

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6478600号
(P6478600)

(45) 発行日 平成31年3月6日(2019.3.6)

(24) 登録日 平成31年2月15日(2019.2.15)

(51) Int.Cl.	F 1
HO4N 5/357	(2011.01)
HO4N 5/374	(2011.01)
HO4N 5/376	(2011.01)
HO4N 5/378	(2011.01)
GO2B 7/34	(2006.01)
HO4N	5/357
HO4N	5/374
HO4N	5/376
HO4N	5/378
GO2B	7/34
HO4N	5/357
HO4N	5/374
HO4N	5/376
HO4N	5/378
GO2B	7/34

請求項の数 6 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-245442 (P2014-245442)
 (22) 出願日 平成26年12月4日 (2014.12.4)
 (65) 公開番号 特開2016-111452 (P2016-111452A)
 (43) 公開日 平成28年6月20日 (2016.6.20)
 審査請求日 平成29年11月28日 (2017.11.28)

(73) 特許権者 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
 (74) 代理人 100114775
 弁理士 高岡 亮一
 (72) 発明者 原田 康裕
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ャノン株式会社内

審査官 橋 高志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】撮像装置およびその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一つのマイクロレンズに対して撮像光学系の射出瞳の分割された異なる領域を通過した光束を光電変換して画像信号を生成する第1、第2の光電変換部を有する画素部を備える撮像素子と、

前記画素部が有する光電変換部から画像信号を読み出す制御手段とを備え、

前記制御手段は、リセット信号を読み出すタイミングと前記第1の光電変換部から第1の画像信号を読み出すタイミングとの時間差である第1の除去動作のタイミング、および前記リセット信号を読み出すタイミングと前記第1および第2の光電変換部から第2の画像信号を読み出すタイミングとの時間差である第2の除去動作のタイミングが、画像信号の読み出し動作中に発生するノイズ源の周波数と所定の関係となるように制御する

ことを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記制御手段は、前記第1の除去動作のタイミング、前記第2の除去動作のタイミングのそれぞれが前記ノイズ源の周波数の逆数の整数倍となるように制御する

ことを特徴とする請求項1に記載の撮像装置。

【請求項 3】

前記制御手段は、前記第1の光電変換部から読み出される第1の画像信号の横縞ノイズの位相と、前記第1および第2の光電変換部から読み出される第2の画像信号の横縞ノイズの位相との位相差がゼロとなるように制御する

10

20

ことを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記制御手段は、前記第 1 の除去動作のタイミングと前記第 2 の除去動作のタイミングとの差分が、前記ノイズ源の周波数の逆数の偶数倍となるように制御する

ことを特徴とする請求項 3 に記載の撮像装置。

【請求項 5】

前記制御手段は、前記第 1 の光電変換部から読み出される第 1 の画像信号の横縞ノイズの振幅と、前記第 1 および第 2 の光電変換部から読み出される第 2 の画像信号の横縞ノイズの振幅とが閾値以下となるように制御する

ことを特徴とする請求項 3 または請求項 4 に記載の撮像装置。

10

【請求項 6】

一つのマイクロレンズに対して撮像光学系の射出瞳の分割された異なる領域を通過した光束を光電変換して画像信号を生成する第 1 、第 2 の光電変換部を有する画素部を備える撮像素子を備える撮像装置の制御方法であって、

前記画素部が有する光電変換部から画像信号を読み出す制御工程を有し、

前記制御工程では、リセット信号を読み出すタイミングと前記第 1 の光電変換部から第 1 の画像信号を読み出すタイミングとの時間差である第 1 の除去動作のタイミング、および前記リセット信号を読み出すタイミングと前記第 1 および第 2 の光電変換部から第 2 の画像信号を読み出すタイミングとの時間差である第 2 の除去動作のタイミングが、画像信号の読み出し動作中に発生するノイズ源の周波数と所定の関係となるように制御する

20

ことを特徴とする制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像装置およびその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

CCDイメージセンサ、CMOSイメージセンサ等の固体撮像素子を用いて撮影する撮像装置が提案されている。このような撮像装置においては、撮像素子で光学像を電気信号に変換する過程において、画像の画質劣化の原因となる様々なノイズが発生する。代表的なノイズとして、画素および読み出し回路のリセットノイズ、画素領域において発生する暗電流などの撮像動作を行う度に変動するランダムノイズがある。また、撮像装置は、その内部又は近傍に、撮像素子の電源電圧を周期的に変動させるノイズ源となり得る要素を多数有している。これらのノイズ源が撮像素子の信号読み出し中に動作すると、その電源変動および電磁波などによって、撮像素子に供給される電源電圧が変動する。これらのノイズ源は、各々の機器および部品毎に特定の周波数で駆動されるため、撮像素子の電源電圧が周期的に変動して、周期的な横縞状のノイズとして画像に現われる。

30

【0003】

特許文献 1 は、周期的に変動するノイズ源に起因する横縞ノイズに対して、ノイズ源の周波数と撮像素子を駆動する駆動タイミング変更することで、横縞ノイズを軽減する撮像装置を開示している。また、特許文献 2 は、1 つの画素に 2 つのフォトダイオード (PD) を有する撮像素子を備える撮像装置を開示している。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2010 - 50636 号公報

【特許文献 2】特開 2001 - 124984 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

50

特許文献 2 の撮像装置を適用し、第 1 の P D から得られる A 像信号と、第 1 および第 2 の P D から得られる A + B 像信号を得ることができる。A + B 像信号は撮影画像用の信号に用いることができる。また、A + B 像信号と A 像信号との差分により、B 像信号を得ることができ、得られた B 像信号と A 像信号との位相差に基づいて、焦点状態を検出することができる。

【0006】

特許文献 2 が開示する撮像装置では、撮影画像用の信号読み出しと、焦点状態の検出用の信号読み出しとを時系列で実施する必要がある。この際、撮像素子の電源電圧を周期的に変動させるノイズ源が動作すると、撮影画像用の信号に加えて、焦点状態の検出用の信号に対しても横縞ノイズが発生してしまう。したがって、焦点状態の検出用の信号に横縞ノイズが発生した場合、焦点状態の検出精度が低下してしまう。特許文献 1 が開示する撮像装置では、画素に 2 つの P D を設けた撮像素子の信号読み出しは考慮されていないので、撮影画像用の信号と焦点状態の検出用の信号の両方に対して横縞ノイズを軽減することは困難である。

10

【0007】

本発明は、撮影画像用の信号と焦点状態の検出用の信号の双方について、横縞ノイズを軽減することができる撮像装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一実施形態の撮像装置は、一つのマイクロレンズに対して撮像光学系の射出瞳の分割された異なる領域を通過した光束を光電変換して画像信号を生成する第 1、第 2 の光電変換部を有する画素部を備える撮像素子と、前記画素部が有する光電変換部から画像信号を読み出す制御手段とを備える。前記制御手段は、リセット信号を読み出すタイミングと前記第 1 の光電変換部から第 1 の画像信号を読み出すタイミングとの時間差である第 1 の除去動作のタイミング、および前記リセット信号を読み出すタイミングと前記第 1 および第 2 の光電変換部から第 2 の画像信号を読み出すタイミングとの時間差である第 2 の除去動作のタイミングが、画像信号の読み出し動作中に発生するノイズ源の周波数と所定の関係となるように制御する。

20

【発明の効果】

【0009】

本発明の撮像装置によれば、撮影画像用の信号と焦点状態の検出用の信号の双方について、横縞ノイズを軽減することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図 1】瞳分割方式に基づく焦点検出を説明する図である。

【図 2】撮像装置の全体ブロック図である。

【図 3】撮像素子の単位画素の回路図の一例である。

【図 4】撮像素子の読み出し回路の一例を示す図である。

【図 5】画素信号を読み出す駆動制御とタイミングを説明する図である。

【図 6】B 像信号における横縞のノイズの影響を説明する図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0011】

(実施例 1)

図 1 は、本実施形態の撮像装置による、瞳分割方式に基づく焦点検出を説明する図である。

図 1 には、撮像装置が備える撮影レンズの射出瞳から出た光束が撮像素子の単位画素に入射した状態が示されている。100 は単位画素であり、単位画素 100 は、第 1 のフォトダイオード 101A および第 2 のフォトダイオード 101B を有する。302 はカラーフィルタである。303 はマイクロレンズである。304 は撮影レンズの射出瞳を示す。

【0012】

50

マイクロレンズ 303 を有する画素に対して、射出瞳から出た光束の中心を光軸 305 とする。射出瞳を通過した光は、光軸 305 を中心として単位画素 100 に入射する。306, 307 は、撮影レンズの射出瞳の一部領域を示す。

【0013】

図 1 に示すように、瞳領域 306 を通過する光束は、マイクロレンズ 303 を通して、フォトダイオード 101A で受光され、瞳領域 307 を通過する光束は、マイクロレンズ 303 を通して、フォトダイオード 101B で受光される。したがって、フォトダイオード 101A と 101B は、それぞれ撮影レンズの射出瞳の別々の領域の光を受光している。すなわち、像素子は、一つのマイクロレンズに対して撮像光学系の射出瞳の分割された異なる領域を通過した光束を光電変換して画像信号を生成する第 1、第 2 の光電変換部を有する画素部を備える。フォトダイオード 101A と 101B の信号を比較することで位相差の検知が可能となる。

【0014】

フォトダイオード 101A から得られる信号を A 像信号、フォトダイオード 101B から得られる信号を B 像信号と定義する。A 像信号と B 像信号を足し合わせた信号を A + B 像信号と定義する。A + B 像信号は撮影画像用の信号となる。

【0015】

図 2 は、本実施形態の撮像装置の全体ブロック図である。

撮像装置は、撮影レンズ 1110 乃至レンズ駆動回路 1109 を備える。撮影レンズ 1110 は、被写体の光学像を像素子 1101 に結像させる。レンズ駆動回路 1109 によって撮影レンズ 1110 が駆動することによって、ズーム制御、フォーカス制御、絞り制御などが行われる。

【0016】

像素子 1101 は、撮影レンズ 1110 で結像された被写体を画像信号として取り込む。像素子 1101 には、図 1 で示した単位画素 100 がアレイ状に配置されている。信号処理回路 1103 は、像素子 1101 が出力する画像信号に各種の補正を行ったり、データを圧縮したりする。

【0017】

また、信号処理回路 1103 は、像素子 1101 から読み出される A 像信号と A + B 像信号から B 像信号の生成も行う。全体制御・演算回路 1104 は、A 像信号と B 像信号との位相差に基づいて、焦点状態を検出することができる。タイミング発生回路 1102 は、像素子 1101 に対して駆動タイミング信号を出力する。

【0018】

全体制御・演算回路 1104 は、撮像装置全体を制御する。メモリ回路 1105 は、画像データを一時的に記憶する。表示回路 1106 は、各種情報や撮影画像を表示する。操作回路 1108 は、撮像装置が備える操作部材を用いたユーザの操作入力を電気的に受け付ける。

【0019】

電源回路 1107 は、電池などから供給された電圧を所望の電圧に変換する DC / DC 回路を有し、撮像装置で必要な電圧を必要な期間だけ、各部に供給する。DC / DC 回路は、DC / DC 駆動用クロック CLK_DCDC に基づいて駆動が行われる。

【0020】

図 2 に示す撮像装置では、電圧変換を行うための DC / DC 回路、レンズおよび絞り等のアクチュエータを駆動するためのレンズ駆動回路等を備える。つまり、撮像装置は、その内部又は近傍に像素子の電源電圧を周期的に変動させるノイズ源となり得る要素を多数有している。これらのノイズ源が像素子の信号読み出し中に動作すると、その電源変動および電磁波などによって像素子に供給される電源電圧が変動する。これらのノイズ源は、各々の機器および部品毎に特定の周波数で駆動されるため、像素子の電源電圧が周期的に変動して、周期的な横縞状のノイズとして画像に現われる。

【0021】

10

20

30

40

50

図3は、撮像素子の単位画素の回路図の一例である。

単位画素100は、第1のフォトダイオード101A、第2のフォトダイオード101B、第1の転送スイッチ102A、第2の転送スイッチ102Bを備える。また、単位画素100は、フローティングディフュージョン103、増幅部104、リセットスイッチ105、選択スイッチ106を備える。

【0022】

フォトダイオード101A、101Bは、同一のマイクロレンズを通過した光を受光し、その受光量に応じた信号電荷を生成する光電変換部として機能する。転送スイッチ102A、102Bは、それぞれフォトダイオード101A、101Bで発生した電荷を共通のフローティングディフュージョン領域103に転送する。転送スイッチ102A、102Bは、それぞれ転送パルス信号PTXA、PTXBによって制御される。

【0023】

フローティングディフュージョン103は、フォトダイオード101Aおよび101Bから転送された電荷を一時的に保持するとともに、保持した電荷を電圧信号に変換する電荷電圧変換部として機能する。増幅部104は、ソースフォロワMOSトランジスタであり、フローティングディフュージョン103に保持した電荷に基づく電圧信号を増幅して、画素信号として出力する。リセットスイッチ105は、リセットパルス信号PRESによって制御され、フローティングディフュージョン103の電位を基準電位VDDにリセットする。選択スイッチ106は、垂直選択パルス信号PSELによって制御され、増幅部104で増幅された画素信号を垂直出力線107に出力する。なお、VDD108は共通電源である。

【0024】

図4は、撮像素子の読み出し回路の一例を示す図である。

画素領域200には、複数の単位画素100が行列状に配置されている。なお、説明を簡略化するために、8×4画素で示してあるが、実際の画素数はさらに多数である。また、単位画素100には、複数色のカラーフィルタが設けられている。赤色カラーフィルタが設けられ、赤色光を撮像する画素をR画素と表記する。緑色カラーフィルタが設けられ、緑色光を撮像する画素をG画素と表記する。また、青色カラーフィルタが設けられ、青色光を撮像する画素をB画素と表記する。上記3色のカラーフィルタをそれぞれ有する各画素は、ベイラー配列に従って配置される。

【0025】

201は垂直シフトレジスタであり、各行の画素毎に駆動信号線222を通して、駆動パルスが送出される。駆動信号線222は、簡略化のため、各行毎に1本ずつ図示してあるが、実際には各行毎に複数の駆動信号線が接続される。同じ列の単位画素100は、共通の垂直出力線107に接続されており、各画素からの信号は、垂直出力線107を介して共通の読み出し回路203に入力される。そして、読み出し回路203で処理された信号は、水平シフトレジスタ220により順次出力アンプ221に出力される。202は垂直出力線107に接続される電流源負荷である。

【0026】

次に、読み出し回路203の具体的な回路構成を説明する。204はクランプ容量C0を示す。205はフィードバック容量Cfを示す。206はオペアンプを示す。207は基準電圧Vrefを供給する基準電圧源を示す。223はフィードバック容量Cfの両端をショートさせるためのスイッチを示す。スイッチ223は、PCOR信号で制御される。208、209、210、211は、信号電圧を保持するための容量であり、208を容量CTSAB、210を容量CTSAB、209および211を容量CTNと表記する。212、213、214、215は容量への書き込みを制御するスイッチを示す。スイッチ212はPTSAB信号で制御され、スイッチ210はPTSA信号で制御される。

【0027】

スイッチ213、215はPTN信号で制御される。216、217、218、219は水平シフトレジスタ220からの信号を受けて出力アンプ221に信号を出力するため

10

20

30

40

50

のスイッチを示す。スイッチ 216、217 は、水平シフトレジスタ 220 の HAB (m) 信号で制御される。また、スイッチ 218、219 は、HA (m) 信号で制御される。m は、制御信号線が接続されている読み出し回路の列数を示す。

【0028】

容量 CTSAB208、CTSAB218 に書き込まれた信号は、共通出力線 225 を介して、出力アンプ 221 に出力される。また、容量 CTN209、211 に書き込まれた信号は、共通出力線 224 を介して、出力アンプ 221 に出力される。

【0029】

図 5 は、本実施形態における画素信号を読み出す駆動制御とタイミングを説明する図である。

10

撮像装置が備える全体制御・演算回路 1104 (図 2) が、図 5 に示す駆動制御を実行する。時刻 $T = t_1$ で転送スイッチ 102A および 102B の制御信号である PTXA および PTXB を H (High) とし、フォトダイオード 101A, 101B をリセットする。 $T = t_2$ で PTXA および PTXB を L (Low) とし、フォトダイオード 101A, 101B に光電荷を蓄積開始する。必要時間蓄積を行った後に、 $T = t_3$ で選択スイッチ 106 の制御信号である PSEL を H にして、増幅部 104 を ON する。 $T = t_4$ でリセットスイッチ 105 の制御信号である PRES を L とすることでフローティングディフュージョン領域 103 のリセットを解除する。このときのフローティングディフュージョン領域 103 の電位を垂直出力線 107 に増幅部 104 を介してリセット信号レベルとして読み出し、読み出し回路 203 に入力する。

20

【0030】

読み出し回路 203 では、オペアンプ 206 が基準電圧 V_{ref} の出力をバッファする状態 (PCOR が H でスイッチ 223 が ON の状態) でリセット信号レベルが入力される。その後、 $T = t_5$ で PCOR を L とし、そのときの V_{ref} の出力を容量 CTN209、211 へ書き込むために、 $T = t_6$ で PTN を H として、スイッチ 213、215 を ON する。そして、 $T = t_7$ で PTN を L として、スイッチ 213、215 を OFF して書き込みを終了する。次に、 $T = t_8$ で PTXA を H として、フォトダイオード 101A の光電荷をフローティングディフュージョン領域 103 へ転送し、 $T = t_9$ で PTXA を L とする。この動作により、フォトダイオード 101A に蓄積された電荷がフローティングディフュージョン領域 103 へ読み出される。そして、その変化に応じた出力が増幅部 104 および垂直出力線 107 を介して読み出し回路 203 へ供給される。

30

【0031】

読み出し回路 203 では、クランプ容量 C0 (204, 205) のフィードバック容量 Cf の比率で電圧変化に対し反転ゲインがかかり出力される。この電圧を容量 CTSAB210 へ書き込むために、 $T = t_{10}$ で PTSAB を L から H へ切り替え、スイッチ 214 を ON し、 $T = t_{11}$ で PTSAB を H から L へ切り替え、スイッチ 214 を OFF し、書き込みを終了する。

【0032】

次に、 $T = t_{12}$ で、再び PTXA を H とすると同時に、PTXB を H とする。この動作により、フォトダイオード 101A と 101B の双方の光電荷を同時にフローティングディフュージョン領域 103 へ読み出すことができる。フローティングディフュージョン領域 103 へ光電荷を読み出し後、 $T = t_{13}$ で PTXA、PTXB を H から L へと切り替える。読み出された電荷は、フォトダイオード 101A のみを読み出した際と同様に読み出し回路 203 へ供給され、オペアンプを介して出力される。この電圧を容量 CTSAB へ書き込むために、 $T = t_{14}$ で PTSAB を L から H へ切り替え、スイッチ 212 を ON する。また、 $T = t_{15}$ で PTSAB を H から L へ切り替え、スイッチ 212 を OFF し、書き込みを終了する。

40

【0033】

本動作により、容量 CTSAB208 と CTN209 の差電圧をとることで、フォトダイオード 101A および 101B からの出力信号の和である A + B 信号が得られる。この

50

A + B 像信号は撮影画像となる。また、容量 C T S A 2 1 0 と C T N 2 1 1 の差電圧をとることにより、フォトダイオード 1 0 1 A からの出力信号である A 像信号が得られる。この A 像信号から撮影レンズの瞳の一部を透過する光束の情報が得られる。さらに、A + B 像信号と A 像信号の差をとることにより、フォトダイオード 1 0 1 B からの出力信号である B 像信号が得られる。この B 像信号からは A 像信号とは異なる瞳領域を透過する光束の情報が得られる。これら 2 つの光束の情報から距離情報を得ることができる。

【 0 0 3 4 】

次に、T = t 1 6 で P R E S を H として、フローティングディフュージョン領域 1 0 3 をリセット状態にする。その後、容量 C T S A 2 1 0 、 C T N 2 1 1 に保持された信号は T = t 1 7 から T = t 1 8 の間に、水平シフトレジスタ 2 2 0 の駆動パルス H A (m) が読み出し回路毎に、順次、L、H、L となる。それに伴い、スイッチ 2 1 8 、 2 1 9 が、順次、OFF、ON、OFF となる。スイッチ 2 1 8 、 2 1 9 が、順次、OFF、ON、OFF となつた列の容量 C T S A 2 1 0 、 C T N 2 1 1 に保持された信号は、共通出力線 2 2 5 、 2 2 4 へ読み出され、出力アンプ 2 2 1 で差電圧として出力される。この差電圧が A 像信号となる。

【 0 0 3 5 】

次に、T = t 1 8 から T = t 1 9 の間に、水平シフトレジスタ 2 2 0 の駆動パルス H A B (m) が読み出し回路毎に、順次、L、H、L となり、それに伴い、スイッチ 2 1 6 、 2 1 7 が、順次、OFF、ON、OFF となる。スイッチ 2 1 6 、 2 1 7 が、順次、OFF、ON、OFF となつた列の容量 C T S A B 2 0 8 、 C T N 2 0 9 に保持された信号は共通出力線 2 2 5 、 2 2 4 へそれぞれ読み出され、出力アンプ 2 2 1 で差電圧として出力される。この差電圧が A + B 像信号となる。以上の動作が各行毎に順次行われ、A 像信号、A + B 像信号の読み出しが完了する。出力された A 像信号とそれに対応する位置の A + B 像信号の差をとることで B 像信号を得ることができる。したがって、この A 像信号と B 像信号から焦点検出動作が可能である。

【 0 0 3 6 】

次に、上記で説明した撮像読み出し動作中に、周期的に変動するノイズが混入した場合の影響について説明する。なお、以下の説明では、撮像装置の内部の周期的に変動するノイズ源として電源回路 1 1 0 7 の D C / D C コンバータのスイッチング動作の場合を例として説明するが、ノイズ源は、D C / D C コンバータに限られない。

【 0 0 3 7 】

D C / D C コンバータの駆動クロック C L K _ D C D C の駆動周波数を f (M H z) とする。D C / D C の駆動の影響により、撮像素子の読み出し時に f (M H z) のノイズが混入した場合を考える。

【 0 0 3 8 】

下記の式 (1) で表現される、周波数 f 、初期位相 の正弦波のノイズが撮像素子の読み出し時に混入した場合の影響を説明する。

【 数 1 】

$$y(t) = \sin(2\pi ft + \theta) \quad \text{式(1)}$$

式 (1) において、t は時刻を表す。

【 0 0 3 9 】

図 5 において、t 1 から t 1 9 の期間に相当する 1 水平期間を D とする。また、P T N が L となり、リセットレベルが保持容量 C T N 2 0 9 に保持されるタイミング t 7 と、P T S A が L となり、フォトダイオード 1 0 1 A の画像信号 (焦点検出用の A 像信号) が保持容量 C T S A に保持されるタイミング t 1 1 との時間差を t 1 とする。t 1 は、フォトダイオード 1 0 1 A から読み出される第 1 の画像信号 (A 像信号) からノイズ成分を除去する第 1 の除去動作のタイミングに対応する。言い換えると、t 1 は、第 1 の除去動作に用いる第 1 の画像信号を取得するタイミングと第 1 の除去動作に用いるノイズ成分を取得するタイミングとの時間差に対応する。

10

20

30

40

50

【0040】

また、リセットレベルが保持されるタイミング t_7 と P T S A B が L となり、フォトダイオード 101A および 101B からの出力信号の和である撮影画像用の A + B 像信号が保持容量 C T S A B に保持されるタイミング t_{15} との時間差を t_2 とする。 t_2 は、フォトダイオード 101A および 101B から読み出される第 2 の画像信号 (A + B 像信号) からノイズ成分を除去する第 2 の除去動作のタイミングに対応する。言い換えると、 t_2 は、第 2 の除去動作に用いる第 2 の画像信号を取得するタイミングと第 2 の除去動作に用いるノイズ成分を取得するタイミングとの時間差に対応する。

【0041】

焦点検出用の A 像信号および、撮影画像用の A + B 像信号に対して、読み出し動作時に混入した周波数 f のノイズ信号の n 行目の差分検出時での影響を、それぞれ $L_A(n)$ 、 $L_{AB}(n)$ とすると、 $L_A(n)$ 、 $L_{AB}(n)$ は、式 (2)、式 (3) で表現される。

【数 2】

$$LA(n) = \sin(2\pi f(Hn + \Delta t_1) + \theta) - \sin(2\pi fHn + \theta) \quad \text{式(2)}$$

$$LAB(n) = \sin(2\pi f(Hn + \Delta t_2) + \theta) - \sin(2\pi fHn + \theta) \quad \text{式(3)}$$

【0042】

また、式 (2)、(3) は、三角関数の公式を用いて、式 (4)、(5) に変形される。

【数 3】

$$LA(n) = 2 \times \cos(\pi f(2Hn + \Delta t_1) + \theta) \times \sin(\pi f\Delta t_1) \quad \text{式(4)}$$

$$LAB(n) = 2 \times \cos(\pi f(2Hn + \Delta t_2) + \theta) \times \sin(\pi f\Delta t_2) \quad \text{式(5)}$$

式 (4)、(5) より、ノイズ周波数 f 、初期位相 のノイズ源が読み出し動作中に混入した場合、行数 n の値に応じて $L_A(n)$ 、 $L_{AB}(n)$ が変動し、横縞状のノイズが発生する。

【0043】

実施例 1 の撮像装置が備える全体制御・演算回路 1104 は、焦点検出用の A 像信号に対して、 t_1 が、式 (6) を満足するように制御する。

【数 4】

$$\Delta t_1 = k_1 / f \quad k_1 = \text{整数} \quad \text{式(6)}$$

t_1 が式 (6) を満足する場合、式 (4) の値はゼロとなり、差分検出後の周波数 f のノイズ信号の影響は抑制される。すなわち、A 像信号に発生する横縞ノイズを抑制することが可能である。

【0044】

また、全体制御・演算回路 1104 は、撮影用の A + B 像信号に対して、 t_2 が式 (7) を満足するように制御する。

【数 5】

$$\Delta t_2 = k_2 / f \quad k_2 = \text{整数} \quad \text{式(7)}$$

t_2 が式 (7) を満足する場合、式 (5) の値はゼロとなり、差分検出後の周波数 f のノイズ信号の影響は抑制されているので、A + B 像信号に発生する横縞ノイズの影響を抑制することが可能である。

【0045】

すなわち、全体制御・演算回路 1104 は、 t_1 および t_2 が、画像信号の読み出し動作中に発生するノイズ源の周波数と所定の関係となるように制御する。具体的には、全体制御・演算回路 1104 は、 t_1 と t_2 とのそれぞれが、ノイズ源の周波数の逆数の整数倍となるように制御する。これにより、A + B 像信号と A 像信号の差分から算出

10

20

30

40

50

されるB像信号に対しても、周波数fのノイズ信号の影響を抑制することが可能となる。その結果、周期的なノイズ変動による撮影画像用のA+B像信号の画質劣化を抑制することが可能となる。さらに、焦点検出用のA像信号及び、B像信号を用いて実施する焦点検出動作において、横縞ノイズの影響を軽減することが可能となり、焦点検出精度の低下を抑制することが可能となる。

【0046】

(実施例2)

次に、実施例2について説明する。実施例1の撮像装置は、撮影画像用のA+B像信号の読み出しタイミングt2と焦点検出用の読み出しタイミングt1のそれぞれに対して、最適なタイミングを設定する。しかし、t1、t2を最適なタイミングに設定してしまうと、1水平期間Dが長くなり、読み出し時間が延びてしまう。静止画の連写速度や、動画のフレームレートにより、許容できる読み出し時間には制約があり、実施例1で示した最適なタイミングに設定できない。

【0047】

実施例2の撮像装置は、周期的なノイズの影響を極力回避し、かつ、読み出し時間の増大も抑制可能な構成をとる。

実施例2では、実施例1で示した式(4)、(5)は、式(8)、(9)に変形される。

【数6】

$$LA(n) = 2 \times \cos(\pi f(2Hn) + \pi f \Delta t_1 + \theta) \times \sin(\pi f \Delta t_1) \quad \text{式(8)}$$

$$LAB(n) = 2 \times \cos(\pi f(2Hn) + \pi f \Delta t_2 + \theta) \times \sin(\pi f \Delta t_2) \quad \text{式(9)}$$

【0048】

式(8)、(9)より、A像信号の横縞ノイズの位相A、A+B像信号の横縞ノイズの位相ABは、それぞれ、式(10)、(11)となる。

【数7】

$$\theta_A = \pi f \Delta t_1 + \theta \quad \text{式(10)}$$

$$\theta_{AB} = \pi f \Delta t_2 + \theta \quad \text{式(11)}$$

【0049】

また、A像信号の横縞ノイズの振幅GAおよび、A+B像信号の横縞ノイズの振幅GA_Bは、それぞれ、式(12)、(13)となる。

【数8】

$$GA = 2 \times |\sin(\pi f \Delta t_1)| \quad \text{式(12)}$$

$$GAB = 2 \times |\sin(\pi f \Delta t_2)| \quad \text{式(13)}$$

【0050】

式(10)、(11)より、横縞ノイズの位相A、ABは、ノイズ源の初期位相、周波数f、A+B像信号の読み出しタイミングt2およびA像信号の読み出しタイミングt1により決定される。

【0051】

ここで、焦点検出用のB像信号に関しては、A+B像信号とA像信号の差分により取得しており、B像信号の横縞ノイズは、A+B像信号の横縞ノイズとA像信号の横縞ノイズの差分LAB(n) - LA(n)となる。したがって、A+B像信号とA像信号の横縞ノイズの位相関係によって、B像信号の横縞ノイズは増幅されてしまう場合と、軽減される場合とがある。

【0052】

図6は、A+B像信号の横縞ノイズとA像信号の横縞ノイズとの位相関係によるB像信号における横縞ノイズの影響を説明する図である。

A+B像信号の横縞ノイズの位相をAB、A像信号の横縞ノイズの位相をAと記述

10

20

30

40

50

する。また、式(8)、(9)により求められるA像信号およびA+B像信号の横縞ノイズ成分をLA(n)、LAB(n)と記述する。

【0053】

図6(A)は、AとABとの位相差が0となる場合を示す。この時、式(12)、(13)で示される横縞ノイズの振幅GAとGABとが一致している場合には、LA(n)=LAB(n)となり、B像の横縞成分はゼロとなる。

【0054】

ここで、GAとGABとが一致しない場合においても、LA(n)とLAB(n)とが同一の位相の場合は、B像信号の横縞ノイズの振幅は、A+B像の横縞ノイズの振幅、A像信号の横縞ノイズの振幅よりも小さい値に抑制することができる。

10

【0055】

図6(B)は、Aとの位相差がである場合、すなわち、 $\theta = 180^\circ$ である場合を示す。この時、式(12)、(13)で示される横縞ノイズの振幅GAとGABが一致している場合には、LA(n)=-LAB(n)となり、B像の横縞成分は、A像およびA+B像の2倍の振幅の横縞となってしまう。

【0056】

GAとGBとが一致しない場合においても、LA(n)とLAB(n)は反転の位相となるので、B像信号の横縞ノイズの振幅は、A+B像の横縞ノイズの振幅およびA像信号の横縞ノイズの振幅よりも大きい値となってしまう。したがって、撮像装置は、AとABとの位相差がゼロとなるように、位相を制御する。これにより、B像信号の横縞ノイズの振幅を抑制することが可能となる。

20

【0057】

位相差がゼロとなる条件は、 $A = AB + 2N$ であり、式(10)、(11)より、式(14)の条件となる。

【数9】

$$\Delta t_2 = \Delta t_1 + 2N/f \quad N \text{は整数} \quad \text{式(14)}$$

【0058】

撮像装置が備える全体制御・演算回路1104は、撮影画像用のA+B像信号の読み出しタイミングt2と、焦点検出用の読み出しタイミングt1とを、式(14)を満足させるように決定する。つまり、全体制御・演算回路1104は、第1の除去動作のタイミングと第2の除去動作のタイミングとの差分が、ノイズ源の周波数の逆数の偶数倍となるように制御する。これにより、B像信号の横縞ノイズの振幅を抑制することができる。

30

【0059】

ここで、A像信号、A+B像信号の横縞ノイズの振幅は、式(14)を満足させただけでは抑制することはできない。したがって、撮像装置は、式(12)、(13)で示される横縞ノイズの振幅が閾値以下となるように、t1、t2を決定する。これにより、A像信号、A+B像信号、B像信号のいずれの横縞ノイズの振幅も抑制することが可能となる。その結果、撮影画像の画質劣化、焦点検出精度の低下を防止できる。

【0060】

40

さらに、撮影画像用のA+B像信号の読み出しタイミングt2および焦点検出用の読み出しタイミングt1に対する制約を、実施例1の場合における制約よりも緩和することができる。実施例1と比較して読み出し時間の増大も抑制することが可能となる。以上、本発明の各実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0061】

(その他の実施例)

本発明は、上述の実施形態の1以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける1つ以上のプロセッサーがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。ま

50

た、1以上機能を実現する回路(例えば、ASIC)によっても実現可能である。

【符号の説明】

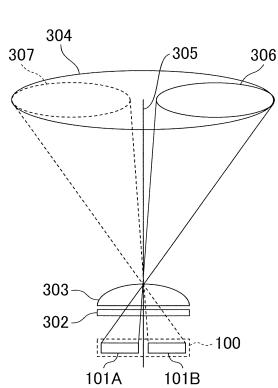
【0062】

1110 撮影レンズ

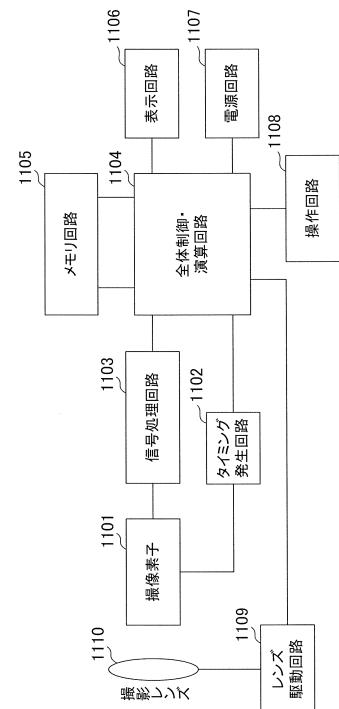
1101 撮像素子

1104 全体制御・演算回路

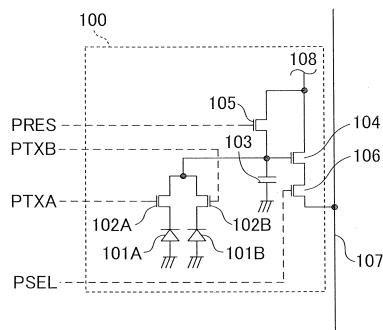
【図1】



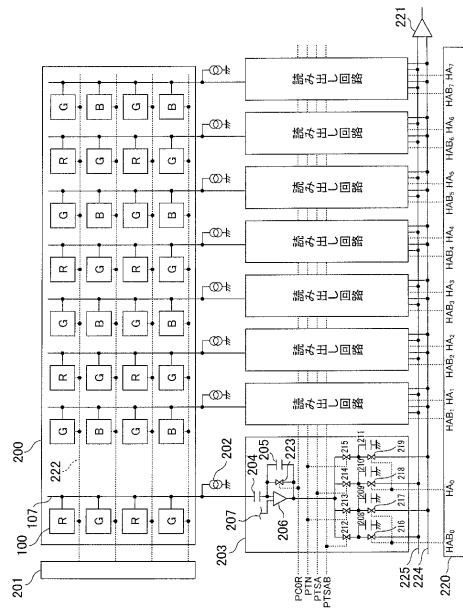
【図2】



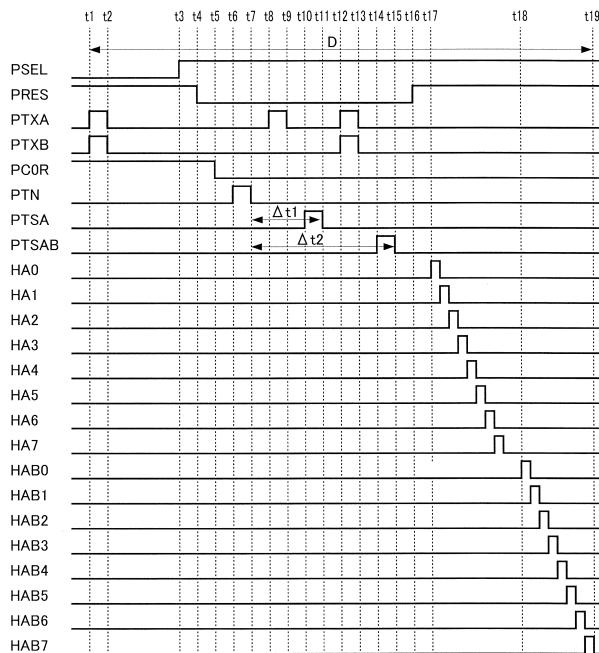
【図3】



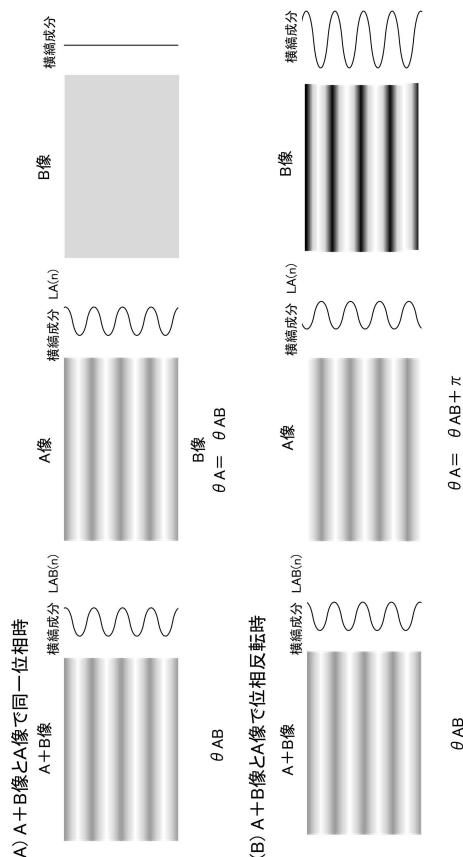
【 図 4 】



【 図 5 】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 3 B 13/36 (2006.01) G 0 3 B 13/36

(56)参考文献 特開2013-106194 (JP, A)
特開2005-087254 (JP, A)
特開2010-050636 (JP, A)
特開2012-028841 (JP, A)
特開2012-257025 (JP, A)
米国特許出願公開第2014/0285706 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 4 N 5 / 3 5 7
G 0 2 B 7 / 3 4
G 0 3 B 1 3 / 3 6
H 0 4 N 5 / 3 7 4
H 0 4 N 5 / 3 7 6
H 0 4 N 5 / 3 7 8