

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5159700号
(P5159700)

(45) 発行日 平成25年3月6日(2013.3.6)

(24) 登録日 平成24年12月21日(2012.12.21)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B	7/34	(2006.01)	GO 2 B	7/11	C
G02B	7/28	(2006.01)	GO 2 B	7/11	N
G03B	13/36	(2006.01)	GO 3 B	3/00	A
H04N	5/232	(2006.01)	HO 4 N	5/232	H
H04N	5/347	(2011.01)	HO 4 N	5/335	47 O

請求項の数 6 (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2009-121348 (P2009-121348)

(22) 出願日

平成21年5月19日(2009.5.19)

(65) 公開番号

特開2010-271419 (P2010-271419A)

(43) 公開日

平成22年12月2日(2010.12.2)

審査請求日

平成24年5月18日(2012.5.18)

(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 100076428

弁理士 大塚 康徳

(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】光学装置及び焦点検出方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮影レンズの合焦状態を検出するための信号を出力する複数の画素を含む撮像素子であつて、前記複数の画素が、

前記撮影レンズの異なる瞳領域を透過した対の光束をそれぞれ受光して信号を出力する複数の第1の焦点検出用画素対と、

前記第1の焦点検出用画素対が受光する対の光束が透過した瞳領域から所定量シフトした瞳領域を透過した対の光束をそれぞれ受光して信号を出力する複数の第2の焦点検出用画素対と

を含む撮像素子と、

像高に基づいて、前記撮像素子の各位置における前記第1及び第2の焦点検出用画素対の受光分布を算出して、前記第1及び第2の焦点検出用画素対それについて該受光分布の比を求め、当該比が予め設定された範囲内にある前記第1及び第2の焦点検出用画素対から出力された信号に基づいて、焦点状態を検出する検出手段とを有し、

前記検出手段は、

撮影する被写体が予め設定された明るさよりも暗い場合に、前記複数の第1の焦点検出用画素対の一方の画素から出力された信号と、前記複数の第2の焦点検出用画素対の一方の画素から出力された信号とを加算して得られた信号と、前記複数の第1の焦点検出用画素対の他方の画素から出力された信号と、前記複数の第2の焦点検出用画素対の他方の画素から出力された信号とを加算して得られた信号とからなる信号対に基づいて焦点状態

10

20

を検出し、

撮影する被写体が前記予め設定された明るさ以上の場合に、前記複数の第1の焦点検出用画素対から出力された信号対と、前記複数の第2の焦点検出用画素対から出力された信号対のそれぞれに基づいて焦点状態を検出する

ことを特徴とする光学装置。

【請求項2】

撮影レンズの合焦状態を検出するための信号を出力する複数の画素を含む像素子であつて、前記複数の画素が、

前記撮影レンズの異なる瞳領域を透過した対の光束をそれぞれ受光して信号を出力する複数の第1の焦点検出用画素対と、

10

前記第1の焦点検出用画素対が受光する対の光束が透過した瞳領域から所定量シフトした瞳領域を透過した対の光束をそれぞれ受光して信号を出力する複数の第2の焦点検出用画素対と

を含む像素子と、

前記第1及び第2の焦点検出用画素対から出力された信号に基づいてそれぞれ焦点状態を検出し、該検出した焦点状態を平均して、第1の焦点状態を検出する第1の検出手段と、

前記複数の第1の焦点検出用画素対の一方の画素から出力された信号と、前記複数の第2の焦点検出用画素対の一方の画素から出力された信号とを加算して得られた信号と、前記複数の第1の焦点検出用画素対の他方の画素から出力された信号と、前記複数の第2の焦点検出用画素対の他方の画素から出力された信号とを加算して得られた信号とからなる信号対に基づいて第2の焦点状態を検出する第2の検出手段と、

20

被写体のコントラストが予め決められたコントラストよりも低い場合に、前記第2の焦点状態を選択し、被写体のコントラストが前記予め決められたコントラストよりも低くない場合に、前記第1の焦点状態を選択する選択手段と、

前記第2の検出手段は、前記第1及び第2の焦点検出用画素対から出力された信号を加算する際に、前記第1及び第2の焦点検出用画素対それぞれの基線長と、加算後の信号対に対する基線長とが同一になるように、加算する信号を選択することを特徴とする光学装置。

【請求項3】

30

前記第1及び第2の検出手段は、更に、像高に基づいて、前記像素子の各位置における前記第1及び第2の焦点検出用画素対の受光分布を算出して、前記第1及び第2の焦点検出用画素対それぞれについて該受光分布の比を求め、当該比が予め設定された範囲内にある前記第1及び第2の焦点検出用画素対を用いて第1及び第2の焦点状態の検出を行うことを特徴とする請求項2に記載の光学装置。

【請求項4】

前記像素子は、画像の撮影に用いる像素子であつて、該像素子の一部の画素を前記第1及び第2の焦点検出用画素対として構成したことを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の光学装置。

【請求項5】

40

撮影レンズの合焦状態を検出するための信号を出力する複数の画素を含む像素子であつて、前記複数の画素が、前記撮影レンズの異なる瞳領域を透過した対の光束をそれぞれ受光して信号を出力する複数の第1の焦点検出用画素対と、前記第1の焦点検出用画素対が受光する対の光束が透過した瞳領域から所定量シフトした瞳領域を透過した対の光束をそれぞれ受光して信号を出力する複数の第2の焦点検出用画素対とを含む像素子を有する光学装置における焦点検出方法であつて、

判断手段が、撮影する被写体が予め設定された明るさよりも明るいか暗いかを判断する判断工程と、

検出手段が、像高に基づいて、前記像素子の各位置における前記第1及び第2の焦点検出用画素対の受光分布を算出して、前記第1及び第2の焦点検出用画素対それぞれにつ

50

いて該受光分布の比を求め、前記撮影する被写体が予め設定された明るさよりも暗い場合に、前記比が予め設定された範囲内にある前記複数の第1の焦点検出用画素対の一方の画素から出力された信号と、前記複数の第2の焦点検出用画素対の一方の画素から出力された信号とを加算して得られた信号と、前記比が予め設定された範囲内にある前記複数の第1の焦点検出用画素対の他方の画素から出力された信号と、前記複数の第2の焦点検出用画素対の他方の画素から出力された信号とを加算して得られた信号とからなる信号対に基づいて焦点状態を検出する第1の検出工程と、

前記検出手段が、像高に基づいて、前記撮像素子の各位置における前記第1及び第2の焦点検出用画素対の受光分布を算出して、前記第1及び第2の焦点検出用画素対それぞれについて該受光分布の比を求め、撮影する被写体が前記予め設定された明るさ以上の場合に、前記比が予め設定された範囲内にある前記複数の第1の焦点検出用画素対から出力された信号対と、前記複数の第2の焦点検出用画素対から出力された信号対のそれぞれに基づいて焦点状態を検出する第2の検出工程と

を備えることを特徴とする焦点検出方法。

【請求項 6】

撮影レンズの合焦状態を検出するための信号を出力する複数の画素を含む撮像素子であって、前記複数の画素が、前記撮影レンズの異なる瞳領域を透過した対の光束をそれぞれ受光して信号を出力する複数の第1の焦点検出用画素対と、前記第1の焦点検出用画素対が受光する対の光束が透過した瞳領域から所定量シフトした瞳領域を透過した対の光束をそれぞれ受光して信号を出力する複数の第2の焦点検出用画素対とを含む撮像素子を有する光学装置における焦点検出方法であって、

第1の検出手段が、前記第1及び第2の焦点検出用画素対から出力された信号に基づいてそれぞれ焦点状態を検出し、該検出した焦点状態を平均して、第1の焦点状態を検出する第1の検出工程と、

第2の検出手段が、前記複数の第1の焦点検出用画素対の一方の画素から出力された信号と、前記複数の第2の焦点検出用画素対の一方の画素から出力された信号とを加算して得られた信号と、前記複数の第1の焦点検出用画素対の他方の画素から出力された信号と、前記複数の第2の焦点検出用画素対の他方の画素から出力された信号とを加算して得られた信号とからなる信号対に基づいて第2の焦点状態を検出する第2の検出工程と、

選択手段が、被写体のコントラストが予め決められたコントラストよりも低い場合に、前記第2の焦点状態を選択し、被写体のコントラストが前記予め決められたコントラストよりも低くない場合に、前記第1の焦点状態を選択する選択工程とを有し、

前記第2の検出工程では、前記第1及び第2の焦点検出用画素対から出力された信号を加算する際に、前記第1及び第2の焦点検出用画素対それぞれの基線長と、加算後の信号対に対する基線長とが同一になるように、加算する信号を選択することを特徴とする焦点検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学装置及び焦点検出方法に関し、更に詳しくは、撮像を行うための撮像素子から得られる像に基づいて撮影レンズの合焦状態を検出可能なデジタルスチルカメラ等の光学装置及び焦点検出方法に関する。

【背景技術】

【0002】

イメージセンサを用いて撮影を行うデジタルカメラにおいて撮影レンズの合焦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次元のセンサを用いて、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。特許文献1の装置では、イメージセンサを構成する各画素の光電変換部が複数に分割され、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構成されている。

10

20

30

40

50

【0003】

また特許文献2では、マイクロレンズと光電変換部の相対位置を偏位させた画素を2次元に配置した、イメージセンサを兼ねた固体撮像装置を開示している。特許文献2の固体撮像装置では、撮影レンズの合焦状態を検出する時は、マイクロレンズと光電変換部の相対偏位方向が異なる画素列で生成される像に基づいて撮影レンズの合焦状態を検出している。一方、通常の画像を撮像するときは、マイクロレンズと光電変換部の相対偏位方向が異なる画素を加算することにより、画像を生成している。

【0004】

また、本出願人はデジタルスチルカメラに用いられるCMOS型イメージセンサ（固体撮像装置）を用いて瞳分割方式の焦点検出を行う固体撮像装置を特許文献3に開示している。10 特許文献3の固体撮像装置では、固体撮像装置を構成する多数の画素のうちの一部の画素は、撮影レンズの焦点状態を検出するために光電変換部が2つに分割された構成となっている。光電変換部は、マイクロレンズを介して撮影レンズの瞳の所定領域を通過した光束を受光するように構成されている。

【0005】

図10は、特許文献3に開示されている固体撮像素子の中央に位置する焦点検出を行う画素の受光分布の説明図で、2つに分割された光電変換部がそれぞれ受光可能な撮影レンズの瞳上の領域を示している。図中の円は撮影レンズの射出瞳を示し、円内の斜線部に対して白抜きされた領域S₁、領域S₂は2つに分割された光電変換部の受光可能な領域で、通常撮影レンズの光軸（図中x軸とy軸の交点）に対して対称になるように設定されている。20

【0006】

カメラにおいては、撮影レンズの瞳上の領域S₁を透過した光束により生成された像と領域S₂を透過した光束により生成される像の相関演算を行って、撮影レンズの合焦状態が検出される。撮影レンズの異なる瞳領域を透過した光束より生成される像の相関演算を行って焦点検出を行う方法は、特許文献4に開示されている。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0007】**

【特許文献1】特開昭58-24105号公報（第2頁、図1）30

【特許文献2】特許2959142号公報（第2頁、図2）

【特許文献3】特開2005-106994号公報（第7頁、図3）

【特許文献4】特開平5-127074号公報（第15頁、図34）

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0008】**

一般的にCMOS型固体撮像素子は、複数回のマスクプロセスを経て製造される。各マスクプロセス間では位置合わせを行いながら製造が行われるが、初期の工程で製造された部材と後の工程で製造された部材では位置ずれが生じてしまう。つまり、固体撮像素子の光電変換部は製造工程の初期工程で形成され、マイクロレンズは最終工程で形成されるため、光電変換部とマイクロレンズとの間には通常位置ずれが生じてしまう。40

【0009】

図11は撮影レンズの瞳上での固体撮像素子の受光分布説明図で、図11(a)は光電変換部が2つに分割された焦点検出を行う画素の光電変換部の位置とマイクロレンズの位置が設計上の値に対してずれが生じている場合の受光領域の分布を示している。同図において、一方の光電変換部の受光領域S₁ともう片方の光電変換部の受光領域S₂は撮影レンズの光軸（図中x軸とy軸の交点）に対して-x方向にずれている。

【0010】

一方、カメラの撮影レンズの合焦状態を検出する場合、撮影画面の中央に位置する被写体のみならず、通常撮影画面の周辺に位置する被写体に対しても焦点検出が可能である。50

【0011】

図11(b)は、光電変換部の位置とマイクロレンズの位置が設計上の値に対してずれが生じている固体撮像素子の、撮影画面の周辺に対応する焦点検出用画素の受光分布の説明図である。撮影画面の周辺では、撮影レンズのレンズ枠による光束のけられ、いわゆる口径蝕が生じてしまうため、図中一方の光電変換部の受光領域S₁は狭くなってしまう。

【0012】

そのため、撮影レンズの瞳上の領域S₁を透過した光束により生成された像と領域S₂を透過した光束により生成される像の一一致度は低くなる。その結果、領域S₁を透過した光束により生成された像と領域S₂を透過した光束により生成される像に基づいて相関演算を行っても、精度の高い焦点検出ができないという欠点があった。

10

【0013】

また、撮影レンズの焦点状態を検出する固体撮像装置の一部を構成する画素群の、撮影レンズの瞳上の受光分布は帯状に構成されているため、被写体が暗い場合や被写体のコントラストが小さい場合はノイズ等の影響を受けやすい。そのため、精度の高い焦点検出ができないという欠点があった。

【0014】

本発明は上記問題点を鑑みてなされたものであり、瞳分割方式の焦点検出において、被写体が暗い場合や被写体のコントラストが小さい場合のノイズ等の影響を少なくすることを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】**【0015】**

上記目的を達成するために、本発明の光学装置は、撮影レンズの合焦状態を検出するための信号を出力する複数の画素を含む撮像素子であって、前記複数の画素が、前記撮影レンズの異なる瞳領域を透過した対の光束をそれぞれ受光して信号を出力する複数の第1の焦点検出用画素対と、前記第1の焦点検出用画素対が受光する対の光束が透過した瞳領域から所定量シフトした瞳領域を透過した対の光束をそれぞれ受光して信号を出力する複数の第2の焦点検出用画素対とを含む撮像素子と、像高に基づいて、前記撮像素子の各位置における前記第1及び第2の焦点検出用画素対の受光分布を算出して、前記第1及び第2の焦点検出用画素対それぞれについて該受光分布の比を求め、当該比が予め設定された範囲内にある前記第1及び第2の焦点検出用画素対から出力された信号に基づいて、焦点状態を検出する検出手段とを有し、前記検出手段は、撮影する被写体が予め設定された明るさよりも暗い場合に、前記複数の第1の焦点検出用画素対の一方の画素から出力された信号と、前記複数の第2の焦点検出用画素対の一方の画素から出力された信号とを加算して得られた信号と、前記複数の第1の焦点検出用画素対の他方の画素から出力された信号と、前記複数の第2の焦点検出用画素対の他方の画素から出力された信号とを加算して得られた信号とからなる信号対に基づいて焦点状態を検出し、撮影する被写体が前記予め設定された明るさ以上の場合に、前記複数の第1の焦点検出用画素対から出力された信号対と、前記複数の第2の焦点検出用画素対から出力された信号対のそれぞれに基づいて焦点状態を検出する。

30

【発明の効果】**【0016】**

本発明によれば、瞳分割方式の焦点検出において、被写体が暗い場合や被写体のコントラストが小さい場合のノイズ等の影響を少なくすることができる。

40

【図面の簡単な説明】**【0017】**

【図1】本発明の実施の形態におけるデジタルカメラの概略構成を示す図である。

【図2】図3に示すイメージセンサの一部断面図である。

【図3】本発明の実施の形態におけるイメージセンサの一部平面図である。

【図4】本発明の第1の実施形態におけるイメージセンサの一部に配設された焦点検出用画素の撮影レンズの瞳上での設計上の受光分布の一例を示す図である。

50

【図5】本発明の第1の実施形態における焦点検出動作を説明するためのフローチャートである。

【図6】本発明の第1の実施形態における焦点検出用画素群の出力により生成される線像分布図の一例を示す図である。

【図7】本発明の第2の実施形態における焦点検出動作を説明するためのフローチャートである。

【図8】本発明の第2の実施形態におけるマイクロレンズと第1の電極との位置ずれが生じたイメージセンサの一部に配設された焦点検出用画素の撮影レンズの瞳上での受光分布の一例を示す図である。

【図9】本発明の第2の実施形態における焦点検出用画素群の出力により生成される線像分布図の一例を示す図である。 10

【図10】従来の固体撮像素子の受光分布の一例を示す図である。

【図11】従来の固体撮像素子の受光分布の別の例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、添付図面を参照して本発明を実施するための最良の形態を詳細に説明する。

【0019】

<第1の実施形態>

図1は、本第1の実施形態における撮像装置の一例として、デジタルカメラの概略構成を示す図である。 20

【0020】

図1に示すデジタルカメラは、主にカメラ本体1と、カメラ本体1に対して着脱可能な撮影レンズ5により構成されている。先ず、カメラ本体1の構成について説明する。

【0021】

10はイメージセンサ(撮像素子)で、撮影レンズ5の予定結像面に配置されている。20は、カメラ全体を制御するCPU、21はイメージセンサ10を駆動制御するイメージセンサ制御回路である。また、CPU20は、撮影レンズ5の合焦状態も算出する(検出手段)。また、24はイメージセンサ10にて撮像した画像信号を画像処理する画像処理回路、25は画像処理された画像を表示する液晶表示素子9を駆動する液晶表示素子駆動回路、3は液晶表示素子9に表示された被写体像を観察するための接眼レンズである。 30
22は、イメージセンサ10にて撮像された画像を記録するメモリ回路、23は画像処理回路24にて画像処理された画像をカメラ外部に出力するためのインターフェース回路である。22はメモリ回路であり、イメージセンサ10の受光分布も記憶できるようになっている。

【0022】

次に、撮影レンズ5の構成について説明する。

【0023】

5a及び5bはレンズであり、ここでは便宜上2枚のレンズ5a、5bで図示しているが、実際は多数枚のレンズで構成されている。撮影レンズ5は、カメラ本体1のCPU20(制御手段)から送られてくる焦点調節情報を電気接点26を介してレンズCPU50にて受信し、その焦点調節情報に基づいて撮影レンズ駆動機構51によって合焦状態に調節される。また53は撮影レンズ5の瞳近傍に配設された絞り装置で、絞り駆動機構52によって所定の絞り値に絞り込まれるようになっている。また撮影レンズ5には、像高に対する光束のケラレ情報(いわゆるビネッティング情報)が記憶されている。 40

【0024】

図2は、イメージセンサ10の一部断面図で、後述する図3のイメージセンサ10の一部平面図に示したA-A'面の断面図である。

【0025】

図2の右側の画素は、撮影レンズ5の全瞳領域を通過した光束を受光可能な通常撮像用画素を示し、図中左側の画素は、撮影レンズ5の一部の瞳領域を通過した光束を受光可能 50

な焦点検出用画素を示している。

【0026】

図2に示すように、シリコン基板110の内部に光電変換部111が形成されている。光電変換部111で発生した信号電荷は、不図示のフローティングディフュージョン部、第1の電極131及び第2の電極132を介して外部に出力される。光電変換部111と第1の電極131との間には層間絶縁膜121が形成され、第1の電極131と第2の電極132との間には層間絶縁膜122が形成されている。また、第2の電極132の光入射側には層間絶縁膜123が形成され、さらにパッシベーション膜140、平坦化層150が形成されている。平坦化層150の光入射側には、カラーフィルタ層151または透明フィルタ層154、平坦化層152及びマイクロレンズ153が形成されている。ここで、マイクロレンズ153のパワーは、撮影レンズ5の瞳と光電変換部111が略共役になるように設定されている。また、イメージセンサ10の中央に位置する画素ではマイクロレンズ153は画素の中心に配設され、周辺に位置する画素では、撮影レンズ5の光軸側に偏位して配設される。
10

【0027】

撮影レンズ5を透過した被写体光はイメージセンサ10近傍に集光される。さらにイメージセンサ10の各画素に到達した光は、マイクロレンズ153で屈折され光電変換部111に集光される。通常の撮像に使う右側の画素では、入射する光を遮光しないように第1の電極131及び第2の電極132が配設されている。

【0028】

一方、左側の焦点検出用画素では、第1の電極131の一部が光電変換部111を覆うように構成されている。その結果、左側の焦点検出用画素では、撮影レンズ5の瞳の一部を透過する光束を受光可能となっている。また、第1の電極131が入射光束の一部を遮光しているために光電変換部111の出力が小さくなることを防ぐため、焦点検出用画素の透明フィルタ層154は光を吸収しない透過率の高い樹脂で形成されている。
20

【0029】

本第1の実施形態のイメージセンサ10の一部に配設される焦点検出用画素は、マイクロレンズ153の位置と第1の電極131の開口中心の相対位置を異ならすことによって、撮影レンズ5の受光分布を異ならせるように構成している。

【0030】

図3はイメージセンサ10の一部平面図である。

【0031】

図3において、第1の電極131及び第2の電極132で区切られた領域が1画素を示しており、各画素中に書かれた「R」「G」「B」の文字は各画素のカラーフィルタの色相を表している。「R」の文字の書かれた画素は赤の成分の光を透過し、「G」の文字の書かれた画素は緑の成分の光を透過し、「B」の文字の書かれた画素は青の成分の光を透過する。また、「R」「G」「B」の文字が書かれた各画素は、撮影レンズ5の全瞳領域を受光するように構成されている。
30

【0032】

カラーフィルタの配列がベイヤー配列の場合、「R」と「G」と「B」と「G」の画素が交互に配置されて構成される。本第1の実施形態におけるイメージセンサ10は「R」あるいは「B」であるべき画素の一部に、撮影レンズ5の一部の瞳領域を通過した光束を受光する焦点検出用画素が割り当てられている。図中、P1、P1、P2、P2、P3、P3が撮影レンズ5の合焦状態を検出するための画素で、第1の電極131（遮光部材）にてx方向の開口が制限されている。
40

【0033】

本第1の実施形態のイメージセンサ10の一部に配設される焦点検出用の画素は、第1の電極131にて制限される開口のx方向の画素内における開口中心位置が、画素中心に対しても異なる5種類が設定されている。

【0034】

50

例えば、電極 1_3_1_3 と電極 1_3_1_4 とで決まる開口が画素中心に対して +x 方向に偏位した焦点検出用画素 P_1 に対して、x 方向に 4 画素隣接した位置に同様の電極開口を有する焦点検出用画素が配設されている。また、焦点検出用画素 P_1 に対して斜めに隣接する位置に、電極 1_3_1_1 と電極 1_3_1_2 とで決まる開口が画素中心と略一致する焦点検出用画素 P_1 が配設されている。さらに、焦点検出用画素 P_1 に対して、x 方向に 4 画素隣接した位置に同様の電極開口を有する焦点検出用画素が配設されている（第 1 の焦点検出用画素対）。

【0035】

また、電極 1_3_1 で決まる開口の位置がそれぞれ異なる焦点検出用画素 P_2、P_2 及び焦点検出用画素 P_3、P_3 も同様に配設されている（第 2 の焦点検出用画素対）。図 3 に示すように、焦点検出用画素 P_2、P_2 及び P_3、P_3 の開口は、画素内において、焦点検出用画素 P_1、P_1 からそれぞれ所定量シフトした位置に構成されている。このようにすることで、各焦点検出用画素対からは、互いに異なる瞳領域を透過した光束を光電変換して得られた信号をそれぞれ読み出すことができる。

【0036】

図 4 は、イメージセンサ 1_0 の一部に配設された焦点検出用画素の撮影レンズ 5 の瞳上での設計上の受光分布を示す図で、焦点検出用画素の電極 1_3_1 で決まる開口とマイクロレンズ 1_5_3 の相対位置がほぼ設計値どおりに製造できている例を示している。

【0037】

図 4 (a) は、図 3 のイメージセンサ 1_0 の一部平面図に示した焦点検出用画素 P_1 の、撮影レンズ 5 の瞳上での受光分布を示している。焦点検出用画素 P_1 の電極 1_3_1_3 と電極 1_3_1_4 とで決まる開口の中心は画素の中心に対して +x 方向に大きく偏位している。そのため、焦点検出用画素 P_1 の光電変換部の受光可能な領域 S_1 の中心は、撮影レンズ 5 の射出瞳上の x 軸上で光軸（図中 x 軸と y 軸の交点）に対して距離 -x_1 だけ偏位している。

【0038】

図 4 (b) は、図 3 のイメージセンサ 1_0 の一部平面図に示した焦点検出用画素 P_1 の、撮影レンズ 5 の瞳上での受光分布を示している。焦点検出用画素 P_1 の電極 1_3_1_1 と電極 1_3_1_2 とで決まる開口の中心は画素の中心と略一致している。そのため、焦点検出用画素 P_1 の光電変換部の受光可能な領域 S_1 の中心は、撮影レンズ 5 の射出瞳上の図中 x 軸上で光軸（図中 x 軸と y 軸の交点）と略一致している。

【0039】

図 4 (c) は、図 3 のイメージセンサ 1_0 の一部平面図に示した焦点検出用画素 P_2 の、撮影レンズ 5 の瞳上での受光分布を示している。焦点検出用画素 P_2 の電極 1_3_1_3 と電極 1_3_1_4 とで決まる開口の中心は画素の中心に対して +x 方向に所定量偏位している。そのため、焦点検出用画素 P_2 の光電変換部の受光可能な領域 S_2 の中心は、撮影レンズ 5 の射出瞳上の図中 x 軸上で光軸（図中 x 軸と y 軸の交点）に対して距離 -x_2 偏位している。

【0040】

図 4 (d) は、図 3 のイメージセンサ 1_0 の一部平面図に示した焦点検出用画素 P_2 の、撮影レンズ 5 の瞳上での受光分布を示している。焦点検出用画素 P_2 の電極 1_3_1_1 と電極 1_3_1_2 とで決まる開口の中心は画素の中心に対して -x 方向に所定量偏位している。そのため、焦点検出用画素 P_2 の光電変換部の受光可能な領域 S_2 の中心は、撮影レンズ 5 の射出瞳上の図中 x 軸上で光軸（図中 x 軸と y 軸の交点）に対して距離 x_2 偏位している。

【0041】

図 4 (e) は、図 3 のイメージセンサ 1_0 の一部平面図に示した焦点検出用画素 P_3 の、撮影レンズ 5 の瞳上での受光分布を示している。焦点検出用画素 P_3 の電極 1_3_1_3 と電極 1_3_1_4 とで決まる開口の中心は画素の中心と略一致している。そのため、焦点検出用画素 P_3 の光電変換部の受光可能な領域 S_3 の中心は、撮影レンズ 5 の射出

10

20

30

40

50

瞳上の図中 x 軸上で光軸（図中 x 軸と y 軸の交点）と略一致している。ここで、焦点検出用画素 P 3 の撮影レンズ 5 の瞳上での設計上の受光分布は、焦点検出用画素 P 1 の撮影レンズ 5 の瞳上での設計上の受光分布と略一致している。

【 0 0 4 2 】

図 4 (f) は、図 3 のイメージセンサ 10 の一部平面図に示した焦点検出用画素 P 3 の、撮影レンズ 5 の瞳上での受光分布を示している。焦点検出用画素 P 3 の電極 131_1 と電極 131_2 とで決まる開口の中心は画素の中心に対して -x 方向に大きく偏位している。そのため、焦点検出用画素 P 3 の光電変換部の受光可能な領域 S 3 の中心は、撮影レンズ 5 の射出瞳上の図中 x 軸上で光軸（図中 x 軸と y 軸の交点）に対して距離 x 3 偏位している。10

【 0 0 4 3 】

図 4 (g) は焦点検出用画素 P 1、P 2、P 3 を加算した場合のイメージセンサ 10 の受光分布、図 4 (h) は焦点検出用画素 P 1、P 2、P 3 を加算した場合のイメージセンサ 10 の受光分布を示している。

【 0 0 4 4 】

次に、図 5 及び図 6 を参照して、本第 1 の実施形態における光学装置であるデジタルカメラの焦点検出動作について説明する。図 5 はカメラの焦点検出処理を説明するためのフローチャート、図 6 はイメージセンサ 10 の焦点検出用画素対から得られる画像信号対に基づく線像を示す図である。20

【 0 0 4 5 】

撮影者が不図示のシャッターレリーズスイッチの、例えば半押し操作 (SW1ON) を行うと (ステップ S100) 、CPU20 はイメージセンサ制御回路 21 に信号を送って、イメージセンサ 10 にて撮像を行う (ステップ S101) 。イメージセンサ 10 にて撮像された画像信号はイメージセンサ制御回路 21 を介して読み出され (ステップ S102) 、画像処理回路 24 にて画像処理される。CPU20 は、画像処理回路 24 に画像処理された被写体像の輝度を予め設定された輝度と比較することにより、被写体像が明るいか否かを判定する (ステップ S103) 。被写体像が明るいと判定されたならば、後述する焦点検出用画素群の出力の加算を行わなくとも精度良く焦点検出ができると判断し、所定の画素群の出力に基づいて撮影レンズ 5 の焦点状態を検出する (ステップ S104)。30

【 0 0 4 6 】

例えば CPU20 は、焦点検出用画素 P 1 と同じ電極開口を有する焦点検出用画素群から第 1 の焦点検出用画像を生成し、同様に焦点検出用画素 P 1 と同じ電極開口を有する焦点検出用画素群から第 2 の焦点検出用画像を生成する。

【 0 0 4 7 】

図 6 (a) は、焦点検出用画素 P 1 で代表される焦点検出用画素群にて生成される線像 I 1 及び焦点検出用画素 P 1 で代表される焦点検出用画素群にて生成される線像 I 1 を示している。図 4 (a) 及び図 4 (b) のイメージセンサ 10 の受光分布に示すように、焦点検出用画素 P 1 の撮影レンズ 5 の瞳上の受光領域 S 1 の面積は焦点検出用画素 P 1 の撮影レンズ 5 の瞳上の受光領域 S 1 の面積より若干狭い。そのため、線像 I 1 は線像 I 1 より出力が若干小さくなっている。ここで、線像 I 1 と線像 I 1 の重心間隔は、所定のデフォーカス量の時に間隔 W となるように、焦点検出用画素 P 1 及び焦点検出用画素 P 1 の電極開口の位置が設定されている。40

【 0 0 4 8 】

さらに CPU20 は、第 1 の焦点検出用画像と第 2 の焦点検出用画像に基づいて相關演算を行うことにより、焦点検出用画素 P 1 と P 1 が位置する領域での撮影レンズ 5 の焦点状態を検出する。

【 0 0 4 9 】

同様に CPU20 は、焦点検出用画素 P 2 と同じ電極開口を有する焦点検出用画素群から第 3 の焦点検出用画像を生成し、同様に焦点検出用画素 P 2 と同じ電極開口を有する焦点検出用画素群から第 4 の焦点検出用画像を生成する。50

【 0 0 5 0 】

図 6 (b) は、焦点検出用画素 P_{12} で代表される焦点検出用画素群にて生成される線像 I_{12} 及び焦点検出用画素 P_{22} で代表される焦点検出用画素群にて生成される線像 I_{22} を示している。図 4 (c) 及び図 4 (d) のイメージセンサ 10 の受光分布に示すように、焦点検出用画素 P_{12} の撮影レンズ 5 の瞳上の受光領域 S_{12} の面積は焦点検出用画素 P_{22} の撮影レンズ 5 の瞳上の受光領域 S_{22} の面積とほぼ同一である。そのため、線像 I_{12} は線像 I_{22} とほぼ同一の出力となっている。ここで、線像 I_{12} と線像 I_{22} の重心間隔は、所定のデフォーカス量の時に間隔 W となるように、焦点検出用画素 P_{12} 及び焦点検出用画素 P_{22} の電極開口の位置が設定されている。

【 0 0 5 1 】

10

さらに CPU 20 は、第 3 の焦点検出用画像と第 4 の焦点検出用画像に基づいて相関演算を行うことにより、焦点検出用画素 P_{12} と P_{22} が位置する領域での撮影レンズ 5 の焦点状態を検出する。

【 0 0 5 2 】

同様に CPU 20 は、焦点検出用画素 P_{13} と同じ電極開口を有する焦点検出用画素群から第 5 の焦点検出用画像を生成し、同様に焦点検出用画素 P_{23} と同じ電極開口を有する焦点検出用画素群から第 6 の焦点検出用画像を生成する。

【 0 0 5 3 】

20

図 6 (c) は、焦点検出用画素 P_{13} で代表される焦点検出用画素群にて生成される線像 I_{13} 及び焦点検出用画素 P_{23} で代表される焦点検出用画素群にて生成される線像 I_{23} を示している。図 4 (e) 及び図 4 (f) のイメージセンサ 10 の受光分布に示すように、焦点検出用画素 P_{13} の撮影レンズ 5 の瞳上の受光領域 S_{13} の面積は焦点検出用画素 P_{23} の撮影レンズ 5 の瞳上の受光領域 S_{23} の面積より若干広い。そのため、線像 I_{13} は線像 I_{23} より出力が若干大きくなっている。ここで、線像 I_{13} と線像 I_{23} の重心間隔は、所定のデフォーカス量の時に間隔 W となるように、焦点検出用画素 P_{13} 及び焦点検出用画素 P_{23} の電極開口の位置が設定されている。

【 0 0 5 4 】

さらに CPU 20 は、第 5 の焦点検出用画像と第 6 の焦点検出用画像に基づいて相関演算を行うことにより、焦点検出用画素 P_{13} と P_{23} が位置する領域での撮影レンズ 5 の焦点状態を検出する。

30

【 0 0 5 5 】

さらに CPU 20 は、焦点検出用画素 P_{11} と P_{21} が位置する領域での撮影レンズ 5 の焦点検出結果、焦点検出用画素 P_{12} と P_{22} が位置する領域での撮影レンズ 5 の焦点検出結果及び焦点検出用画素 P_{13} と P_{23} が位置する領域での撮影レンズ 5 の焦点検出結果を平均する。

【 0 0 5 6 】

ここで、焦点検出用画素 P_{11} と P_{21} 、焦点検出用画素 P_{12} と P_{22} 及び焦点検出用画素 P_{13} と P_{23} の基線長は同一になるように構成されているため、焦点検出を行うための相関演算のパラメータを同一にして、演算の煩雑化を防止している。

【 0 0 5 7 】

40

一方、図 5において、被写体像が暗いと判定されたならば(ステップ S103 で NO)、CPU 20 は受光分布の異なる焦点検出用画素群の出力の加算を行い、焦点検出用の像に含まれるノイズの影響を小さくして焦点検出を実行する。

【 0 0 5 8 】

次に CPU 20 は、メモリ回路 22 に記憶されたイメージセンサ 10 の複数の焦点検出用画素の受光分布と撮影レンズ 5 に記憶された所定の像高での光束のケラレ情報から、図 4 に示すような焦点検出位置における撮影レンズ 5 の瞳上の受光分布を算出する。その後、図 6 の線像説明図に示すように各焦点検出用画素群の出力を推定する(ステップ S105)。ここで CPU 20 は、焦点検出用画素群の出力が相対的に小さいと判定すると、その画素群の出力は加算しないようにしている。

50

【 0 0 5 9 】

イメージセンサ 10 の受光分布がほぼ設計値通りにできており、また撮影レンズ 5 による光束のケラレがほとんど無い状態では、焦点検出用画素 P₁ と P₂ と P₃、そして、焦点検出用画素 P₁ と P₂ と P₃ の各画素群の出力を加算可能である。このように焦点検出用画素 P₁、P₂、P₃ の出力を加算した場合のイメージセンサ 10 の受光分布は図 4 (g) に示すようになる。また、焦点検出用画素 P₁、P₂、P₃ の出力を加算した場合のイメージセンサ 10 の受光分布は、図 4 (h) に示すようになる。

【 0 0 6 0 】

図 6 (d) は加算された焦点検出用画素群からの出力による線像を示している。CPU 10 20 は、焦点検出用画素 P₁ の画素群からの出力による線像 I₁ と、焦点検出用画素 P₂ の画素群からの出力による線像 I₂ と、焦点検出用画素 P₃ の画素群からの出力による線像 I₃ を加算して、線像 I₁ を生成する。同様に焦点検出用画素 P₁ の画素群からの出力による線像 I₁ と、焦点検出用画素 P₂ の画素群からの出力による線像 I₂ と、焦点検出用画素 P₃ の画素群からの出力による線像 I₃ を加算して、線像 I₂ を生成する。

【 0 0 6 1 】

ここで CPU 20 は、所定デフォーカス量での加算前の線像の重心間隔 w と、加算後の線像の重心間隔 w とが同一になるように加算を行う画素群を選択している。このように加算を行う前の焦点検出像に対する基線長と加算を行った後の像に対する基線長を同一にすることで、焦点検出を行うための相関演算のパラメータを同一にし、演算の煩雑化を防止している。20

【 0 0 6 2 】

なお、図 6 では線像により説明を行ったが、一般的な被写体の場合でも同様に加算を行えばよい。

【 0 0 6 3 】

受光分布の異なる焦点検出用画素群を選択し、加算を終了すると(ステップ S 106)、加算された像に基づいて撮影レンズ 5 の焦点状態を検出する(ステップ S 107)。

【 0 0 6 4 】

ステップ S 104 または S 107 で撮影レンズ 5 の焦点状態が検出されると、CPU 20 は焦点検出結果に基づいて撮影レンズ 5 が合焦しているか否かを判定する(ステップ S 108)。撮影レンズ 5 が合焦していないと判定されると(ステップ S 108 で NO)、CPU 20 は焦点検出結果に基づいて撮影レンズ駆動機構 51 に焦点調節情報を送って、撮影レンズ 5 を駆動して焦点調節を行う(ステップ S 109)。30

【 0 0 6 5 】

一方、撮影レンズ 5 が合焦していると判定されると(ステップ S 108 で YES)、CPU 20 はシャッターリーズスイッチの、例えば全押し操作(SW2ON)を確認する(ステップ S 110)。撮影者が合焦した被写体像を確認しシャッターリーズスイッチの後段操作(SW2ON)を行うと(ステップ S 110 で YES)、CPU 20 はイメージセンサ制御回路 21 に信号を送って、イメージセンサ 10 により撮像を行う(ステップ S 111)。イメージセンサ 10 にて撮像された画像信号はイメージセンサ制御回路 21 を介して読み出され、画像処理回路 24 に画像処理される。このとき、画素の電極開口が制限されている焦点検出用画素は欠陥画素として取り扱われ、焦点検出用画素の周辺に位置する画素から補間処理を行って画像信号が生成される。40

【 0 0 6 6 】

さらに、撮影画像はメモリ回路 22 に記録されるとともに、液晶表示素子 9 に表示される。

【 0 0 6 7 】

上記の通り本第 1 の実施形態によれば、イメージセンサ 10 の受光分布がほぼ設計値通りにできており、且つ、撮影レンズ 5 による光束のケラレがほとんど無い状態では、被写50

体が暗い場合に、基線長が同一で受光分布の異なる全ての画素群を選択する。そしてその出力を加算し、加算された画素群からの出力に基づいて焦点検出を行うことにより、ノイズに強い焦点検出を実行することが可能となる。

【0068】

<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。なお、本第2の実施形態におけるデジタルカメラの概略構成は、上記第1の実施形態で図1～図3を参照して説明したものと同様であるので、ここでは説明を省略する。

【0069】

次に、図7～図9を参照して、本第2の実施形態における光学装置であるデジタルカメラの焦点検出動作について説明する。図7はカメラの焦点検出処理を説明するためのフローチャート、図8は、イメージセンサ10の一部に配設された焦点検出用画素の撮影レンズ5の瞳上での設計上の受光分布を示す図である。図9はイメージセンサ10の焦点検出用画素から得られる画像信号対に基づく線像を示す図である。

【0070】

撮影者が不図示のシャッターレリーズスイッチの、例えば半押し操作(SW1ON)を行うと(ステップS200)、CPU20はイメージセンサ制御回路21に信号を送って、イメージセンサ10にて撮像を行う(ステップS201)。イメージセンサ10にて撮像された画像信号はイメージセンサ制御回路21を介して読み出される(ステップS202)。

【0071】

次にCPU20は、メモリ回路22に記憶されたイメージセンサ10の複数の焦点検出用画素の受光分布と撮影レンズ5に記憶された所定の像高での光束のケラレ情報から、各焦点検出用画素群の出力を推定する(ステップS203)。本第2の実施形態では、マイクロレンズ153と電極131の開口との相対位置が設計値からずれているイメージセンサ10にて、撮影画面の周辺で焦点検出を行う例を示す。

【0072】

CPU20は、まず焦点検出用画素の受光分布と撮影レンズ5に記憶された所定の像高での光束のケラレ情報から、図8に示すようなイメージセンサ10の撮影レンズ5の瞳上の受光分布と図9に示すような焦点検出用画素群で生成される線像を計算する。図8は、電極131の開口に対してマイクロレンズ153が設計値に対して- \times 方向に位置ずれしたイメージセンサ10の、イメージセンサ10の中心に対して- \times 方向に位置する焦点検出用画素群の受光分布を示している。電極131の開口に対してマイクロレンズ153が設計値に対して- \times 方向に位置ずれした場合、イメージセンサ10の焦点検出用画素の受光分布は、撮影レンズ5の瞳上で一律- \times 方向に偏位する。

【0073】

また、イメージセンサ10の中心に対して- \times 方向に位置する焦点検出用画素群では、撮影レンズ5のレンズ枠により図中- \times 方向側から光束がけられてしまう。

【0074】

図8(a)は、図3のイメージセンサ10の一部平面図に示した焦点検出用画素P1の、撮影レンズ5の瞳上での受光分布を示している。電極131_3と電極131_4とで決まる焦点検出用画素P1の開口の中心、即ち、焦点検出用画素P1の光電変換部の受光可能な領域S1の中心は、画素の中心に対して+ \times 方向に大きく偏位している。従って、領域S1の中心は、撮影レンズ5の射出瞳上で光軸(図中x軸とy軸の交点)に対してさらに- \times 方向に偏位した距離- \times 1'となる。さらに、撮影レンズ5のレンズ枠により図中- \times 方向側から光束がけられてしまうため、焦点検出用画素P1の受光可能な領域は狭くなる。

【0075】

図8(b)は、図3のイメージセンサ10の一部平面図に示した焦点検出用画素P1の、撮影レンズ5の瞳上での受光分布を示している。電極131_1と電極131_2とで

10

20

30

40

50

決まる焦点検出用画素 P₁ の開口の中心、即ち、焦点検出用画素 P₁ の光電変換部の受光可能な領域 S₁ の中心は、画素の中心と略一致している。従って、領域 S₁ の中心は、撮影レンズ 5 の射出瞳上で光軸（図中 x 軸と y 軸の交点）に対してさらに -x 方向に偏位した距離 -x₁ ' となる。

【 0 0 7 6 】

図 9 (a) は、焦点検出用画素 P₁ で代表される焦点検出用画素群にて生成される線像分布 I₁ 及び焦点検出用画素 P₁ で代表される焦点検出用画素群にて生成される線像分布 I₁ を示している。焦点検出用画素 P₁ の撮影レンズ 5 の瞳上の受光領域 S₁ の面積と焦点検出用画素 P₁ の撮影レンズ 5 の瞳上の受光領域 S₁ の面積は大きく異なるため、線像分布 I₁ と線像分布 I₁ の出力差が大きくなる。その結果、焦点検出用画素 P₁ で代表される焦点検出用画素群にて生成される焦点検出像と焦点検出用画素 P₁ で代表される焦点検出用画素群で生成される焦点検出像を用いて撮影レンズ 5 の合焦状態の検出を行っても、精度の高い焦点検出はできない。10

【 0 0 7 7 】

そこで、本第 2 の実施形態では、焦点検出用画素 P₁ 及び P₁ にそれぞれ代表される焦点検出用画素群の撮影レンズ 5 の瞳上の受光分布を、焦点検出用画素自身の受光分布及びイメージセンサ 10 上の位置情報、及び撮影レンズ 5 の情報に基づいて推定する。そして、所定の焦点検出用画素群で生成される像に基づいて精度良く焦点検出ができるかどうかを判定する。例えば、CPU 20 は、焦点検出用画素 P₁ の撮影レンズ 5 の瞳上の受光領域 S₁ の面積と焦点検出用画素 P₁ の撮影レンズ 5 の瞳上の受光領域 S₁ の面積との比を計算する。そして、面積比が予め設定された範囲内にある焦点検出用画素群から得られる像を用い、範囲外（例えば、2 倍以上あるいは 1 / 2 以下）の焦点検出用画素群から得られる像を用いて焦点検出を行わないように構成している。本第 2 の実施形態における焦点検出用画素 P₁ の撮影レンズ 5 の瞳上の受光領域 S₁ の面積と焦点検出用画素 P₁ の撮影レンズ 5 の瞳上の受光領域 S₁ の面積との比はおよそ 1 / 3 である。そのため、CPU 20 は焦点検出用画素 P₁ 及び P₁ で代表される焦点検出用画素群から得られる像に基づいた焦点検出は実行しない。20

【 0 0 7 8 】

図 8 (c) は、図 3 のイメージセンサ 10 の一部平面図に示した焦点検出用画素 P₂ の、撮影レンズ 5 の瞳上での受光分布を示している。電極 131_3 と電極 131_4 とで決まる焦点検出用画素 P₂ の開口の中心、即ち、焦点検出用画素 P₂ の光電変換部の受光可能な領域 S₂ の中心は、画素の中心に対して +x 方向に所定量偏位している。従って、領域 S₂ の中心は、撮影レンズ 5 の射出瞳上で光軸（図中 x 軸と y 軸の交点）に対してさらに -x 方向に偏位した距離 -x₂ ' となる。さらに、撮影レンズ 5 のレンズ枠により図中 -x 方向側から光束がけられてしまうため、焦点検出用画素 P₂ の受光可能な領域は狭くなる。30

【 0 0 7 9 】

図 8 (d) は、図 3 のイメージセンサ 10 の一部平面図に示した焦点検出用画素 P₂ の、撮影レンズ 5 の瞳上での受光分布を示している。電極 131_1 と電極 131_2 とで決まる焦点検出用画素 P₂ の開口の中心、即ち、焦点検出用画素 P₂ の光電変換部の受光可能な領域 S₂ の中心は、画素の中心に対して -x 方向に所定量偏位している。従って、領域 S₂ の中心は、撮影レンズ 5 の射出瞳上で光軸（図中 x 軸と y 軸の交点）に対してさらに -x 方向に偏位した距離 x₂ ' となる。40

【 0 0 8 0 】

図 9 (b) は、焦点検出用画素 P₂ で代表される焦点検出用画素群にて生成される線像分布 I₂ 及び焦点検出用画素 P₂ で代表される焦点検出用画素群にて生成される線像分布 I₂ を示している。焦点検出用画素 P₂ の撮影レンズ 5 の瞳上の受光領域 S₂ の面積と焦点検出用画素 P₂ の撮影レンズ 5 の瞳上の受光領域 S₂ の面積は若干異なるため、線像分布 I₂ と線像分布 I₂ に若干の出力差が生じる。

【 0 0 8 1 】

10

20

30

40

50

そこで、本第2の実施形態では、焦点検出用画素P₂及びP₂にそれぞれ代表される焦点検出用画素群の撮影レンズ5の瞳上の受光分布を、焦点検出用画素自身の受光分布及びイメージセンサ10上の位置情報、及び撮影レンズ5の情報に基づいて推定する。そして、所定の焦点検出用画素群で生成される像に基づいて精度良く焦点検出ができるかどうかを判定する。例えば、CPU20は、焦点検出用画素P₂の撮影レンズ5の瞳上の受光領域S₂の面積と焦点検出用画素P₂の撮影レンズ5の瞳上の受光領域S₂の面積との比を計算する。そして、面積比が予め設定された範囲内にある焦点検出用画素群から得られる像を用い、範囲外（例えば、2倍以上あるいは1/2以下）の焦点検出用画素群から得られる像を用いて焦点検出を行わないように構成している。本第2の実施形態における焦点検出用画素P₂の撮影レンズ5の瞳上の受光領域S₂の面積と焦点検出用画素P₂の撮影レンズ5の瞳上の受光領域S₂の面積との比はおよそ4/5である。そのため、CPU20は焦点検出用画素P₂及びP₂で代表される焦点検出用画素群から得られる像に基づいた焦点検出を行う。このときCPU20は、焦点検出用画素P₂及びP₂で代表される焦点検出用画素群で得られる像に対して、先に求めた撮影レンズ5の瞳上の受光領域の面積比に基づいてゲイン補正を行い、焦点検出精度を向上させている。10

【0082】

図8(e)は、図3のイメージセンサ10の一部平面図に示した焦点検出用画素P₃の、撮影レンズ5の瞳上での受光分布を示している。電極131_3と電極131_4とで決まる焦点検出用画素P₃の開口の中心、即ち、焦点検出用画素P₃の光電変換部の受光可能な領域S₃の中心は、画素の中心と略一致している。従って、領域S₃の中心は、撮影レンズ5の射出瞳上で光軸（図中x軸とy軸の交点）に対してさらに-x方向に偏位した距離-x₃'となる。さらに、撮影レンズ5のレンズ枠により図中-x方向側から光束がけられてしまうため、焦点検出用画素P₃の受光可能な領域は狭くなる。ここで、焦点検出用画素P₃の撮影レンズ5の瞳上での受光分布は、焦点検出用画素P₁の撮影レンズ5の瞳上での受光分布と略一致している。20

【0083】

図8(f)は、図3のイメージセンサ10の一部平面図に示した焦点検出用画素P₃の、撮影レンズ5の瞳上での受光分布を示している。電極131_1と電極131_2とで決まる焦点検出用画素P₃の開口の中心、即ち、焦点検出用画素P₃の光電変換部の受光可能な領域S₃の中心は、画素の中心に対して-x方向に大きく偏位している。従って、領域S₃の中心は、撮影レンズ5の射出瞳上で光軸（図中x軸とy軸の交点）に対してさらに-x方向に偏位した距離x₃'となる。30

【0084】

図9(c)は、焦点検出用画素P₃で代表される焦点検出用画素群にて生成される線像分布I₃及び焦点検出用画素P₃で代表される焦点検出用画素群にて生成される線像分布I₃を示している。焦点検出用画素P₃の撮影レンズ5の瞳上の受光領域S₃の面積と焦点検出用画素P₃の撮影レンズ5の瞳上の受光領域S₃の面積は略同一のため、線像分布I₃と線像分布I₃の出力は略同じになる。40

【0085】

そこで、本第2の実施形態では、焦点検出用画素P₃及びP₃にそれぞれ代表される焦点検出用画素群の撮影レンズ5の瞳上の受光分布を、焦点検出用画素自身の受光分布及びイメージセンサ10上の位置情報、及び撮影レンズ5の情報に基づいて推定する。そして、所定の焦点検出用画素群で生成される像に基づいて精度良く焦点検出ができるかどうかを判定する。例えば、CPU20は、焦点検出用画素P₃の撮影レンズ5の瞳上の受光領域S₃の面積と焦点検出用画素P₃の撮影レンズ5の瞳上の受光領域S₃の面積との比を計算する。そして、面積比が予め設定された範囲内にある焦点検出用画素群から得られる像を用い、範囲外（例えば、2倍以上あるいは1/2以下）の焦点検出用画素群から得られる像を用いて焦点検出を行わないように構成している。本第2の実施形態における焦点検出用画素P₃の撮影レンズ5の瞳上の受光領域S₃の面積と焦点検出50

用画素 P₃ の撮影レンズ 5 の瞳上の受光領域 S₃ の面積との比はおよそ 1 である。そのため、CPU20 は焦点検出用画素 P₃ 及び P₃ で代表される焦点検出用画素群で得られる像に基づいた焦点検出を行う。

【0086】

図 8 (g) は、図 3 のイメージセンサ 10 の一部平面図に示した通常撮像用画素の、撮影レンズ 5 の瞳上での受光分布を示している。通常撮像用画素の第 1 の電極 131 は光電変換部を遮光しないように構成されているため、通常撮像用画素の光電変換部は、撮影レンズ 5 の全瞳領域 S₃ を受光可能である。但し、撮影レンズ 5 のレンズ枠により図中 -x 方向側から光束がけられてしまうため、受光可能な領域は狭くなる。

【0087】

以上のように本第 2 の実施形態では、光学装置を構成する CPU20 は、次の点を判定する。即ち、イメージセンサ 10 を構成するマイクロレンズ 153 と電極 131 の開口の相対位置が設計値に対してずれがあるか、また、撮影レンズ 5 のレンズ枠による光束のけられが大きいかを判定する。そして、判定結果に応じて焦点検出に用いる焦点検出用画素群を選択する (ステップ S203)。

【0088】

さらに CPU20 は、選択された焦点検出用画素群 (本第 2 の実施形態では焦点検出用画素 P₂ と P₂ の画素群及び焦点検出用画素 P₃ と P₃ の画素群) の出力に基づいて、撮影レンズ 5 の焦点状態を検出する。さらに CPU20 は、焦点検出用画素 P₂ と P₂ が位置する領域での撮影レンズ 5 の焦点検出結果及び焦点検出用画素 P₃ と P₃ が位置する領域での撮影レンズ 5 の焦点検出結果を平均し、焦点状態 (第 1 の焦点状態) を求める (ステップ S204)。(第 1 の検出工程)。

【0089】

さらに、CPU20 は受光分布の異なる焦点検出用画素群の出力の加算を行う (ステップ S205)。このとき CPU20 は、上述のようにメモリ回路 22 に記憶されたイメージセンサ 10 の複数の焦点検出用画素の受光分布と撮影レンズ 5 に記憶された所定の像高での光束のケラレ情報から、各焦点検出用画素群の出力を推定する。焦点検出用画素群にて生成される 2 つの像の相対的出力の差が所定値よりも大きいならば、その画素群の加算は行わない。本第 2 の実施形態では、焦点検出用画素 P₂ と P₂ の画素群と焦点検出用画素 P₃ と P₃ の画素群の出力を加算する。加算により得られた線像を図 9 (d) に示すが、所定デフォーカス量での加算前の線像の重心間隔 w と加算後の線像の重心間隔 w は同一になるように加算を行う画素群を選択している。

【0090】

CPU20 により所定の焦点検出用画素群の出力が加算されると (ステップ S205)、加算された像に基づいて撮影レンズ 5 の焦点状態 (第 2 の焦点状態) が検出される (ステップ S206) (第 2 の検出工程)。

【0091】

焦点検出用画素 P₂ と P₂、及び、P₃ と P₃ が位置する領域での撮影レンズ 5 の焦点検出結果を平均した焦点検出結果と、焦点検出用画素 P₂ と P₂、及び、P₃ と P₃ の画素群の出力を加算して求めた焦点検出結果とを求める。そして、上記焦点検出結果が揃うと、CPU20 は焦点検出に用いた像のコントラストに基づいて最終的な焦点検出結果を決定する (ステップ S207)。

【0092】

例えば、焦点検出に用いた像のコントラストが低い場合、あるいは焦点検出に用いた像の絶対出力が低い場合は、次のように決定する。即ち、CPU20 は焦点検出用画素 P₂ と P₂ の画素群と焦点検出用画素 P₃ と P₃ の画素群の出力を加算して求めた焦点検出結果を最終的な焦点検出結果と決定する (ステップ S207)。

【0093】

撮影レンズ 5 の焦点検出結果が算出されると (ステップ S207)、CPU20 は焦点検出結果に基づいて撮影レンズ 5 が合焦しているか否かを判定する (ステップ S208)

10

20

30

40

50

。撮影レンズ 5 が合焦していないと判定されると（ステップ S 208 で N O）、C P U 20 は焦点検出結果に基づいて撮影レンズ駆動機構 51 に焦点調節情報を送って、撮影レンズ 5 を駆動して焦点調節を行う（ステップ S 209）。

【 0094 】

一方、撮影レンズ 5 が合焦していると判定されると（ステップ S 208 で Y E S）、C P U 20 はシャッタレリーズスイッチの、例えば全押し操作（S W 2 O N）を確認する（ステップ S 210）。撮影者が合焦した被写体像を確認しシャッタレリーズスイッチの後段操作（S W 2 O N）を行うと（ステップ S 210 で Y E S）、C P U 20 はイメージセンサ制御回路 21 に信号を送って、イメージセンサ 10 により撮像を行う（ステップ S 211）。イメージセンサ 10 にて撮像された画像信号はイメージセンサ制御回路 21 を介して読み出され、画像処理回路 24 に画像処理される。このとき、画素の電極開口が制限されている焦点検出用画素は欠陥画素として取り扱われ、焦点検出用画素の周辺に位置する画素から補間処理を行って画像信号が生成される。
10

【 0095 】

さらに、撮影画像はメモリ回路 22 に記録されるとともに、液晶表示素子 9 に表示される。

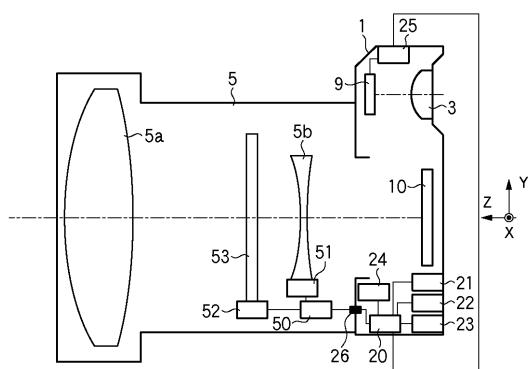
【 0096 】

上記の通り第 2 の実施形態によれば、焦点検出用画素群から出力される信号を加算した場合と、加算しない場合とでそれぞれ焦点検出を行い、被写体のコントラストに応じて、いずれかの焦点検出結果を選択する。このように構成することにより、上述した第 1 の実施形態と同様の効果を得ることができる。
20

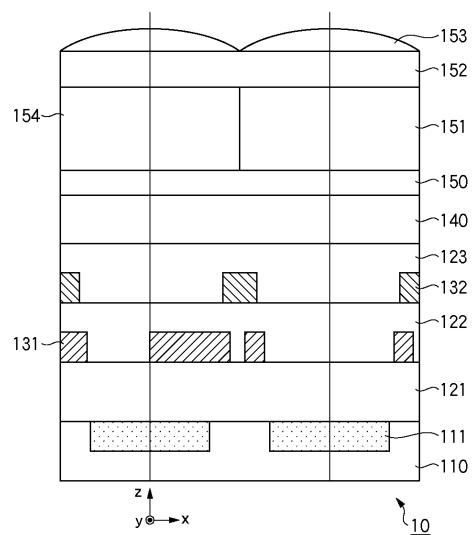
【 0097 】

なお、上述した第 1 及び第 2 の実施形態の実施形態を適宜組み合わせて実施することが可能であることは言うまでもない。

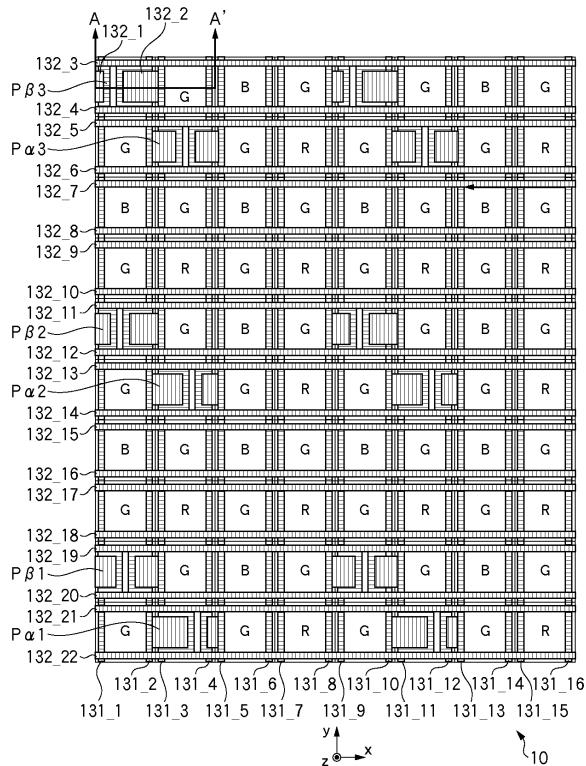
【 図 1 】



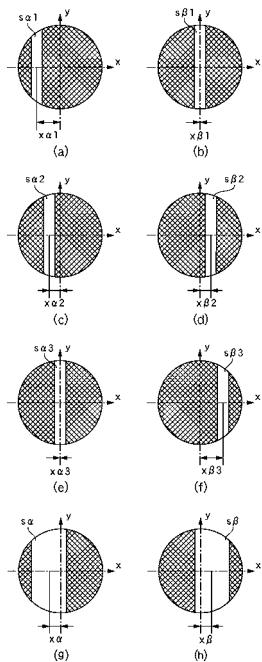
【 図 2 】



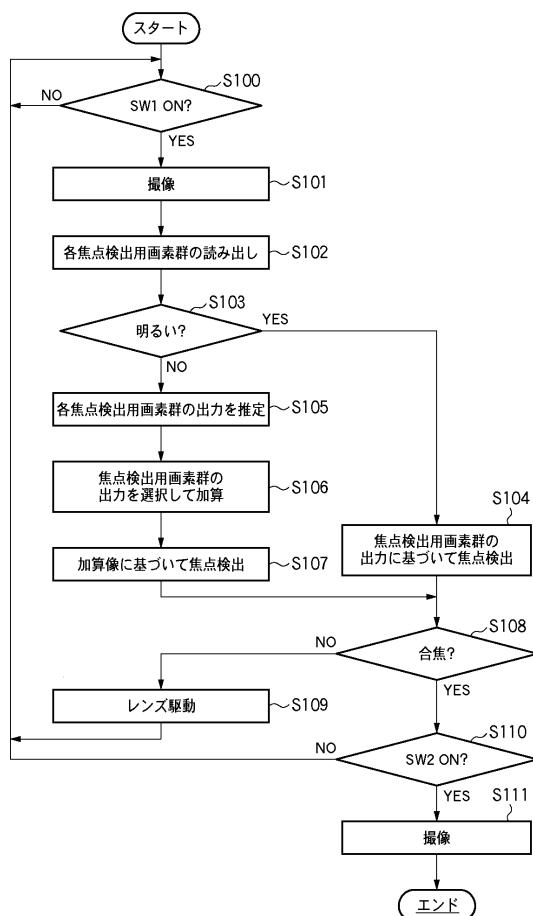
【図3】



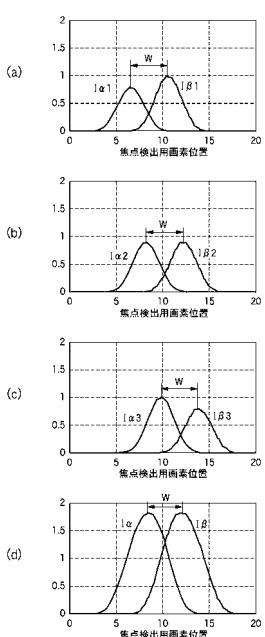
【図4】



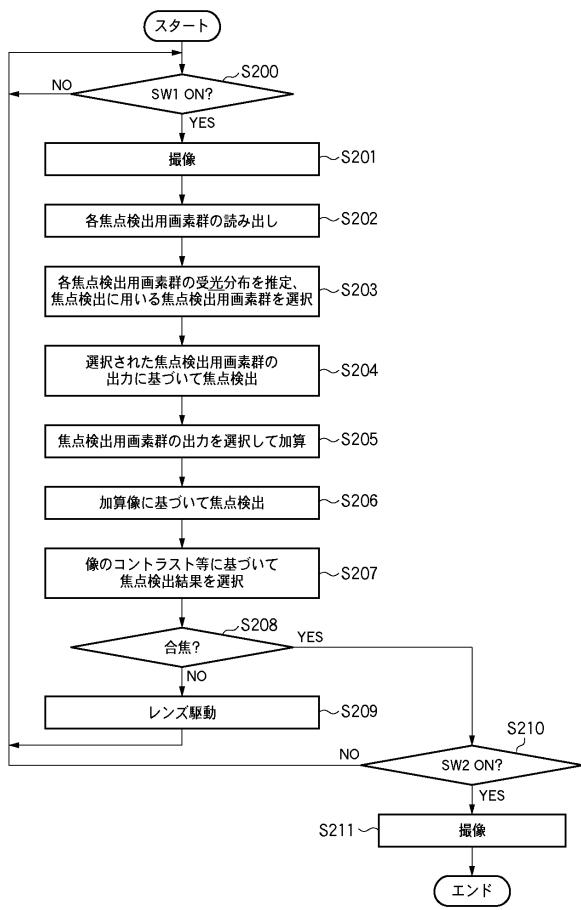
【図5】



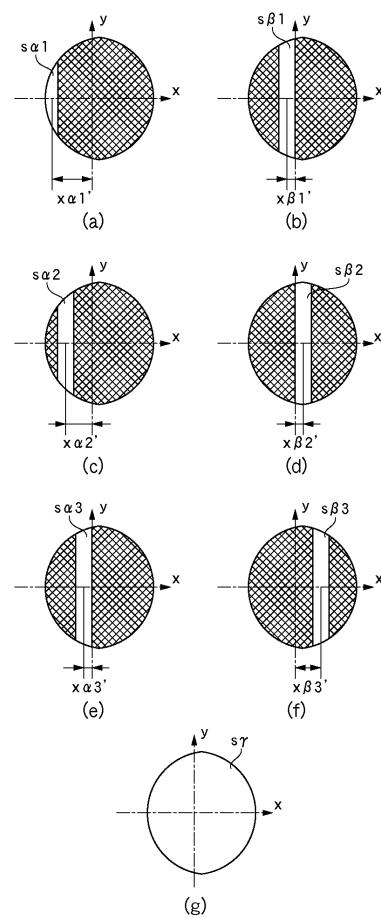
【図6】



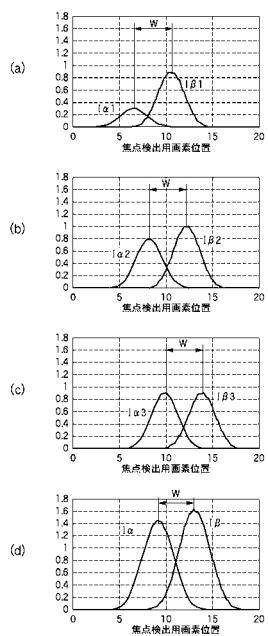
【図7】



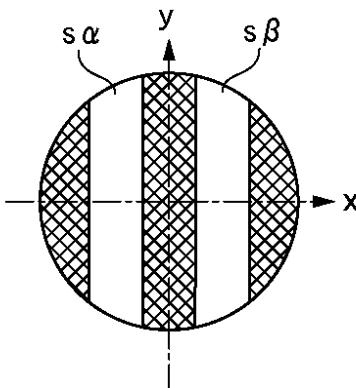
【図8】



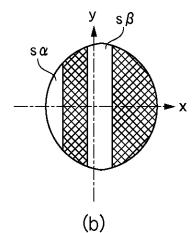
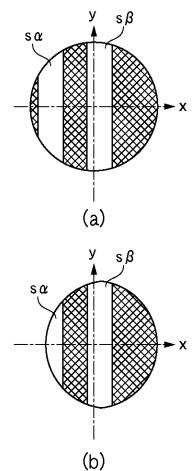
【図9】



【図10】



【図 1 1】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 04N 101/00 (2006.01) H 04N 101:00

(72)発明者 長野 明彦
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

(56)参考文献 特開2009-015164 (JP, A)
特開2002-258142 (JP, A)
特開2006-071656 (JP, A)
特開2008-103885 (JP, A)
特開2006-208802 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B	7 / 3 4
G 02 B	7 / 2 8
G 03 B	1 3 / 3 6
H 04 N	5 / 2 3 2
H 04 N	5 / 3 4 7
H 04 N	1 0 1 / 0 0