

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第6881940号
(P6881940)

(45) 発行日 令和3年6月2日(2021.6.2)

(24) 登録日 令和3年5月10日(2021.5.10)

(51) Int.Cl.	F I
GO2B 7/28 (2021.01)	GO2B 7/28 N
HO1L 27/146 (2006.01)	HO1L 27/146 A
HO4N 5/232 (2006.01)	HO1L 27/146 F
HO4N 5/374 (2011.01)	HO4N 5/232 120
GO2B 7/34 (2021.01)	HO4N 5/232 290

請求項の数 12 (全 24 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2016-206720 (P2016-206720)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成28年10月21日(2016.10.21)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2018-66931 (P2018-66931A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成30年4月26日(2018.4.26)	(74) 代理人	100094112
審査請求日	令和1年10月17日(2019.10.17)		弁理士 岡部 譲
		(74) 代理人	100101498
			弁理士 越智 隆夫
		(74) 代理人	100106183
			弁理士 吉澤 弘司
		(74) 代理人	100128668
			弁理士 齋藤 正巳
		(72) 発明者	伊勢 誠
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体撮像素子及びその制御方法並びに撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の画素が行列状に配列された画素アレイと、
位相差検出方式による焦点検出のための位相差評価値を、前記複数の画素のうちに含まれている位相差検出用画素からの信号に基づいて算出する第1の算出部と、
前記複数の画素に前記位相差検出用画素が含まれていることによって前記画素アレイにより生成される画像信号に生ずる欠損を、前記位相差検出用画素以外の前記画素からの信号を用いて補間する補間処理部と、
コントラスト検出方式による焦点検出のためのコントラスト評価値を、前記補間処理部によって補間された前記画像信号に基づいて算出する第2の算出部と、
前記補間処理部によって補間された前記画像信号を外部に出力する第1の出力端子と、
前記第1の算出部によって算出された前記位相差評価値を外部に出力する第2の出力端子と、
前記第2の算出部によって算出された前記コントラスト評価値を外部に出力する第3の出力端子と
を有することを特徴とする固体撮像素子。

【請求項 2】

前記位相差評価値の算出が前記第1の算出部によって完了した場合には、前記画素アレイによって取得される前記画像信号の出力の完了の如何にかかわらず、前記位相差評価値を出力することを特徴とする請求項1に記載の固体撮像素子。

【請求項 3】

前記画素アレイは第 1 の半導体チップに形成され、

前記第 1 の算出部、前記補間処理部及び前記第 2 の算出部は、前記第 1 の半導体チップと異なる第 2 の半導体チップに形成され、

前記第 1 の半導体チップと前記第 2 の半導体チップとが積層されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の固体撮像素子。

【請求項 4】

前記位相差検出用画素を含む行からの信号の読み出しは、前記位相差検出用画素を含まない行からの信号の読み出しと並行して行われることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の固体撮像素子。

10

【請求項 5】

前記画素アレイは、複数の前記位相差検出用画素を含み、

前記複数の位相差検出用画素は、撮像光学系の射出瞳の第 1 の瞳領域を通過する光束に応じた信号を取得する第 1 の位相差検出用画素と、前記射出瞳の前記第 1 の瞳領域とは異なる第 2 の瞳領域を通過する光束に応じた信号を取得する第 2 の位相差検出用画素とを含み、

前記第 1 の算出部は、前記第 1 の位相差検出用画素と前記第 2 の位相差検出用画素とからの信号に基づいて前記位相差評価値を算出することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の固体撮像素子。

【請求項 6】

20

複数の画素が行列状に配列された画素アレイの前記複数の画素のうちに含まれている位相差検出用画素からの信号に基づいて、位相差検出方式による焦点検出のための位相差評価値を算出するステップと、

前記複数の画素に前記位相差検出用画素が含まれていることによって前記画素アレイにより生成される画像信号に生ずる欠損を、前記位相差検出用画素以外の前記画素からの信号を用いて補間するステップと、

コントラスト検出方式による焦点検出のためのコントラスト評価値を、前記補間するステップによって補間された前記画像信号に基づいて算出するステップと、

前記補間するステップによって補間された前記画像信号を外部に出力するステップと、

前記位相差評価値を算出するステップによって算出された前記位相差評価値を外部に出力するステップと、

30

前記コントラスト評価値を算出するステップによって算出された前記コントラスト評価値を外部に出力するステップと

を有することを特徴とする固体撮像素子の制御方法。

【請求項 7】

複数の画素が行列状に配列された画素アレイと、位相差検出方式による焦点検出のための位相差評価値を、前記複数の画素のうちに含まれている位相差検出用画素からの信号に基づいて算出する第 1 の算出部と、前記複数の画素に前記位相差検出用画素が含まれていることによって前記画素アレイにより生成される画像信号に生ずる欠損を、前記位相差検出用画素以外の前記画素からの信号を用いて補間する補間処理部と、コントラスト検出方式による焦点検出のためのコントラスト評価値を、前記補間処理部によって補間された前記画像信号に基づいて算出する第 2 の算出部と、前記補間処理部によって補間された前記画像信号を外部に出力する第 1 の出力端子と、前記第 1 の算出部によって算出された前記位相差評価値を外部に出力する第 2 の出力端子と、前記第 2 の算出部によって算出された前記コントラスト評価値を外部に出力する第 3 の出力端子とを有する固体撮像素子と、

40

前記位相差評価値と前記コントラスト評価値とに基づいて、フォーカスレンズを駆動するための制御を行う制御部と

を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 8】

前記位相差評価値の算出が前記第 1 の算出部によって完了した場合には、前記画素アレ

50

イによって取得される前記画像信号の出力の完了の如何にかかわらず、前記位相差評価値を出力することを特徴とする請求項 7 に記載の撮像装置。

【請求項 9】

前記画素アレイは第 1 の半導体チップに形成され、

前記第 1 の算出部、前記補間処理部及び前記第 2 の算出部は、前記第 1 の半導体チップと異なる第 2 の半導体チップに形成され、

前記第 1 の半導体チップと前記第 2 の半導体チップとが積層されていることを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載の撮像装置。

【請求項 10】

前記位相差検出用画素を含む行からの信号の読み出しは、前記位相差検出用画素を含まない行からの信号の読み出しと並行して行われることを特徴とする請求項 7 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

10

【請求項 11】

前記画素アレイは、複数の前記位相差検出用画素を含み、

前記複数の位相差検出用画素は、撮像光学系の射出瞳の第 1 の瞳領域を通過する光束に応じた信号を取得する第 1 の位相差検出用画素と、前記射出瞳の前記第 1 の瞳領域とは異なる第 2 の瞳領域を通過する光束に応じた信号を取得する第 2 の位相差検出用画素とを含み、

前記第 1 の算出部は、前記第 1 の位相差検出用画素と前記第 2 の位相差検出用画素とからの信号に基づいて前記位相差評価値を算出することを特徴とする請求項 7 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

20

【請求項 12】

被写体に対して光を発する発光手段、

ユーザによる操作入力を受け付ける操作手段、

画像を表示する表示手段、及び

画像データを記録する記録手段

のうちの少なくとも 1 つをさらに備えることを特徴とする請求項 7 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、固体撮像素子及びその制御方法並びに撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

デジタルカメラやビデオカメラ等の撮像装置には、被写体のピント（レンズのフォーカス位置）を自動的に合わせるオートフォーカス（AF：Auto Focus）機能が搭載されている。

【0003】

迅速なオートフォーカスを実現するためには、高いフレームレートで焦点検出用の信号を読み出す必要がある。しかし、焦点検出用の信号を高いフレームレートで読み出した場合には、固体撮像素子の後段に位置する信号処理部へのデータ転送量の増加を招く。そこで、AF 評価値を検出する AF 評価値検出部を固体撮像素子の内部に設け、当該 AF 評価値検出部によって検出された AF 評価値を外部に出力する固体撮像素子が提案されている（特許文献 1 参照）。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2015 - 12489 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 0 5 】

ところで、A F 方式として、位相差検出方式による A F、即ち、位相差 A F と、コントラスト検出方式による A F、即ち、コントラスト A F とを組み合わせたハイブリッド A F が知られている。ハイブリッド A F においては、位相差 A F によってフォーカスレンズを合焦近傍位置まで移動させ、更に、コントラスト A F によってフォーカスレンズを合焦位置に移動させる方法が一般的である。これにより、合焦までの時間の短縮と合焦精度の向上とが図られる。しかしながら、特許文献 1 では、このようなハイブリッド A F 技術について考慮されていないため、撮影条件などによっては、必ずしも迅速且つ高精度なオートフォーカスを実現し得なかった。

【 0 0 0 6 】

本発明の目的は、ハイブリッド A F を用いて、迅速且つ高精度なオートフォーカスを実現し得る固体撮像素子及びその制御方法並びに撮像装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

本発明の一観点によれば、複数の画素が行列状に配列された画素アレイと、位相差検出方式による焦点検出のための位相差評価値を、前記複数の画素のうちに含まれている位相差検出用画素からの信号に基づいて算出する第 1 の算出部と、前記複数の画素に前記位相差検出用画素が含まれていることによって前記画素アレイにより生成される画像信号に生ずる欠損を、前記位相差検出用画素以外の前記画素からの信号を用いて補間する補間処理部と、コントラスト検出方式による焦点検出のためのコントラスト評価値を、前記補間処理部によって補間された前記画像信号に基づいて算出する第 2 の算出部と、前記補間処理部によって補間された前記画像信号を外部に出力する第 1 の出力端子と、前記第 1 の算出部によって算出された前記位相差評価値を外部に出力する第 2 の出力端子と、前記第 2 の算出部によって算出された前記コントラスト評価値を外部に出力する第 3 の出力端子とを有することを特徴とする固体撮像素子が提供される。

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、ハイブリッド A F を用いて、迅速且つ高精度なオートフォーカスを実現し得る固体撮像素子及びその制御方法並びに撮像装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】第 1 実施形態による撮像装置の構成を示すブロック図である。

【図 2 - 1】図 2 (a) は、第 1 実施形態による固体撮像素子の構造を示す斜視図である。

【図 2 - 2】図 2 (b) 及び図 2 (c) は、第 1 実施形態による固体撮像素子を示す回路図である。

【図 3】通常行に配された画素と撮像光学系とを示す図である。

【図 4】位相差 A F 行に配された画素と撮像光学系とを示す図である。

【図 5 (a)】第 1 実施形態による固体撮像素子における読み出しの際の選択行の例を示す図である。

【図 5 (b)】第 1 実施形態による固体撮像素子における画素のレイアウトを示す図である。

【図 6】補間処理を概念的に示す図である。

【図 7】第 1 実施形態による撮像装置の動作を示すタイムチャートである。

【図 8】第 1 実施形態による撮像装置の動作を示すフローチャートである。

【図 9】第 2 実施形態による撮像装置の動作を示すタイムチャートである。

【図 1 0】第 2 実施形態による撮像装置の動作を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

本発明の実施の形態を、添付の図面を参照して以下に詳細に説明するが、本発明は、以下の実施形態に限定されるものではない。

〔第1実施形態〕

第1実施形態による固体撮像素子及びその制御方法並びに撮像装置について図1乃至図8を用いて説明する。図1は、本実施形態による撮像装置の構成を示すブロック図である。ここでは、本実施形態による撮像装置100が、動画像や静止画像を取得し得る電子カメラ、即ち、デジタルカメラである場合を例に説明するが、これに限定されるものではない。

【0011】

図1に示すように、撮像装置100は、光学鏡筒101と、固体撮像素子102と、駆動部103と、信号処理部104と、圧縮伸長部105と、制御部106と、発光部107と、操作部108と、画像表示部109と、画像記録部110とを備えている。

【0012】

光学鏡筒（レンズユニット）101は、被写体からの光を固体撮像素子102に集光するためのレンズ群を備えている。かかるレンズ群には、フォーカスレンズやズームレンズが含まれる。かかるレンズ群と、後述するマイクロレンズML（図3、図4参照）とが相俟って、撮像光学系を構成する。光学鏡筒101は、AF機構、ズーム駆動機構、メカニカルシャッタ機構、絞り機構等を含む光学機構部1011を備えている。光学機構部1011は、制御部106からの制御信号に基づいて、駆動部（駆動回路）103によって駆動される。

【0013】

固体撮像素子102は、後述する画素201と、A/Dコンバータ（図示せず）とを含んでいる。固体撮像素子102は、例えば、XY読み出し方式のCMOS型イメージセンサである。固体撮像素子102は、制御部106からの制御信号に基づいて、駆動部103によって駆動される。固体撮像素子102は、露光・蓄積、信号読み出し、リセット等の撮像動作を行い、撮像動作によって取得される信号、即ち、撮像信号（以下、「画像信号」、「画像データ」ともいう）を出力する。固体撮像素子102は、AF評価値算出部1021を備えている。AF評価値算出部1021は、固体撮像素子102によって取得される信号に基づいて、AF評価値、即ち、位相差評価値及びコントラスト評価値を算出し、算出したAF評価値を制御部106に出力する。

【0014】

信号処理部104は、制御部106の制御下で、固体撮像素子102によって取得される画像信号に対して、ホワイトバランス調整処理、色補正処理、AE（Auto Exposure）処理等の所定の信号処理を施す。

【0015】

圧縮伸長部105は、制御部106の制御下で動作する。圧縮伸長部105は、信号処理部104から送られてくる画像信号に対して圧縮符号化処理を行うことにより、符号化画像データを生成する。圧縮符号化処理においては、例えば、JPEG（Joint Photographic Coding Experts Group）方式等の所定の静止画像データフォーマットが用いられる。また、圧縮伸長部105は、制御部106から送られてくる符号化画像データに対して伸長復号化処理を行うことにより、復号化画像データを得る。なお、圧縮伸長部105は、動画像データに対して圧縮符号化処理や伸長復号化処理を行うこともできる。動画像データに対する圧縮符号化処理や伸長復号化処理においては、例えば、MPEG（Moving Picture Experts Group）方式等が用いられる。

【0016】

制御部106は、例えば、CPU（Central Processing Unit）、ROM（Read Only Memory）、及び、RAM（Random Access Memory）等を備える。CPUがROM等に記憶されたプログラムを実行することによって、撮像装置100全体が制御部106によって統括的に制御される。

【0017】

信号処理部104によって行われるAE処理において被写体の露光値が低いと判断された場合には、制御部106は、発光部107を制御することによって被写体に対して光を発し、被写体に対する照明を行う。発光部107としては、例えば、キセノン管を用いたストロボ装置やLED発光装置等が用いられる。

【0018】

操作部108は、例えば、シャッターリリースボタン等の各種操作キー、レバー、ダイヤル、タッチパネル等であり、ユーザによる操作入力に応じた操作信号を制御部106に与える。

【0019】

画像表示部109は、例えば、LCD(Liquid Crystal Display)等の表示デバイス(図示せず)と、当該表示デバイスに対するインタフェース(図示せず)とを備えている。画像表示部109は、制御部106から送られる画像データに応じた画像を、表示デバイスの表示画面に表示する。

【0020】

画像記録部110としては、例えば、可搬型の半導体メモリ、光ディスク、HDD(Hard Disk Drive)、磁気テープ等の記録媒体が用いられる。画像記録部110には、圧縮伸長部105によって圧縮符号化処理が施された符号化画像データが画像ファイルとして記録される。画像記録部110は、制御部106によって指定された画像ファイルを記録媒体から読み出し、当該画像ファイルを制御部106に出力する。制御部106は、画像記録部110から読み出された符号化画像データの伸長符号化処理を圧縮伸長部105によって行わせることにより、復号化画像データを得る。

【0021】

次に、本実施形態による撮像装置100の基本的な動作について説明する。例えば、静止画像を撮影する際には、静止画像の撮像前において、固体撮像素子102が以下のように動作する。即ち、固体撮像素子102は、後述する画素201から出力される画像信号に対してCDS処理とAGC処理とを順次実施し、これらの処理が施された画像信号をA/Dコンバータを用いてデジタル画像信号に変換する。なお、CDSは、Correlated Double Sampling(相関二重サンプリング)の略である。また、AGCは、Automatic Gain Control(自動利得制御)の略である。こうして得られたデジタル画像信号は、AF評価値算出部1021や信号処理部104に送信される。

【0022】

AF評価値算出部1021は、固体撮像素子102によって取得される画像信号から位相差評価値やコントラスト評価値等のAF評価値を算出し、算出したAF評価値を制御部106に出力する。制御部106は、AF評価値に基づいて、フィードバック制御量、即ち、フォーカスレンズの駆動量を決定し、決定したフィードバック制御量を駆動部103に出力する。駆動部103は、制御部106から与えられるフィードバック制御量に基づいて、光学機構部1011に備えられたAF機構を用いてフォーカスレンズを駆動する。

【0023】

信号処理部104は、固体撮像素子102から出力されるデジタル画像信号に対して、例えば画質補正処理を施すことにより、例えば、カメラスルー画像信号、即ち、ライブビュー画像信号を生成する。信号処理部104は、生成したライブビュー画像信号を、制御部106を介して画像表示部109に送信する。画像表示部109には、ライブビュー画像信号に応じたライブビュー画像が表示される。ユーザは、画像表示部109に表示されたライブビュー画像を目視しつつ、画角合わせ(フレーミング)等を行うことができる。

【0024】

ライブビュー画像が画像表示部109に表示されている状態で、操作部108に備えられたシャッターリリースボタンがユーザによって押下されると、制御部106は、以下のような処理を行う。即ち、制御部106は、駆動部103を介して固体撮像素子102を制

10

20

30

40

50

御することにより、1フレーム分の撮像信号、即ち、1フレーム分のデジタル画像信号を、固体撮像素子102から信号処理部104に送信させる。信号処理部104は、固体撮像素子102から送信された1フレーム分のデジタル画像信号に対して例えば画質補正処理を施し、画質補正処理後のデジタル画像信号、即ち、画像データを圧縮伸長部105に送信する。圧縮伸長部105は、画像データに対して圧縮符号化の処理を施すことにより、符号化画像データを得る。圧縮伸長部105によって得られた符号化画像データは、制御部106を介して画像記録部110に送信される。こうして、固体撮像素子102を用いて取得された静止画像の画像ファイルが、画像記録部110に記録される。

【0025】

画像記録部110に記録された静止画像の画像ファイルを再生する際には、制御部106は、以下のような処理を行う。即ち、制御部106は、操作部108を介してユーザによって選択された画像ファイルを、画像記録部110から読み出す。そして、制御部106は、画像記録部110から読み出した画像ファイルを圧縮伸長部105に送信する。圧縮伸長部105は、当該画像ファイルに対して伸長復号化の処理を施すことにより、復号化画像データを得る。制御部106は、圧縮伸長部105によって得られた復号化画像データを、画像表示部109に送信する。画像表示部109は、復号化画像データに応じた静止画像を表示する。

【0026】

制御部106は、動画像データを記録する際には、以下のような処理を行う。即ち、制御部106は、駆動部103を介して固体撮像素子102を制御することによって、固体撮像素子102から順次出力されるデジタル画像信号を信号処理部104に順次入力させる。信号処理部104は、順次入力されるデジタル画像信号に対して所定の画像処理を順次行うことにより、画像データ、即ち、動画像データを生成する。圧縮伸長部105は、動画像データに対して圧縮符号化の処理を施すことにより、符号化動画像データを得る。圧縮伸長部105によって得られる符号化動画像データは、制御部106を介して画像記録部110に順次転送され、動画像ファイルとして画像記録部110に記録される。

【0027】

画像記録部110に記録された動画像ファイルを再生する際には、制御部106は、以下のような処理を行う。即ち、制御部106は、操作部108を介してユーザによって選択された動画像ファイルを、画像記録部110から読み出す。制御部106は、画像記録部110から読み出した動画像ファイルを圧縮伸長部105に送信する。圧縮伸長部105は、動画像ファイルに対して伸長復号化の処理を施すことにより、復号化動画像データを得る。制御部106は、圧縮伸長部105によって得られた復号化動画像データを画像表示部109に送信する。画像表示部109は、復号化動画像データに応じた動画像を表示する。

【0028】

図2(a)は、本実施形態による撮像装置に備えられた固体撮像素子の構造を示す斜視図である。図2(a)に示すように、本実施形態による固体撮像素子102は、第1の半導体チップ20と第2の半導体チップ21とを有しており、第2の半導体チップ21上に第1の半導体チップ20が積層された積層型イメージセンサである。第1の半導体チップ20は、複数の画素(画素部)201が2次元マトリクス状、即ち、行列状に配列された画素アレイ206を有しており、第1の半導体チップ20は、第2の半導体チップ21に対して光入射側に配置されている。即ち、第1の半導体チップ20は、第2の半導体チップ21に対して、光学像の受光側に位置している。第2の半導体チップ21には、後述する列走査回路213a、213bと、行走査回路212とを含む画素駆動回路(読み出し回路、読み出し部)が形成されている。また、第2の半導体チップ21には、AF評価値算出部1021や補間処理部219も形成されている。

【0029】

本実施形態では、画素201が形成される第1の半導体チップ20と周辺回路が形成される第2の半導体チップ21とが別個になっているため、画素201の製造プロセスと周

10

20

30

40

50

辺回路の製造プロセスとが分離されている。このため、本実施形態においては、配線の細線化や高密度化等が周辺回路等において実現され、固体撮像素子102の高速化、小型化、高機能化等が実現される。

【0030】

図2(b)及び図2(c)は、本実施形態による固体撮像素子を示す回路図である。図2(c)は、画素201の構成を示す回路図である。図2(b)に示すように、第1の半導体チップ20には、2次元マトリクス状に配列された複数の画素201が形成されている。画素201は、水平方向において、転送信号線203、リセット信号線204、行選択信号線205にそれぞれ接続されており、垂直方向において、列信号線202a又は列信号線202bにそれぞれ接続されている。なお、列信号線202a、202bの接続先の画素201は、読み出し行によって異なっている。即ち、後述する位相差検出用(焦点検出用)の画素201SHA、201SHB(図4(a)参照)が含まれている行、即ち、位相差AF行(AF行)に位置する画素201は、列信号線202bに接続されている。一方、位相差検出用の画素201SHA、201SHBが含まれていない行、即ち、通常行に位置する画素201は、列信号線202aに接続されている。

10

【0031】

図2(c)に示すように、画素201は、光電変換素子であるフォトダイオードPDと、転送トランジスタM1と、リセットトランジスタM2と、増幅トランジスタM3と、選択トランジスタM4と、フローティングディフュージョンFDとを有している。トランジスタM1~M4としては、例えば、nチャネル型のMOSFET(MOS Field-Effect Transistor)が用いられている。

20

【0032】

転送トランジスタM1のゲートには、転送信号線203が接続されている。リセットトランジスタM2のゲートには、リセット信号線204が接続されている。選択トランジスタM4のゲートには、行選択信号線205が接続されている。これらの信号線203~205は水平方向に延在しており、同一行に位置する画素201が同時に駆動される。これによって、ライン順次動作型のローリングシャッタ又は全行同時動作型のグローバルシャッタの動作を実現することができる。更に、選択トランジスタM4のソースには、列信号線202a又は列信号線202bが接続されている。

【0033】

フォトダイオードPDは、光電変換によって電荷を生成する。フォトダイオードPDのアノード側は接地されており、フォトダイオードPDのカソード側は転送トランジスタM1のソースに接続されている。転送トランジスタM1がON状態になると、フォトダイオードPDの電荷がフローティングディフュージョンFDに転送される。フローティングディフュージョンFDには寄生容量が存在するため、フローティングディフュージョンFDにはフォトダイオードPDから転送された電荷が蓄積される。

30

【0034】

増幅トランジスタM3のドレインには電源電圧Vddが印加され、増幅トランジスタM3のゲートはフローティングディフュージョンFDに接続されている。増幅トランジスタM3のゲートの電位は、フローティングディフュージョンFDに蓄積された電荷に応じた電位となる。選択トランジスタM4は、信号が読み出される画素201を選択するためのものであり、選択トランジスタM4のドレインは増幅トランジスタM3のソースに接続されている。また、選択トランジスタM4のソースは、列信号線202a又は列信号線202bに接続されている。選択トランジスタM4がON状態になると、増幅トランジスタM3のゲートの電位に応じた出力信号が、列信号線202a又は列信号線202bに出力される。リセットトランジスタM2のドレインには電源電圧Vddが印加され、リセットトランジスタM2のソースはフローティングディフュージョンFDに接続されている。リセットトランジスタM2がON状態になることによって、フローティングディフュージョンFDの電位は電源電圧Vddにリセットされる。

40

【0035】

50

第2の半導体チップ21には、カラムADCブロック211が備えられている。カラムADCブロック211は、列信号線202a又は列信号線202bに接続されている。更に、第2の半導体チップ21には、各行の走査を行う行走査回路212と、各列の走査を行う列走査回路213a、213bとが備えられている。更に、第2の半導体チップ21には、制御部106からの制御信号に基づいて、行走査回路212、列走査回路213a、213b、カラムADCブロック211の動作タイミングをそれぞれ制御するタイミング制御回路214が備えられている。更に、第2の半導体チップ21には、列走査回路213a、213bによって制御されるタイミングに従ってカラムADCブロック211からの信号を転送する水平信号線215a、215bが備えられている。

【0036】

10

更に、第2の半導体チップ21は、水平信号線215bを介して出力されるデジタル画像信号の出力先を切り替えるためのスイッチ216を備えている。スイッチ216を第1の設定にした際には、水平信号線215bを介して出力されるデジタル画像信号の出力先が、AF評価値算出部1021に備えられた位相差評価値算出部217に設定される。一方、スイッチ216を第2の設定にした際には、水平信号線215bを介して出力されるデジタル画像信号の出力先が、補間処理部219に設定される。

【0037】

上述したように、位相差検出用の画素201SHA、201SHBが含まれている行、即ち、位相差AF行に位置する画素201は、列信号線202bに接続されている。このため、位相差AF行に位置する画素201によって取得される信号は、列信号線202bと水平信号線215bとを介して転送される。位相差AF行に位置する位相差検出用の画素201SHA、201SHBによって取得される信号は、列信号線202bと水平信号線215bとスイッチ216とを介して、位相差評価値算出部217に転送される。

20

【0038】

ところで、位相差AF行には、位相差検出用の画素201SHA、201SHBのみならず、撮像用の画素201Gも位置している(図4(a)参照)。なお、R(赤色)、G(緑色)、B(青色)のような特定の分光感度を有する画素については、201R、201G、201Bという符号をそれぞれ用いることとする。また、位相差検出用の画素について説明する際には、201SHA、201SHBという符号をそれぞれ用いることとする。また、画素一般について説明する際には、201という符号を用いることとする。位相差AF行に位置する画素201のうちの撮像用の画素201Gによって取得される信号は、列信号線202bと水平信号線215bとスイッチ216とを介して、補間処理部219に送信される。位相差検出用の画素201SHA、201SHBが含まれていない行、即ち、通常行に位置する画素201は、上述したように列信号線202aに接続されている。このため、通常行に位置する画素201によって取得される信号は、列信号線202aと水平信号線215aとを介して補間処理部219に出力される。このように、補間処理部219には、水平信号線215aを介して出力されるデジタル画像信号と、水平信号線215bを介して出力されるデジタル画像信号とが入力される。補間処理部219によって補間処理が適宜施された信号、即ち、画像信号は、AF評価値算出部1021に備えられたコントラスト評価値算出部218と、信号処理部104とに出力される。

30

40

【0039】

位相差評価値算出部217によって算出される位相差評価値と、コントラスト評価値算出部218によって算出されるコントラスト評価値とは、制御部106にそれぞれ出力される。補間処理部219によって補間処理が適宜施された信号、即ち、画像信号は、信号処理部104に送信され、例えばライブビュー表示の際にはライブビュー用の画像に用いられる。

なお、通常行に位置する画素201から水平信号線215aに転送される信号を、第1の画像信号と称することとする。また、位相差AF行に位置する画素201から水平信号線215bに転送される信号を、第2の画像信号と称することとする。

50

【 0 0 4 0 】

図 5 (a) は、本実施形態による固体撮像素子における読み出しの際の選択行の例を示す図である。図 5 (a) には、マトリクス状に配された複数の画素 2 0 1 のうちの 1 6 行 × 6 列の画素 2 0 1 が抜き出されて示されている。これらの画素 2 0 1 は、ペイヤー配列となっている。本実施形態では、第 1 の画像信号の取得と、第 2 の画像信号の取得とを並行して行うことができるように、第 1 の画像信号を取得する際の選択行と第 2 の画像信号を取得する際の選択行とがそれぞれ設定されている。第 1 の画像信号は、列信号線 2 0 2 a に出力されるようになっている。一方、第 2 の画像信号は、列信号線 2 0 2 b に出力されるようになっている。なお、行番号が 1 , 2 の行、及び、行番号が 9 , 1 0 の行は、第 2 の画像信号を取得する際の選択行であり、第 2 の画像信号を取得するための画素群 (第 2 の画素群) が配されている。行番号が 3 ~ 8 の行、及び、行番号が 1 1 ~ 1 6 の行は、第 1 の画像信号を取得する際の選択行であり、第 1 の画像信号を取得するための画素群 (第 1 の画素群) が配されている。

10

【 0 0 4 1 】

図 5 (b) は、本実施形態による固体撮像素子における画素のレイアウトを示す図である。図 5 (b) には、マトリクス状に配された複数の画素 2 0 1 のうちの一部の画素 2 0 1 が抜き出されて示されている。複数の通常行のうちの一部の行に位置する画素 2 0 1 から出力される信号 R、G r、G b、B と、複数の位相差 A F 行のうちの一部の行に位置する画素 2 0 1 G から出力される信号 G r、G b とは、コントラスト評価値を取得する際にも用いられる。コントラスト評価値の取得に用いられる信号を出力する画素 2 0 1 が位置する行は、コントラスト A F 行とも称される。図 5 (b) に示すように、コントラスト A F 行は、位相差 A F 行と通常行とを含んでいる。通常行のみならず位相差 A F 行をも含むようにコントラスト A F 行を設定するのは、コントラスト A F 行を広範囲に設定することにより、高精度なコントラスト評価値を取得するためである。

20

【 0 0 4 2 】

第 2 の画像信号には、位相差検出用の画素 2 0 1 S H A、2 0 1 S H B によって取得される信号が含まれているため、迅速なオートフォーカスを実現すべく、フレームレートを速くすることが重視される。このため、第 2 の画像信号は、間引き率が比較的高く設定される。一方、第 1 の画像信号は、ライブビュー表示等に用いられるため、画質が重視される。このため、第 1 の画像信号は、間引き率が比較的低く設定される。行番号が 1 ~ 8 の行に注目すると、第 1 の画像信号は、垂直方向に配された同色の 4 画素のうちの 1 画素を間引くことによって得られ、第 2 の画像信号は、垂直方向に配された同色の 4 画素のうちの 3 画素を間引くことによって得られる。第 1 の画像信号の取得においては、第 1 のフレームレートで第 1 の画素群が読み出される。第 2 の画像信号の取得においては、第 1 のフレームレートより速い第 2 のフレームレートで第 2 の画素群が読み出される。ここでは、第 2 のフレームレートを第 1 のフレームレートの 3 倍とする場合を例に説明する。

30

【 0 0 4 3 】

このように、本実施形態では、第 1 の画像信号が読み出される行と、第 2 の画像信号が読み出される行とが別個に設定されている。このため、本実施形態によれば、異なる電荷蓄積時間、異なるデータサイズ、異なるフレームレートの第 1 の画像信号及び第 2 の画像信号を、並行して取得することができる。なお、ここでは、第 2 の画像信号を取得するための第 2 の画素群が行番号 1 , 2 の行に位置し、第 1 の画像信号を取得するための第 1 の画素群が行番号 3 ~ 8 の行に位置する場合を例に説明したが、これに限定されるものではない。また、読み出しにおける間引き率も、適宜設定することができる。

40

【 0 0 4 4 】

画素 2 0 1 から列信号線 2 0 2 a 又は列信号線 2 0 2 b に出力されたアナログの信号は、カラム A D C ブロック 2 1 1 においてアナログからデジタルに変換される。列走査回路 2 1 3 a は、カラム A D C ブロック 2 1 1 から出力されるデジタルの第 1 の画像信号を、水平信号線 2 1 5 a を介して補間処理部 2 1 9 に送信する。また、列走査回路 2 1 3 b は、カラム A D C ブロック 2 1 1 から出力されるデジタルの第 2 の画像信号を、水平信号線

50

215bを介して位相差評価値算出部217や補間処理部219に送信する。また、補間処理部219によって補間処理が施された信号、即ち、画像信号は、コントラスト評価値算出部218に送信されるとともに、固体撮像素子102に設けられた出力端子222を介して信号処理部104に出力される。

【0045】

制御部106は、固体撮像素子102に設けられた位相差評価値算出部217からの信号を用い、位相差検出方式によるオートフォーカス制御、即ち、位相差フォーカス制御（位相差AF）を行う。更に、制御部106は、固体撮像素子102に設けられたコントラスト評価値算出部218からの信号を用い、コントラスト検出方式によるオートフォーカス制御、即ち、コントラストフォーカス制御（コントラストAF）をも行う。

10

【0046】

位相差評価値算出部217は、位相差検出方式による焦点検出のための位相差評価値を、複数の画素201のうちに含まれている位相差検出用画素201SHA、201SHBからの信号に基づいて算出するものである。位相差評価値算出部217は、複数の位相差検出用の画素201SHA、201SHBからの信号SHA、SHBによって生成される一対の像信号に対して相関演算を行い、一対の像信号の相対的な位置ずれを示す位相差を算出する。そして、位相差評価値算出部217は、当該位相差に基づいて、フォーカスがどれくらい外れているかを示す量であるデフォーカス量Dfを算出する。制御部106は、当該デフォーカス量Dfに基づいて、合焦に近い状態にするためにフォーカスレンズをどの程度移動させるべきかを示す量、即ち、合焦近傍位置までのフォーカスレンズの駆動量を算出する。制御部106は、算出した駆動量の分だけフォーカスレンズが移動するように、駆動部103を介して光学機構部1011を制御する。コントラスト評価値算出部218は、コントラストAF行からの画像信号における高周波成分を抽出することによって、コントラスト評価値を算出する。制御部106は、当該コントラスト評価値に基づいて、フォーカスレンズの駆動を適宜行う。

20

【0047】

図3は、画素と撮像光学系とを示す図である。図3(a)は、画素を示す平面図である。図3(a)に示す2行×2列の4つの画素201はいずれも撮像用の画素である。これら4つの画素201のうちの対角に位置する2箇所には、G（緑色）の分光感度を有する画素201Gがそれぞれ配されており、他の2箇所には、R（赤色）とB（青色）の分光感度を有する画素201R、201Bがそれぞれ配されている。このような画素配列は、ベイヤー配列と称される。図3(a)には、ベイヤー配列の1つの画素単位が抜き出されて示されている。図3(b)は、撮像光学系と画素との関係を示す断面図である。図3(b)は、図3(a)のA-A線断面に対応している。

30

【0048】

図3(b)に示すように、固体撮像素子102の第1の半導体チップ20の半導体基板301には、フォトダイオードPDが形成されている。フォトダイオードPDは、マトリクス状に形成された複数の画素201の各々に対応するように形成されている。フォトダイオードPDが形成された半導体基板301上には、多層配線構造302が形成されている。多層配線構造302は、配線層CLと絶縁層303とによって構成されている。配線層CLは、固体撮像素子102内において各種信号を伝達するための信号線を構成している。多層配線構造302上には、カラーフィルタ層304が形成されている。カラーフィルタ層304は、R（赤色）のカラーフィルタCF_Rと、G（緑色）のカラーフィルタCF_Gと、B（青色）のカラーフィルタCF_Bとを含む。これらカラーフィルタCF_R、CF_G、CF_Bは、各々の画素201に対応するように形成されている。なお、図3(a)において、Rは、RのカラーフィルタCF_Rが配されている箇所を概念的に示しており、Gは、GのカラーフィルタCF_Gが配されている箇所を概念的に示しており、Bは、BのカラーフィルタCF_Bが配されている箇所を概念的に示している。

40

【0049】

カラーフィルタ層304上には、マイクロレンズML、即ち、オン半導体チップマイク

50

ロレンズが配されている。マイクロレンズMLは、各々の画素201に対応するように形成されている。マイクロレンズMLとフォトダイオードPDとは、撮像光学系TLの射出瞳EPを通過する光束305を可能な限り有効に取り込むような構成となっている。換言すれば、撮像光学系TLの射出瞳EPとフォトダイオードPDとの間に共役関係が成立するようにマイクロレンズMLが形成されている。しかも、フォトダイオードPDの有効面積が大きく設定されている。なお、図3(b)では、Rの画素201に入射する光束305を例として示しているが、Gの画素201に入射する光束や、Bの画素201に入射する光束についても同様である。このように、撮像用のRGBの画素201に対応した射出瞳EPは大きな径を有しており、被写体からの光束が効率良く画素201に達する。従って、各々の画素201において、S/N比の高い画像信号が得られる。

10

【0050】

図4は、画素と撮像光学系とを示す図である。図4(a)は、画素の平面図である。画像信号を得る際、Gの分光感度を有する画素201Gからの出力は輝度情報の主成分をなす。人間の画像認識特性は輝度情報に敏感であるため、Gの分光感度を有する画素201Gからの出力が欠損すると、画質劣化が認められやすい。一方、Rの画素201R(図3参照)やBの画素201B(図3参照)は、主として色情報を取得するための画素であり、人間は色情報には比較的鈍感である。このため、色情報を取得するためのRやBの画素201R、201Bに多少の欠損が生じて、人間は画質劣化に気づきにくい。そこで、本実施形態では、2行×2列の4つの画素201のうちの2つのGの画素201Gについては撮像用の画素として残し、Rの画素201RとBの画素201Bの位置に、位相差検出用の画素201SHA、201SHBをそれぞれ配している。図4(a)において、SHAは、Rの画素201Rの位置に配された位相差検出用の画素201SHAを概念的に示しており、SHBは、Bの画素201Bの位置に配された位相差検出用の画素201SHBを概念的に示している。上述したように、位相差AF行には、位相差検出用の画素201SHA、201SHBのみならず撮像用の画素201Gも位置している。複数の位相差検出用の画素201SHAは、第1の位相差検出用画素群を構成している。複数の位相差検出用の画素201SHBは、第2の位相差検出用画素群を構成している。

20

【0051】

図4(b)は、図4(a)のB-B線断面に対応している。位相差検出用の画素201SHA、201SHBにおいても、撮像用の画素201R、201G、201Bと同様に、半導体基板301にフォトダイオードPDが形成されている。位相差検出用の画素201SHA、201SHBからの信号は画像には用いられないため、位相差検出用の画素201SHA、201SHBには、色分離用のカラーフィルタCF_R、CF_Bの代わりに透明膜(白色膜)CF_Wが配されている。位相差検出用の画素201SHA、201SHBにおいては、瞳分割を実現するため、配線層CLが、開口部OP_{HA}、OP_{HB}を有する遮光部を構成している。x方向において瞳分割を行うため、開口部OP_{HA}、OP_{HB}はマイクロレンズMLの中心に対してx方向に偏在している。位相差検出用の画素201SHAの開口部OP_{HA}は、マイクロレンズMLの中心に対して-x方向に偏在している。このため、位相差検出用の画素201SHAのフォトダイオードPDは、撮像光学系TLの射出瞳に含まれる複数の瞳領域EP_{HA}、EP_{HB}のうちの+x側の瞳領域、即ち、第1の瞳領域EP_{HA}を通過した光束を受光する。画素201SHAは、撮像光学系TLの射出瞳の第1の瞳領域EP_{HA}を通過する光束に応じた信号を取得する。一方、位相差検出用の画素201SHBの開口部OP_{HB}は、マイクロレンズの中心に対して+x方向に偏在している。このため、位相差検出用の画素201SHBのフォトダイオードPDは、撮像光学系TLの射出瞳に含まれる複数の瞳領域EP_{HA}、EP_{HB}のうちの-x側の瞳領域、即ち、第2の瞳領域EP_{HB}を通過した光束を受光する。画素201SHBは、撮像光学系TLの射出瞳の第2の瞳領域EP_{HB}を通過する光束に応じた信号を取得する。

30

40

【0052】

x方向に規則的に配列された複数の位相差検出用の画素201SHA、即ち、第1の位相差検出用画素群によって取得された被写体像を、第1の像とする。また、x方向に規則

50

的に配列された複数の位相差検出用の画素 201SHB、即ち、第2の位相差検出用画素群によって取得された被写体像を、第2の像とする。そして、第1の像と第2の像との相対な位置ずれ量、即ち、位相差を検出することによって、当該位相差に基づいて被写体に対するフォーカスレンズのデフォーカス量 Df を算出することができる。

【0053】

画素 201 から列信号線 202a、202b に出力される信号は、カラム ADC ブロック 211 によってアナログからデジタルに変換される。カラム ADC ブロック 211 によってデジタルに変換された信号は、列走査回路 213a、213b によってカラム ADC ブロック 211 から水平信号線 215a、215b にそれぞれ出力される。水平信号線 215a に出力される信号 R、Gr、Gb、B は、補間処理部 219 に出力される。一方、水平信号線 215b に出力される信号は、スイッチ 216 を介して出力される。位相差検出用の画素 201SHA、201SHB からの信号 SHA、SHB は、スイッチ 216 を第1の設定にすることによって、位相差評価値算出部 217 に入力される。位相差 AF 行に位置する撮像用の画素 201G からの信号 Gr、Gb は、スイッチ 216 を第2の設定にすることによって、補間処理部 219 に入力される。

10

【0054】

位相差評価値算出部 217 は、水平信号線 215b とスイッチ 216 とを介して位相差評価値算出部 217 に送信される信号 SHA、SHB に基づいて、相関演算によって位相差評価値を算出する。即ち、位相差評価値算出部 217 は、位相差検出方式による焦点検出のための位相差評価値を、画素 201SHA、201SHB からの信号 SHA、SHB に基づいて算出する。位相差評価値算出部 217 によって算出された位相差評価値は、固体撮像素子 102 に設けられた出力端子 223 を介して制御部 106 に出力される。位相差評価値算出部 217 は、画素アレイ 206 によって取得される画像信号の信号処理部 104 への出力の完了の如何にかかわらず、位相差評価値の算出が完了し次第、当該位相差評価値を制御部 106 に出力する。

20

【0055】

補間処理部 219 には、通常行から読み出される信号 R、Gr、Gb、B が水平信号線 215a を介して送信され、位相差 AF 行から読み出される信号 Gr、Gb が水平信号線 215b とスイッチ 216 とを介して送信される。補間処理部 219 は、これらの信号を適宜用いて補間処理を行う。

30

【0056】

図6は、補間処理を概念的に示す図である。図6(a)は、位相差検出用の画素 201SHA が位置している箇所において欠損している R の信号を、補間処理によって取得する様子を示している。補間処理部 219 は、画素アレイ 206 によって取得される画像信号に生ずる欠損であって、複数の画素のうちに位相差検出用画素が含まれていることによって生ずる欠損を補うための信号を、位相差検出用画素以外の画素からの信号を用いた補間により生成する。即ち、補間処理部 219 は、位相差検出用の画素 201SHA 以外の画素 201 からの信号を用いて、当該位相差検出用の画素 201SHA が位置している箇所において欠損している R の信号を補間処理によって生成する。より具体的には、補間処理部 219 は、位相差検出用の画素 201SHA の周辺に位置している6つの画素 201R からの信号を加算平均することによって、当該位相差検出用の画素 201SHA が位置している箇所において欠損している R の信号を取得する。また、図6(b)は、位相差検出用の画素 201SHB が位置している箇所において欠損している B の信号を、補間処理によって取得する様子を示している。補間処理部 219 は、位相差検出用の画素 201SHB 以外の画素 201 からの信号を用いて、当該位相差検出用の画素 201SHB が位置している箇所において欠損している B の信号を補間処理によって生成する。より具体的には、補間処理部 219 は、位相差検出用の画素 201SHB の周辺に位置している6つの画素 201B からの信号を加算平均することによって、当該位相差検出用の画素 201SHB が位置している箇所において欠損している B の信号を取得する。なお、水平信号線 215b を介して送信される信号 Gr、Gb に対しては、通常は特段の補正処理は行われない

40

50

。しかし、水平信号線 2 1 5 b を介して送信される信号 G r、G b と、水平信号線 2 1 5 a を介して送信される信号 G r、G b との特性の差に基づいて、水平信号線 2 1 5 b を介して送信される信号 G r、G b に対して適宜補正処理を行うようにしてもよい。

【 0 0 5 7 】

位相差検出用の画素 2 0 1 S H A、2 0 1 S H B が位置している箇所に対応する信号であって、補間処理部 2 1 9 による補間処理によって生成された信号 R、B が、コントラスト評価値算出部 2 1 8 と信号処理部 1 0 4 とに送信される。また、位相差 A F 行に位置する撮像用の画素 2 0 1 G からの信号 G r、G b が、補間処理部 2 1 9 を介してコントラスト評価値算出部 2 1 8 と信号処理部 1 0 4 とに送信される。また、通常行に位置する撮像用の画素 2 0 1 からの信号 R、G r、G b、B が、補間処理部 2 1 9 を介してコントラスト評価値算出部 2 1 8 に送信される。コントラスト評価値算出部 2 1 8 は、コントラスト検出方式による焦点検出のためのコントラスト評価値を、補間処理部 2 1 9 による補間によって生成された信号を含む画像信号に基づいて算出するものである。コントラスト評価値算出部 2 1 8 は、コントラスト演算を行うことにより、補間処理が施された画像信号に基づいてコントラスト評価値を算出する。コントラスト評価値算出部 2 1 8 によって算出されたコントラスト評価値は、固体撮像素子 1 0 2 に設けられた出力端子 2 2 4 を介して制御部 1 0 6 に出力される。コントラスト評価値算出部 2 1 8 は、画素アレイ 2 0 6 によって取得される画像信号の信号処理部 1 0 4 への出力の完了の如何にかかわらず、コントラスト評価値の算出が完了し次第、当該コントラスト評価値を制御部 1 0 6 に出力する。

【 0 0 5 8 】

本実施形態では、位相差検出用の画素 2 0 1 S H A、2 0 1 S H B において生じる R や B の信号の欠損が、補間処理部 2 1 9 による補間処理によって解消される。このため、本実施形態では、位相差 A F 行を含む広い範囲からの信号に基づいてコントラスト評価値を算出し得る。位相差 A F 行を含む広い範囲からの信号に基づいてコントラスト評価値を算出するため、本実施形態によれば、高精度なコントラスト評価値を得ることができる。

【 0 0 5 9 】

また、本実施形態では、かかる欠損が補間処理部 2 1 9 によって解消されるため、第 1 の画像信号と、欠損が解消された第 2 の画像信号とを用いて、間引きをしない高精細な画像信号を得ることができる。かかる画像信号は、例えば、ライブビュー表示の際には、ライブビュー用の画像に用いられる。

ここでは、列信号線 2 0 2 a と水平信号線 2 1 5 a とを介して第 1 の画像信号を出力する経路を第 1 のチャンネル C H 1 と称し、列信号線 2 0 2 b と水平信号線 2 1 5 b とを介して第 2 の画像信号を出力する経路を第 2 のチャンネル C H 2 と称することとする。

【 0 0 6 0 】

図 7 は、本実施形態による撮像装置の動作を示すタイムチャートである。図 7 は、オートフォーカス動作を行いつつライブビュー表示を行うモード、即ち、A F 評価モードでの動作を示している。

【 0 0 6 1 】

A F 評価モードは、制御部 1 0 6 からの A F 制御信号が O N 状態になることによって開始される。A F 制御信号が O N 状態となるタイミングを T 0 とする。タイミング T 0 においては、垂直同期信号 V D が H i g h レベルから L o w レベルに変化する。垂直同期信号 V D と同期して、第 1 の画像信号の取得、即ち、通常行に位置する画素 2 0 1 からの信号の取得と、第 2 の画像信号の取得、即ち、位相差 A F 行に位置する画素 2 0 1 からの信号の取得とが開始される。上述したように、第 1 の画像信号は第 1 のチャンネル C H 1 を介して出力され、第 2 の画像信号は第 2 のチャンネル C H 2 を介して出力される。

【 0 0 6 2 】

T 0 ~ T F 1 の期間においては、位相差 A F 行に位置する画素 2 0 1 S H A、2 0 1 S H B からの信号の読み出しが行われる。位相差 A F 行に位置する画素 2 0 1 S H A、2 0 1 S H B からの信号の読み出しは、通常行に位置する画素 2 0 1 からの信号の読み出しと並行して行われる。位相差 A F 行に位置する画素 2 0 1 S H A、2 0 1 S H B から読み出

10

20

30

40

50

された位相差評価用の信号 S H A、S H B は、水平信号線 2 1 5 b とスイッチ 2 1 6 とを介して位相差評価値算出部 2 1 7 に送信される。そして、T F 1 ~ T F 2 の期間においては、位相差評価値算出部 2 1 7 によって位相差評価値が算出される。T F 2 ~ T F 3 の期間においては、位相差評価値算出部 2 1 7 によって算出された位相差評価値が制御部 1 0 6 に出力される。

【 0 0 6 3 】

T 0 から T F 1 C の期間においては、画像信号の取得、即ち、ライブビュー用の信号の取得が行われる。第 1 の画像信号と、欠損が解消された第 2 の画像信号とによって、かかる画像信号が構成される。T F 1 C から T F 2 C の期間においては、補間処理部 2 1 9 によって補間処理が施された信号に基づいて、コントラスト評価値算出部 2 1 8 によってコントラスト評価値が算出される。T F 2 C ~ T F 3 C の期間においては、コントラスト評価値算出部 2 1 8 によって算出されたコントラスト評価値が制御部 1 0 6 に出力される。

【 0 0 6 4 】

垂直同期信号 V D は、所定の時間間隔 T 毎に L o w レベルに変化する。なお、L o w レベルに変化した垂直同期信号は、所定時間経過後に H i g h レベルに戻る。かかる所定の時間間隔 T は、1 フレーム分のライブビュー用の信号の取得に要する期間と、コントラスト評価値が算出される期間と、コントラスト評価値を出力する期間との和に相当している。即ち、所定の時間間隔 T は、1 フレーム分のライブビュー用信号取得期間と、コントラスト評価値算出期間と、コントラスト評価値出力期間との和に相当している。本実施形態では、所定の時間間隔 T 内において、A F 評価が例えば 3 回行われる。位相差評価用の信号の取得、即ち、第 2 の画像信号の取得は、ライブビュー用の信号の取得、即ち、第 1 の画像信号の取得と独立且つ並行して行われる。

【 0 0 6 5 】

制御部 1 0 6 は、所望の合焦状態が得られるか否かを判定し、所望の合焦状態が得られる場合には、A F 制御信号を O F F 状態、即ち、L o w レベルに戻す。図 7 においては、タイミング T 1 が、A F 制御信号が O F F 状態になるタイミングを示している。A F 制御信号が O F F 状態になると、A F 評価が中止され、ライブビュー用の画像の取得が継続して行われる。

【 0 0 6 6 】

図 8 は、本実施形態による撮像装置の動作を示すフローチャートである。

ユーザによる操作部 1 0 8 の操作によって撮像装置 1 0 0 の電源が O N 状態になると、制御部 1 0 6 は、撮像装置 1 0 0 を待機状態にする。制御部 1 0 6 は、A F 評価モードで撮像装置 1 0 0 を動作させることを要するか否かを、ユーザによる操作部 1 0 8 の操作等に基づいて判定する (ステップ S 8 0 1)。A F 評価モードで撮像装置 1 0 0 を動作させることを要しない場合には (ステップ S 8 0 1 において N O)、ライブビュー用信号の取得を開始する (ステップ S 8 0 2)。そして、ライブビュー用信号の取得によって得られるライブビュー画像を画像表示部 1 0 9 に表示する (ステップ S 8 2 0)。一方、A F 評価モードで撮像装置 1 0 0 を動作させることを要する場合には (ステップ S 8 0 1 において Y E S)、制御部 1 0 6 は、A F 制御信号を O N 状態にし (ステップ S 8 0 3)、位相差評価用の信号の取得回数 n を 0 に設定する (ステップ S 8 0 4)。

【 0 0 6 7 】

この後、制御部 1 0 6 は、ライブビュー用の信号の取得を固体撮像素子 1 0 2 に開始させるとともに (ステップ S 8 1 2)、位相差評価用の信号の取得を固体撮像素子 1 0 2 に開始させる (ステップ S 8 0 5)。制御部 1 0 6 は、位相差評価用の信号の取得を固体撮像素子 1 0 2 に開始させた後、位相差評価用の信号の取得回数 n をインクリメントする (ステップ S 8 0 6)。この後、位相差評価値の算出が位相差評価値算出部 2 1 7 によって行われる (ステップ S 8 0 7)。位相差評価値の算出においては、ステップ S 8 0 5 において取得された位相差評価用の信号 S H A、S H B に基づいて、位相差評価値算出部 2 1 7 が位相差評価値の算出を行い、これにより、デフォーカス量 D f が得られる。位相差評価値算出部 2 1 7 は、デフォーカス量 D f の算出を完了し次第、位相差評価値、具体的に

は、デフォーカス量 Df を制御部 106 に出力する。この後、ステップ S 808 に移行する。

【0068】

ステップ S 807 が行われるのと並行して、ステップ S 813 が行われる。ステップ S 813 では、補間処理部 219 によって補間処理が行われる。この後、ライブビュー用の信号の読み出しが完了するのを待って、コントラスト評価値の算出がコントラスト評価値算出部 218 によって行われる（ステップ S 814）。コントラスト評価値の算出においては、コントラスト AF 行から読み出された信号であって、適宜補間処理が施された信号に基づいて、コントラスト評価値算出部 218 がコントラスト評価値 AF_K の算出を行う。コントラスト評価値算出部 218 は、コントラスト評価値 AF_K の算出を完了し次第、コントラスト評価値 AF_K を制御部 106 に出力する。コントラスト評価値 AF_K は、ステップ S 815 において用いられる。

10

【0069】

ステップ S 808 においては、制御部 106 は、ステップ S 807 において算出されたデフォーカス量 Df が、所望のデフォーカス量の範囲内であるか否かを、以下の式 (1) に基づいて判定する。

$$Df_min < Df < Df_max \quad \cdots (1)$$

ここで、 Df_min 、 Df_max は、所望のデフォーカス量 Df の最小値と最大値であり、例えば、制御部 106 に備えられた ROM に予め格納されている。なお、これらの値 Df_min 、 Df_max は、設計時に決定されてもよいし、調整時に決定されてもよい。

20

【0070】

デフォーカス量 Df が式 (1) を満たさない場合には（ステップ S 808 において NO）、ステップ S 809 に移行する。ステップ S 809 では、当該デフォーカス量 Df に基づいて、制御部 106 が、フィードバック制御量、即ち、フォーカスレンズの駆動量を決定する。そして、制御部 106 は、駆動部 103 を介して光学機構部 1011 を制御することによって、光学鏡筒 101 内のフォーカスレンズを駆動させる（位相差 AF 制御）。ステップ S 810 では、制御部 106 は、位相差評価用の信号の取得回数 n が 3 であるか否かを判定する。位相差評価用の信号の取得回数 n が 3 でない場合には、ステップ S 805 に戻る。一方、位相差評価用の信号の取得回数 n が 3 である場合には、ライブビュー表示を行った（ステップ S 817）後、ステップ S 804 に戻る。

30

【0071】

デフォーカス量 Df が式 (1) を満たす場合には（ステップ S 808 において YES）、ステップ S 811 に移行する。ステップ S 811 では、制御部 106 は、位相差評価用の信号の取得回数 n が 3 であるか否かを判定する。位相差評価用の信号の取得回数 n が 3 でない場合には（ステップ S 811 において NO）、ステップ S 805 に戻る。一方、位相差評価用の信号の取得回数 n が 3 である場合には（ステップ S 811 において YES）、ステップ S 815 に移行する。

【0072】

ステップ S 815 では、ステップ S 814 において取得されたコントラスト評価値 AF_K が、所望のコントラスト量の範囲内であるか否かを、以下の式 (2) に基づいて判定する。

40

$$K_min < AF_K < K_max \quad \cdots (2)$$

ここで、 K_min 、 K_max は、所望のコントラスト評価値 AF_K の最小値と最大値であり、例えば制御部 106 内に備えられた ROM に格納されている。なお、これらの値 K_min 、 K_max は、設計時に決定されてもよいし、調整時に決定されてもよい。

【0073】

コントラスト評価値 AF_K が式 (2) を満たさない場合には（ステップ S 815 において NO）、ステップ S 816 に移行する。ステップ S 816 では、当該コントラスト評

50

価値 A F ― K に基づいて、制御部 1 0 6 が、フィードバック制御量、即ち、フォーカスレンズの駆動量を決定する。そして、制御部 1 0 6 は、駆動部 1 0 3 を介して光学機構部 1 0 1 1 を制御することによって、光学鏡筒 1 0 1 内のフォーカスレンズを駆動させる（コントラスト A F 制御）。この後、ステップ S 8 1 7 に移行する。コントラスト評価値 A F ― K が式（2）を満たす場合には（ステップ S 8 1 5 において Y E S ）、制御部 1 0 6 は A F 制御信号を O F F 状態にする（ステップ S 8 1 8 ）。この後、制御部 1 0 6 は、位相差評価用の信号の取得を終了させ（ステップ S 8 1 9 ）、ステップ S 8 1 2 において取得したライブビュー用の信号を画像表示部 1 0 9 に表示する（ステップ S 8 2 0 ）。

【 0 0 7 4 】

このように、本実施形態によれば、画素アレイ 2 0 6 に位相差検出用の画素 2 0 1 S H A、2 0 1 S H B が含まれていることによって画像信号に生ずる欠損を、位相差検出用の画素 2 0 1 S H A、2 0 1 S H B 以外の画素 2 0 1 からの信号を用いて補間する。そして、補間された画像信号に基づいて、コントラスト検出方式による焦点検出のためのコントラスト評価値を算出する。位相差検出用の画素 2 0 1 S H A、2 0 1 S H B を含む行を含む広い範囲の画像信号に基づいてコントラスト評価値を算出し得るため、本実施形態によれば、高精度なコントラスト評価値を得ることができる。即ち、本実施形態によれば、画素アレイ 2 0 6 を構成する複数の画素 2 0 1 のうちに位相差検出用の画素 2 0 1 S H A、2 0 1 S H B が含まれているにもかかわらず、高精度なコントラスト評価値を得ることができる。位相差検出用の画素 2 0 1 S H A、2 0 1 S H B によって迅速なオートフォーカスが可能であるため、本実施形態によれば、オートフォーカスを迅速且つ高精度に行い得る撮像装置を提供することができる。

【 0 0 7 5 】

[第 2 実施形態]

第 2 実施形態による固体撮像素子及びその制御方法並びに撮像装置について図 9 及び図 1 0 を用いて説明する。図 1 乃至図 8 に示す第 1 実施形態による固体撮像素子及びその制御方法並びに撮像装置と同一の構成要素には、同一の符号を付して説明を省略または簡潔にする。

本実施形態による撮像装置 1 0 0 は、静止画像の連続的な取得、即ち、静止画像の連写を行うものである。

【 0 0 7 6 】

図 9 は、本実施形態による撮像装置の動作を示すタイムチャートである。静止画像を連続的に取得するモードである静止画像連写モードは、制御部 1 0 6 からの静止画像連写制御信号が O N 状態になることによって開始される。制御部 1 0 6 は、光学機構部 1 0 1 1 に備えられたメカニカルシャッタ機構や絞り機構等を、駆動部 1 0 3 を介して制御しつつ、駆動部 1 0 3 を介して固体撮像素子 1 0 2 を制御する。具体的には、画素 2 0 1 に対してリセット動作を行い、メカニカルシャッタ（シャッタ）を開くことによって画素 2 0 1 への露光を開始する。画素 2 0 1 への露光が開始されると、フォトダイオード P D によって光電変換が開始される。予め設定された露出条件を満たすような所定の露光時間が経過した後、制御部 1 0 6 は、駆動部 1 0 3 を介してシャッタを閉じる。シャッタが閉じられることによって、画素 2 0 1 への露光が完了する。画素 2 0 1 への露光が完了すると、第 1 の画像信号の取得、即ち、静止画像用の信号の取得と、第 2 の画像信号の取得、即ち、位相差評価用の信号の取得とが開始される。第 1 の画像信号の取得と第 2 の画像信号の取得とが開始されるタイミングは、T F 0 である。第 1 の画像信号は第 1 のチャンネル C H 1 を介して出力され、第 2 の画像信号は第 2 のチャンネル C H 2 を介して出力される。第 1 の画像信号を取得する際の選択行と、第 2 の画像信号を取得する際の選択行は、例えば、図 5 を用いて上述した第 1 実施形態の場合と同様とすることができる。

【 0 0 7 7 】

T F 0 ~ T F 1 の期間においては、水平信号線 2 1 5 b とスイッチ 2 1 6 とを介して、位相差評価用の信号 S H A、S H B が位相差評価値算出部 2 1 7 に送信される。そして、T F 1 ~ T F 2 の期間においては、位相差評価値算出部 2 1 7 によって位相差評価値が算

10

20

30

40

50

出される。TF2～TF3の期間においては、位相差評価値算出部217によって算出された位相差評価値が制御部106に出力される。制御部106は、位相差評価値に基づいて、光学鏡筒101に備えられたフォーカスレンズを、駆動部103を介して駆動する。

【0078】

TF0～TF1Cの期間においては、静止画像用の信号の取得が行われる。TF1C～TF2Cの期間においては、コントラスト評価値算出部218によってコントラスト評価値が算出される。TF2C～TF3Cの期間においては、コントラスト評価値算出部218によって算出されたコントラスト評価値が制御部106に出力される。制御部106は、コントラスト評価値に基づいて、光学鏡筒101に備えられたフォーカスレンズを、駆動部103を介して駆動する。フォーカスレンズの駆動が完了し、静止画像連写モードが終了していない場合には、次の静止画像の取得に移行する。

10

【0079】

図10は、本実施形態による撮像装置の動作を示すフローチャートである。まず、ユーザによる操作部108への操作入力に応じて、制御部106は、撮像装置100を待機状態から静止画像連写モードに移行させる。ステップS1001においては、制御部106は、駆動部103を介して、光学機構部1011に備えられたメカニカルシャッタを開く。これにより、画素201への露光が開始され、フォトダイオードPDによって光電変換が開始され、電荷の蓄積が開始される(ステップS1002)。所定の露光時間が経過した後、制御部106は、駆動部103を介して、光学機構部1011に備えられたメカニカルシャッタを閉じる(ステップS1003)。

20

【0080】

次に、制御部106は、静止画像用の信号の取得を固体撮像素子102に開始させるとともに(ステップS1007)、位相差評価用の信号の取得を固体撮像素子102に開始させる(ステップS1004)。この後、位相差評価値の算出が位相差評価値算出部217によって行われる(ステップS1005)。位相差評価値の算出(ステップS1005)においては、ステップS1004において取得された位相差評価用の信号SHA、SHBに基づいて、位相差評価値算出部217が位相差評価値の算出を行い、これにより、デフォーカス量Dfが得られる。位相差評価値算出部217は、位相差評価値の算出を完了し次第、位相差評価値、具体的には、デフォーカス量Dfを制御部106に出力する。この後、ステップS1006に移行する。

30

【0081】

ステップS1006においては、制御部106は、ステップS1005において算出されたデフォーカス量Dfが、所望のデフォーカス量の範囲内であるか否かを、第1実施形態において上述した式(1)に基づいて判定する。デフォーカス量Dfが式(1)を満たさない場合には(ステップS1006においてNO)、ステップS1010に移行する。ステップS1010では、デフォーカス量Dfに基づいて、制御部106が、フィードバック制御量、即ち、フォーカスレンズの駆動量を決定する。ステップS1010では、制御部106は、駆動部103を介して光学機構部1011を制御することによって、光学鏡筒101内のフォーカスレンズを駆動させる(位相差AF制御)。この後、ステップS1013に移行する。デフォーカス量Dfが式(1)を満たす場合には(ステップS1006においてYES)、ステップS1011に移行する。

40

【0082】

ステップS1005が行われるのと並行して、ステップS1008が行われる。ステップS1008では、補間処理部219によって補間処理が行われる。この後、ライブビュー用の信号の読み出しが完了するのを待って、コントラスト評価値の算出がコントラスト評価値算出部218によって行われる(ステップS1009)。コントラスト評価値の算出においては、コントラストAF行から読み出された信号であって、適宜補間処理が施された信号に基づいて、コントラスト評価値算出部218がコントラスト評価値AF__Kの算出を行う。コントラスト評価値算出部218は、コントラスト評価値AF__Kの算出を完了し次第、コントラスト評価値AF__Kを制御部106に出力する。コントラスト評価

50

値 AF_K は、ステップ $S1011$ において用いられる。

【0083】

ステップ $S1011$ では、ステップ $S1009$ において取得されたコントラスト評価値 AF_K が、所望のコントラスト量の範囲内であるか否かを、第1実施形態において上述した式(2)に基づいて判定する。コントラスト評価値 AF_K が式(2)を満たさない場合には(ステップ $S1011$ において NO)、ステップ $S1012$ に移行する。ステップ $S1012$ では、当該コントラスト評価値 AF_K に基づいて、制御部106が、フィードバック制御量、即ち、フォーカスレンズの駆動量を決定する。制御部106は、駆動部103を介して光学機構部1011を制御することによって、光学鏡筒101内のフォーカスレンズを駆動させる(コントラスト AF 制御)。この後、ステップ $S1013$ に移行する。コントラスト評価値 AF_K が式(2)を満たす場合には(ステップ $S1011$ において YES)、ステップ $S1013$ に移行する。

10

【0084】

ステップ $S1013$ では、ユーザによる操作部108の操作入力に応じて、制御部106が、静止画像連写モードを終了させるか否かを判定する。静止画像連写モードを終了させない場合には(ステップ $S1013$ において NO)、ステップ $S1001$ に戻り、次の静止画像の取得を開始する。一方、静止画像連写モードを終了させる場合には(ステップ $S1013$ において YES)、次の静止画像の取得を行わず、待機状態に移行する。

このように、静止画像の連写を行う場合にも本発明を適用し得る。本実施形態においても、オートフォーカスを迅速且つ高精度に行い得る撮像装置を提供することができる。

20

【0085】

[変形実施形態]

以上、好適な実施形態に基づいて本発明について詳述したが、本発明はこれらの実施形態に限定されるものではなく、要旨を逸脱しない範囲での様々な形態も本発明に含まれる。また、上述の実施形態の一部を適宜組み合わせてもよい。

【0086】

例えば、上記実施形態では、撮像装置100がデジタルカメラである場合を例に説明したが、撮像装置100はデジタルカメラに限定されるものではない。例えば、撮像装置100は、デジタルビデオカメラであってもよいし、携帯情報端末の機能と携帯電話機の機能とを併せ持つ電子機器であるスマートフォンであってもよい。また、撮像装置100は、例えば、タブレット端末、携帯情報端末($PDA: Personal Digital Assistant$)等であってもよい。

30

【0087】

また、第1実施形態では、ライブビュー表示を行いつつオートフォーカス動作を行う場合を例に説明したが、これに限定されるものでない。例えば、動画像の撮影を行いつつオートフォーカス動作を行う場合にも本発明を適用し得る。

【0088】

また、上記実施形態では、 AF 評価値を固体撮像素子102から制御部106に出力し、制御部106が駆動部103を介して光学機構部1011を制御する場合を例に説明したが、これに限定されるものではない。例えば、オートフォーカス動作を司る機能ブロックに固体撮像素子102から AF 評価値を直接出力するようにしてもよい。

40

【0089】

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。また、1以上の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】

【0090】

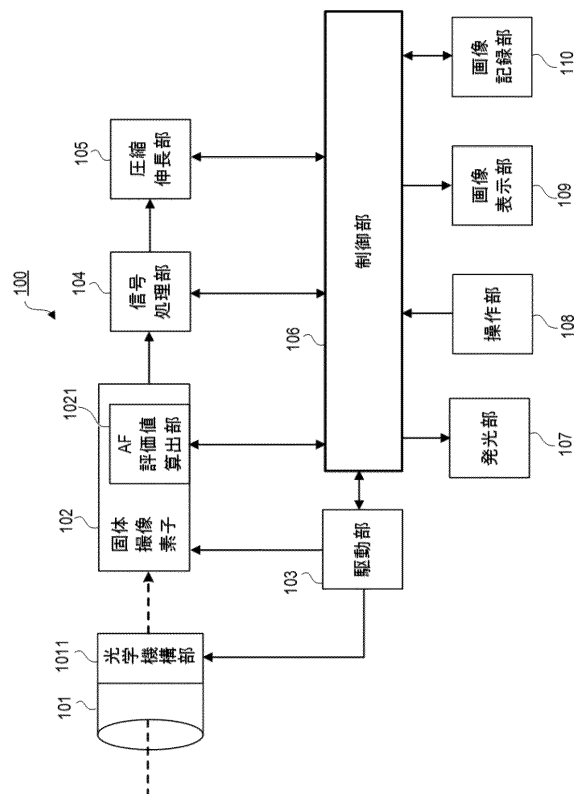
100・・・撮像装置

101・・・光学鏡筒

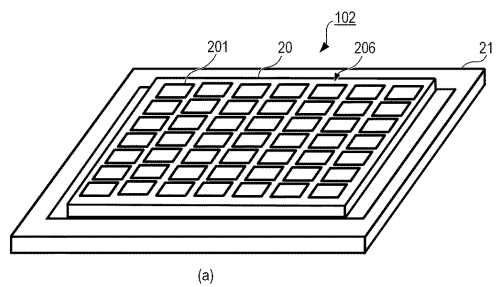
50

1	0	2	・	・	・	固体撮像素子
1	0	2	1	・	・	A F 評価値算出部
1	0	3	・	・	・	駆動部
1	0	6	・	・	・	制御部
2	0	1	・	・	・	画素
2	1	7	・	・	・	位相差評価値算出部
2	1	8	・	・	・	コントラスト評価値算出部
2	1	9	・	・	・	補間処理部

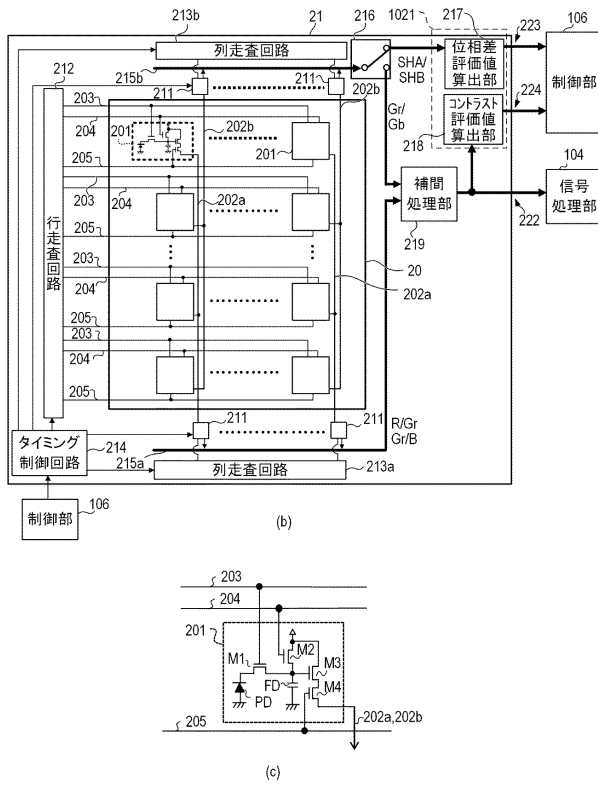
【 図 1 】



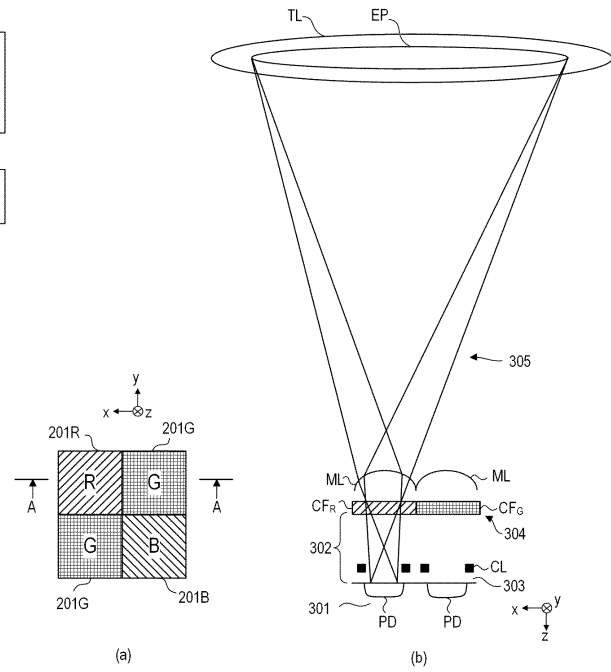
【 図 2 - 1 】



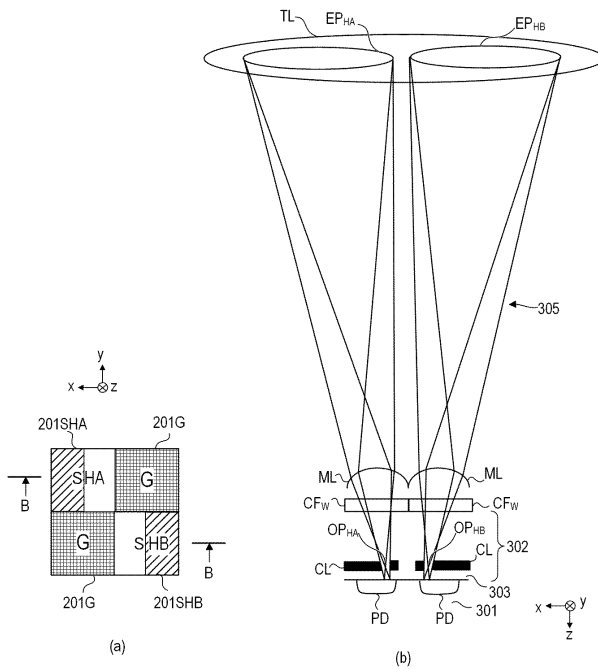
【 図 2 - 2 】



【 図 3 】



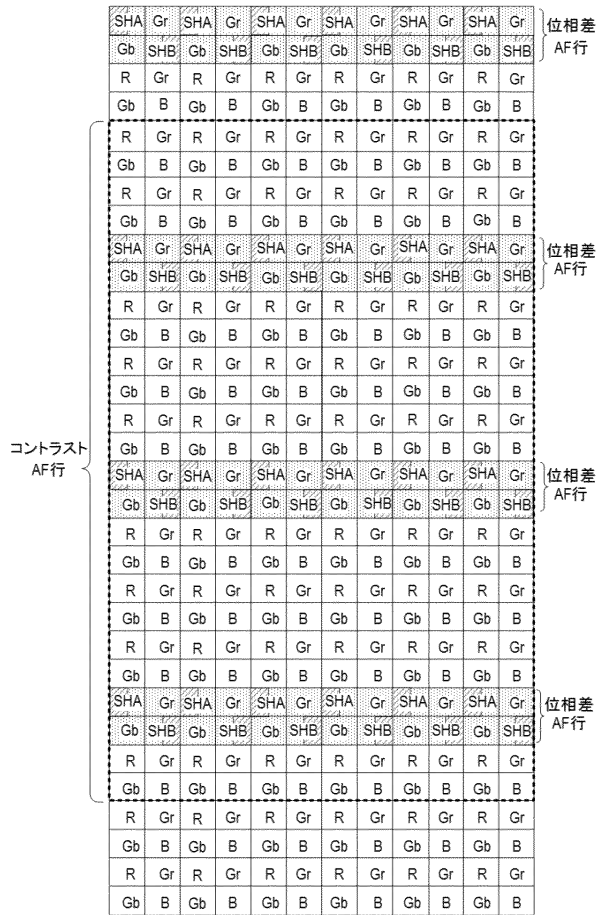
【 図 4 】



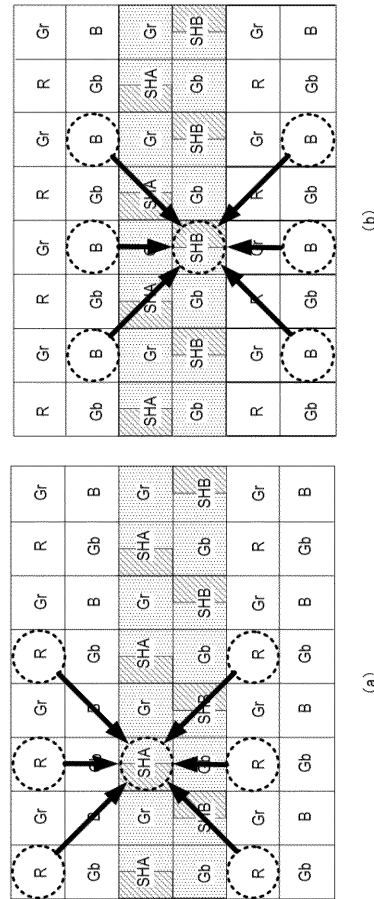
【 図 5 (a) 】

行番号	取得する際の選択行 第1の画像信号を	取得する際の選択行 第2の画像信号を
1	○	
2	○	
3		○
4		○
5		○
6		○
7		○
8		○
9	○	
10	○	
11		○
12		○
13		○
14		○
15		○
16		○

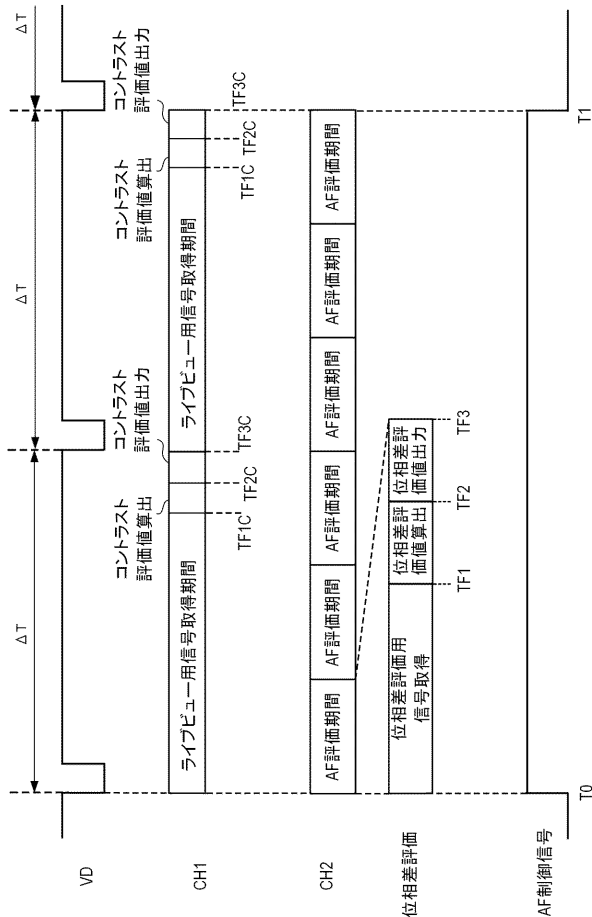
【図5(b)】



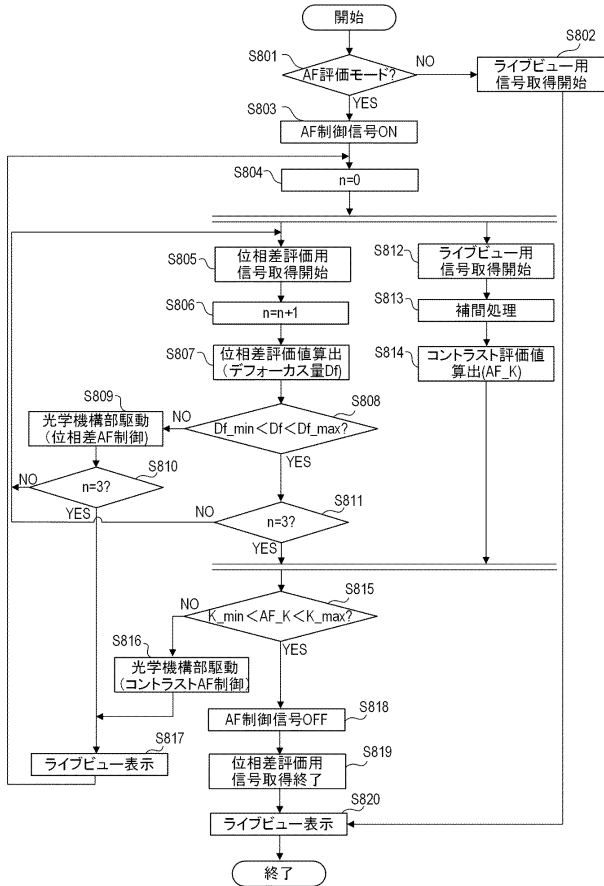
【図6】



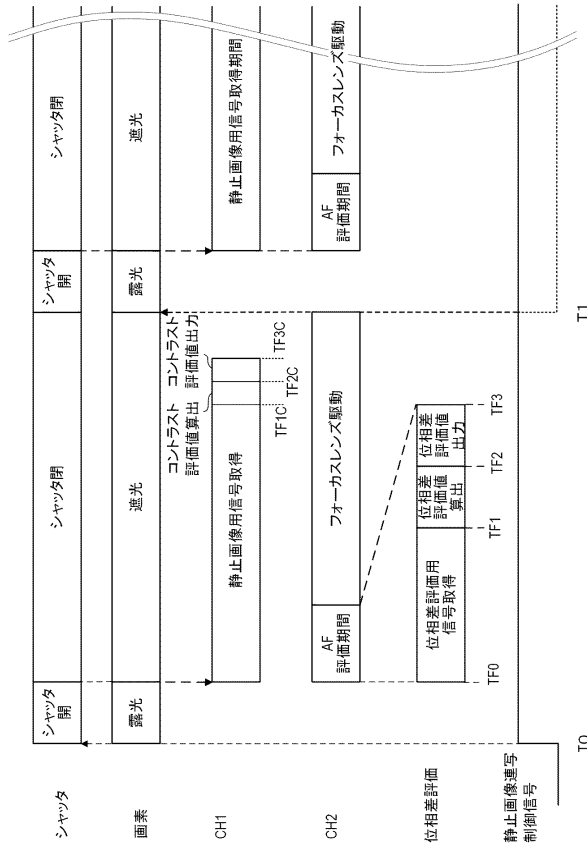
【図7】



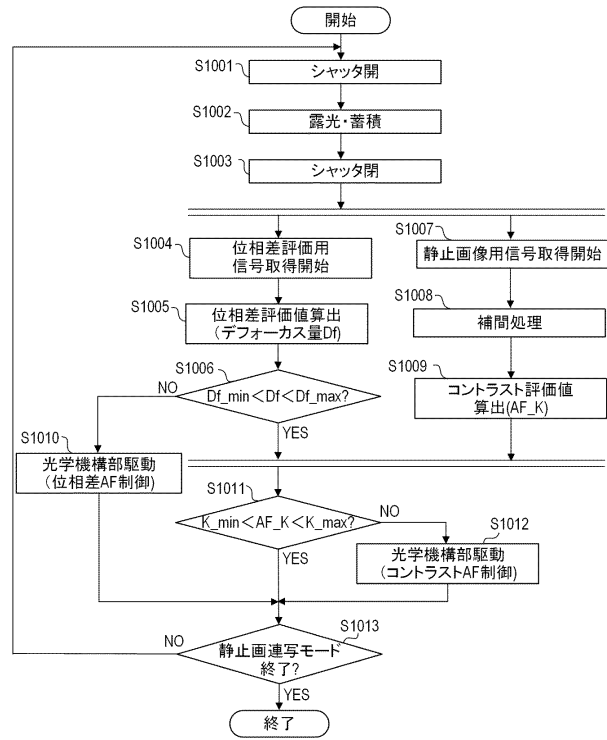
【図8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
G 0 2 B	7/36	(2021.01)	H 0 4 N 5/374
G 0 3 B	13/36	(2021.01)	G 0 2 B 7/34
			G 0 2 B 7/36
			G 0 3 B 13/36

審査官 登丸 久寿

(56)参考文献 特開 2 0 1 5 - 0 1 2 4 8 9 (J P , A)
特開 2 0 1 6 - 0 0 5 1 8 9 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

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