

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4564831号
(P4564831)

(45) 発行日 平成22年10月20日 (2010.10.20)

(24) 登録日 平成22年8月6日 (2010.8.6)

(51) Int. Cl.

F 1

G O 2 B 7/28 (2006.01)

G O 2 B 7/11 N

G O 3 B 13/36 (2006.01)

G O 2 B 7/11 Z

G O 2 B 7/36 (2006.01)

G O 3 B 3/00 A

H O 4 N 5/232 (2006.01)

G O 2 B 7/11 D

H O 4 N 101/00 (2006.01)

H O 4 N 5/232 H

請求項の数 7 (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-342099 (P2004-342099)
 (22) 出願日 平成16年11月26日 (2004.11.26)
 (65) 公開番号 特開2006-154065 (P2006-154065A)
 (43) 公開日 平成18年6月15日 (2006.6.15)
 審査請求日 平成19年11月26日 (2007.11.26)

(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 100090273
 弁理士 國分 孝悦
 (72) 発明者 山▲崎▼ 亮
 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

審査官 辻本 寛司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置及びその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光電変換部及びそれに対応するマイクロレンズをそれぞれに有する複数の画素部を備え、
 撮影光学系を通過した光を受ける撮像素子を有し、

前記複数の画素部は、マイクロレンズが光電変換部に対して第1の方向に偏心して形成された第1の画素部及びマイクロレンズが光電変換部に対して前記第1の方向と反対の第2の方向に偏心して形成された第2の画素部を含み、

前記第1及び第2の方向の偏心により、前記第1及び第2の画素部は、前記撮影光学系の射出瞳の状態を第1の開口径状態としている場合には、いずれも前記射出瞳を通過する全光束を受光し、前記撮影光学系の射出瞳の状態を前記第1の開口径状態よりも大きい第2の開口径状態としている場合には、互いに前記射出瞳の重心が相違する一部の領域を通過した光束をそれぞれ受光し、

前記撮影光学系の射出瞳の状態を前記第1の開口径状態としている場合には、前記第1及び第2の画素部の画像信号を用いて撮影画像を形成し、

前記撮影光学系の射出瞳の状態を前記第2の開口径状態としている場合には、前記第1及び第2の画素部の画像信号を用いて位相差方式による前記撮影光学系の焦点検出を行うことを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記複数の画素部は、前記第1及び第2の画素部の周囲に設けられ、前記撮影光学系の光軸を実質的に重心とする射出瞳を通過する光束を受光する撮像用画素部を更に含むこと

を特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 3】

前記第 1 及び第 2 の画素部は、前記撮影光学系の光軸から互いに反対方向にずれた位置を重心とする射出瞳を通過する光束を受光することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記第 1 及び第 2 の画素部は、前記撮影光学系の光軸から互いに反対方向にずれた位置を重心とする射出瞳を通過する光束を受光し、

前記撮像用画素部の一部において、前記第 1 及び第 2 の画素部に近づくものほど、前記射出瞳上の重心が前記撮影光学系の光軸からずれていることを特徴とする請求項 2 に記載の撮像装置。

10

【請求項 5】

前記第 1 及び第 2 の画素部の画像信号を用いて前記撮影光学系の焦点検出を行った後に、前記射出瞳の状態を第 2 の開口状態にして、コントラスト方式焦点検出を行うことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 6】

光電変換部及びそれに対応するマイクロレンズをそれぞれに有する複数の画素部を備え、撮影光学系を通過した光を受ける撮像素子を有し、

前記複数の画素部は、マイクロレンズが光電変換部に対して第 1 の方向に偏心して形成された第 1 の画素部及びマイクロレンズが光電変換部に対して前記第 1 の方向と反対の第 2 の方向に偏心して形成された第 2 の画素部を含み、

20

前記第 1 及び第 2 の方向の偏心により、前記第 1 及び第 2 の画素部は、前記撮影光学系の射出瞳の状態を第 1 の開口状態としている場合には、いずれも前記射出瞳を通過する全光束を受光し、前記撮影光学系の射出瞳の状態を前記第 1 の開口状態よりも大きい第 2 の開口状態としている場合には、互いに前記射出瞳の重心が相違する一部の領域を通過した光束をそれぞれ受光する撮像装置の制御方法であって、

前記撮影光学系の射出瞳の状態を前記第 2 の開口状態とさせて、前記第 1 及び第 2 の画素部の画像信号を用いて位相差方式による前記撮影光学系の焦点検出を行うステップと、

前記撮影光学系の射出瞳の状態を前記第 1 の開口状態とさせて、前記第 1 及び第 2 の画素部の画像信号を用いて撮影画像を形成するステップと、

30

を有することを特徴とする撮像装置の制御方法。

【請求項 7】

光電変換部及びそれに対応するマイクロレンズをそれぞれに有する複数の画素部を備え、撮影光学系を通過した光を受ける撮像素子を有し、

前記複数の画素部は、マイクロレンズが光電変換部に対して第 1 の方向に偏心して形成された第 1 の画素部及びマイクロレンズが光電変換部に対して前記第 1 の方向と反対の第 2 の方向に偏心して形成された第 2 の画素部を含み、

前記第 1 及び第 2 の方向の偏心により、前記第 1 及び第 2 の画素部は、前記撮影光学系の射出瞳の状態を第 1 の開口状態としている場合には、いずれも前記射出瞳を通過する全光束を受光し、前記撮影光学系の射出瞳の状態を前記第 1 の開口状態よりも大きい第 2 の開口状態としている場合には、互いに前記射出瞳の重心が相違する一部の領域を通過した光束をそれぞれ受光する撮像装置の制御をコンピュータに行わせるプログラムであって、コンピュータに、

40

前記撮影光学系の前記射出瞳の状態を前記第 2 の開口状態とさせて、前記第 1 及び第 2 の画素部の画像信号を用いて位相差方式による前記撮影光学系の焦点検出を行う手順と、

前記撮影光学系の前記射出瞳の状態を前記第 1 の開口状態とさせて、前記第 1 及び第 2 の画素部の画像信号を用いて撮影画像を形成する手順と、

を実行させることを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、撮影光学系焦点調節機能を備えたデジタルカメラ、ビデオカメラ、銀塩カメラ等の撮像装置及びその制御方法に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

従来、デジタルカメラなどにおける撮影光学系の焦点検出では撮像素子を利用したコントラスト検出方式の焦点検出が行われている。一般に、このようなコントラスト検出方式の焦点検出においては、撮影光学系の光軸上位置を僅かに移動させながらコントラスト評価値の極値を求めていくために、合焦するまでの焦点調節にかなりの時間を要するという問題がある。

10

【 0 0 0 3 】

そこで、一眼レフカメラなどにおいては位相差方式焦点検出を用いている。位相差方式焦点検出では撮影光学系のデフォーカス量を求めることができるので、コントラスト検出方式に比べて合焦するまでの時間を大幅に短縮することができるという利点がある。

【 0 0 0 4 】

このような一眼レフカメラにおいては、ハーフミラーや反射ミラーを用いて撮影光束を分岐させ焦点検出ユニットに導くことで焦点検出が行われる。そして、撮影時には、これらの光学系が退避する周知のクイックリターンミラー機構により撮影動作が行われる。ところが、このようなカメラでは焦点検出ユニットをミラーボックス下面などに設ける必要があるため、カメラが大型化してしまう。また、撮像面と異なる位置で焦点検出を行うため、製造誤差や環境変化に伴い焦点検出精度が低下するといった問題もある。

20

【 0 0 0 5 】

そこで、近年撮像面において位相差方式の焦点検出を行う撮像装置が提案されている。例えば、特許文献 1（特開 2 0 0 0 - 1 5 6 8 2 3 号公報）に記載されている撮像装置においては、撮像面に配置される撮像素子の画素部の一部を焦点検出用に構成することで撮像面における位相差方式焦点検出を実現している。

【 0 0 0 6 】

図 1 8 は、特許文献 1 に記載された焦点検出用の画素部の配列を示す図である。R、G、B は各画素部に形成されるカラーフィルタの色に対応し、2 行 × 2 列の 4 画素を 1 周期としたベイア配列となっている。そして、一部の行に画素部 S 1 及び S 2 が並んで配置され、これが焦点検出用の画素部として機能する。

30

【 0 0 0 7 】

ここで、画素部 S 1 及び S 2 の構成について説明する。図 1 9 は、焦点検出用画素部 S 1 の構造を示す図である。図 1 9（a）は上部からみた図であり、図 1 9（b）は（a）中の I - I 線に沿った断面図である。この画素部 S 1 では、光電変換層 5 上に、平滑層 4、遮光層 3 及び平滑層 2 が順次積層され、その上にマイクロレンズ 1 が設けられている。従って、フィルタ層は設けられていない。また、遮光層 3 には、画素の光電変換エリアの中心部から一方に偏った（偏心した）開口部が形成されている。画素部 S 2 の構成は、図 1 9 に示す構成の左右を反転させたものである。

40

【 0 0 0 8 】

従って、画素部 S 1 及び S 2 は、マイクロレンズ 1 の光学パワーと遮光層 3 の開口部により、互いに撮影光学系射出瞳の異なる領域を通過した光束を受光することとなる。そして、行方向に並んだ複数の画素部 S 1 による画像信号と、同じく行方向に並んだ複数の画素部 S 2 による画像信号を取り出し、行方向の画像信号を連結した像信号をそれぞれ形成すると、撮影光学系のデフォーカスに伴う像信号の位相差を観測できる。この位相差を相関演算手段等を用いて検出し、位相差から撮影光学系のデフォーカス量を推定することにより焦点調節が行われる。なお、このような原理における位相差方式焦点検出については、特許文献 2（米国特許第 4 4 1 0 8 0 4 号明細書）等の開示されている。

【 0 0 0 9 】

また、特許文献 1 に記載の方法では、撮像時には、画素部 S 1 及び S 2 における画像信

50

号を周辺の画素部から補間して形成している。画素部 S 1 及び S 2 は離散的に設けられているため、補間演算にて撮影画像を形成できるのである。このように、従来、撮像素子における撮像と位相差方式焦点検出の両立とを実現し、所期の目的を達成している。

【 0 0 1 0 】

しかしながら、上記従来例においては以下のような問題がある。

(1) 焦点検出用の画素部では撮像時の画像信号が形成されないので画質の劣化が生じる。

(2) 特に、通常の画素部と焦点検出用画素部との境界での画質の差が際立ってしまう。

(3) 更に、撮影画面中の複数の位置に焦点検出領域を設定すると、画質の劣化する部分が增加してしまう。

【 0 0 1 1 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 0 - 1 5 6 8 2 3 号公報

【特許文献 2】米国特許第 4 4 1 0 8 0 4 号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 2 】

本発明は、撮像素子を用いた高速な位相差方式焦点検出と画質の劣化の少ない撮像とを両立することができる撮像装置及びその制御方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 3 】

本願発明者は、前記課題を解決すべく鋭意検討を重ねた結果、以下に示す発明の諸態様に想到した。

【 0 0 1 4 】

本発明に係る撮像装置は、光電変換部及びそれに対応するマイクロレンズをそれぞれに有する複数の画素部を備え、撮影光学系を通過した光を受ける撮像素子を有し、前記複数の画素部は、マイクロレンズが光電変換部に対して第 1 の方向に偏心して形成された第 1 の画素部及びマイクロレンズが光電変換部に対して前記第 1 の方向と反対の第 2 の方向に偏心して形成された第 2 の画素部を含み、前記第 1 及び第 2 の方向の偏心により、前記第 1 及び第 2 の画素部は、前記撮影光学系の射出瞳の状態を第 1 の開口状態としている場合には、いずれも前記射出瞳を通過する全光束を受光し、前記撮影光学系の射出瞳の状態を前記第 1 の開口状態よりも大きい第 2 の開口状態としている場合には、互いに前記射出瞳の重心が相違する一部の領域を通過した光束をそれぞれ受光し、前記撮影光学系の射出瞳の状態を前記第 1 の開口状態としている場合には、前記第 1 及び第 2 の画素部の画像信号を用いて撮影画像を形成し、前記撮影光学系の射出瞳の状態を前記第 2 の開口状態としている場合には、前記第 1 及び第 2 の画素部の画像信号を用いて位相差方式による前記撮影光学系の焦点検出を行うことを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

本発明に係る撮像装置の制御方法は、光電変換部及びそれに対応するマイクロレンズをそれぞれに有する複数の画素部を備え、撮影光学系を通過した光を受ける撮像素子を有し、前記複数の画素部は、マイクロレンズが光電変換部に対して第 1 の方向に偏心して形成された第 1 の画素部及びマイクロレンズが光電変換部に対して前記第 1 の方向と反対の第 2 の方向に偏心して形成された第 2 の画素部を含み、前記第 1 及び第 2 の方向の偏心により、前記第 1 及び第 2 の画素部は、前記撮影光学系の射出瞳の状態を第 1 の開口状態としている場合には、いずれも前記射出瞳を通過する全光束を受光し、前記撮影光学系の射出瞳の状態を前記第 1 の開口状態よりも大きい第 2 の開口状態としている場合には、互いに前記射出瞳の重心が相違する一部の領域を通過した光束をそれぞれ受光する撮像装置の制御方法であって、前記撮影光学系の射出瞳の状態を前記第 2 の開口状態とさせて、前記第 1 及び第 2 の画素部の画像信号を用いて位相差方式による前記撮影光学系の焦点検出を行うステップと、前記撮影光学系の射出瞳の状態を前記第 1 の開口状態とさせて、前記第 1

及び第２の画素部の画像信号を用いて撮影画像を形成するステップと、を有することを特徴とする。

【００１６】

本発明に係るプログラムは、光電変換部及びそれに対応するマイクロレンズをそれぞれに有する複数の画素部を備え、撮影光学系を通過した光を受ける撮像素子を有し、前記複数の画素部は、マイクロレンズが光電変換部に対して第１の方向に偏心して形成された第１の画素部及びマイクロレンズが光電変換部に対して前記第１の方向と反対の第２の方向に偏心して形成された第２の画素部を含み、前記第１及び第２の方向の偏心により、前記第１及び第２の画素部は、前記撮影光学系の射出瞳の状態を第１の開口状態としている場合には、いずれも前記射出瞳を通過する全光束を受光し、前記撮影光学系の射出瞳の状態を前記第１の開口状態よりも大きい第２の開口状態としている場合には、互いに前記射出瞳の重心が相違する一部の領域を通過した光束をそれぞれ受光する撮像装置の制御をコンピュータに行わせるプログラムであって、コンピュータに、前記撮影光学系の前記射出瞳の状態を前記第２の開口状態とさせて、前記第１及び第２の画素部の画像信号を用いて位相差方式による前記撮影光学系の焦点検出を行う手順と、前記撮影光学系の前記射出瞳の状態を前記第１の開口状態とさせて、前記第１及び第２の画素部の画像信号を用いて撮影画像を形成する手順と、を実行させることを特徴とする。

10

【発明の効果】

【００１７】

本発明によれば、画質の劣化を抑制しながら撮像素子を用いた位相差方式焦点検出を行うことができる。また、第１及び第２の画素部の周囲に撮像用画素部を設け、この撮像用画素部の射出瞳上の重心を適切に調節すれば、第１及び第２の画素部と撮像用画素部との境界近傍における画質の差をより一層緩和することができる。従って、複数の位置に焦点検出領域を設定しても画質の劣化を抑制することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【００１８】

以下、本発明の実施形態について添付の図面を参照して具体的に説明する。

【００１９】

（第１の実施形態）

先ず、本発明の第１の実施形態について説明する。図１は、本発明の第１の実施形態に係る撮像装置の構成を示すブロック図である。

30

【００２０】

図１に示すように、第１の実施形態には、撮影光学系１０１、その光軸Ｌ上に配置された撮像素子１０３、及び、これらの間に配置され、撮像素子１０３に導かれる光量を制御する絞り１０２が設けられている。また、撮像素子１０３で得られた画像信号を処理する演算処理部１２０が設けられている。演算処理部１２０には、種々の動作プログラムを格納するＲＯＭ部、データを一時的に保管するＲＡＭ部、演算処理を行うＣＰＵ部、画像処理をおこなう画像処理部等（いずれも図示せず）が設けられている。更に、演算処理部１２０には、撮影光学系１０１のフォーカスレンズを駆動するレンズ駆動部１２１、及び絞り１０２の開口形状を駆動制御する絞り駆動部１２２が接続されている。また、演算処理部１２０には、画像を保存する記録媒体１２３用のインタフェース（図示せず）も接続されている。更に、演算処理部１２０には、撮影者のリリース動作によりオン／オフする焦点検出用スイッチＳＷ１及び撮像用ＳＷ２が接続されている。なお、撮影光学系１０１は複数のレンズ群で構成され、絞り１０２もこれらのレンズ群間に配置されるが、図１では、これらを簡略化して示す。

40

【００２１】

また、詳細は後述するが、本実施形態では、絞り１０２の開口状態が２種類に設定可能となっている。一方は、撮像用の開口状態であり、他方は焦点検出用の開口状態である。撮像用の開口状態では、最大開口時の開口形状が実質的に真円となり、焦点検出用の開口状態では、開口形状が水平方向の軸が長い楕円となる。

50

【 0 0 2 2 】

次に、撮像素子 1 0 3 の構成について説明する。図 2 は、第 1 の実施形態において撮影光学系 1 0 1 側から見たときの撮像素子 1 0 3 の構成を示す平面図である。撮像素子 1 0 3 には、撮像に使用される撮像用画素部 1 0 4 a、並びに、撮像だけでなく焦点検出にも使用される第 1 の画素部 1 0 4 b 及び第 2 の画素部 1 0 4 c が配列されている。各画素部に付された R (赤)、G (緑)、B (青) は、各画素部の上部に形成されたカラーフィルタの色を示しており、2 行 × 2 列の R、G、G、B の規則性で配列されたベイア配列となっている。なお、画素部 1 0 4 b 及び 1 0 4 c については、夫々、複数の画素部が互いに隣接して 1 つの領域を構成しており、これらの 2 つの領域が、後述のように焦点検出領域として機能する。なお、図 2 には、簡略化のために画素部 1 0 4 b 及び 1 0 4 c を 1 行ずつ示してあるが、画素部 1 0 4 b 及び 1 0 4 c は複数行ずつ設けられている。

10

【 0 0 2 3 】

なお、実際の撮像素子 1 0 3 は、例えば数百万の画素で構成されるが、図 2 では、簡略化のため少ない画素を示してあり、更にカラーフィルタの R、G、B の表記についても、一部の画素のみに表記してある。

【 0 0 2 4 】

次に、撮像用画素部 1 0 4 a の光学作用について説明する。図 3 は、図 2 中の一点鎖線 I - I 線に沿った断面図である。図 3 には、撮像用画素部 1 0 4 a と撮像用の開口状態における最大の射出瞳との光学関係も示す。

【 0 0 2 5 】

光軸 L 付近の撮像用画素部 1 0 4 a - 1 の最上部にはオンチップマイクロレンズ 1 0 6 が形成され、その下側に光電変換部 1 0 7 が形成されている。マイクロレンズ 1 0 6 と光電変換部 1 0 7 との間には、図 2 において R、G、B で示したカラーフィルタ層 1 0 8 が形成されている。I - I 線を含む画素部 1 0 4 a には、G 又は B のカラーフィルタが存在する。更に、撮像用画素部 1 0 4 a - 1 には、配線層及び遮光層等 (いずれも図示せず) が形成されている。

20

【 0 0 2 6 】

また、図 3 中の射出瞳 1 0 5 は、撮影光学系 1 0 1 の射出側の光束通過領域を示す射出瞳であり、また、撮像用の開口状態において最大の射出瞳でもある。従って、射出瞳 1 0 5 に対応する絞り 1 0 2 は、撮像時の開放 F ナンバーに相当する。また、撮像用の開口状態では、絞り 1 0 2 の開口径は、射出瞳 1 0 5 に相当する開口径以下となる。このため、絞り 1 0 2 の開放 F ナンバーより暗い光束が受光可能となっている。

30

【 0 0 2 7 】

このように構成された撮像用画素部 1 0 4 a - 1 では、マイクロレンズ 1 0 6 による集光作用により、光電変換部 1 0 7 は光束 1 0 9 a を受光する。光束 1 0 9 a は、射出瞳 1 0 5 を含むように形成され、撮影光学系 1 0 1 を通過した光束が光電変換部 1 0 7 に導かれる。

【 0 0 2 8 】

一方、光軸 L から外れた撮像用画素部 1 0 4 a - 2 にも、同様にマイクロレンズ 1 0 6 及び光電変換部 1 0 7 が設けられている。但し、マイクロレンズ 1 0 6 は、光電変換部 1 0 7 に対して光軸 L 側に偏心して形成されている。この偏心は、例えば、図 3 に示すように、射出瞳 1 0 5 の中心点 D と、マイクロレンズ 1 0 6 を球と仮定したとき球の中心点 E と、光電変換部 1 0 7 の中心点 F とが、1 直線上に並ぶように配置することにより、実現することができる。マイクロレンズ 1 0 6 と光電変換部 1 0 7 との間に存在する各層の屈折率が一律であると仮定すると、球の中心点 E を通過する光線は屈折しないため、光軸 L から外れた撮像用画素部 1 0 4 a - 2 においても、光電変換部 1 0 7 がおおよそ射出瞳 1 0 5 を通過した光束 1 0 9 b を受光することが可能である。なお、マイクロレンズ 1 0 6 と光電変換部 1 0 7 との間の各層の屈折率が一律でない場合には、そのことを考慮することが好ましい。

40

【 0 0 2 9 】

50

従って、本実施形態では、マイクロレンズ 106 の偏心量は光電変換部 107 の像高（光軸 L からの距離）に応じて増加するように設定されている。

【0030】

なお、図 2 に示すような水平断面のみならず垂直断面においても同様である。また、対角方向については、このような偏心の設定はされていないが、結果として水平方向及び垂直方向の合成偏心とほぼ一致する。このため、撮像素子 103 の全撮像用画素部 104a が射出瞳 105 を通過した光束を受光することが可能である。そして、この射出瞳 105 は前述したように撮影時の絞り 102 の開放 F ナンバーに相当するため、開放 F ナンバーより暗い光束の受光が可能である。

【0031】

次に、撮像及び焦点検出兼用画素部である第 1 の画素部 104b における光学作用について説明する。図 4 は、図 2 中の一点鎖線 II-II に沿った断面図である。但し、II-II 線に沿った断面には、撮像用画素部 104a も存在するが、図 4 には、画素部 104b が存在する領域のみを示す。また、図 4 には、第 1 の画素部 104b と撮像用の開口状態における最大の射出瞳との光学関係も示す。

【0032】

第 1 の画素部 104b に関しては、光軸 L 付近の画素部 104b-1、及び光軸 L から外れた画素部 104b-2 のいずれにおいても、最上部にオンチップマイクロレンズ 106 が形成され、その下側に光電変換部 107 が形成されている。マイクロレンズ 106 と光電変換部 7 との間には、カラーフィルタ層 108 が形成されている。II-II 線を含む断面においては R 又は G のカラーフィルタが存在する。更に、画素部 104b-1 及び 104b-2 には、配線層及び遮光層等（いずれも図示せず）が形成されている。なお、上述のように、画素部 104b は複数行ずつ設けられている。そして、隣り合う 2 行間ではカラーフィルタの配列が相違している。

【0033】

但し、画素部 104b-1 及び 104b-2 では、図 3 中の射出瞳 105 の中心点 D を右方へシフトさせ、図 4 中の点 G としている。従って、点 G と、マイクロレンズ 106 を球と仮定したとき球の中心点と、光電変換部 107 の中心点とが、1 直線上に並ぶように配置されている。このため、マイクロレンズ 106 は、光電変換部 107 に対して右側に偏心して形成されている。

【0034】

このように構成された画素部 104b-1 及び 104b-2 では、マイクロレンズ 106 による集光作用と、マイクロレンズ 106 と光電変換部 107 の偏心とにより、夫々、射出瞳 105 を通過する光束 110a 及び 110b を受光する。但し、光束 110a 及び 110b は、点 G を中心とした光束であり、また、撮像用画素部 104a に入射する光束 109a 及び 109b に比べて、射出瞳 105 の右方にシフトした光束である。なお、光束 110a 及び 110b は、いずれも射出瞳 105 を包含しているため、絞り 102 の開放 F ナンバーより暗い光束については、図 3 の画素部 104a と同様に受光可能である。

【0035】

次に、第 1 の画素部 104b と同様に撮像及び焦点検出兼用画素部である第 2 の画素部 104c における光学作用について説明する。図 5 は、図 2 中の一点鎖線 III-III に沿った断面図である。但し、III-III 線に沿った断面には、撮像用画素部 104a も存在するが、図 5 には、画素部 104c が存在する領域のみを示す。また、図 5 には、第 2 の画素部 104c と撮像用の開口状態における最大の射出瞳との光学関係も示す。

【0036】

第 2 の画素部 104c に関しても、光軸 L 付近の画素部 104c-1、及び光軸 L から外れた画素部 104c-2 のいずれにおいても、最上部にオンチップマイクロレンズ 106 が形成され、その下側に光電変換部 107 が形成されている。マイクロレンズ 106 と光電変換部 7 との間には、カラーフィルタ層 108 が形成されている。III-III 線を含む断面においては G 又は B のカラーフィルタが存在する。更に、画素部 104c-1

10

20

30

40

50

及び 104c - 2 には、配線層及び遮光層等（いずれも図示せず）が形成されている。なお、上述のように、画素部 104c は複数行ずつ設けられている。そして、隣り合う 2 行間ではカラーフィルタの配列が相違している。

【0037】

但し、画素部 104c - 1 及び 104cb - 2 では、図 3 中の射出瞳 105 の中心点 D を左方へシフトさせ、図 4 中の点 H としている。従って、点 H と、マイクロレンズ 106 を球と仮定したとき球の中心点と、光電変換部 107 の中心点とが、1 直線上に並ぶように配置されている。このため、マイクロレンズ 106 は、光電変換部 107 に対して左側に偏心して形成されている。

【0038】

このように構成された画素部 104c - 1 及び 104c - 2 では、マイクロレンズ 106 による集光作用と、マイクロレンズ 106 と光電変換部 107 の偏心とにより、夫々、射出瞳 105 を通過する光束 111a 及び 111b を受光する。但し、光束 111a 及び 111b は、点 H を中心とした光束であり、また、撮像用画素部 104a に入射する光束 109a 及び 109b に比べて、射出瞳 105 の左方にシフトした光束である。従って、下方へシフトしながらも、画素部 104b と同様に、絞り 102 の開放 F ナンバーより暗い光束については受光可能である。このとき、画素部 104b とは逆に、射出瞳 105 の左方へシフトした領域を受光する。

【0039】

ところで、図 4 又は図 5 において、右方又は左方へシフトした領域を受光するのは、第 1 の画素部 104b 又は第 2 の画素部 104c であり、撮像用画素部 104a は、これらの断面においても図 3 のような光束を受光するようになっている。図 6 は、図 2 中の I I - I I 線に沿った断面図である。図 6 には、撮像用画素部 104a が存在する領域と画素部 104b が存在する領域との境界近傍を示す。

【0040】

図 6 において、右端から 3 番目までの画素部が撮像用画素部 104a で、その他の画素部は第 1 の画素部 104b である。また、図 6 中の直線 112a、112b、112c 及び 112d は、各光電変換部 107 の中心点及び各マイクロレンズ 106 の球中心点を通過する直線である。ここで、複数の第 1 の画素部 104b のうちで、撮像用画素部 104a に最も近い画素部に注目すると、その光電変換部 107 の中心点及びマイクロレンズ 106 の球中心点を通過する直線 112a は、射出瞳 105 と点 G で交わる。そして、その 1 つ右方の画素部、即ち複数の撮像用画素部 104a のうちで画素部 104b に最も近い画素部では、直線 112b は射出瞳 105 と点 I で交わる。同様に、もう 1 つ右方の画素部では直線 112c が点 J で交わり、更に 1 つ右方の画素部では直線 112d が点 D で交わる。即ち、第 1 の画素部 104b と撮像用画素部 104a との境界付近においては、全ての撮像用画素部 104a において、光電変換部 107 の中心点とマイクロレンズ 106 球中心点とを結ぶ直線が点 D を通過するのではなく、撮像用画素部 104a の射出瞳 105 上における受光光束の中心点が点 G から点 D へと徐々に戻るよう構成されている。

【0041】

仮に、マイクロレンズ 106 の並びピッチを急激に変化させると、撮像用画素部 104a と第 1 の画素部 104b との境界部においてマイクロレンズ 106 のピッチが急激に小さくなるため、製造上、ピッチ変更箇所付近のマイクロレンズ 106 の形状が安定しない。このため、互いに隣接するマイクロレンズが結合してしまい、製造歩留まりが低下してしまう。これに対し、本実施形態のように、徐々にピッチを変化させると、このような不具合が発生しない。また、形状が安定したマイクロレンズ 106 を製造することができたとしても、境界部の画素部において出力信号に段差が生じる虞がある。これは、射出瞳 105 上における画素部の受光領域において感度分布が存在するからである。これに対し、本実施形態のように、徐々にピッチを変化させると、段差を滑らかにすることが可能となり、撮影画像においてはほとんど目立たないため、画質を劣化させることがない。

【0042】

10

20

30

40

50

なお、点Gから点Dへの戻し量の変化率は、上記製造歩留まり、感度分布、点Gと点Dとの間の距離等に応じて便宜設定すればよい。本実施形態では、戻し変化量が一律である1次関数、即ち各点間距離が等しくなるように設定してある。また、点Gから点Dへ戻すために数画素を用いているが、これは図を簡略化するためであり、実際にはより多数の画素を用いてより緩やかに変化させることが好ましい。

【0043】

また、本実施形態では、III-III線に沿った断面においても、撮像用画素部104aと第1の画素部104cとの境界部において、同様に点Hから点Dに向けてマイクロレンズ106の並びピッチを徐々に戻す構成としている。更に、撮像用画素部104aについては、水平方向だけでなく垂直方向についても同様に徐々に戻す構成を採用している。

10

【0044】

ところで、第1の画素部104bと第2の画素部104cの図2における垂直方向の断面においては、図3の撮像用画素部104aの構成と同様に、常に射出瞳105の中心点Dを受光光束の中心とするようにマイクロレンズの偏心量が設定してある。従って、画素部104b及び104cは、図1において紙面垂直方向にのみ互いにずれた射出瞳105上の領域を受光することとなる。

【0045】

図7は、第1の実施形態における撮像用の開口状態における撮像素子103側から見た射出瞳105及び射出瞳105上における受光範囲を示す図である。図7に示すように、撮像用の開口状態における最大の射出瞳105は略円形となっている。受光範囲113aが撮像用画素部104aの射出瞳105における受光範囲であり、射出瞳105の中心点と受光範囲113aの中心点は一致している。また、受光範囲113bが第1の画素部104bの受光範囲であり、受光範囲113cが第2の画素部104cの受光範囲であり、双方とも射出瞳105を含みながら互いに水平方向にのみずれた範囲となっている。従って、これらの画素部104a、104b及び104cは、いずれも射出瞳105の全領域を通過した光束を受光するため、撮像が可能となっている。

20

【0046】

一方、図8は、第1の実施形態における焦点検出用の開口状態における撮像素子103側から見た射出瞳及びこの射出瞳上における受光範囲を示す図である。図8に示すように、焦点検出用の開口状態における射出瞳114は、射出瞳105を水平方向にのみ拡大した楕円形状となっている。受光範囲113b及び113cは、図7と同様に、夫々画素部104b及び画素部104cの受光範囲を示す。

30

【0047】

このように、焦点検出用の開口状態では、射出瞳114が楕円形となっているため、受光範囲113b、113cにおいて射出瞳114を通過する全光束が受光されるのではなく、互いに水平方向にずれた一部の光束のみが受光されることになる。即ち、第1の画素部104b及び第2の画素部104cが互いに異なる射出瞳領域を通過した光束を受光することとなる。このとき、第1の画素部104b、第2の104cによる射出瞳114の瞳分離方向は図8中の矢印Kが示す方向であり、撮影光学系101のデフォーカスに伴う像の位相ずれも矢印Kが示す方向、即ち水平方向となる。従って、図2に示すように、第1の画素部104b及び第2の画素部104cを水平方向に並べて、各画素部における画像信号を行単位で読み出せば、位相ずれを観測することができ、位相差方式焦点検出を行うことが可能となるのである。

40

【0048】

図9は、焦点検出領域の構成を示す図である。図9は、図2の第1の画素部104b及び第2の画素部104cが存在する部分を拡大して示す図でもある。図9に示すように、焦点検出領域は、少なくとも4行×複数列の第1の画素部104b及び第2の画素部104cを含んでいる。これらの画素部を行ごとに区切り、上方からライン115a、ライン115b、ライン115c、ライン115dとすると、ライン115a及び115bが第

50

1の画素部104bにより構成され、ライン115c及び115dが第2の画素部104cにより構成される。そして、ラインごとに画像信号を読み出し、画像信号を行方向に結合して像信号を形成する。このとき、像信号を色別に形成すると、1つのラインから2色分の像信号が形成されるので合計8つの像信号が得られる。また、位相差を検出するために互いに比較する像信号は、ライン115aのR画素の像信号とライン115cのRの像信号、ライン115aのG画素の像信号とライン115cのG画素の像信号、ライン115bのG画素の像信号とライン115dのG画素の像信号、ライン115bのB画素の像信号とライン115dのB画素の像信号とする。この結果、合計で4つの位相差が検出されることになる。即ち、ベイヤ配列の最小単位(2行×2列)の画素分だけにつき、位相差を検出することになる。従って、他のカラーフィルタ配列を用いた場合にも、同様の方法で最小単位の画素分だけの位相差を検出すればよい。

10

【0049】

図10は、ライン115a及びライン115cのG画素により形成された像信号を示すグラフである。像信号116aがライン115aに対応し、像信号116bがライン115cに対応しており、これらの間に位相差が生じている。そして、この位相差を相関演算等により算出し、この位相差から撮影光学系101のデフォーカス量を算出することで焦点検出を行うことができる。上述のように、このような位相差は、合計で4種得られる。そこで、像信号のコントラスト成分を比較し、これらの4種のうちでコントラストの高い像信号を選択することにより、信頼性の高い位相差検出を行うことができる。そして、このように行方向に並んだ画素による焦点検出は、水平方向にコントラスト成分を有する被

20

【0050】

なお、G画素により形成される像信号については、ライン115a、115cとライン115b、115dの2組が存在するが、どちらもコントラストが良好な場合には、例えば平均値を用いてデフォーカス量を算出してもよい。

【0051】

このようにして、撮像素子103を用いた位相差方式焦点検出が行われる。

【0052】

次に、本実施形態に係る撮像装置の動作について説明する。図11は、本発明の第1の実施形態に係る撮像装置における焦点検出に係る動作を示すフローチャートである。

30

【0053】

まず、ステップS130において、撮影者により、焦点検出用スイッチSW1がオンとされたか否かを判別する。そして、オンにされたと判断した場合、ステップS131に進む。

【0054】

ステップS131では、絞り駆動部122により絞り102を第2の開口状態に駆動する。この結果、射出瞳は、図8に示すような焦点検出用の射出瞳114となる。

【0055】

ステップS132では、撮像素子103の焦点検出領域、即ち画素部104b及び104cに相当する領域における蓄積を開始し、画像信号を読み出す。なお、この場合の蓄積動作は少なくとも焦点検出領域のみを行えばよく、画像信号の読み出しも、この領域のみに対して行えばよい。従って、焦点検出領域に特化した読み出しモードを予め用意しておけば、ステップS132における動作と短時間で実行することができる。

40

【0056】

ステップS133では、演算処理部120にて読み出した画像信号から位相差を検出し、これに基づいて焦点位置を検出する。そして、デフォーカス量を算出し、フォーカスレンズの駆動量を求める。なお、位相差検出に関する動作及び演算処理の手順は、演算処理部120のROM部にプログラムとして格納しておくことが好ましい。

【0057】

ステップS134では、撮影光学系101のフォーカスレンズをレンズ駆動部121が

50

駆動し、焦点調節を行う。

【 0 0 5 8 】

ステップ S 1 3 5 及び S 1 3 6 では、焦点の確認のために、ステップ S 1 3 2 及び S 1 3 3 と同様の動作を行う。

【 0 0 5 9 】

そして、ステップ S 1 3 7 では、ステップ S 1 3 6 で検出した焦点位置が合焦範囲内にあるか否かを判別する。合焦範囲内にある場合には、ステップ S 1 3 8 へ進み、合焦範囲内には、ステップ S 1 3 2 へ戻って、再び焦点検出動作を繰り返す。即ち、ステップ S 1 3 5 ~ S 1 3 7 は、合焦判定を行うための動作である。

【 0 0 6 0 】

ステップ S 1 3 8 では、撮像用スイッチ S W 2 がオンとされたか否かを判別し、オンにされたと判断した場合、ステップ S 3 0 9 へ進む。

【 0 0 6 1 】

ステップ S 1 3 9 では、絞り駆動部 1 2 2 により絞り 1 0 2 を撮像用の開口状態に駆動する。この結果、射出瞳は、図 7 に示すような円形の射出瞳となる。但し、このときの開口径は、別途測光により決定された露出値に基づく F ナンバーに対応したものとし、その最大径は、射出瞳 1 0 5 に相当するものである。

【 0 0 6 2 】

ステップ S 1 4 0 では、露出値に基づくシャッタ時間で撮像素子 1 0 3 の全画素における蓄積動作を行い、画像信号を読み出す。そして、演算処理部 1 2 0 の画像処理部にて画像処理を施し、この結果を撮影画像として、例えば記録媒体 1 2 3 に所定のフォーマットで格納する。

【 0 0 6 3 】

このような第 1 の実施形態によれば、絞り駆動部 1 2 2 が絞り 1 0 2 の開口状態を、撮像用の開口状態又は第 2 の開口状態のいずれかに切り替えるだけで、撮像装置 1 0 3 における撮像と位相差方式焦点検出との両立を実現することができる。また、焦点検出に用いられる画素部 1 0 4 b 及び 1 0 4 c は、撮像用画素部 1 0 4 a と同様に、撮像にも用いられるため、画質の劣化を予め回避することができる。

【 0 0 6 4 】

また、第 1 の実施形態に係る撮像装置を製造するに当たっては、新たに大規模な装置を導入する必要もないため、従来のものと比較してもコストの上昇は大きくない。絞り 1 0 2 としては、例えば、従来の複数枚の絞り羽根を用いることができる。

【 0 0 6 5 】

(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 2 の実施形態は、第 1 の実施形態にコントラスト方式焦点検出を付加したハイブリッドタイプの例である。即ち、第 2 実施形態においては、位相差方式でおおまかな焦点調節を行い、その後、コントラスト方式にて合焦までの焦点検出を行う。従って、位相差方式による焦点検出精度を、第 1 の実施形態よりもある程度低く設定することが可能である。このため、図 8 において射出瞳 1 1 4 と受光範囲 1 1 3 b との共通領域、及び射出瞳 1 1 4 と受光範囲 1 1 3 c との共通領域の重心間隔、所謂基線長を短く設定しても、高い精度で焦点検出を行うことが可能である。そして、焦点検出時の開口状態における開口径を小さくして、撮影時の開口状態における最大径に近づけることが可能となる。

【 0 0 6 6 】

例えば、撮影時の開放 F ナンバーが F 4 . 0 である場合、第 1 の実施形態における焦点検出用の開口状態での F ナンバーが F 2 . 8 であるとする、撮影光学系 1 0 1 に対しても、F 2 . 8 に対応する設計を行うことが必要となる。これに対し、本実施形態では、焦点検出用の開口状態での F ナンバーを F 3 . 5 とすることにより、基線長が短くなっても、支障がない。このため、撮影時の開放 F ナンバーが F 4 . 0 に近づけることが可能となり、撮影光学系 1 0 1 の設計自由度が向上する。

10

20

30

40

50

【0067】

ここで、第2の実施形態における焦点検出動作について説明する。図12は、第2実施形態における撮影光学系101のフォーカスレンズの移動を示す模式図である。図12中の横軸はフォーカスレンズの至近から無限遠までの位置を示し、左側が至近を右側が無限遠を示す。

【0068】

まず、始めにフォーカスレンズが任意の位置200にあるとすると、第1の実施形態と同様の位相差方式焦点検出による結果に基づき、フォーカスレンズを矢印Mで示すように位置200から位置201に移動させる。次に、コントラスト方式焦点検出を行うために、位置201を中心として左端位置202及び右端位置203間の斜線部のようなフォーカスレンズスキャン範囲を設定する。次に、フォーカスレンズを位置201から位置202へ矢印Nに示すようにスキャン範囲の初期位置に移動し、その後、位置202から位置203へ移動しながらコントラスト方式焦点検出の評価値を得る。次いで、評価値に基づいて合焦位置204を導き出し、位置203から位置204へフォーカスレンズを移動することで合焦に至る。

【0069】

ここで、フォーカスレンズスキャン範囲は、位相差方式焦点検出の検出精度に応じて決定することが好ましい。例えば、至近から無限遠までのデフォーカス量が2.0mmである場合、位相差方式焦点検出による焦点検出精度をその1/10(0.2mm)と仮定すると、位置201と位置204との間の最大のずれは0.2mmとなる。従って、位置201と位置203との間隔は、スキャン範囲内に位置204が少なくとも含まれるようにするためには、0.2mm以上とすることが必要となり、マージンを考慮して0.4mmとする。位置201と位置202との間隔についても、同様に0.4mmとなるので、スキャン範囲を±0.4mmと設定できる。フォーカスレンズの移動量と撮像面上でのデフォーカス量とは1対1の関係にないが、このように、図12の横軸をデフォーカス量に置き換えることにより、フォーカスレンズスキャン範囲を設定することができる。

【0070】

このように、第2の実施形態では、位相差方式でおおまかな焦点検出を行い、その後、コントラスト方式にて合焦までの詳細な焦点検出を行う。次に、焦点検出の動作の詳細について、フローチャートを参照しながら説明する。図13は、演算処理部120のROM部にプログラムとして格納されている焦点検出関係の動作に関するフローチャートである。

【0071】

まず、ステップS210～S217において、図11中のステップS130～S137と同様の処理を行う。但し、ステップS217における合焦の判断は、ステップS137における判断よりも粗いものである。これらの処理により、位相差方式によるおおまかな焦点調節が行われる。即ち、図12における位置201へのフォーカスレンズの移動が行われる。

【0072】

次に、ステップS218では、コントラスト方式焦点検出のためのスキャン範囲を設定する。

【0073】

ステップS219では、フォーカスレンズをスキャン範囲の初期位置へレンズ駆動手段121により移動する。

【0074】

ステップS220では、撮像素子103の焦点検出領域における蓄積を開始し、画像信号を読み出す。

【0075】

ステップS221では、読み出した画像信号に対して、コントラスト成分を抽出する処理を施し、評価値を得る。なお、この処理は演算処理部120のROM内に格納されるプ

ログラムに基づいて行われるか、又は別途設けられた専用処理回路を用いて行われる。

【0076】

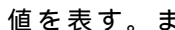
ステップS222では、フォーカスレンズの現在位置がスキャン範囲内にあるか否かを判別する。現在位置がスキャン範囲内であれば、ステップS223へ進む。

【0077】

ステップS223では、スキャン範囲内において次のコントラスト方式焦点検出を行う位置へフォーカスレンズを移動する。その後、ステップS220へ戻り、ステップS220～S223の処理を繰り返し、ステップS222においてスキャン範囲外となった時点でステップS224へ進む。つまり、ステップS218で設定した範囲内でのスキャンを全て終了すると、ステップS224へ進む。なお、スキャン範囲内における焦点検出を行う位置の間隔は、デフォーカス量でほぼ均等となるように設定され、焦点検出に要求される検出精度から決定すればよい。

10

【0078】

ステップS224では、スキャン範囲内の複数位置による評価値より焦点位置を推定する。例えば、評価値がコントラストである場合、この評価値が最大となる位置を焦点位置として特定する。図14は、スキャン範囲内におけるコントラスト方式の評価値の一例を示すグラフである。図14において、横軸はフォーカスレンズの位置を表し、縦軸は評価値を表す。また、が各評価値を表し、ここでは5箇所の評価値を得ている。これらの評価値を多項式近似した曲線を求め、この曲線から評価値が最大となるフォーカスレンズ位置230を導く。

20

【0079】

ステップS225では、ステップS224で求めた位置へフォーカスレンズを駆動し、合焦の処理を完了する。

【0080】

その後、ステップS226～S228において、図11中のステップS138～S140と同様の処理を行う。

【0081】

なお、上述のようなコントラスト方式焦点検出処理を行う際には、絞り102の開口状態を、Fナンバーが暗い撮像用の開口状態に変更するのではなく、図8に示すような射出瞳114に対応する焦点検出用の開口状態のままとすることが好ましい。これは、コントラスト方式の処理においては、撮影光学系101のFナンバーが明るいほどデフォーカス時のボケが大きくなり、評価値の最小値と最大値との差が大きくなり、検出精度が向上するからである。

30

【0082】

(第3の実施形態)

次に、本発明の第3の実施形態について説明する。第3の実施形態は、第1の実施形態の変形例であって、焦点検出領域を撮像素子103の中央のみならず、他に複数箇所設けた多点焦点検出としている。更に、第3の実施形態では、縦線検出及び横線検出を混在させている。

【0083】

図15は、第3の実施形態において撮影光学系101側から見たときの撮像素子103の構成を示す平面図である。図15において太線で囲まれた焦点検出用画素部301～307は、焦点検出領域に含まれる画素部である。そして、3個の焦点検出領域301、302及び303は、前述の第1の画素部104b及び第2の画素部104cで構成されており、撮影光学系101の射出瞳を相互に水平方向にずらした光束を受光する。従って、第1の実施形態と同様に、画素部も水平方向に並べられ、この方向における像信号の位相差検出、所謂縦線検出を可能としている。

40

【0084】

一方、4個の焦点検出領域304、305、306及び307は、夫々画素部104b及び104cを反時計回り方向に回転させて構成された第3の画素部104d及び第4の

50

104eで構成されており、撮影光学系101の射出瞳を相互に垂直方向にずらした光束を受光する。従って、第3の画素部104d及び第4の画素部104eは垂直方向に並べられ、この方向における像信号の位相差検出、所謂横線検出を可能としている。なお、図15中で同じ模様が付された画素部は互いに同種の画素部である。

【0085】

図16は、第3の実施形態における撮像用の開口状態における撮像素子103側から見た射出瞳105及び射出瞳105上における受光範囲を示す図である。受光範囲113aは撮像用画素部104aの受光範囲であり、その中心は射出瞳105と中心がほぼ一致している。受光範囲113b及び113cは、夫々画素部104b及び104cの受光範囲であり、受光範囲113d及び113eは、夫々画素部104d及び104eの受光範囲である。図16に示すように、受光範囲113b及び113cは互いに水平方向にずれており、受光範囲113d及び113eは互いに垂直方向にずれており、これらにおいて夫々シフトした領域の光束が受光されるようになっている。また、各受光範囲113a、113b、113c及び113dは、いずれも射出瞳105を包含している。

【0086】

一方、図17は、第3の実施形態における焦点検出用の開口状態における撮像素子103側から見た射出瞳及びこの射出瞳上における受光範囲を示す図である。図17に示すように、焦点検出用の開口状態における射出瞳310は、第1の実施形態とは異なり、楕円形ではなく、射出瞳105よりひと回り大きい円形となっている。そして、受光範囲113b及び113cについては、射出瞳310内において互いに水平方向にずれた光束が受光されるため、矢印Kが示す方向においてデフォーカスに伴う位相差が発生する。また、受光範囲113d及び113eについては、射出瞳310内において互いに垂直方向にずれた光束が受光されるため、矢印Qが示す方向においてデフォーカスに伴う位相差が発生する。

【0087】

従って、図15に示すように、撮像素子103上の焦点検出領域では、受光範囲113b及び113cに対応した第1の画素部104b及び第2の画素部104cが水平方向に並べられた画素列となり、縦線検出が行われる。また、受光範囲113d及び113eに対応した第3の画素部104c及び第4の画素部104eが垂直方向に並べられた画素列となり、横線検出が行われる。

【0088】

このように、第3の実施形態においては、焦点検出領域が複数設けられているので、撮影画面中での広い範囲における焦点検出を実現することができる。更に、縦線検出の焦点検出領域のみならず、横線検出の焦点検出領域も設けられ、更に、中央付近においては、これらが互いに交わるような焦点検出レイアウトがとられているため、被写体のコントラスト成分の方向に依存しない焦点検出を行うことが可能となる。

【0089】

本発明の実施形態は、例えばコンピュータがプログラムを実行することによって実現することができる。また、プログラムをコンピュータに供給するための手段、例えばかかるプログラムを記録したCD-ROM等のコンピュータ読み取り可能な記録媒体又はかかるプログラムを伝送するインターネット等の伝送媒体も本発明の実施形態として適用することができる。また、上記のプログラムも本発明の実施形態として適用することができる。上記のプログラム、記録媒体、伝送媒体及びプログラムプロダクトは、本発明の範疇に含まれる。

【図面の簡単な説明】

【0090】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る撮像装置の構成を示すブロック図である。

【図2】第1の実施形態において撮影光学系101側から見たときの撮像素子103の構成を示す平面図である。

【図3】図2中の一点鎖線I-I線に沿った断面図である。

【図４】図２中の一点鎖線ⅠⅠ-ⅠⅠに沿った断面図である。

【図５】図２中の一点鎖線ⅠⅠⅠ-ⅠⅠⅠに沿った断面図である。

【図６】図２中のⅠⅠ-ⅠⅠ線に沿った断面図である。

【図７】第１の実施形態における撮像用の開口状態における撮像素子１０３側から見た射出瞳１０５及び射出瞳１０５上における受光範囲を示す図である。

【図８】第１の実施形態における焦点検出用の開口状態における撮像素子１０３側から見た射出瞳及びこの射出瞳上における受光範囲を示す図である。

【図９】焦点検出領域の構成を示す図である。

【図１０】ライン１１５a及びライン１１５cのＧ画素により形成された像信号を示すグラフである。

10

【図１１】本発明の第１の実施形態に係る撮像装置における焦点検出に関する動作を示すフローチャートである。

【図１２】第２実施形態における撮影光学系１０１のフォーカスレンズの移動を示す模式図である。

【図１３】演算処理部１２０のＲＯＭ部にプログラムとして格納されている焦点検出関係の動作に関するフローチャートである。

【図１４】スキャン範囲内におけるコントラスト方式の評価値の一例を示すグラフである。

【図１５】第３の実施形態において撮影光学系１０１側から見たときの撮像素子１０３の構成を示す平面図である。

20

【図１６】第３の実施形態における撮像用の開口状態における撮像素子１０３側から見た射出瞳１０５及び射出瞳１０５上における受光範囲を示す図である。

【図１７】第３の実施形態における焦点検出用の開口状態における撮像素子１０３側から見た射出瞳及びこの射出瞳上における受光範囲を示す図である。

【図１８】特許文献１に記載された焦点検出用の画素部の配列を示す図である。

【図１９】焦点検出用画素部Ｓ１の構造を示す図である。

【符号の説明】

【００９１】

１０１：撮影光学系

１０２：絞り

30

１０３：撮像素子

１２０：演算処理部

１２１：レンズ駆動部

１２２：絞り駆動部

１２３：記録媒体

１０４：画素部

１０４a：撮像用画素部

１０４b：第１の画素部

１０４c：第２の画素部

１０５：射出瞳

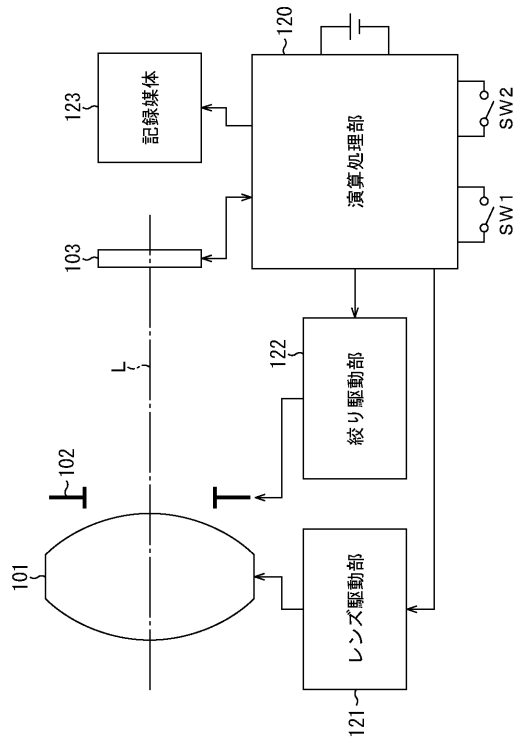
40

１０６：マイクロレンズ

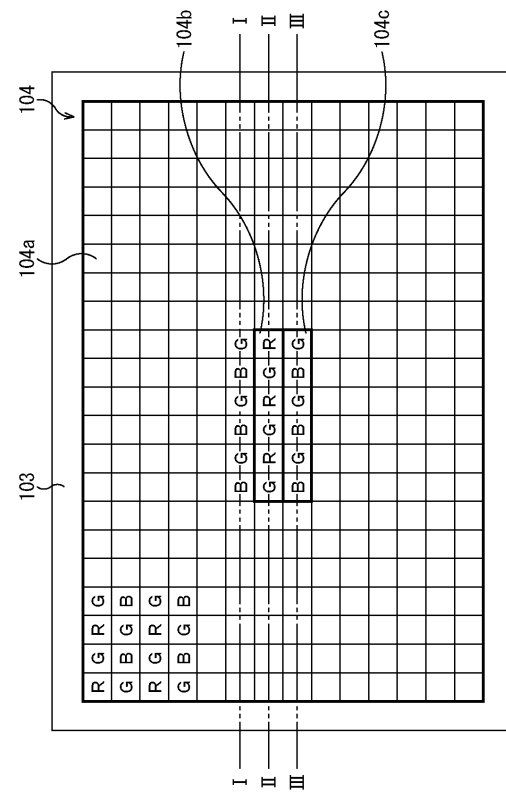
１０７：光電変換部

１０８：カラーフィルタ層

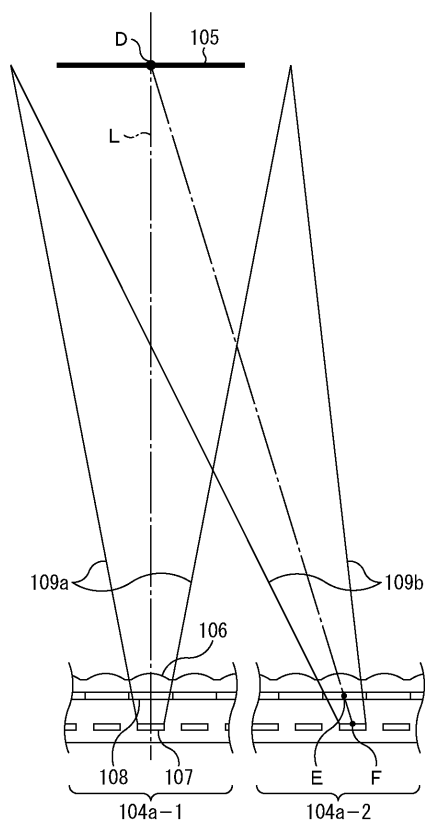
【図 1】



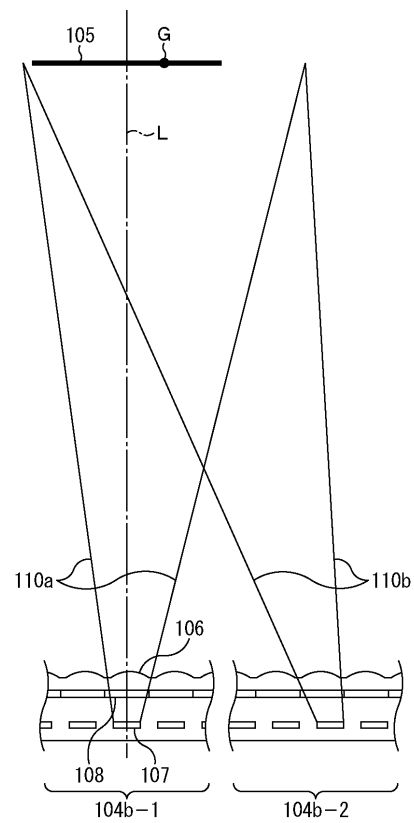
【図 2】



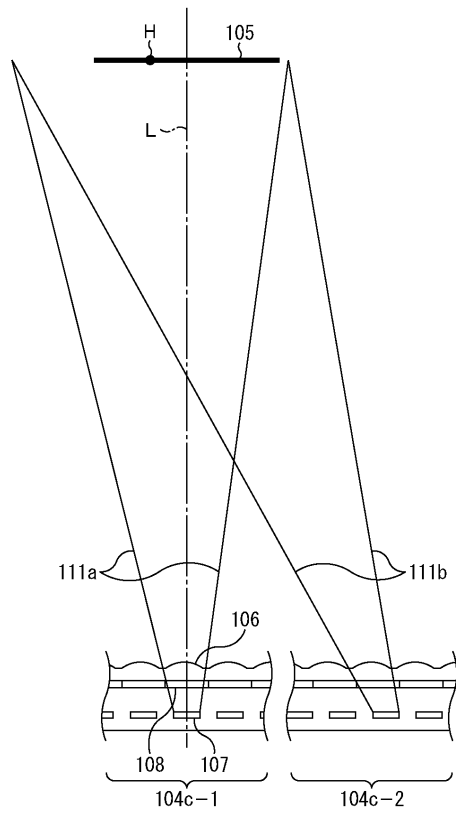
【図 3】



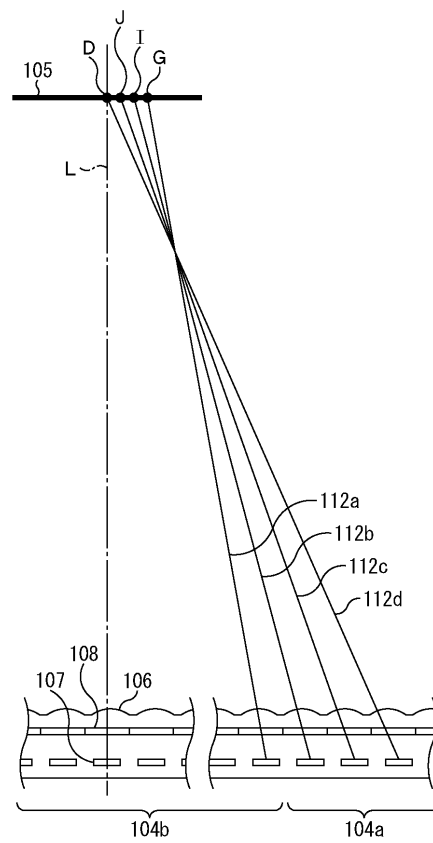
【図 4】



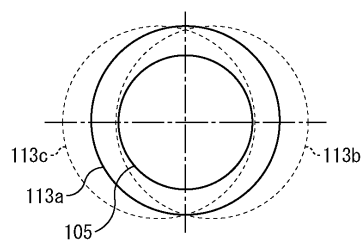
【 図 5 】



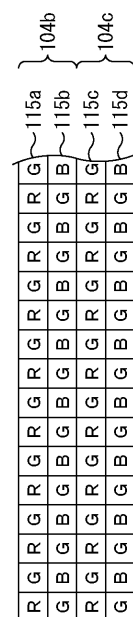
【 図 6 】



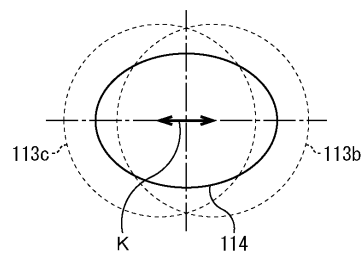
【圖 7】



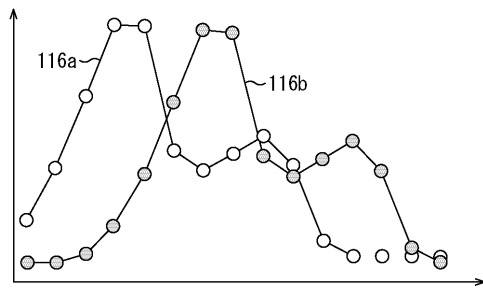
【圖 9】



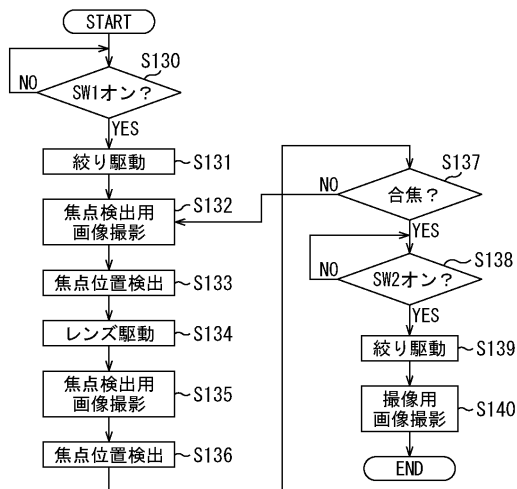
【 図 8 】



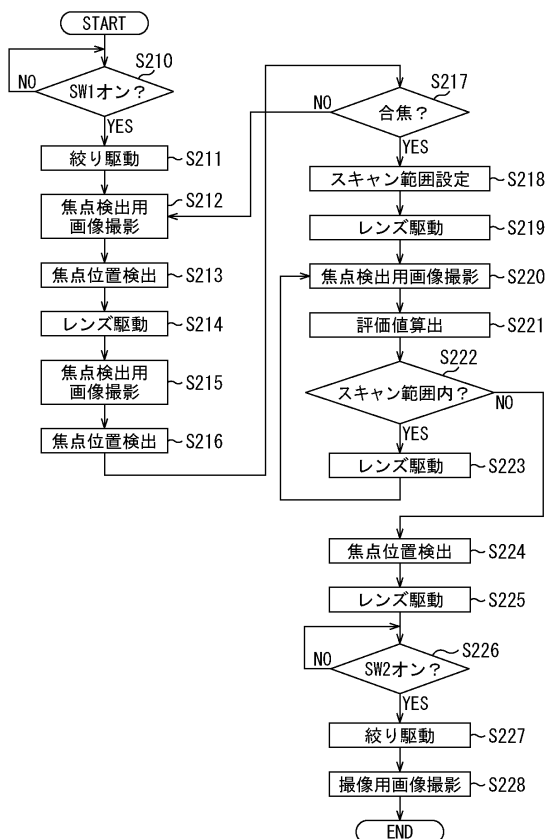
【図 10】



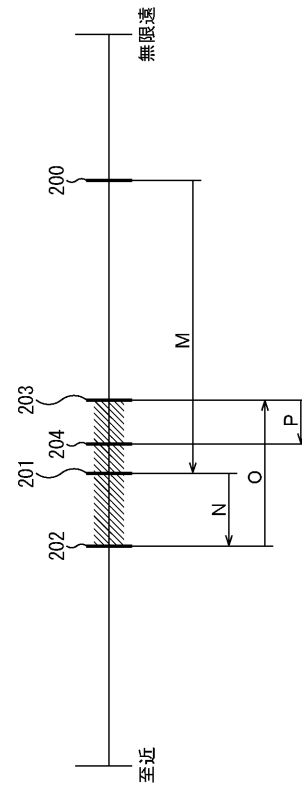
【図 11】



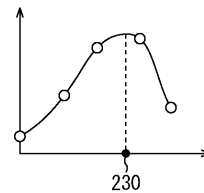
【図 13】



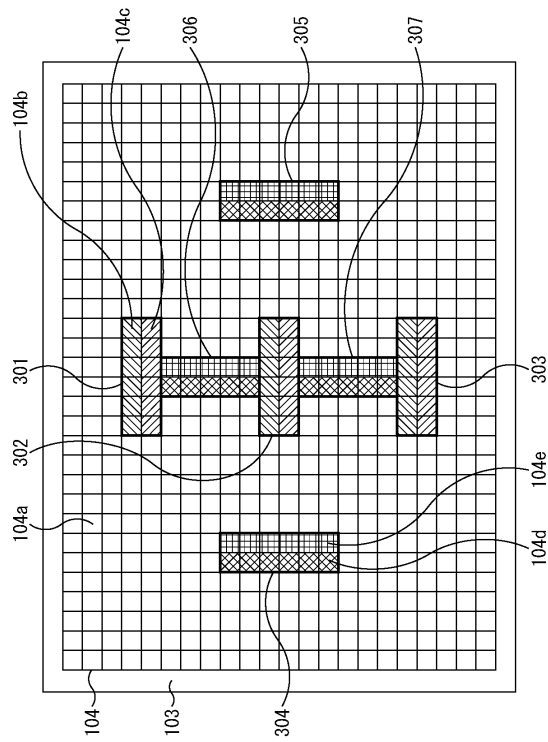
【図 12】



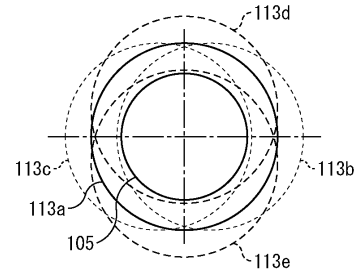
【図 14】



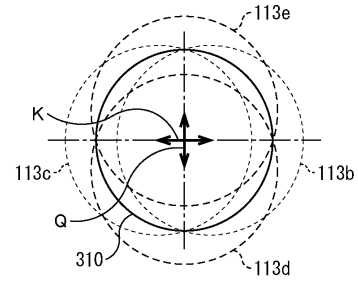
【図 15】



【図 16】



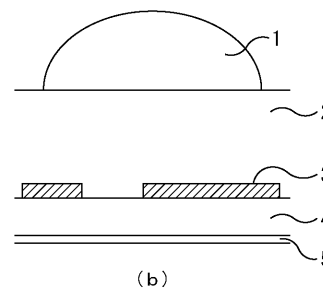
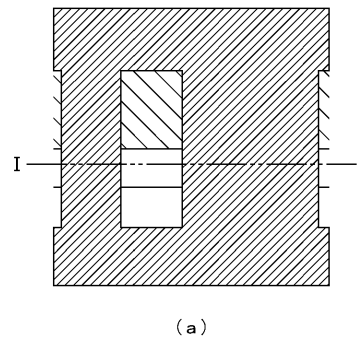
【図 17】



【図 18】

G	R	G	R	G	R	G	R	} 通常カラー配列の行
B	G	B	G	B	G	B	G	
G	R	G	R	G	R	G	R	} 第1の位相センサを含む行
B	S1	B	S1	B	S1	B	S1	
G	R	G	R	G	R	G	R	} 第2の位相センサを含む行
B	S2	B	S2	B	S2	B	S2	
G	R	G	R	G	R	G	R	} 通常カラー配列の行
B	G	B	G	B	G	B	G	

【図 19】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 4 N 101:00

(56)参考文献 特開 2 0 0 2 - 3 5 0 7 1 8 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 2 5 0 0 8 0 (J P , A)
特開平 0 7 - 2 8 7 1 6 2 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 0 4 7 0 9 8 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 1 9 1 6 2 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 6
G 0 3 B 1 3 / 3 6
H 0 4 N 5 / 2 3 2
H 0 4 N 1 0 1 / 0 0