの行われた画像でないと、ランダムノイズが目立つ画像になる可能性が高くなる。

10

【0007】

本発明の目的は、画素部からの信号ごとに複数のゲインで増幅を行う増幅手段を備え、ノイズ成分をより低減可能な撮像素子を提供することである。

【課題を解決するための手段】**【0008】**

本発明の実施形態の撮像素子は、画素部が有する光電変換部からの信号ごとに複数のゲインで増幅を行う増幅手段と、前記増幅手段のゲインを制御する制御手段と、前記増幅手段により増幅された画素信号からノイズ信号を減算する信号処理手段と、を備え、前記制御手段は、前記画素部をリセットした後、前記増幅手段による第1のゲインでノイズ信号と画素信号を読出した後に、前記増幅手段による第2のゲインで画素信号を読出す制御を行い、前記第1のゲインは前記第2のゲインよりも大きいことを特徴とする。

20

【発明の効果】**【0009】**

本発明の撮像素子によれば、画素部からの信号ごとに複数のゲインで増幅を行う増幅手段を備え、ノイズ成分をより低減可能な撮像素子を提供することができる。

【図面の簡単な説明】**【0010】**

【図1】実施形態に係る撮像装置の基本構成を示すブロック図。

【図2】固体撮像素子の内部構成を模式的に示す図。

30

【図3】固体撮像素子の列アンプ部の構成例を示す回路図。

【図4】第1実施形態に係る列アンプ部の動作を説明するタイミングチャート。

【図5】画像合成処理を説明する図。

【図6】第2実施形態に係る列アンプ部の動作を説明するタイミングチャート。

【図7】第3実施形態に係る列アンプ部の動作を説明するタイミングチャート。

【図8】第4実施形態に係る列アンプ部の動作を説明するタイミングチャート。

【発明を実施するための形態】**【0011】**

以下、本発明の各実施形態について図面を参照しながら説明する。本発明はデジタル一眼レフカメラやデジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ等の撮像素子に適用可能である。撮像素子を構成する画素部から画素信号のみが出力される場合、画素信号の黒レベル（すなわちノイズと近似されるレベル）が判明しないと、映像信号のペダスタルレベルを決定することができない。そのため、画素部や回路部で離散的に発生するランダムノイズの低減が困難となる。例えば、画像合成等の信号処理において、低輝度部に使用される画像に対する相関二重サンプリングが行われた信号でない場合にはランダムノイズが目立つ画像となる可能性がある。以下の実施形態では、ノイズをより低減するとともに黒レベルを決定することができ、画像信号のDR拡大に最適な撮像素子および撮像装置を説明する。

40

【0012】

[第1実施形態]

50

図 1 は、本発明の実施形態に係る撮像装置 100 の一般的な構成を示すブロック図である。光学レンズ部 101 は、被写体からの光を取り込んで撮像素子 102 の受光面上に結像させる。光学レンズ部 101 は撮像装置 100 の本体部に装着可能な交換レンズユニット、または本体部に組み込まれたレンズ部であり、撮像光学系を構成するレンズ、絞り等の光学部材を有する。

【0013】

撮像素子 102 は光学レンズ部 101 から入射光を受光し、光電変換によって電気信号を出力する。代表例として、CCD（電荷結合素子）型イメージセンサや、CMOS（相補型金属酸化膜半導体）型イメージセンサ等が挙げられる。撮像素子 102 には、アナログ映像信号を出力する第 1 のタイプと、撮像素子 102 の内部で AD（アナログ・デジタル）変換処理を行ってデジタル映像信号を出力する第 2 のタイプがある。第 2 のタイプには、LVDS（Low voltage differential signaling）等によりデジタルデータを出力する形態がある。撮像素子 102 の構成については図 2 を用いて後述する。

【0014】

画像取得部 103 は、撮像素子 102 から出力された映像信号のキャプチャを行い、各種処理を行う回路部を備える。画像取得部 103 は、撮像素子 102 における固定パターンノイズの除去や、黒レベルクランプ処理等を行う。画像取得部 103 はまた、映像信号の記録に使用する画像信号と、撮像素子 102 の制御のための評価用信号とに分離する処理を行う。画像取得部 103 には処理に必要となる設定値を記憶するための内部記憶回路が含まれる。

【0015】

画像合成部 104 は画像取得部 103 の出力を取得し、撮像素子 102 の出力に基づく信号から、任意の合成方法を用いて HDR（高ダイナミックレンジ）画像を生成する。例えば、所定の画像部分（通常画）については高ゲインで取得された画像を用い、明るく白飛びしている画像部分については低ゲインで取得された画像を用いて合成を行う方法がある。合成後に暗部の信号に用いられる通常画としては、暗部のランダムノイズが抑えられていることが好ましい。

【0016】

信号処理部 105 は画像合成部 104 の出力を取得し、画素加算やノイズリダクション、ガンマ補正、二値補正、デジタルゲイン処理、キズ補正等の各種画像処理を行う。信号処理部 105 には補正および画像処理に必要となる設定値を記憶するための内部記憶回路が含まれる。

【0017】

信号記録部 106 は、信号処理部 105 が処理した映像信号を取得して記憶装置または記憶媒体へ記録する。例えば撮像装置 100 の本体部に装着可能なメモリデバイスが使用される。

【0018】

露出制御部 107 は、画像取得部 103 から取得した映像信号情報に基づいて最適露光量を算出する。例えば、位相差情報を出力可能な撮像素子 102 の場合、露出制御部 107 は撮像素子 102 の出力から位相差を計算することができる。露出制御部 107 が焦点調節制御の機能を有する場合には、位相差に基づく相関演算により撮像光学系に係るデフォーカス量を算出して、光学レンズ部 101 内のフォーカスレンズを駆動することで焦点調節が可能である。また、露出制御部 107 は撮像素子制御部 108 の動作を決定して制御信号を伝達する。撮像素子制御部 108 は露出制御部 107 からの制御信号にしたがって撮像素子 102 の動作制御を行う。

【0019】

図 2 を参照して、撮像素子 102 の構成を説明する。図 2 は撮像素子 102 の一例を示すブロック図である。タイミング・パルス制御部 201 は、撮像素子 102 の各構成部に動作クロックを供給し、また各構成部にタイミング信号を供給することにより、撮像素子

10

20

30

40

50

102の動作を制御する。垂直走査回路202は、画素部203から画素信号電圧を、1フレーム中に順次読出すタイミング制御を行う。一般的に、映像信号は1フレーム中に画素部203における上部の行から下部の行にかけて、行単位で順次読出される。

【0020】

画素部203は、多数の単位画素が2次元に配置された構成である。各単位画素は単数または複数の光電変換部を有しており、入射光量に応じて光電変換を行って電圧を出力する。フォトダイオード等の光電変換素子が用いられる。画素部203は通常の映像とともに位相差情報を取得して出力することもできる。例えば、1つのマイクロレンズに対してフォトダイオードが2つに分割された構造が挙げられる。画素部203は光電変換素子の他にフローティングディフュージョン部への電荷転送を行うトランジスタや、増幅トランジスタ等を備えるが、回路構成については公知であるので詳細な説明を省略する。

10

【0021】

列アンプ204は、画素部203から列ごとに読出された信号を電氣的に増幅する。列ADC205の前段に設けられた列アンプ204で信号を増幅することにより、列ADC205で発生するノイズに対してS/N比(信号対ノイズ比)を改善することができる。また列アンプ204においては、タイミング・パルス制御部201からの信号によって、アンプゲインを変更可能である。すなわち、撮像素子102は、HDR画像生成用として、列アンプ204のアンプゲインを変更して2種類のゲインで信号を出力することが可能である。列アンプ204は、光電変換部から出力された、ある時刻の信号に対して2つのゲインを乗算した信号を出力できるので、データ量は増えるものの、同時性を有する2つのゲインの異なる画像信号を取得できる。列アンプ204の構成については後述する。

20

【0022】

列ADC(アナログ・デジタル変換部)205は、列アンプ204により増幅されたアナログ信号をデジタル信号に変換する。列メモリ209は、列ADC205によってデジタル化された画素からの出力信号を一時的に記憶しておく回路である。例えば列メモリ209に画素のノイズ信号を記憶しておき、所定のタイミングで水平転送回路206へ転送し、信号処理回路207で相関二重サンプリングの処理が行われる。相関二重サンプリングの処理は、ノイズ成分が含まれる画素信号からノイズ成分を減算することで両者の差分を算出し、ノイズ成分を除いた信号成分のみが取り出されるものである。

【0023】

30

水平転送回路206は、列メモリ209に一時記憶されたデジタル信号を順次読出す処理を行う。水平転送回路206の出力は信号処理回路207に入力される。信号処理回路207はデジタル信号処理を行う回路である。信号処理回路207は、デジタル処理として、読出された画素信号からノイズ成分の信号を減算する相関二重サンプリングを行ったり、一定量のオフセット値の付加を行ったり、シフト演算や乗算を行う。また、信号処理回路207は、簡易的なゲイン演算を行うことができる。また、画素部203に意図的に遮光された画素領域が設けられている場合には、当該画素領域を利用したデジタル処理での黒レベルクランプ動作を行ってもよい。

【0024】

外部出力回路208は信号処理回路207から信号を取得して出力処理を行う。外部出力回路208はシリアルライザ機能を有し、信号処理回路207からの多ビットの入力パラレル信号をシリアル信号に変換する。また外部出力回路208は、このシリアル信号を、例えばLVDS信号等に変換して、外部デバイスに画像情報を出力する。

40

【0025】

次に、HDR画像生成時の撮像素子102の動作について詳述する。本実施形態の撮像素子102は、HDR画像を生成するために列アンプ204のゲインを変更して出力することができる。図3(A)を参照して、HDR画像生成時の列アンプ204およびその周辺の回路例を説明する。図3(A)は、列アンプ204における、ある1列を抜き出して示す回路図である。容量部をCと表記し、スイッチ素子(トランジスタ等)をSWと表記し、オペアンプをOPと表記する。画素部203に繋がる垂直信号線は電流源に接続され

50

、図 3 では左側の直線で示している。

【 0 0 2 6 】

OP301 には入力容量と帰還容量が接続されている。OP301 の非反転入力端子には基準電源の電圧が印加され、反転入力端子は SW302、C301、SW301 を介して垂直信号線に接続可能である。つまり、SW301 および SW302 がオンのときに、画素部 203 から読出された信号が、入力容量である C301 を介して OP301 に入力される。

【 0 0 2 7 】

C302 と C303 は帰還容量であり、SW303 によって C302 の接続および非接続を制御することができる。C303 はその一端部が OP301 の反転入力端子に接続され、他端部が OP301 の出力端子に接続されている。C302 および SW303 は、C303 に対して並列に接続されている。C302 と SW303 とは直列に接続されており、C302 の一端部が OP301 の反転入力端子に接続され、他端部が SW303 を介して OP301 の出力端子に接続されている。リセット用の SW304 は、C303 と、C302 および SW303 に対して、並列に接続されている。

10

【 0 0 2 8 】

列アンプ 204 の増幅率は、C301 の静電容量と、C302 および C303 の合成容量または C303 の静電容量との比の値によって決定され、「入力容量 / 帰還容量」から算出される。図 3 (A) では 1 つの入力容量に対して 2 つの帰還容量の組み合わせにより、2 種類のゲインが得られる。つまり、異なるゲインを乗算した 2 枚の画像の信号を、後

20

【 0 0 2 9 】

図 4 は、ゲインの異なる 2 枚の画像の信号を読出す動作を説明するタイミングチャートである。HD は水平同期信号を表す。撮像素子 102 の、ある行の読出しに着目して説明する。FD (フローティングディフュージョン) リセットは、各単位画素が備える光電変換部 (フォトダイオード) および FD 部のリセットのタイミングを示す。その下には画素部 203 からの画素信号の転送タイミングと、各スイッチ素子の状態、列 ADC 205 への出力をそれぞれ示す。

【 0 0 3 0 】

読出し対象画素の光電変換部 (フォトダイオード) および FD 部がリセットされるとともに、OP301 の周辺回路の全スイッチ素子が ON になり、残留電荷を排出するリセット動作が行われる。次に図 3 (A) の SW301、SW302 を ON とし、第 1 のゲインである Gain1 で画素部 203 からのノイズ成分 (ノイズ信号ともいう) を読出す処理が行われる。このとき、SW303 は OFF となっている。よって、第 1 のゲインを Gain1 と表記すると、

30

$$Gain1 = C301 / C303$$

で決定される。列 ADC 205 に対し、第 1 のゲインで増幅されたノイズ信号 (Gain1 - N と記す) が出力される。

【 0 0 3 1 】

次に画素部 203 からの画素信号を列アンプ 204 に転送する処理が行われる。このとき、SW301、SW302 を ON とし、まず第 1 のゲインである Gain1 で画素信号を読出す処理が行われる。このとき、SW303 は OFF となっている。列 ADC 205 に対し、第 1 のゲインで増幅された画素信号成分 (Gain1 - S と記す) が出力される。ここで、SW301 を OFF とすることで信号レベルの変動を抑制し、列 ADC 205 でのアナログ・デジタル変換に影響を与えないようにすることができる。このときの画素信号にはノイズ成分も含まれている。

40

【 0 0 3 2 】

次に、SW303 を ON として画素信号を読出す処理が行われる。このとき、第 2 のゲインを Gain2 と表記すると、

$$Gain2 = C301 / (C302 + C303)$$

50

で決定される。右辺の分母はC 3 0 2とC 3 0 3との合成容量である。そして、列A D C 2 0 5に対し、第2のゲインで増幅された画素信号成分（G a i n 2 - Sと記す）が出力される。

【0033】

この例では、ゲインの異なる2つの信号を讀出す方法として、S W 3 0 3をO F Fに制御したG a i n 1の状態を先に発生させ、その後にS W 3 0 3をO Nに制御したG a i n 2の状態を発生させている。図4の動作とは逆に、G a i n 2で増幅した信号から先に讀出すことも可能である。本実施形態では、画素信号成分とノイズ成分を讀出す際、F D リセット直後のゲインをG a i n 1とし、その後のゲインをG a i n 2とする。すなわち、「G a i n 1 > G a i n 2」としており、相対的に大きいゲインでノイズや画素信号が讀出された後に、相対的に小さいゲインで画素信号が讀出される。

10

【0034】

次に図5を参照して、画像合成部104により行われる2種類のゲインで讀出された信号の合成方法の例を示す。図5（A）は、横軸に被写体の輝度値を示し、縦軸に撮像素子内のデジタル変換値、すなわち撮像素子102からの出力コード値を示すグラフである。G a i n 1で讀出された信号に基づく画像（以下、G a i n 1画像という）については点線の折れ線グラフで表す。また、G a i n 2で讀出された信号に基づく画像（以下、G a i n 2画像という）については実線の直線グラフで表す。

【0035】

「G a i n 1 > G a i n 2」の関係であるため、G a i n 2画像を表すグラフはG a i n 1画像を表すグラフよりも傾きが小さい。一方、G a i n 1画像については列アンプ204のゲインが大きいので、G a i n 2画像よりも被写体の輝度が小さいところで、出力コード値が飽和上限値（最大値）に到達してしまうが、暗部のノイズに関してG a i n 2画像よりも良好である。

20

【0036】

図5（B）は、デジタルゲイン等で、G a i n 1画像を表すグラフの傾きを、G a i n 2画像を表すグラフの傾きに合わせる処理を説明するグラフである。横軸および縦軸の設定については図5（A）と同じである。G a i n 1画像を表すグラフに対して調整処理を行った後のグラフを、点線の折れ線グラフで示しており、このときの画像を「G a i n 1画像2」とする。低輝度側の所定領域において、折れ線グラフの直線部の傾きは、G a i n 2画像を表す直線グラフの傾きと一致している。図5（A）と比較して、G a i n 1画像2の出力コードの最大値は小さくなる。

30

【0037】

図5（C）は、画像合成処理を説明するグラフであり、横軸および縦軸の設定については図5（A）と同じである。画像合成では、低輝度側の領域においてG a i n 1画像2を表すグラフの飽和部までは、G a i n 1画像2の出力コードが用いられる（点線参照）。当該領域よりも輝度の高い領域（つまりG a i n 1画像2の出力コードが一定値となる領域）では、G a i n 2画像の出力コードが用いられる。つまり、暗部ではG a i n 1画像2（ノイズが小さい画像）を用い、明部ではG a i n 2画像（輝度が明るい被写体の情報を含む）を用いて合成画像を生成することでD R拡大が行われる。なお、図5で示した画像合成方法は一例であり、G a i n 1画像2とG a i n 2画像との切り替えによって2枚の画像をブレンドする方法等、各種方法での実施が可能である。

40

【0038】

本実施形態では、信号処理回路207において、第1のゲインの画素信号から第1のゲインのノイズ成分の信号を減算する相関二重サンプリングが行われる。このような相関二重サンプリングが行われるノイズ信号と画素信号を讀出すときに用いる第1のゲインの値を、画素信号のみを讀出すときに用いる第2のゲインの値よりも大きく設定する。これにより、画像の暗部に使用される第1のゲインの画素信号のノイズ特性を確実に改善して、ダイナミックレンジを拡大することができる。なお、本実施形態で示した回路構成は一例である。同一の画素信号に対して複数のゲインを乗算して出力することが可能な構成であ

50

れば如何なる回路構成でもよく、本実施形態にて図示した構成に限定されるものではない。例えば、FD部への付加容量の接続と非接続を制御することによりゲインの変更を行う方法等がある。

【0039】

[第2実施形態]

次に本発明の第2実施形態を説明する。本実施形態では、撮像素子から第2のゲインであるGain2で増幅されたノイズ信号(以下、Gain2-Nと記す)を出力して撮像素子の外部で処理する例を説明する。本実施形態において第1実施形態と同様の事項については既に使用した符号や記号を使用することによって、それらの説明を省略し、相違点を説明する。このような説明の省略方法は後述の実施形態でも同じである。

10

【0040】

図6は、異なるゲインが乗算された2つのS信号と、Gain1-Nに加え、さらにGain2-Nを読み出す動作について説明するタイミングチャートである。Gain1-N、Gain1-S、Gain2-Sを読み出す動作は、図4と同じである。

【0041】

Gain2-Sの読み出し後に、Gain2-Nの読み出しを行うために、もう一度FDリセットと、SW304のONによる列アンプ204のリセットが行われる。このリセット後に、SW303がON状態のままで、Gain2-Nの読み出しが行われる。

【0042】

その後、信号処理回路207において、Gain1-SからGain1-Nを減算することにより、第1のゲインで増幅された信号の相関二重サンプリングを行う。さらに、Gain2-SからGain2-Nを減算することにより、第2のゲインで増幅された信号の相関二重サンプリングを行う。ここで、本実施形態では、Gain2-Nを読み出す前に一度FDリセットを行っているため、第2のゲインで増幅された信号については厳密には相関二重サンプリングの効果は得られない。しかしながら、Gain2-Nを読み出すことでGain2-Sに含まれるノイズ成分の概算値を取得できるため、例えば、画像合成時に画像信号の黒レベルを合わせる処理やノイズ除去または低減処理等に効果がある。

20

【0043】

本実施形態のように、フォトダイオードおよびFD部のリセット後に、擬似的にGain2-Nを読み出す駆動を行う場合にも、「Gain1>Gain2」とすることで、合成画像における暗部のノイズ特性を改善し、DR拡大を行うことができる。さらに、Gain2-Nを読み出して、擬似的な相関二重サンプリングを行うことで、Gain1画像2とGain2画像との合成を行う際、Gain2画像の黒レベルを合わせることができ、合成が容易となる。

30

【0044】

本実施形態によれば、再度フォトダイオードおよびFD部のリセットを行うことで、第1のゲインと第2のゲインのいずれについてもノイズ信号と画素信号を読み出すことができる。

【0045】

[第3実施形態]

次に本発明の第3実施形態を説明する。本実施形態では画素信号の読み出し前に、Gain1およびGain2でノイズ信号をそれぞれ読み出す例を示す。

40

【0046】

図3(B)は、本実施形態に係る列アンプ204において、ある1列を抜き出して示す回路図である。本実施形態では図3(A)に示す構成に加え、スイッチ素子SW302と入力容量C304が追加されている。つまり、OP301の入力段において、SW301とC301との直列回路に対して、SW302とC304との直列回路が並列に接続されている。

【0047】

図7は、本実施形態におけるゲインの異なる2枚の画像の信号を読み出す動作を説明する

50

タイミングチャートである。図 7 を参照して、異なるゲインで画素信号 (S 信号) およびノイズ信号 (N 信号) を読出す処理を説明する。まず、読出し対象画素のフォトダイオードおよび FD 部がリセットされるとともに、OP301 の周辺回路の全スイッチ素子が ON になり、残留電荷を排出するリセット動作が行われる。その後、SW301 が ON であって、SW302、SW303 はともに OFF の状態にする。この状態でのゲインは、

$$Gain2 = C301 / C303$$

となる。この状態で画素部 302 から画素信号の転送は行われず、Gain2 - N が読出される。

【0048】

次に SW302 が ON となり、Gain1 の状態になる。この状態でのゲインは、

$$Gain1 = (C301 + C304) / C303$$

となる。この状態で Gain1 - N が読出される。

【0049】

続いて Gain1 の状態のままで、画素部 203 から画素信号の転送が行われ、Gain1 - S が読出される。次に SW303 が ON となり、Gain2 の状態になる。この状態でのゲインは、

$$Gain2 = (C301 + C304) / (C302 + C303)$$

となる。この状態で Gain2 - S が読出される。本実施形態では、「C301 / C303」から決定されるゲインと、「(C301 + C304) / (C302 + C303)」から決定されるゲインとが同等になるように静電容量が設定されている。

【0050】

このようにして、Gain1 と Gain2 での N 信号と S 信号がそれぞれ読出される。相関二重サンプリングを行うためには、Gain2 - S を読出すまで、Gain2 - N を列メモリ 209 に保持しておく必要がある。

【0051】

図 7 に示すように、Gain2 - N と Gain2 - S との間に、フォトダイオードおよび FD 部のリセットは行われないが、Gain1 - N と Gain1 - S を読出す時間分に対応する期間が発生する。第 2 実施形態と同様に、ノイズ成分の概算値を読出すことができるので、画像合成時に画像信号の黒レベルを合わせる処理やノイズ除去または低減処理等に効果がある。

【0052】

「Gain1 > Gain2」とすることで、合成画像における暗部のノイズ特性を改善し、DR 拡大を行うことができる。さらに、Gain2 - N を読出して、擬似的な相関二重サンプリングを行うことで、Gain1 画像 2 と Gain2 画像との合成を行う際、Gain2 画像の黒レベルを合わせることができ、合成が容易となる。本実施形態では、列メモリ 209 の構成を変更し、Gain2 - S を読出すまでの間、Gain2 - N を保持しておくことで、第 1 のゲインと第 2 のゲインのいずれについてもノイズ信号と画素信号を読出すことができる。

【0053】

本実施形態の信号読出し方法のほかには、FD リセットとオペアンプの帰還容量部のリセットを行う方法がある。この方法では FD リセット後に C301 と C304 に電荷が保持されて、Gain1 - N、Gain1 - S の順に読出される。その後、OP301 の帰還容量部がリセットされてから、Gain2 - N、Gain2 - S の順に読出される。

【0054】

[第 4 実施形態]

次に本発明の第 4 実施形態を説明する。本実施形態では、第 2 実施形態と同様に、図 3 (A) の回路図で表される列アンプ 204 を用いる。第 2 実施形態では、Gain2 - N を読出す場合、フォトダイオードおよび FD 部のリセットと列アンプ 204 のリセットとを行っている。一方、本実施形態の例では、Gain2 - N を読出す場合、フォトダイオードおよび FD 部のリセットのみを行い、列アンプ 204 のリセットを行わない。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 5 】

図 8 は、本実施形態における読出し動作を説明するタイミングチャートである。図 8 を参照して、異なるゲインで画素信号（S 信号）およびノイズ信号（N 信号）を読出す処理を説明する。

【 0 0 5 6 】

まず、Gain 2 - S を読出すまでの動作は、SW 3 0 1 の動作以外は、図 6 に示す第 2 実施形態の動作と同様である。本実施形態では、画素信号の変化時に、SW 3 0 1 を一時的に OFF にする。このように、画素信号の変化時に SW 3 0 1 を一時的に OFF にすることで、画素転送時や FD リセット時の FD ノードの変動の影響を低減することができる。

10

【 0 0 5 7 】

FD ノードの変動は、列アンプ 2 0 4 で増幅され、列アンプ 2 0 4 の動作点を大きく変動させる。すると、列アンプ 2 0 4 の回路動作の収束に時間を要するようになるため、回路の高速動作に影響を与える。なお、画素信号の変化時に SW 3 0 1 を一時的に OFF することは、他の実施形態にも適用可能である。

【 0 0 5 8 】

Gain 2 - S を読出した後、Gain 2 - N を読出すために、一度、フォトダイオードおよび FD リセットを行う。このタイミングにおいて、本実施形態では、第 2 実施形態と異なり、SW 3 0 1 を OFF にする一方で列アンプ 2 0 4 のリセットを行わない。その後、Gain 2 でノイズ成分を読出すために、SW 3 0 1 を ON にして Gain 2 - N を読出す。これについてさらに説明する。

20

【 0 0 5 9 】

列アンプ 2 0 4 のアンプゲインを、SW 3 0 3 を制御して Gain 1 から Gain 2 に切り替える時に、SW 3 0 3 を制御したときのノイズが、列アンプ入力ノード（OP 3 0 1 の - 入力端子）に入力されることがある。仮に、列アンプ 2 0 4 のアンプゲインのリセットを行って、Gain 2 - N を読出すと、SW 3 0 3 によるノイズの影響を受けた S 信号（Gain 2 - S）と SW 3 0 3 のノイズの影響を受けていない N 信号（Gain 2 - N）を読出すことになる。すると、S 信号と N 信号の相関がさらに崩れる。S 信号と N 信号の相関が崩れると、例えば、水平方向のシェーディングが悪化するなど画質劣化に影響を与えることになる。

30

【 0 0 6 0 】

本実施形態では、Gain 2 - N を列アンプ 2 0 4 のアンプゲインをリセットせずに読出す。このように、Gain 2 - N を読出すときに、列アンプ 2 0 4 のアンプゲインのリセットを行わないことで、Gain 1、Gain 2 とともに画質劣化させることなくノイズ信号と画素信号を読出すことができる。なお、このとき、SW 3 0 1 は、本実施形態のように OFF にすることが望ましい。

【 0 0 6 1 】

なお、本実施形態においては、前述の実施形態で示す「Gain 1 > Gain 2」のように、Gain 1 が Gain 2 よりも大きいこととしている。しかしながら、これに限るものではなく、Gain 1 が Gain 2 よりも小さいこととしてもよい。

40

【 0 0 6 2 】

前記実施形態によれば、増幅手段のゲインを変更して出力可能な撮像素子において、一般的にノイズが目立ちやすい低輝度部の画像のランダムノイズを低減するとともに、画像信号の黒レベルを決定することができる。合成後の画像信号のダイナミックレンジを拡大することができる。

【 符号の説明 】

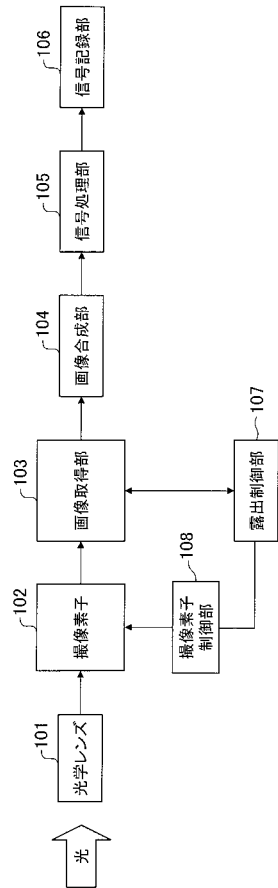
【 0 0 6 3 】

- 1 0 2 . . . 撮像素子
- 1 0 3 . . . 画像取得部
- 1 0 4 . . . 画像合成部

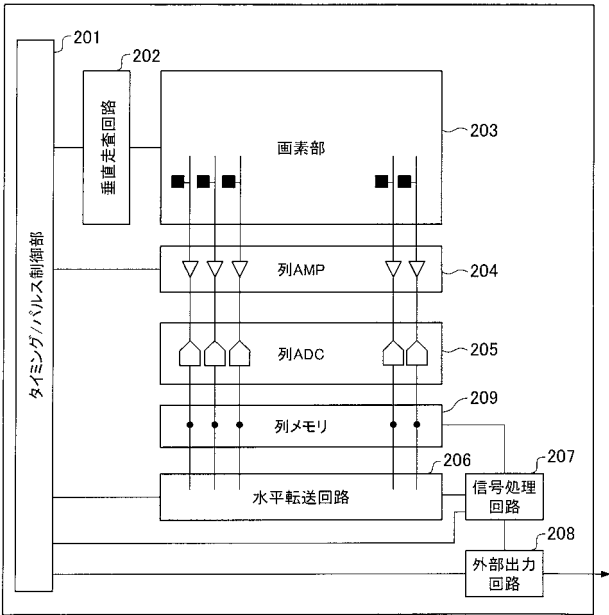
50

- 105 . . . 信号処理部
- 107 . . . 露出制御部
- 108 . . . 撮像素子制御部

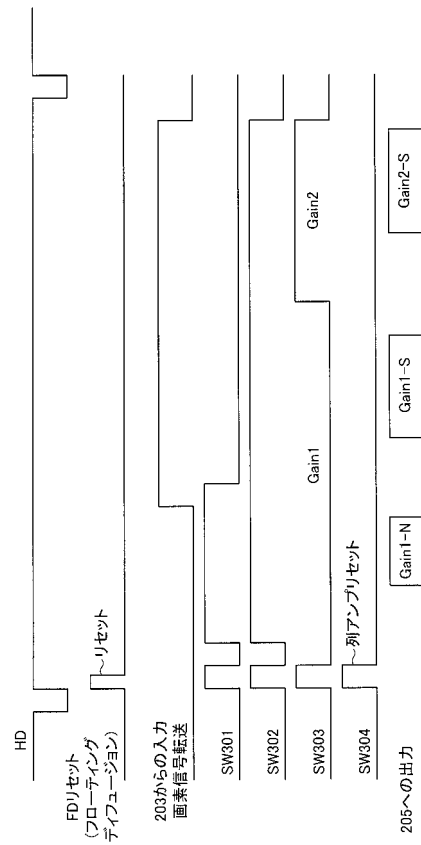
【 図 1 】



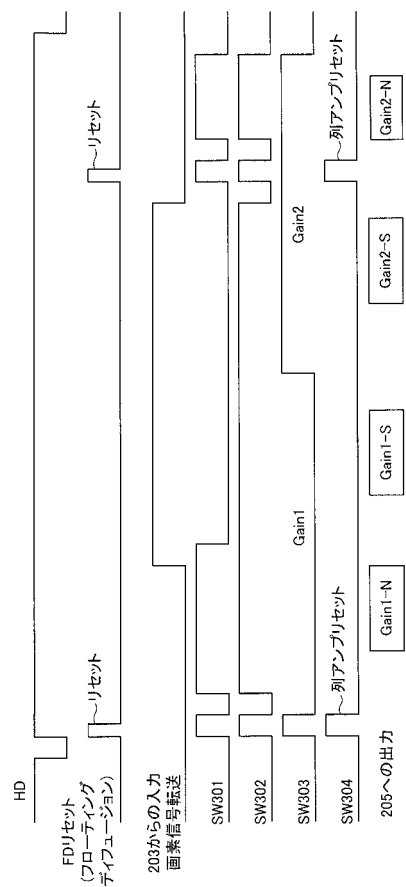
【 図 2 】



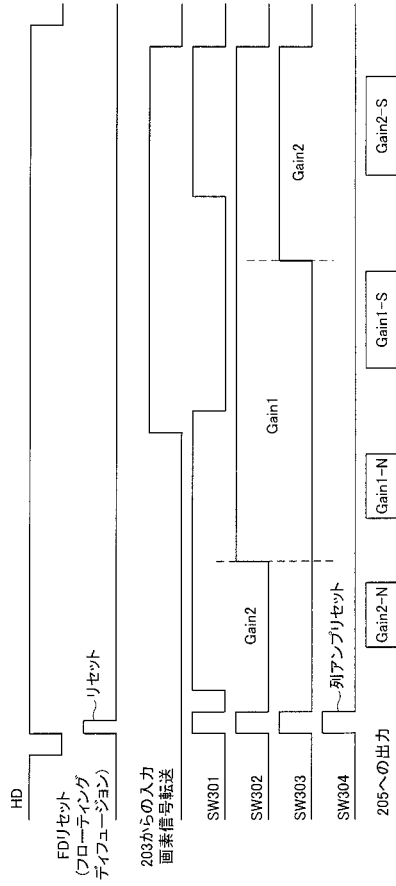
【 図 4 】



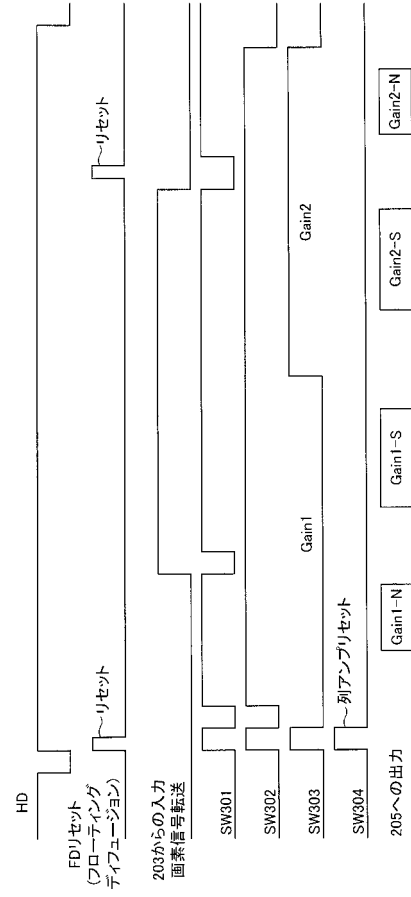
【 図 6 】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

- (72)発明者 山下 孝教
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 小林 大祐
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 津久井 一帆
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 CX05 CX43 GX03 HX18 HX50