

(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2016-99432  
(P2016-99432A)

(43) 公開日 平成28年5月30日(2016.5.30)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
<b>GO2B</b>	<b>7/34</b>	<b>(2006.01)</b>	GO2B	7/34		2H011		
<b>GO3B</b>	<b>13/36</b>	<b>(2006.01)</b>	GO3B	13/36		2H151		
<b>HO4N</b>	<b>5/232</b>	<b>(2006.01)</b>	HO4N	5/232	H	5C122		

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2014-234907 (P2014-234907)	(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	平成26年11月19日(2014.11.19)	(74) 代理人	100076428 弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100112508 弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071 弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894 弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409 弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175 弁理士 永川 行光

最終頁に続く

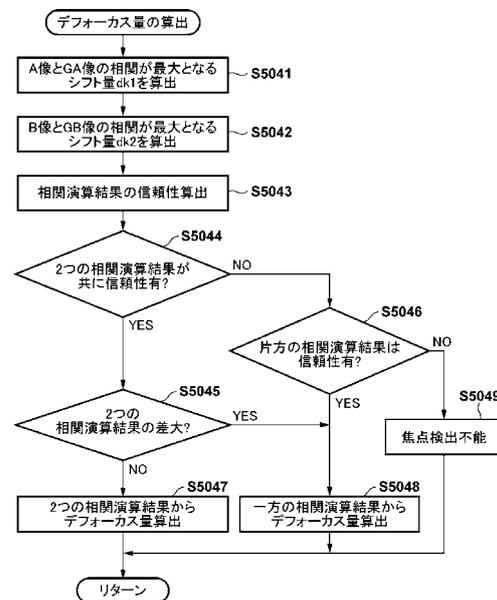
(54) 【発明の名称】 焦点検出装置及び方法、プログラム、記憶媒体

(57) 【要約】

【課題】 誤差の少ない高精度な位相差検出が可能な焦点検出装置を提供する。

【解決手段】 撮影光学系の射出瞳の一部の領域を通過した光束に基づく第1の像信号と、射出瞳の全領域を通過した光束に基づく第3の像信号との第1の位相差を算出する第1の算出部と、射出瞳の一部の領域とは異なる一部の領域を通過した光束に基づく第2の像信号と、射出瞳の全領域を通過した光束に基づく第4の像信号との第2の位相差を算出する第2の算出部と、第1の位相差と第2の位相差の少なくとも一方を用いて撮影光学系のデフォーカス量を算出する第3の算出部と、第3の算出部による撮影光学系のデフォーカス量の算出において、第1の位相差と第2の位相差の両方を用いて撮影光学系のデフォーカス量を算出するか、第1の位相差と前記第2の位相差のいずれかを用いて撮影光学系のデフォーカス量を算出するかを切り替える切り替え部とを備える。

【選択図】 図6



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

撮影光学系の射出瞳の一部の領域を通過した光束に基づく第 1 の像信号と、前記射出瞳の全領域を通過した光束に基づく第 3 の像信号との第 1 の位相差を算出する第 1 の算出手段と、

前記射出瞳の前記一部の領域とは異なる一部の領域を通過した光束に基づく第 2 の像信号と、前記射出瞳の全領域を通過した光束に基づく第 4 の像信号との第 2 の位相差を算出する第 2 の算出手段と、

前記第 1 の位相差と前記第 2 の位相差の少なくとも一方を用いて前記撮影光学系のデフォーカス量を算出する第 3 の算出手段と、

前記第 3 の算出手段による前記撮影光学系のデフォーカス量の算出において、前記第 1 の位相差と前記第 2 の位相差の両方を用いて前記撮影光学系のデフォーカス量を算出するか、前記第 1 の位相差と前記第 2 の位相差のいずれかを用いて前記撮影光学系のデフォーカス量を算出するかを切り替える切り替え手段と、  
を備えることを特徴とする焦点検出装置。

10

**【請求項 2】**

前記第 1 の位相差と前記第 2 の位相差の信頼性を判定する判定手段をさらに備え、前記切り替え手段は、前記信頼性に基づいて、前記第 1 の位相差と前記第 2 の位相差の両方を用いて前記撮影光学系のデフォーカス量を算出するか、前記第 1 の位相差と前記第 2 の位相差のいずれかを用いて前記撮影光学系のデフォーカス量を算出するかを切り替えることを特徴とする請求項 1 に記載の焦点検出装置。

20

**【請求項 3】**

前記切り替え手段は、前記判定手段により、前記第 1 の位相差と前記第 2 の位相差の一方が信頼性が低いと判定された場合に、信頼性が高いと判定された方の位相差を用いて前記撮影光学系のデフォーカス量を算出するように切り替えることを特徴とする請求項 2 に記載の焦点検出装置。

**【請求項 4】**

前記第 3 の算出手段は、前記第 1 の位相差と前記第 2 の位相差のうちの信頼性が高いと判定された方の位相差をほぼ 2 倍した値を用いて、前記撮影光学系のデフォーカス量を算出することを特徴とする請求項 3 に記載の焦点検出装置。

30

**【請求項 5】**

前記切り替え手段は、前記判定手段により、前記第 1 の位相差と前記第 2 の位相差の両方の信頼性が高いと判定された場合に、前記第 1 の位相差と前記第 2 の位相差の両方を用いて前記撮影光学系のデフォーカス量を算出するように切り替えることを特徴とする請求項 2 に記載の焦点検出装置。

**【請求項 6】**

前記第 3 の算出手段は、前記第 1 の位相差と前記第 2 の位相差を加えた値に基づいて、前記撮影光学系のデフォーカス量を算出することを特徴とする請求項 5 に記載の焦点検出装置。

**【請求項 7】**

前記判定手段は、前記信頼性を判定する閾値を、前記第 1 の位相差の信頼性を判定する場合と、前記第 2 の位相差の信頼性を判定する場合とで異ならせることを特徴とする請求項 2 に記載の焦点検出装置。

40

**【請求項 8】**

前記判定手段は、デフォーカス量の大きさに応じて、前記信頼性を判定する閾値を、前記第 1 の位相差の信頼性を判定する場合と、前記第 2 の位相差の信頼性を判定する場合とで異ならせることを特徴とする請求項 7 に記載の焦点検出装置。

**【請求項 9】**

前記判定手段は、焦点検出領域の撮影範囲内の位置に応じて、前記信頼性を判定する閾値を、前記第 1 の位相差の信頼性を判定する場合と、前記第 2 の位相差の信頼性を判定す

50

る場合とで異ならせることを特徴とする請求項 7 に記載の焦点検出装置。

【請求項 10】

前記判定手段は、前記第 1 の位相差と前記第 2 の位相差の差が、所定の閾値より大きい場合に、前記第 1 の位相差と前記第 2 の位相差の一方の信頼性が低いと判定することを特徴とする請求項 2 に記載の焦点検出装置。

【請求項 11】

前記判定手段は、前記第 1 の像信号と前記第 3 の像信号の一致度が低い場合に、前記第 1 の位相差の信頼性が低いと判定し、前記第 2 の像信号と前記第 4 の像信号の一致度が低い場合に、前記第 2 の位相差の信頼性が低いと判定することを特徴とする請求項 2 に記載の焦点検出装置。

10

【請求項 12】

前記撮影光学系のフォーカスレンズを駆動する駆動手段をさらに備え、前記駆動手段は、前記第 1 の位相差と前記第 2 の位相差のいずれかを用いて前記撮影光学系のデフォーカス量が算出される場合には、前記第 1 の位相差と前記第 2 の位相差の両方を用いて前記撮影光学系のデフォーカス量が算出される場合よりも、前記フォーカスレンズの駆動量を小さくすることを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の焦点検出装置。

【請求項 13】

前記第 1 の算出手段は、前記第 1 の像信号を複数の画素について加算した値と前記第 3 の像信号を複数の画素について加算した値とに基づいて、前記第 1 の位相差を算出し、前記第 2 の算出手段は、前記第 2 の像信号を複数の画素について加算した値と前記第 3 の像信号を複数の画素について加算した値とに基づいて、前記第 2 の位相差を算出し、前記第 1 の位相差と前記第 2 の位相差のいずれかを用いて前記撮影光学系のデフォーカス量を算出する場合には、前記第 1 の算出手段と前記第 2 の算出手段は、加算する前記複数の画素の数を多くすることを特徴とする請求項 1 乃至 12 のいずれか 1 項に記載の焦点検出装置。

20

【請求項 14】

撮影光学系の射出瞳の一部の領域を通過した光束に基づく第 1 の像信号と、前記射出瞳の全領域を通過した光束に基づく第 3 の像信号との第 1 の位相差を算出する第 1 の算出工程と、

30

前記射出瞳の前記一部の領域とは異なる一部の領域を通過した光束に基づく第 2 の像信号と、前記射出瞳の全領域を通過した光束に基づく第 4 の像信号との第 2 の位相差を算出する第 2 の算出工程と、

前記第 1 の位相差と前記第 2 の位相差の少なくとも一方を用いて前記撮影光学系のデフォーカス量を算出する第 3 の算出工程と、

前記第 3 の算出工程における前記撮影光学系のデフォーカス量の算出において、前記第 1 の位相差と前記第 2 の位相差の両方を用いて前記撮影光学系のデフォーカス量を算出するか、前記第 1 の位相差と前記第 2 の位相差のいずれかを用いて前記撮影光学系のデフォーカス量を算出するかを切り替える切り替え工程と、

を有することを特徴とする焦点検出方法。

【請求項 15】

40

請求項 14 に記載の焦点検出方法の各工程をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項 16】

請求項 14 に記載の焦点検出方法の各工程をコンピュータに実行させるためのプログラムを記憶したコンピュータが読み取り可能な記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、焦点検出装置および方法に関し、特に撮像素子の出力に基づいて位相差検出方式の焦点検出を行う焦点検出装置および方法に関する。

50

## 【背景技術】

## 【0002】

撮影レンズの焦点状態を検出する方式の一つとして、各画素にマイクロレンズが形成された2次元の撮像素子を用いて瞳分割方式の焦点検出を行う装置が特許文献1に開示されている。この装置では、撮像素子を構成する各画素の光電変換部が複数に分割されており、分割された光電変換部がマイクロレンズを介して撮影レンズの瞳の異なる領域を通過した光束を受光するように構成されている。この撮影レンズの瞳の異なる領域を通過した光束を受光した光電変換部の1対の出力信号に対して、ずれ量である位相差を算出するための相関演算を行い、その位相差からデフォーカス量を算出することができる。

## 【0003】

特許文献2には、同様に瞳分割方式の焦点検出を行うために、撮像素子を構成する画素の一部を焦点検出用画素として構成したものが開示されている。特許文献1に対して、焦点検出用画素の出力は撮影画像として補正する必要が生じるが、焦点検出信号として読み出す信号が少ないため、撮像素子の構成や、その後の演算処理上、安価に構成できるという特徴がある。特許文献2に開示されている焦点検出方式では、瞳分割を行う1対の焦点検出信号は、異なる画素の出力として得られる。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【特許文献1】特開2008-52009号公報

【特許文献2】特許3592147号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

しかしながら、上述の特許文献2に開示された技術では、1対の出力信号の位相差が、誤差を多く含み、精度よく検出できない場合があった。例えば、特許文献2の図2のように焦点検出用画素を配置した場合には、1対の出力信号に対応する被写体の位置が異なる。そのため、1対の出力信号の類似度が低い場合があり、そのような場合には、焦点検出を精度よく行うことができない。

## 【0006】

また、特許文献2の図6のように焦点検出用画素を配置した場合には、1対の出力信号の各々のサンプリングピッチが広がるため、被写体である光学像の周波数特性において高周波帯域の周波数成分を取得することができない。そのため、1対の出力信号には、それぞれに異なる折り返しノイズが発生し、焦点検出誤差が発生してしまう。

## 【0007】

本発明は上述した課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、誤差の少ない高精度な位相差検出が可能な焦点検出装置を提供することである。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0008】

本発明に係わる焦点検出装置は、撮影光学系の射出瞳の一部の領域を通過した光束に基づく第1の像信号と、前記射出瞳の全領域を通過した光束に基づく第3の像信号との第1の位相差を算出する第1の算出手段と、前記射出瞳の前記一部の領域とは異なる一部の領域を通過した光束に基づく第2の像信号と、前記射出瞳の全領域を通過した光束に基づく第4の像信号との第2の位相差を算出する第2の算出手段と、前記第1の位相差と前記第2の位相差の少なくとも一方を用いて前記撮影光学系のデフォーカス量を算出する第3の算出手段と、前記第3の算出手段による前記撮影光学系のデフォーカス量の算出において、前記第1の位相差と前記第2の位相差の両方を用いて前記撮影光学系のデフォーカス量を算出するか、前記第1の位相差と前記第2の位相差のいずれかを用いて前記撮影光学系のデフォーカス量を算出するかを切り替える切り替え手段と、を備えることを特徴とする。

10

20

30

40

50

## 【発明の効果】

## 【0009】

本発明によれば、誤差の少ない高精度な位相差検出が可能な焦点検出装置を提供することが可能となる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0010】

【図1】実施形態に係る焦点調節装置を備える撮像装置の一例としてのカメラシステムの機能構成例を示すブロック図。

【図2】第1の実施形態における撮像素子の構成例を示す図。

【図3】第1の実施形態における光電変換領域と射出瞳との関係を示す図。

10

【図4】実施形態における、焦点検出領域とAF用信号に用いられる画素の関係例を示す図。

【図5】実施形態における焦点調節動作を示すフローチャート。

【図6】第1の実施形態におけるデフォーカス量の算出方法を示すフローチャート。

【図7】第2の実施形態における撮像素子の構成例を示す図。

【図8】第2の実施形態における光電変換領域と射出瞳との関係を示す図。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0011】

以下、本発明の実施形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。

## 【0012】

20

(第1の実施形態)

図1は、複数の撮影レンズを交換可能なカメラとその撮影レンズからなるカメラシステムであって焦点調節装置(焦点検出装置)を有する撮像装置の構成を示す図である。図1において、本実施形態の焦点調節装置を含むカメラシステムはカメラ100とこれに交換可能に装着される撮影レンズ300とを備えて構成される。はじめに、カメラ100の構成について説明する。

## 【0013】

カメラ100は、複数種類の撮影レンズ300が存在するカメラシステムに対応しており、同一種類のレンズでも製造番号が異なるものが装着可能である。更には、焦点距離や開放Fナンバーが異なる撮影レンズ300若しくはズーム機能を備える撮影レンズ300なども装着可能で、同種、異種の撮影レンズにかかわらず交換可能な構成を有する。

30

## 【0014】

このカメラ100において、撮影レンズ300を通過した光束は、レンズマウント106を通過し、メインミラー130により上方へ反射されて光学ファインダ104に入射する。光学ファインダ104により、撮影者は被写体を光学像として観察しながら撮影できる。光学ファインダ104内には、表示部54の一部の機能、例えば、合焦表示、手振れ警告表示、絞り値表示、露出補正表示等が設置されている。

## 【0015】

メインミラー130の一部は半透過性のハーフミラーで構成され、メインミラー130に入射する光束のうち一部はこのハーフミラー部を通過し、サブミラー131で下方へ反射されて焦点検出装置105へ入射する。焦点検出装置105は、2次結像光学系とラインセンサを有する位相差検出方式AF機構を採用しており、得られた光学像を電気信号に変換しAF部(オートフォーカス部)42へ送る。AF部42では、この電気信号から位相差検出演算を行い、撮影レンズ300のデフォーカス量及び方向を求める。この演算結果に基づき、システム制御部50が、撮影レンズ300のフォーカス制御部342(後述する)に対して、焦点調節処理などの制御を行う。本実施形態では、焦点検出結果の補正もAF部42で行う。

40

## 【0016】

撮影レンズ300の焦点調節処理が終了して静止画撮影を行う場合や、電子ファインダ表示を行う場合、動画撮影を行う場合には、不図示のクイックリターン機構によりメイン

50

ミラー 130 とサブミラー 131 を撮影光束外に退避させる。こうして、撮影レンズ 300 を通過してカメラ 100 に入射する光束は、露光量を制御するためのシャッター 12 を介して、光学像を電気信号に変換する撮像素子 14 に入射する。これらの撮影動作終了後には、メインミラー 130 とサブミラー 131 は図示される様な位置に戻る。

【0017】

撮像素子 14 は CCD または CMOS イメージセンサであり、複数の画素が 2 次元的に配置された構成を有し、被写体の光学像を画素ごとに光電変換して電気信号を出力する。撮像素子 14 にて光電変換された電気信号は A/D 変換器 16 へ送られ、アナログ信号出力がデジタル信号 (画像データ) に変換される。タイミング発生回路 18 は、撮像素子 14、A/D 変換器 16、D/A 変換器 26 にクロック信号や制御信号を供給する。タイミ

10

【0018】

本実施形態に係る撮像素子 14 は一部の画素が焦点検出用画素として構成されており、クイックリターン機構によりメインミラー 130 とサブミラー 131 が光路外に退避した状態においても位相差検出方式の焦点検出を可能にしている。撮像素子 14 で得られた画像データのうち、焦点検出用信号の生成に用いられる画素のデータは、画像処理部 20 で焦点検出用データに変換される。その後、焦点検出用データはシステム制御部 50 を介して

20

【0019】

なお、撮像素子 14 で撮影した画像データから画像処理部 20 でコントラスト評価値を演算し、システム制御部 50 が、撮影レンズ 300 のフォーカス制御部 342 に対して焦点合わせを行うコントラスト方式の AF も可能である。このように、本実施形態のカメラ 100 は、ライブビュー表示時や動画撮影時のようにメインミラー 130 とサブミラー 131 が光路外に退避していても、撮像素子 14 で得られる画像データから位相差検出方式 AF とコントラスト方式 AF の両方が可能である。また、本実施形態のカメラ 100 は、メインミラー 130 とサブミラー 131 が光路内にあるライブビュー表示を用いない通常

30

【0020】

メモリ制御部 22 は、A/D 変換器 16、タイミング発生回路 18、画像処理部 20、画像表示メモリ 24、D/A 変換器 26、メモリ 30、圧縮伸長部 32 を制御する。そして、A/D 変換器 16 のデータが画像処理部 20 及びメモリ制御部 22 を介して、或いは A/D 変換器 16 のデータが直接メモリ制御部 22 を介して、画像表示メモリ 24 或いはメモリ 30 に書き込まれる。画像表示メモリ 24 に書き込まれた表示用の画像データは、

40

【0021】

また、メモリ 30 は、撮影した静止画像や動画の一時記憶に用いられ、所定枚数の静止画像や所定時間の動画を記憶するのに十分な記憶容量を備えている。これにより、連射撮影やパノラマ撮影の場合にも、高速かつ大量の画像書き込みをメモリ 30 に対して行うことができる。また、メモリ 30 はシステム制御部 50 の作業領域としても使用できる

50

。圧縮伸長部 32 は、適応離散コサイン変換 (ADCT) 等により画像データを圧縮伸長する機能を有し、メモリ 30 に記憶された画像を読み込んで圧縮処理或いは伸長処理を行い、処理を終えた画像データをメモリ 30 に書き戻す。

#### 【0022】

シャッター制御部 36 は、測光部 46 からの測光情報に基づいて、撮影レンズ 300 の絞り 312 を制御する絞り制御部 344 と連携しながら、シャッター 12 を制御する。インターフェース部 38 とコネクタ 122 は、カメラ 100 と撮影レンズ 300 とを電氣的に接続する。これらは、カメラ 100 と撮影レンズ 300 との間で制御信号、状態信号、データ信号等を伝え合うと共に、各種電圧の電流を供給する機能も備えている。また、電気通信のみならず、光通信、音声通信等を伝達する構成としてもよい。

10

#### 【0023】

測光部 46 は、自動露出制御 (AE) 処理を行う。撮影レンズ 300 を通過した光束を、レンズマウント 106、メインミラー 130、そして不図示の測光用レンズを介して、測光部 46 に入射させることにより、被写体光学像の輝度を測定できる。被写体輝度と露出条件とを対応付けたプログラム線図などを用いて、測光部 46 は露出条件を決定することができる。また、測光部 46 は、フラッシュ 48 と連携することで調光処理機能も有する。なお、画像処理部 20 による撮像素子 14 の画像データを演算した演算結果に基づき、システム制御部 50 が、シャッター制御部 36 と撮影レンズ 300 の絞り制御部 344 に対して AE 制御を行うことも可能である。フラッシュ 48 は、AF 補助光の投光機能、フラッシュ調光機能も有する。

20

#### 【0024】

システム制御部 50 は例えば CPU や MPU などのプログラマブルプロセッサを有し、予め記憶されたプログラムを実行することによりカメラシステム全体の動作を制御する。不揮発性のメモリ 52 はシステム制御部 50 の動作の定数、変数、プログラム等を記憶する。表示部 54 はシステム制御部 50 でのプログラムの実行に応じて、文字、画像、音声等を用いて動作状態やメッセージ等を表示する、例えば液晶表示装置である。表示部 54 はカメラ 100 の操作部近辺の視認し易い位置に単数或いは複数設置され、例えば LCD や LED 等の組み合わせにより構成される。表示部 54 の表示内容のうち、LCD 等に表示するものとしては、記録枚数や残撮影可能枚数等の撮影枚数に関する情報や、シャッタースピード、絞り値、露出補正、フラッシュ等の撮影条件に関する情報等がある。その他、電池残量や日付・時刻等も表示される。また、表示部 54 は、前述した様にその一部の機能が光学ファインダ 104 内に設置されている。

30

#### 【0025】

不揮発性メモリ 56 は、電氣的に消去・記録可能なメモリであり、例えば EEPROM 等が用いられる。60, 62, 64, 66, 68 及び 70 は、システム制御部 50 の各種の動作指示を入力するための操作部であり、スイッチやダイヤル、タッチパネル、視線検知によるポインティング、音声認識装置等の単数或いは複数の組み合わせで構成される。

#### 【0026】

モードダイヤル 60 は、電源オフ、オート撮影モード、マニュアル撮影モード、再生モード、PC 接続モード等の各機能モードを切り替え設定できる。シャッタースイッチ SW1 である 62 は、不図示のシャッターボタンが半押しされると ON となり、AF 処理、AE 処理、AWB 処理、EF 処理等の動作開始を指示する。シャッタースイッチ SW2 である 64 は、シャッターボタンが全押しされると ON となり、撮影に関する一連の処理の動作開始を指示する。撮影に関する一連の処理とは、露光処理、現像処理及び記録処理等のことである。露光処理では、撮像素子 14 から読み出した信号を A/D 変換器 16、メモリ制御部 22 を介してメモリ 30 に画像データとして書き込む。現像処理では、画像処理部 20 やメモリ制御部 22 での演算を用いた現像を行う。記録処理では、メモリ 30 から画像データを読み出し、圧縮伸長部 32 で圧縮を行い、記録媒体 200 或いは 210 に画像データとして書き込む。

40

#### 【0027】

50

画像表示ON/OFFスイッチ66は、画像表示部28のON/OFFを設定できる。この機能により、光学ファインダ104を用いて撮影を行う際に、液晶モニタ等から成る画像表示部28への電流供給を遮断することにより、省電力を図ることができる。クイックレビューON/OFFスイッチ68は、撮影した画像データを撮影直後に自動再生するクイックレビュー機能を設定する。操作部70は、各種ボタンやタッチパネル等からなる。各種ボタンには、メニューボタン、フラッシュ設定ボタン、単写/連写/セルフタイマー切り替えボタン、露出補正ボタン等がある。

#### 【0028】

電源制御部80は、電池検出回路、DC/DCコンバータ、通電するブロックを切り替えるスイッチ回路等により構成されている。電池の装着の有無、電池の種類、電池残量の検出を行い、検出結果及びシステム制御部50の指示に基づいてDC/DCコンバータを制御し、必要な電圧を必要な期間、記録媒体を含む各部へ供給する。コネクタ82及び84は、アルカリ電池やリチウム電池等の一次電池やNiCd電池やNiMH電池、リチウムイオン電池等の二次電池、ACアダプタ等からなる電源部86をカメラ100と接続する。

10

#### 【0029】

インターフェース90及び94は、メモリカードやハードディスク等の記録媒体との接続機能を有し、コネクタ92及び96は、メモリカードやハードディスク等の記録媒体と物理的接続を行う。記録媒体着脱検知部98は、コネクタ92または96に記録媒体が装着されているかどうかを検知する。なお、本実施形態では、記録媒体を取り付けるインターフェース及びコネクタを2系統持つものとして説明しているが、インターフェース及びコネクタは、単数あるいは複数、いずれの系統数を備える構成としても構わない。また、異なる規格のインターフェース及びコネクタを組み合わせて備える構成としても構わない。更に、インターフェース及びコネクタにLANカード等の各種通信カードを接続することで、コンピュータやプリンタ等の他の周辺機器との間で画像データや画像データに付随した管理情報を転送し合うことができる。

20

#### 【0030】

通信部110は、有線通信、無線通信等の各種通信機能を有する。コネクタ112は、通信部110によりカメラ100を他の機器と接続し、無線通信の場合はアンテナである。記録媒体200及び210は、メモリカードやハードディスク等である。記録媒体200及び210は、半導体メモリや磁気ディスク等から構成される記録部202, 212、カメラ100とのインターフェース204, 214、カメラ100と接続を行うコネクタ206, 216を備えている。

30

#### 【0031】

次に、撮影レンズ300について説明する。撮影レンズ300は、レンズマウント306をカメラ100のレンズマウント106に係合させることによりカメラ100と機械的並びに電氣的に結合される。電氣的な結合はレンズマウント106及びレンズマウント306に設けられたコネクタ122及びコネクタ322によって実現される。レンズ311には撮影レンズ300の合焦距離を調節するためのフォーカスレンズが含まれ、フォーカス制御部342はフォーカスレンズを光軸に沿って駆動することで撮影レンズ300の焦点調節を行う。絞り312はカメラ100に入射する被写体光の量と角度を調節する。

40

#### 【0032】

コネクタ322及びインターフェース338は、撮影レンズ300をカメラ100のコネクタ122と電氣的に接続する。そして、コネクタ322は、カメラ100と撮影レンズ300との間で制御信号、状態信号、データ信号等を伝え合うと共に、各種電圧の電流を供給される機能も備えている。コネクタ322は電気通信のみならず、光通信、音声通信等を伝達する構成としてもよい。

#### 【0033】

ズーム制御部340はレンズ311の変倍レンズを駆動し、撮影レンズ300の焦点距離(画角)を調整する。撮影レンズ300が単焦点レンズであればズーム制御部340は

50

存在しない。絞り制御部 3 4 4 は、測光部 4 6 からの測光情報に基づいて、シャッター 1 2 を制御するシャッター制御部 3 6 と連携しながら、絞り 3 1 2 を制御する。

#### 【 0 0 3 4 】

レンズシステム制御部 3 4 6 は例えば CPU や MPU などのプログラマブルプロセッサを有し、予め記憶されたプログラムを実行することにより撮影レンズ 3 0 0 全体の動作を制御する。そして、レンズシステム制御部 3 4 6 は、撮影レンズの動作の定数、変数、プログラム等を記憶するメモリの機能を備えている。不揮発性メモリ 3 4 8 は、撮影レンズ固有の番号等の識別情報、管理情報、開放絞り値や最小絞り値、焦点距離等の機能情報、現在や過去の各設定値などを記憶する。

#### 【 0 0 3 5 】

本実施形態においては、撮影レンズ 3 0 0 の状態に応じたレンズ枠情報も記憶されている。このレンズ枠情報は、撮影レンズを通過する光束を決定する枠開口の半径の情報と、撮像素子 1 4 から枠開口までの距離の情報である。絞り 3 1 2 は、撮影レンズを通過する光束を決定する枠に含まれ、他にもレンズを保持するレンズ枠部品の開口などが枠に該当する。また、撮影レンズを通過する光束を決定する枠は、レンズ 3 1 1 のフォーカス位置やズーム位置によって異なるため、レンズ枠情報はレンズ 3 1 1 のフォーカス位置やズーム位置に対応して複数用意されている。そして、カメラ 1 0 0 が、焦点検出手段を用いて焦点検出を行う際には、レンズ 3 1 1 のフォーカス位置とズーム位置に対応した最適なレンズ枠情報が選択され、カメラ 1 0 0 にコネクタ 3 2 2 を通じて送られる。

#### 【 0 0 3 6 】

以上が、カメラ 1 0 0 と撮影レンズ 3 0 0 からなる本実施形態のカメラシステムの構成である。

#### 【 0 0 3 7 】

次に、撮像素子 1 4 を用いた位相差検出方式の焦点検出動作について説明する。

#### 【 0 0 3 8 】

図 2 ( A ) は本実施形態における撮像素子 1 4 の画素配列の例を模式的に示した図で、CMOS イメージセンサに 2 次元配置された画素群のうち、縦 ( Y 軸方向 ) 6 行と横 ( X 軸方向 ) 8 列の範囲を、撮影レンズ 3 0 0 側から観察した状態を示している。撮像素子 1 4 はベイヤー配列のカラーフィルタを有し、偶数行の画素には左から順に緑 ( Green ) と赤 ( Red ) のカラーフィルタが、奇数行の画素には左から順に青 ( Blue ) と緑 ( Green ) のカラーフィルタが、それぞれ交互に設けられる。ただし、本実施形態の撮像素子 1 4 では、焦点検出用の光電変換部を有する画素については、本来の青のカラーフィルタに代えて緑のカラーフィルタを設けている。なお、以下の説明において、青 ( または緑、赤 ) のカラーフィルタが設けられた画素を青画素 ( または緑画素、赤画素 ) と呼ぶ場合がある。

#### 【 0 0 3 9 】

また、各画素にはオンチップマイクロレンズ 2 1 1 i が設けられ、オンチップマイクロレンズ 2 1 1 i 内の矩形はそれぞれ光電変換部の受光領域を模式的に示している。焦点検出用の光電変換部 3 1 1 a , 3 1 1 b は、画素の中心から横方向に偏倚して配置されている。なお、以下の説明において、焦点検出用の光電変換部 3 1 1 a , 3 1 1 b が設けられた画素を、焦点検出用画素と呼ぶことがある。また、焦点検出用の光電変換部 3 1 1 a , 3 1 1 b は、本来の青 ( Blue ) 画素に代えて設けられた緑画素に配置されている。これは、青 ( Blue ) 画素の出力が、最も画質に対して影響度が低いためである。なお、本発明は撮像素子が有するカラーフィルタのパターンには依存しない。このように、本実施形態の撮像素子 1 4 は、焦点検出用画素を含め、各画素に 1 つの光電変換部が設けられているため、1 つの画素からは 1 つの光電変換信号が読み出される。

#### 【 0 0 4 0 】

ここで、位相差検出方式の焦点検出に用いる像信号の生成について説明する。本実施形態では 4 種類の像信号を生成する。後述するように、本実施形態においては、マイクロレンズ 2 1 1 i と、偏倚位置が異なる光電変換部 3 1 1 a 及び 3 1 1 b とを用いて撮影光学系 ( 撮影レンズ 3 0 0 ) の射出瞳を分割する。そして、同一画素行 ( X 軸方向 ) に配置さ

10

20

30

40

50

れた画素 2 1 1 の出力のうち、複数の光電変換部 3 1 1 a の出力をつなぎ合わせて編成したものを A 像、複数の光電変換部 3 1 1 b の出力をつなぎ合わせて編成したものを B 像とする。図 2 ( A ) に示したように、A 像および B 像は、X 軸方向に 2 画素ピッチで隣接する複数の青画素位置 ( の緑画素 ) から得ることができる。

【 0 0 4 1 】

また、図 2 ( A ) の 1 行目の複数の緑画素である光電変換部 3 1 1 c は光電変換部 3 1 1 a と図 2 ( A ) 中の X 軸方向にそれぞれ隣接しているが、この光電変換部 3 1 1 c の出力をつなぎあわせて編成したものを G A 像とする。また、図 2 ( A ) の 5 行目の複数の緑画素である光電変換部 3 1 1 c は光電変換部 3 1 1 b と図 2 ( A ) 中の X 軸方向にそれぞれ隣接しているが、この光電変換部 3 1 1 c の出力をつなぎあわせて編成したものを G B 像とする。光電変換部 3 1 1 a , 3 1 1 b が、撮影光学系 ( 撮影レンズ 3 0 0 ) の射出瞳の一部の領域を通過した光束に基づく信号を出力するのに対し、光電変換部 3 1 1 c は、撮影光学系 ( 撮影レンズ 3 0 0 ) の射出瞳の全領域を通過した光束に基づく信号を出力する。このように、A 像 ( 光電変換部 3 1 1 a の出力 ) , B 像 ( 光電変換部 3 1 1 b の出力 ) , G A 像 ( 光電変換部 3 1 1 c の出力 ) , G B 像 ( 光電変換部 3 1 1 c の出力 ) を同色画素群から得ることにより、精度の良い位相差検出が可能である。

【 0 0 4 2 】

なお、A 像 , B 像 , G A 像 , G B 像を生成するために用いる画素の位置及び数は、焦点検出領域に応じて定まるものとする。

【 0 0 4 3 】

詳細は後述するが、このように生成された A 像と G A 像は同じ行の画素から得られた像であるため、A 像と G A 像の相対的な像ずれ量から、本来求めたい A 像と B 像の像ずれ量の 1 / 2 が正確に求められる。同様に、B 像と G B 像は同じ行の画素から得られた像であるため、B 像と G B 像の相対的な像ずれ量から、本来求めたい A 像と B 像の像ずれ量の残りの 1 / 2 が正確に求められる。そしてこれらを加え合わせて相関演算をすることにより、A 像と B 像の所定領域での焦点ずれ量、すなわちデフォーカス量を検出することができる。本実施形態では、位置が画素の中央から偏倚していない光電変換領域 3 1 1 c を有する画素 ( 以下の説明では撮影用画素と呼ぶことがある ) からは通常画素信号が得られる。撮影画像を生成する際には、焦点検出用画素に対応する位置の通常画素信号を、周囲の画素の出力を用いて生成 ( 補完 ) する。なお、通常画素信号を生成する際には、対象となる焦点検出用画素の出力を用いてもよいし、用いなくてもよい。

【 0 0 4 4 】

以下、A 像 ( 第 1 の像信号 ) の生成に用いられる光電変換部 3 1 1 a が設けられた複数の画素を第 1 の画素群と呼び、B 像 ( 第 2 の像信号 ) の生成に用いられる光電変換部 3 1 1 b が設けられた複数の画素を第 2 の画素群と呼ぶ。また、G A 像 ( 第 3 の像信号 ) の生成に用いられる、光電変換部 3 1 1 c が設けられた複数の画素を第 3 の画素群と呼び、G B 像 ( 第 4 の像信号 ) の生成に用いられる、光電変換部 3 1 1 c が設けられた複数の画素を第 4 の画素群と呼ぶ。

【 0 0 4 5 】

なお、本実施形態では第 3 の画素群および第 4 の画素群を第 1 の画素群および第 2 の画素群に X 軸方向で隣接する画素群としている。しかし、第 3 の画素群および第 4 の画素群を第 1 の画素群および第 2 の画素群に Y 軸方向で隣接する画素群としてもよい。あるいは、他の画素から得られる画素値を用いて G A 像および G B 像を生成してもよい。例えば、G A 像を、第 1 の画素群の各画素について、隣接する複数 ( 例えば 4 つ ) の画素の平均値として算出された画素値から生成してもよい。

【 0 0 4 6 】

図 2 ( B ) は本実施形態の撮像素子 1 4 の読み出し回路の構成例を示す図である。撮像素子 1 4 は水平走査回路 1 5 1 と垂直走査回路 1 5 3 を有しており、各画素の境界には、水平走査ライン 2 5 2 と、垂直走査ライン 2 5 4 が配線されている。各光電変換部 3 1 1 a , 3 1 1 b , 3 1 1 c で生成された信号は、水平走査ライン 2 5 2 および垂直走査ライ

10

20

30

40

50

ン 2 5 4 を介して外部に読み出される。

【 0 0 4 7 】

図 3 は、撮影レンズ 3 0 0 の射出瞳面と、撮像素子 1 4 の像面中央近傍に配置された画素 2 1 1 の光電変換部 3 1 1 a , 3 1 1 b との共役関係を説明する図である。撮像素子 1 4 内の光電変換部 3 1 1 a , 3 1 1 b と撮影レンズ 3 0 0 の射出瞳面は、オンチップマイクロレンズ 2 1 1 i によって共役関係となるように設計される。そして撮影レンズ 3 0 0 の射出瞳面は、光量調節用の虹彩絞りが設けられる面とほぼ一致するのが一般的である。

【 0 0 4 8 】

一方、本実施形態の撮影レンズ 3 0 0 は変倍機能を有したズームレンズである。ズームレンズには、変倍操作を行なうと、射出瞳の大きさや、像面から射出瞳までの距離（射出瞳距離）が変化するものがある。図 3 では、撮影レンズ 3 0 0 の焦点距離が広角端と望遠端の中央にある状態を示している。この状態における射出瞳距離  $Z_{ep}$  を標準値として、オンチップマイクロレンズの形状や、像高に応じた偏心パラメータの最適設計がなされる。

10

【 0 0 4 9 】

図 3 において、撮影レンズ 3 0 0 は、第 1 レンズ群 1 0 1、第 1 レンズ群を保持する鏡筒部材 1 0 1 b、第 3 レンズ群 1 0 5、および第 3 レンズ群を保持する鏡筒部材 1 0 5 b を有している。また、撮影レンズ 3 0 0 は、絞り 1 0 2 と、絞り開放時の開口径を規定する開口板 1 0 2 a、および絞り込み時の開口径を調節するための絞り羽根 1 0 2 b を有している。なお、図 3 において、撮影レンズ 3 0 0 を通過する光束の制限部材として作用する 1 0 1 b、1 0 2 a、1 0 2 b、1 0 5 b は、像面から観察した場合の光学的な虚像を示している。また、絞り 1 0 2 の近傍における合成開口を撮影レンズ 3 0 0 の射出瞳と定義し、射出瞳距離  $Z_{ep}$  を有している。

20

【 0 0 5 0 】

画素 2 1 1 の最下層には、光電変換部 3 1 1 a（図 3（A））もしくは光電変換部 3 1 1 b（図 3（B））もしくは光電変換部 3 1 1 c（不図示）が配置される。光電変換部 3 1 1 a ~ 3 1 1 c の上層には、配線層 2 1 1 e ~ 2 1 1 g、カラーフィルタ 2 1 1 h、及びオンチップマイクロレンズ 2 1 1 i が設けられる。光電変換部 3 1 1 a ~ 3 1 1 c は、オンチップマイクロレンズ 2 1 1 i によって撮影レンズ 3 0 0 の射出瞳面に投影される。換言すれば、射出瞳が、オンチップマイクロレンズ 2 1 1 i を介して、光電変換部 3 1 1 a ~ 3 1 1 c の表面に投影される。

30

【 0 0 5 1 】

図 3（C）は、射出瞳面上における、光電変換部 3 1 1 a、3 1 1 b の投影像  $EP1a$ 、 $EP1b$  を示している。なお、光電変換部 3 1 1 c に対する投影像  $EP1c$  は、 $EP1a$  と  $EP1b$  の和におおむね等しい。なお、本実施形態では、投影像  $EP1a$  を、第 1 の瞳領域と呼び、投影像  $EP1b$  を、第 2 の瞳領域と呼び、投影像  $EP1c$  を、第 3 の瞳領域と呼ぶ。

【 0 0 5 2 】

図 3（A）、（B）では、撮影レンズ 3 0 0 を通過する光束の最外部を L で示している。光束の最外部 L は絞りの開口板 1 0 2 a で規制されており、投影像  $EP1a$  及び  $EP1b$  は撮影レンズ 3 0 0 でケラレがほぼ発生していない。図 3（C）では、図 3（A）および図 3（B）における光束の最外部 L が射出面で形成する円 TL を示している。光電変換部 3 1 1 a、3 1 1 b の投影像  $EP1a$ 、 $EP1b$  の大部分が円 TL の内部に存在することからも、ケラレがほぼ発生していないことがわかる。光束の最外部 L は、絞りの開口板 1 0 2 a で規定されるため、 $TL = 1 0 2 a$  と言い換えることができる。この際、像面中央では各投影像  $EP1a$  ないし  $EP1b$  のケラレ状態は光軸に対して対称となり、各光電変換部 3 1 1 a 及び 3 1 1 b の受光量は等しい。このように、本実施形態の撮像素子 1 4 は撮影機能だけでなく、位相差検出方式の焦点検出に用いる信号を生成する装置としての機能も有している。

40

【 0 0 5 3 】

50

図4(a)は、撮影範囲400に設定された焦点検出領域401の例を示す図である。撮像素子14が有する画素の出力を用いた焦点検出を行う場合、コントラスト検出方式、位相差検出方式のいずれにおいても、焦点検出領域401に対応する撮像素子14の領域内に含まれる画素の出力を用いる。従って、焦点検出領域401は撮像素子14に設定されているとも言え、以下では説明及び理解を容易にするため、焦点検出領域401を撮像素子14の画素領域として説明する。

【0054】

ここでは、焦点検出領域401内の画素に、図2(A)に示したような規則で光電変換部311a~311cが設けられているものとする。画素の中央から水平(X軸)方向に偏倚した光電変換部311a, 311bを有する焦点検出用画素を用いるため、焦点検出領域401内の画像の水平方向のコントラスト差によって像信号の位相差を検出する。

10

【0055】

ここで検出される位相差は、1対の光束の進行角度の差によって発生し、単位デフォーカス量当たりの位相差は、1対の像信号を生成する光束の射出瞳面上の領域内の重心間隔と比例する。上述の通り、光電変換部311cに対する投影像EP1cは、投影像EP1aとEP1bの和に概ね等しい。従って、投影像EP1cの重心位置は、投影像EP1a, EP1bの1対の重心位置の中央に存在する。そのため、光電変換部311a, 311bから得られる1対の像信号(A像、B像)の位相差は、光電変換部311a(311b), 311cから得られた1対の像信号(A像(B像)、GA像(GB像))の位相差の約2倍となる。

20

【0056】

投影像EP1cはGA像とGB像に共通するため、GA像を生成する光束とGB像を生成する光束は射出面上での重心位置は等しい。従って、光電変換部311a, 311cの出力から得られるA像とGA像の位相差と、光電変換部311b, 311cの出力から得られるB像とGB像の位相差の和は、光電変換部311a, 311bの出力から得られるA像とB像の位相差と概ね等しくなる。

【0057】

図4(b)は、焦点検出領域401内に含まれる画素のうち、AF用の像信号の生成に用いられる画素を抜き出し、各画素の出力でどの像信号が生成されるかを示した図である。図4(b)においては、同種の像信号を生成する画素群(第1~第4の画素群)ごとに、i行上のj個目の画素を「像信号の種類」と(i, j)(ただしi, jは1~Nの整数)で示している。例えば、A像を生成する第1の画素群のうち、1行目で1個目の画素をA(1, 1)と表す。なお、図4(b)における光電変換部の色分けは、同種の像信号を生成する画素群を分かりやすくするためのものである。

30

【0058】

なお、図4(b)では、焦点検出領域401内の画素のうち、AF用信号の生成に用いられる画素が2行2N列分である場合を示したが、行数、列数はこれに限らない。行数は2行以上であればよく、列数についても一般的に位相差が検出できる範囲で適宜設定すればよい。なお、位相差が検出できない場合や精度が低いと判断される場合に、動的に列数を増やすようにしてもよい。

40

【0059】

次に、カメラ100における焦点調節動作について、図5に示すフローチャートを用いて説明する。なお、図5に示す処理は、メインミラー130とサブミラー131が光路外へ退避(ミラーアップ)した状態、より具体的にはライブビュー表示時(表示用動画撮影時)もしくは動画記録時(記録用動画撮影時)において実施される処理である。なお、ここでは撮像素子14の出力を用いた位相差検出方式の自動焦点検出を行うものとして説明するが、上述の通り、コントラスト検出方式の自動焦点検出を行うこともできる。

【0060】

S501でシステム制御部50は、SW1(62)や操作部70などの操作により、焦点検出開始指示が入力されたか判別し、入力されていると判別された場合に処理をS50

50

2へ進め、入力されていると判別されなければ待機する。なお、システム制御部50は、焦点検出開始指示の入力に限らず、ライブビュー表示や動画記録の開始をトリガとして処理をS502に進めてもよい。

【0061】

S502でシステム制御部50は、撮影レンズ300のレンズ枠情報やフォーカスレンズ位置などの各種レンズ情報を、インターフェース部38, 338およびコネクタ122, 322を介してレンズシステム制御部346から取得する。

【0062】

S503でシステム制御部50は、逐次読み出されているフレーム画像データの、焦点検出領域内の画素データから、AF用の像信号(A像、B像、GA像、GB像)を生成するように画像処理部20に指示する。AF用の像信号はAF部42へ送られ、焦点検出用画素と撮影用画素とで光電変換部の大きさが異なることによる信号レベルの差を補正する処理などが行われる。

10

【0063】

S504でAF部42は、A像とGA像、B像とGB像の2対の像信号に対して公知の相関演算などを適用して像のずれ量を算出し、デフォーカス量に変換する。この処理の詳細は、後述する。AF部42は、デフォーカス量をシステム制御部50に出力する。

【0064】

S505でシステム制御部50は、S504でAF部42から得られたデフォーカス量に基づき、撮影レンズ300のレンズ駆動量を算出する。

20

【0065】

S506でシステム制御部50は、インターフェース部38, 338、コネクタ122, 322を介して、レンズ駆動量および駆動方向の情報を撮影レンズ300のフォーカス制御部342に送信する。フォーカス制御部342は、受信したレンズ駆動量と駆動方向の情報に基づいて、フォーカスレンズを駆動する。これにより、撮影レンズ300の焦点調節が行われる。なお、図5の動作は次フレーム以降の動画データが読み出された際にも継続的に実施されてよい。

【0066】

次に、図5のS504でAF部42が行うデフォーカス量の算出処理について、図6に示すフローチャートを用いてさらに説明する。S5041で第1の算出手段としてのAF部42は、同じ画素行(m行目とする)から生成したA像とGA像の相関演算を行う。相関演算に用いる相関量COR1(k)は、例えば下記の式(1)で算出することができる。

30

【0067】

【数1】

$$COR1(k) = \sum_{i=1}^{N-1-2 \times Kmax} |A(m, i-k) - GA(m, i+k)| \quad (-kmax \leq k \leq kmax) \quad \dots (1)$$

【0068】

式(1)で用いる変数kは、相関演算時のシフト量で、-kmax以上kmax以下の整数である。AF部42は各シフト量kについての相関量COR1(k)を求めた後、A像とGA像の相関が最も高くなるシフト量k、すなわち、相関量COR1が最小となるシフト量kの値を求める。なお、相関量COR1(k)の算出時におけるシフト量kは整数とするが、相関量COR1(k)が最小となるシフト量kを求める場合には、デフォーカス量の精度を向上させるため、適宜補間処理を行いサブピクセル単位の値(実数値)を求める。

40

【0069】

本実施形態では、相関量COR1の差分値の符号が変化するシフト量dkを、相関量COR1(k)が最小となるシフト量kとして算出する。

【0070】

50

まず、A F 部 4 2 は、相関量の差分値 D C O R 1 を以下の式 ( 2 ) に従って算出する。

【 0 0 7 1 】

$$DCOR1(k)=COR1(k)-COR1(k-1) \quad \dots ( 2 )$$

そして、A F 部 4 2 は、相関量の差分値 D C O R 1 を用いて、差分量の符号が変化するシフト量  $d k 1$  を求める。差分量の符号が変化する直前の  $k$  の値を  $k 1$ 、符号が変化した  $k$  の値を  $k 2$  ( $k 2 = k 1 + 1$ ) とすると、A F 部 4 2 はシフト量  $d k 1$  を、以下の式 ( 3 ) に従って算出する。

【 0 0 7 2 】

$$dk1=k1+ |DCOR1(k1)| / |DCOR1(k1)-DCOR1(k2)| \quad \dots ( 3 )$$

以上のようにして第 1 の算出手段としての A F 部 4 2 は、A 像と G A 像の相関量が最大となるシフト量  $d k 1$  をサブピクセル単位で算出し、S 5 0 4 1 の処理を終える。なお、2 つの 1 次元像信号の位相差を算出する方法は、ここで説明したものに限らず、公知の任意の方法を用いることができる。

10

【 0 0 7 3 】

S 5 0 4 2 で第 2 の算出手段としての A F 部 4 2 は、同じ画素行 ( $m + 1$  行目) から生成した B 像と G B 像について、S 5 0 4 1 と同様の方法で、相関が最大となるシフト量  $d k 2$  を算出する。

【 0 0 7 4 】

ステップ S 5 0 4 3 では、2 つの相関演算結果であるシフト量  $d k 1$ 、 $d k 2$  の信頼性の算出を行う。相関演算結果の信頼性とは、2 像の信号の一致度であり、2 像の一致度が良好である場合、一般的に相関演算結果の信頼性が高い。そこで、2 像の一致度に対して閾値を設け、2 つの相関演算結果を得るために用いた像信号の 2 像の一致度の判定を行う。

20

【 0 0 7 5 】

ただし、相関演算結果の信頼性を判定するための指標は、2 像の一致度に限定されるものではない。例えば、特開 2 0 0 7 - 5 2 0 7 2 号公報に記載されている S レベルなどを指標として用いてもよい。S レベルは、算出の際に、2 像の一致度だけでなく、相関変化量やシャープネスなどを用いている。また、1 次コントラスト (隣接出力信号の差の絶対値和) や 2 次コントラスト (隣接出力信号の二乗和) などを用いてもよい。また、信頼性を判定するための指標としてシフト量と同義であるデフォーカス量を用いたり、デフォーカス量によって上述の 2 像の一致度などの評価値の閾値を変更したりしてもよい。これは、デフォーカス量が大きくなるにつれて、シフト量の信頼性が低下することによる。また、信頼性を判定するための指標として、被写体の移動や手振れと相関のある値を指標としてもよい。被写体の移動や手振れは、シフト量の信頼性を下げるため、利用することができる。

30

【 0 0 7 6 】

また、信頼性の判定の方法として、2 像の出力信号の飽和状態を用いてもよい。飽和を判定する出力レベルを設定し、飽和と判定される画素信号の数が、所定の閾値より多い画素群を用いて演算された焦点検出結果は信頼性が低いと判定する。

【 0 0 7 7 】

また、2 つの相関演算結果であるシフト量  $d k 1$ 、 $d k 2$  の信頼性を判定するに当たり、各々に異なる判定閾値を用いてもよい。焦点検出領域が、撮影範囲内の中心から離れた場所に配置される場合、第 1 の画素群と第 2 の画素群の受光する光量は、撮影光学系のケラレにより差が発生する。一般に受光量が少ない画素群から得られた信号は S / N が低下し、得られた信号出力を用いて行った相関演算結果の信頼性が低くなる。そのため、光量差の発生する条件となる焦点検出領域の位置、撮影光学系の F 値、射出瞳の光軸方向位置、光電変換部の投影像の光軸方向の位置などによって、2 つの焦点検出結果に対して、異なる閾値を設定すればよい。

40

【 0 0 7 8 】

次に、ステップ S 5 0 4 4 では、2 つの相関演算結果  $d k 1$ 、 $d k 2$  の信頼性が共に高

50

いか否かを判定する。共に信頼性が高いと判定された場合、ステップS5045に進み、2つの相関演算結果の差( $d_{k1} - d_{k2}$ )の絶対値が大きいか否かを判定する。ここで行う判定は、2対の信号出力(A像とGA像、B像とGB像)は、撮影範囲内で異なる位置であるため、異なる距離に存在する被写体に対して焦点検出を行う可能性がある。このような状況では、A像とGA像から得られる相関演算結果 $d_{k1}$ とB像とGB像から得られる相関演算結果 $d_{k2}$ は、互いに信頼性は高いが、相関演算結果の差の絶対値が大きくなる場合がある。ステップS5045では、このような場合に備えて、2つの相関演算結果の差の絶対値が大きいか否かを判定する。

【0079】

2つの相関演算結果の差が小さい場合は、ステップS5047に進み、ここまでで算出された2種のシフト量 $d_{k1}$ 、 $d_{k2}$ の和 $d_{k\_sum}$ を算出し、予め不揮発性メモリ56に記憶された感度を乗じることで、シフト量をデフォーカス量に換算する。デフォーカス量DEFの算出を終えると、デフォーカス量算出サブルーチンを終了する。

10

【0080】

一方で、ステップS5044で、2つの相関演算結果のうち少なくとも一方が信頼性が低いと判定された場合(S5044でNo)は、ステップS5046に進む。ステップS5046では、2つの相関演算結果のうち、片方の相関演算結果の信頼性が高いか否かを判定する。信頼性判定の方法や閾値の設定は、ステップS5044と同様に行えばよい。ステップS5046で、片方の相関演算結果の信頼性が高いと判定された場合(S5046でYes)とステップS5045で、2つの相関演算結果の差の絶対値が大きいと判定された場合(S5045でYes)には、ステップS5048に進む。

20

【0081】

ステップS5048では、2つの相関演算結果のうち、信頼性が高いと判定された一方の相関演算結果を用いて、デフォーカス量の算出を行う。相関演算結果として得られるシフト量 $d_{k1}$ は、第1の瞳領域を通過した光束の撮像素子上における重心位置と、第3の瞳領域を通過した光束の撮像素子上における重心位置の差と、概ね比例する。同様に、シフト量 $d_{k2}$ は、第2の瞳領域を通過した光束の撮像素子上における重心位置と第3の瞳領域を通過した光束の撮像素子上における重心位置の差と、概ね比例する。このことと図3で説明した内容から、シフト量 $d_{k1}$ と $d_{k2}$ は、略同程度の大きさとなる。そのため、一方の相関演算結果を用いてデフォーカス量を算出する場合には、シフト量 $d_{k1}$ もしくはシフト量 $d_{k2}$ のいずれかを2倍した後、予め不揮発性メモリ56に記憶された感度を乗じることでシフト量をデフォーカス量に換算する。

30

【0082】

一方のシフト量に対して乗じる係数は2倍に限らない。例えば、撮影レンズ300の射出瞳の光軸方向の位置と撮像素子の光電変換部の投影像の光軸方向の位置が大きく異なる場合には、上述したような2つのシフト量が同程度の大きさとならない。そのような場合には、予め不揮発性メモリ56に記憶する感度として、シフト量 $d_{k1}$ に用いるものとシフト量 $d_{k2}$ に用いるものを2種類用意すればよい。また、1種類の感度のみ記憶されている場合でも、2つのシフト量の比に基づいた値を1つのシフト量に乗じることにより、2つのシフト量の和に相当する値を算出すればよい。

40

【0083】

相関演算結果を1つのみ用いる場合は、相関演算結果を2つ用いる場合に比べて焦点検出結果の信頼性が下がる。一方で、一般に大きなデフォーカス量を検出する際には、焦点検出誤差も大きい。そのため、相関演算結果として算出されたシフト量の大きさによって、乗じる係数を変更してもよい。相関演算結果を1つのみ用いる場合には、焦点検出の信頼性が下がるため、シフト量が大きき場合には、2倍より小さい値を乗じて、算出されるデフォーカス量を小さめにしてもよい。これにより、焦点調節動作中に、合焦位置を通り過ぎることを防ぐことができ、迅速な焦点調節動作を行うことができる。

【0084】

また、信号の加算数によって、相関演算結果の信頼性を高めることも考えられる。相関

50

演算結果を1つのみ用いる場合には、2つ用いる場合に比べて、より多くの画素出力を用いて相関演算結果を算出してもよい。図4(b)では、2行2列の画素から得られた信号出力をAF用信号として用いる例を説明したが、より多くの焦点検出用画素が配置されている場合には、AF用信号として用いる行数を増やし、画素群ごとに出力信号の加算などを行ってもよい。また、時間的に異なるタイミングで得たAF用信号を、加算するなどして相関演算結果の信頼性を高めてもよい。

【0085】

次に、ステップS5046で両方の相関演算結果とも信頼性が低いと判定された場合(S5046でNo)には、ステップS5049に進み、焦点検出不能と判断し、デフォーカス量算出サブルーチンを終了する。

10

【0086】

本実施形態では、撮影光学系の射出瞳上の異なる領域を通る光束を光電変換し得られる信号であるA像とB像を、位相差検出方向と直交する方向に離れて配置している。そのため、A像とB像を生成する画素が、被写体である光学像をサンプリングする位置が異なり、2つの像の類似度は保証されない。上述のような2つの信号の位相差を相関量を算出することにより求める場合に、精度よく位相差の検出を行うためには、2つの信号は一致度が高い必要がある。本実施形態では、被写体である光学像上でA像と概ね同じ位置をサンプリングできるGA像を用いて、A像とGA像の位相差を算出する。さらに、同様にB像と概ね同じ位置をサンプリングできるGB像の位相差を算出する。そして、これら2つの位相差算出結果の和を用いて、A像とB像の位相差を高精度に算出することができる。

20

【0087】

そして、2つの位相差算出結果の信頼性が高く、結果の差が小さい場合には、2つの位相差算出結果を加えてA像とB像の位相差を算出するため、A像とGA像の位相差に対して、より大きな位相差を検出することとなる。そのため、位相差検出結果に含まれるノイズの影響を低減し、高精度な位相差検出を行うことができる。

【0088】

また、どちらか一方の位相差算出結果のみ信頼性が高い場合には、信頼性の高い結果を用いて焦点検出を行う。これにより、焦点検出不能となる頻度を減らすことができる。また、焦点検出に用いる方の位相差算出結果に対して、適切な処理を施すことにより、焦点検出精度を維持した焦点調節を行うことができる。

30

【0089】

このように構成することにより、A像の信号を得る画素(第1の画素群)とB像の信号を得る画素(第2の画素群)の配置の自由度を上げる、言い換えると、離れた位置に配置することができる。このことは、撮像用の信号を生成する際に補正しやすいAF用画素配置の実現につながり、高画質化を実現することができる。

【0090】

本実施形態では、A像とGA像から得られる相関量(第1の相関量)を用いて位相差 $d_{k1}$ (第1の位相差)を算出し、B像とGB像から得られる相関量(第2の相関量)を用いて位相差 $d_{k2}$ (第2の位相差)を算出した。これらの位相差 $d_{k1}$ と $d_{k2}$ の和を用いて、デフォーカス量を算出したが、デフォーカス量の算出方法は、これに限らない。例えば、A像とGA像から得られる相関量(第1の相関量)とB像とGB像から得られる相関量(第2の相関量)の和を算出し、2つの相関量の和から、上述と同様に、位相差を算出してもよい。この場合、A像とB像から検出される位相差の量は少なくなってしまうが、相関量の差分を大きくすることができるため、シフト量の検出精度が向上する。

40

【0091】

また、シフト量からデフォーカス量を算出する際に、位相差 $d_{k1}$ と $d_{k2}$ の和に対して、感度を乗じたが、予め不揮発性メモリ56に位相差 $d_{k1}$ 用の感度と位相差 $d_{k2}$ 用の感度を記憶しておいてもよい。感度情報の記憶容量は増えるが、より精度のよい焦点検出を行うことが可能となる。

【0092】

50

## (第2の実施形態)

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。第1の実施形態との主な違いは、撮像素子の画素配列である。第1の実施形態の撮像素子は、撮影用画素と2種類の焦点検出用画素とを配列し、1つの画素が1つの光電変換部を有する構成であった。本発明をこのような撮像素子を用いた撮像装置に適用した場合、焦点検出精度を向上できることは第1の実施形態で説明した。しかし、本発明は全画素に2つの光電変換部を設け、全画素からA像とB像の出力信号を得ることができる撮像素子を用いる撮像装置にも適用可能である。

## 【0093】

なお、第1の実施形態で説明した撮像装置の構成(図1)、焦点検出領域(図4(a))、焦点調節動作やデフォーカス量算出処理(図5、図6)に関しては、本実施形態においても共通するため、説明は省略する。

## 【0094】

本実施形態における撮像素子14の構成を、図7~図8を用いて説明する。なお、図7~図8において、図2~図3と同様の構成には同じ参照数字を付して重複する説明を省略する。

## 【0095】

図7(a)は図2(a)と同様に、本実施形態における撮像素子14に2次元配置された画素群のうち、縦(Y軸方向)6行と横(X軸方向)8列の範囲を、撮影レンズ300側から観察した状態を示している。ただし、本実施形態の撮像素子14では、カラーフィルタの配列はベイヤー配列通りである。つまり、第1の実施形態とは異なり、青の位置の画素にはすべて青のカラーフィルタが設けられている。本実施形態では、同じ画素からA(B)像とGA(GB)像が得られるため、フィルタの色を変更する必要がない。

## 【0096】

本実施形態では、すべての画素211は、X軸方向に2分割された光電変換部211a, 211bを有し、一方の光電変換領域の出力信号と、両方の光電変換領域の出力信号の和とを別個に読み出し可能に構成されている。そして、他方の光電変換領域の出力信号に相当する信号は、両方の光電変換領域の出力信号の和と一方の光電変換領域の出力信号との差分として得ることができる。分割された光電変換領域の出力信号は、後述する方法で位相差検出方式の焦点検出に用いることができるほか、1対の視差画像から構成される3D(3-Dimensional)画像の生成に用いることもできる。一方、両方の光電変換領域の出力信号の和は、通常の撮影用画素の出力信号として用いることができる。

## 【0097】

ここで、位相差検出方式の焦点検出に用いる像信号の生成について説明する。本実施形態においては、図7(a)のマイクロレンズ211iと、分割された光電変換部211a及び211bで、撮影レンズ300の射出瞳を分割する。そして、焦点検出領域内の同一画素行(X軸方向)に配置された複数の画素211における光電変換部211aの出力をつなぎ合わせて編成したものをA像、光電変換部211bの出力をつなぎ合わせて編成したものをB像とする。上述の通り、本実施形態の撮像素子は2つの光電変換領域の一方については出力を直接読み出すことができない。従って、直接読み出しできない光電変換領域の出力信号を必要とする像信号は、2つの光電変換領域の出力信号の和と、直接読み出しできる光電変換領域の出力信号との差分として得ることができる。

## 【0098】

また、本実施形態においてGA像とGB像は、A像とB像の生成に用いる画素から読み出される、2つの光電変換領域の出力信号の和から生成する。

## 【0099】

このように生成したA像とGA像の相対的な像ずれ量、B像とGB像の相対的な像ずれ量を相関演算により検出することで、焦点検出領域の焦点ずれ量、すなわちデフォーカス量を検出することができる。基本的な方法は第1の実施形態で説明したとおりである。

## 【0100】

10

20

30

40

50

以下、A像（第1の像信号）の生成に用いられる光電変換部211aが設けられた複数の画素を第1の画素群と呼び、B像（第2の像信号）の生成に用いられる光電変換部211bが設けられた複数の画素を第2の画素群と呼ぶ。本実施形態では、第1の画素群はGA像（第3の像信号）の生成にも用いられ、第2の画素群はGB像（第4の像信号）の生成にも用いられる。

【0101】

図7(b)は本実施形態の撮像素子14における読み出し回路の構成例を示す図である。撮像素子14は水平走査回路151と垂直走査回路153を有しており、各画素の境界には、水平走査ライン152a及び152bと、垂直走査ライン154a及び154bが配線されている。光電変換部の一方の出力と、両方の加算出力は、これらの走査ラインを介して外部に読み出される。

10

【0102】

本実施形態では、奇数行の画素からはA像とGA像の出力が読みだされ、偶数行の画素からはB像とGB像の出力が読みだされるものとする。

【0103】

図8は、撮影レンズ300の射出瞳面と、撮像素子14の像面中央近傍に配置された画素211の光電変換部211a, 211bとの共役関係を説明する図である。画素211内の光電変換部211a, 211bと撮影レンズ300の射出瞳面は、オンチップマイクロレンズ211iによって共役関係となるように設計される。本実施形態における構成は、各画素が図3(A)および(B)に示した構成の両方を有している点を除き、第1の実施形態と同様であるため、重複する説明は省略する。

20

【0104】

次に、本実施形態における、撮像素子14の出力を用いた位相差検出方式の焦点検出方法について説明する。本実施形態においても第1の実施形態と同様に、A像とGA像、B像とGB像の各々の組み合わせについて位相差を検出する。本実施形態では、奇数画素行からは光電変換部211a, 211bの出力の和であるGA像（撮影信号）と光電変換部211aの出力であるA像とを読み出す。また、偶数画素行からは光電変換部211a, 211bの出力の和であるGB像（撮影信号）と光電変換部211bの出力であるB像とを読み出す。

【0105】

奇数画素行におけるB像と、偶数画素行におけるA像はそれぞれ、GA像とA像の差とGB像とB像の差として算出することができるが、演算を伴うため、得られる信号のS/Nは直接読み出した場合よりも低下する。そのため、高精度の位相差検出を行うには、差分として求めた像信号を用いない方がよい。したがって、本実施形態では、読み出しが可能な一方の光電変換部の出力と、両方の光電変換部の出力和とを用いて位相差を検出する。

30

【0106】

第1の実施形態の場合と異なり、撮像信号とAF用の片方の像信号は、同じ画素から得られる。そのため、図4(c)に示すように、焦点検出領域401内に配置された2行N列の画素から、A像(A(i, j))、B像(B(i, j))、GA像(GA(i, j))およびGB像(GB(i, j))(1 ≤ i ≤ 2, 1 ≤ j ≤ N)を得ることができる。そして、第1の実施形態と同様に、A像とGA像、B像とGB像のそれぞれの組み合わせについて、シフト量dk1, dk2を求め、その和dk<sub>sum</sub>に基づいてデフォーカス量を求める。

40

【0107】

本実施形態によれば、各画素の光電変換領域が分割されている構成の撮像素子を用いた場合に、各光電変換領域の個別読み出しよりも処理負荷を軽減しながら、精度の良い位相差検出を行うことができ、焦点検出精度を向上させることができる。

【0108】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限

50

定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【0109】

(その他の実施形態)

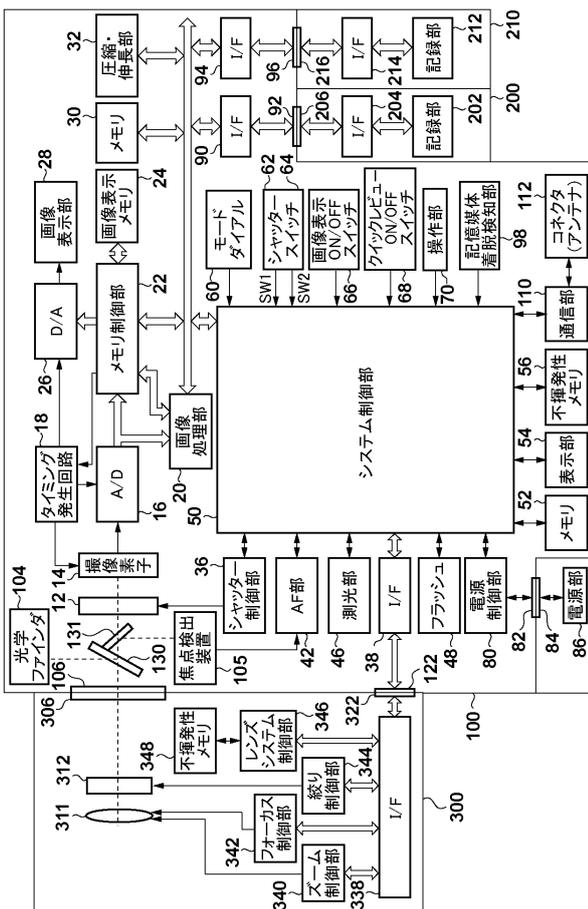
本発明は、上述の実施形態の1以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける1つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1以上の機能を実現する回路(例えば、ASIC)によっても実現可能である。

【符号の説明】

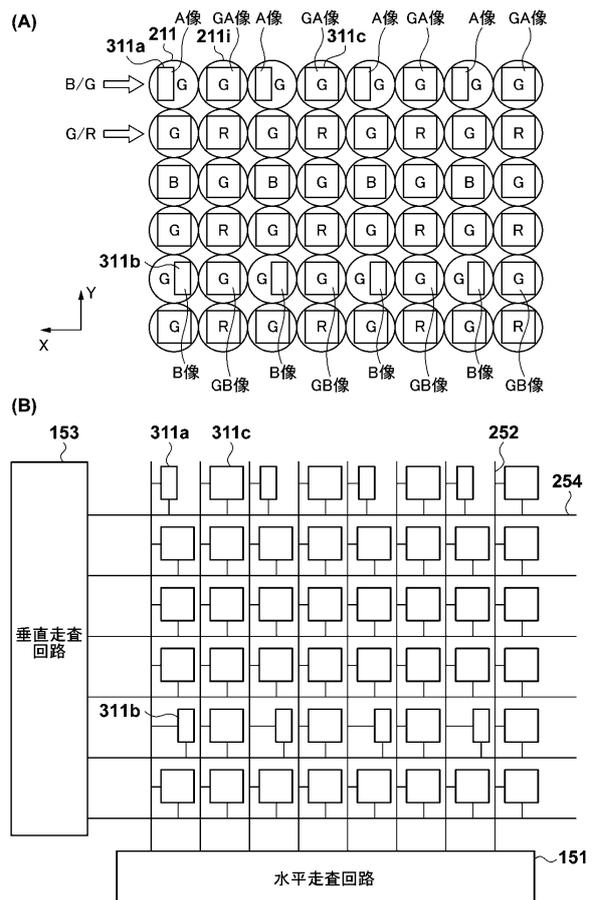
【0110】

14 : 撮像素子、20 : 画像処理部、42 : AF部、50 : システム制御部、100 : カメラ、300 : 撮影レンズ、346 : レンズシステム制御部

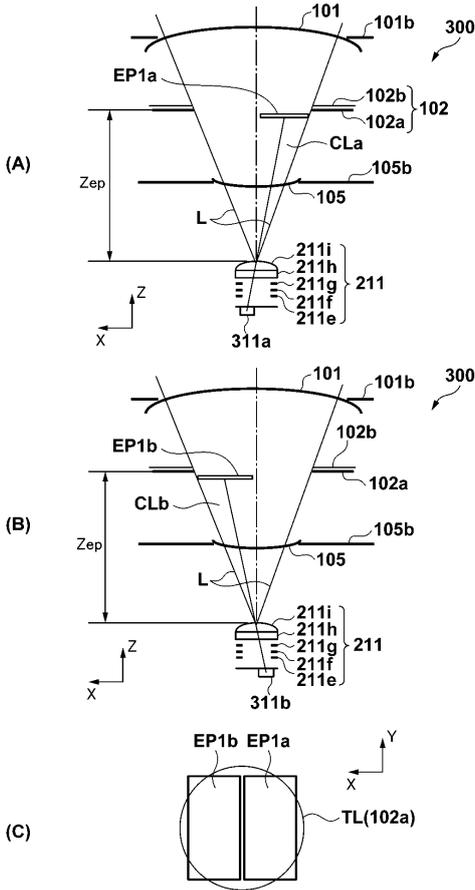
【図1】



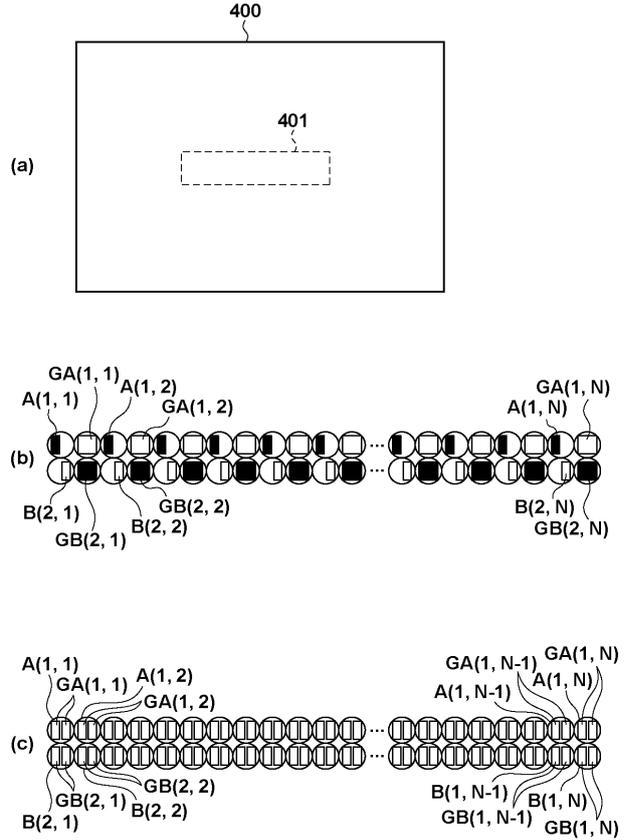
【図2】



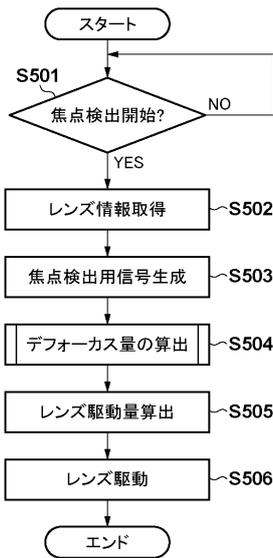
【 図 3 】



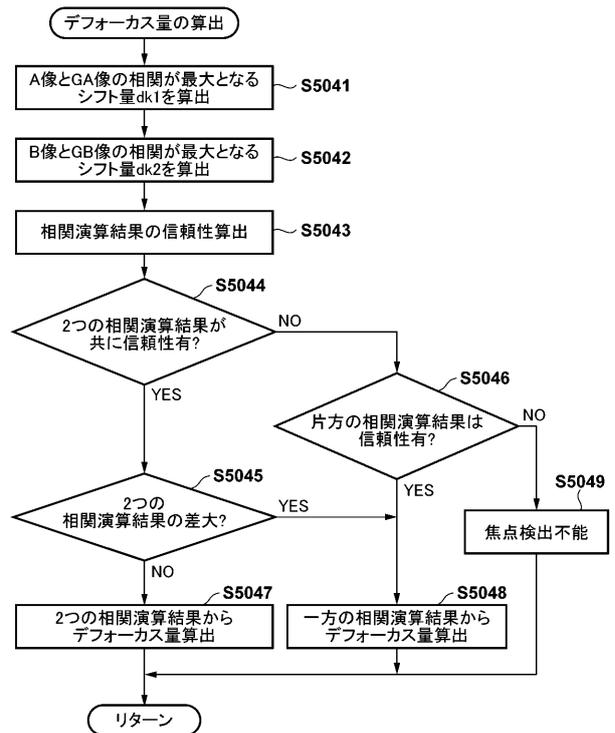
【 図 4 】



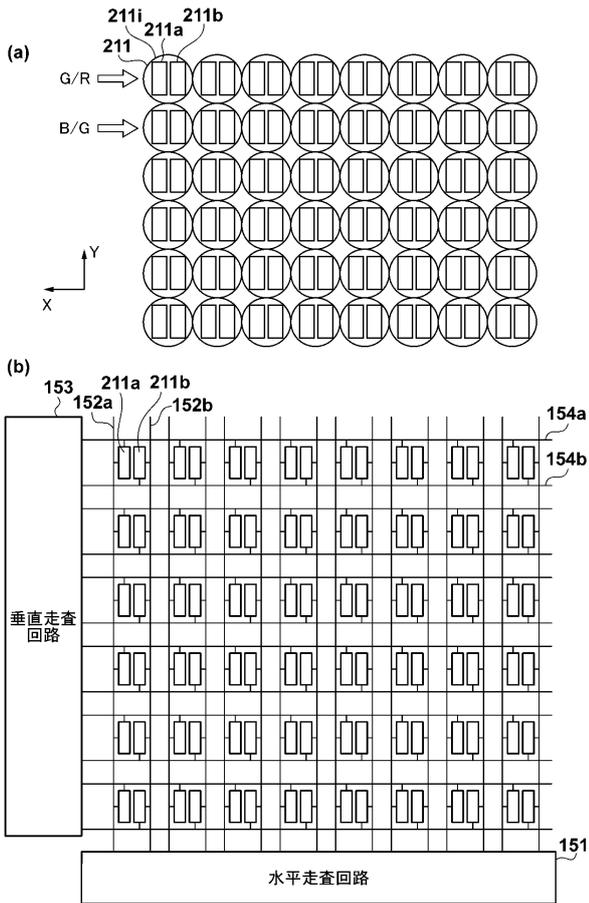
【 図 5 】



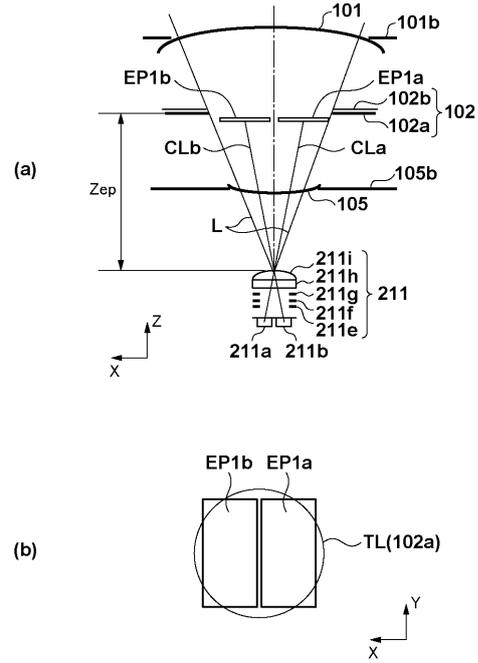
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 浜野 英之

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) 2H011 BA23 BB02 BB03

2H151 BA06 BA07 BA18 CB05 CB09 CB22 CB29 CE33

5C122 DA03 DA04 EA06 FB03 FC06 FD01 FD07 FD08 GA01 HA13

HA35 HA86 HA88 HB01 HB10