

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5399627号  
(P5399627)

(45) 発行日 平成26年1月29日(2014.1.29)

(24) 登録日 平成25年11月1日(2013.11.1)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>GO2B</b>	<b>7/34</b>	<b>(2006.01)</b>	GO2B	7/11	C
<b>GO3B</b>	<b>13/36</b>	<b>(2006.01)</b>	GO3B	3/00	A
<b>HO4N</b>	<b>5/232</b>	<b>(2006.01)</b>	HO4N	5/232	A

請求項の数 10 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2007-329866 (P2007-329866)	(73) 特許権者	000004112
(22) 出願日	平成19年12月21日(2007.12.21)		株式会社ニコン
(65) 公開番号	特開2009-151155 (P2009-151155A)		東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
(43) 公開日	平成21年7月9日(2009.7.9)	(74) 代理人	100084412
審査請求日	平成22年12月2日(2010.12.2)		弁理士 永井 冬紀
審判番号	不服2012-20021 (P2012-20021/J1)	(74) 代理人	100078189
審判請求日	平成24年10月11日(2012.10.11)		弁理士 渡辺 隆男
		(72) 発明者	日下 洋介
			東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
		合議体	
		審判長	伊藤 昌哉
		審判官	神 悦彦
		審判官	北川 清伸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 焦点検出装置、焦点調節装置および撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

撮影光学系による撮影画面上に、その中心から一方側及びその反対側にそれぞれ離れた位置にそれぞれ設定された第1及び第2の焦点検出エリアと、

前記第1の焦点検出エリアにおいて、前記撮影光学系の瞳の一对の部分領域を通過する一对の光束のうち一方の第1光束を受光して前記第1光束による像に対応する第1の信号列を出力する複数の第1の焦点検出画素と、前記一对の光束のうち他方の第2光束を受光して前記第2光束による像に対応する第2の信号列を出力する複数の第2の焦点検出画素と、を有する第1の受光手段と、

前記第2の焦点検出エリアにおいて、前記撮影光学系の瞳の一对の部分領域を通過する一对の光束のうち一方の第3光束を受光して前記第3光束による像に対応する第3の信号列を出力する複数の第3の焦点検出画素と、前記一对の光束のうち他方の第4光束を受光して前記第4光束による像に対応する第4の信号列を出力する複数の第4の焦点検出画素と、を有する第2の受光手段と、

前記第1の信号列と前記第2の信号列との第1のズレ量を算出する第1のズレ量検出手段と、

前記第3の信号列と前記第4の信号列との第2のズレ量を算出する第2のズレ量検出手段と、

前記第1のズレ量または前記第2のズレ量に基づいて前記撮影光学系の焦点調節状態を検出する焦点検出手段と、を備え、

10

20

前記第1のズレ量検出手段は、前記第1の焦点検出画素への前記第1光束の入射角と前記第2の焦点検出画素への前記第2光束の入射角とのうち、入射角の小さい方の光束に関する信号列を第1の基準信号列とし、入射角の大きい方の光束に関する信号列を第1の変位信号列として、前記第1の基準信号列に対して前記第1の変位信号列を変位させながら、前記第1の基準信号列と前記第1の変位信号列との相関量を相関演算によって算出して前記第1のズレ量を算出し、

前記第2のズレ量検出手段は、前記第3の焦点検出画素への前記第3光束の入射角と前記第4の焦点検出画素への前記第4光束の入射角とのうち、入射角の小さい方の光束に関する信号列を第2の基準信号列とし、入射角の大きい方の光束に関する信号列を第2の変位信号列として、前記第2の基準信号列に対して前記第2の変位信号列を変位させながら、前記第2の基準信号列と前記第2の変位信号列との相関量を相関演算によって算出して前記第2のズレ量を算出し、

前記第1の受光手段は、前記第1の変位信号列を出力する複数の焦点検出画素の数が、前記第1の基準信号列を出力する複数の焦点検出画素の数よりも大きく、

前記第2の受光手段は、前記第2の変位信号列を出力する複数の焦点検出画素の数が、前記第2の基準信号列を出力する複数の焦点検出画素の数よりも大きく、

前記第1のズレ量検出手段による前記相関演算は、前記第1の基準信号列と前記第1の変位信号列について、互いに同数の基準信号及び変位信号を用いて行われ、

前記第2のズレ量検出手段による前記相関演算は、前記第2の基準信号列と前記第2の変位信号列について、互いに同数の基準信号及び変位信号を用いて行われることを特徴とする焦点検出装置。

【請求項2】

撮影光学系による撮影画面上に、その中心から一方側及びその反対側にそれぞれ離れた位置にそれぞれ設定された第1及び第2の焦点検出エリアと、

前記第1の焦点検出エリアにおいて、前記撮影光学系の瞳の一对の部分領域を通過する一对の光束のうち一方の第1光束を受光して前記第1光束による像に対応する第1の信号列を出力する複数の第1の焦点検出画素と、前記一对の光束のうち他方の第2光束を受光して前記第2光束による像に対応する第2の信号列を出力する複数の第2の焦点検出画素と、を有する第1の受光手段と、

前記第2の焦点検出エリアにおいて、前記撮影光学系の瞳の一对の部分領域を通過する一对の光束のうち一方の第3光束を受光して前記第3光束による像に対応する第3の信号列を出力する複数の第3の焦点検出画素と、前記一对の光束のうち他方の第4光束を受光して前記第4光束による像に対応する第4の信号列を出力する複数の第4の焦点検出画素と、を有する第2の受光手段と、

前記第1の信号列と前記第2の信号列との第1のズレ量を算出する第1のズレ量検出手段と、

前記第3の信号列と前記第4の信号列との第2のズレ量を算出する第2のズレ量検出手段と、

前記第1のズレ量または前記第2のズレ量に基づいて前記撮影光学系の焦点調節状態を検出する焦点検出手段と、を備え、

前記第1のズレ量検出手段は、前記第1の焦点検出画素への前記第1光束の入射角と前記第2の焦点検出画素への前記第2光束の入射角とのうち、入射角の小さい方の光束に関する信号列を第1の基準信号列とし、入射角の大きい方の光束に関する信号列を第1の変位信号列として、前記第1の基準信号列に対して前記第1の変位信号列を変位させながら、前記第1の基準信号列と前記第1の変位信号列との相関量を相関演算によって算出して前記第1のズレ量を算出し、

前記第2のズレ量検出手段は、前記第3の焦点検出画素への前記第3光束の入射角と前記第4の焦点検出画素への前記第4光束の入射角とのうち、入射角の小さい方の光束に関する信号列を第2の基準信号列とし、入射角の大きい方の光束に関する信号列を第2の変位信号列として、前記第2の基準信号列に対して前記第2の変位信号列を変位させながら

10

20

30

40

50

、前記第2の基準信号列と前記第2の変位信号列との相関量を相関演算によって算出して前記第2のズレ量を算出し、

前記第1のズレ量検出手段が前記第1の基準信号列に対して前記第1の変位信号列を変位させながら前記相関演算を行うために使用する前記第1の変位信号列の変位信号の数が前記第1の基準信号列の基準信号の数よりも大きく、

前記第2のズレ量検出手段が前記第2の基準信号列に対して前記第2の変位信号列を変位させながら前記相関演算を行うために使用する前記第2の変位信号列の変位信号の数が前記第1の基準信号列の基準信号の数よりも大きく、

前記第1のズレ量検出手段による前記相関演算は、前記第1の基準信号列と前記第1の変位信号列について、互いに同数の基準信号及び変位信号を用いて行われ、

前記第2のズレ量検出手段による前記相関演算は、前記第2の基準信号列と前記第2の変位信号列について、互いに同数の基準信号及び変位信号を用いて行われることを特徴とする焦点検出装置。

【請求項3】

請求項2に記載の焦点検出装置において、

前記複数の第1の焦点検出画素と前記複数の第2の焦点検出画素とは、互いに同数であり、

前記複数の第3の焦点検出画素と前記複数の第4の焦点検出画素とは、互いに同数であることを特徴とする焦点検出装置。

【請求項4】

撮影光学系による撮影画面上に、その中心から一方側及びその反対側にそれぞれ離れた位置にそれぞれ設定された第1及び第2の焦点検出エリアと、

前記第1の焦点検出エリアにおいて、前記撮影光学系の瞳の一对の部分領域を通過する第1及び第2光束をそれぞれ受光して前記第1光束による像に対応する第1の信号列と前記第2光束による像に対応する第2の信号列とを出力する複数の第1の焦点検出画素を有する第1の受光手段と、

前記第2の焦点検出エリアにおいて、前記撮影光学系の瞳の一对の部分領域を通過する第3及び第4光束をそれぞれ受光して前記第3光束による像に対応する第3の信号列と前記第4光束による像に対応する第4の信号列とを出力する複数の第2の焦点検出画素を有する第2の受光手段と、

前記第1の信号列と前記第2の信号列との第1のズレ量を算出する第1のズレ量検出手段と、

前記第3の信号列と前記第4の信号列との第2のズレ量を算出する第2のズレ量検出手段と、

前記第1のズレ量または前記第2のズレ量に基づいて前記撮影光学系の焦点調節状態を検出する焦点検出手段と、を備え、

前記第1のズレ量検出手段は、前記第1の焦点検出画素への前記第1光束の入射角と前記第1の焦点検出画素への前記第2光束の入射角とのうち、入射角の小さい方の光束に関する信号列を第1の基準信号列とし、入射角の大きい方の光束に関する信号列を第1の変位信号列として、前記第1の基準信号列に対して前記第1の変位信号列を変位させながら、前記第1の基準信号列と前記第1の変位信号列との相関量を相関演算によって算出して前記第1のズレ量を算出し、

前記第2のズレ量検出手段は、前記第2の焦点検出画素への前記第3光束の入射角と前記第2の焦点検出画素への前記第4光束の入射角とのうち、入射角の小さい方の光束に関する信号列を第2の基準信号列とし、入射角の大きい方の光束に関する信号列を第2の変位信号列として、当該基準信号列に対して当該変位信号列を変位させながら、前記第2の基準信号列と前記第2の変位信号列との相関量を相関演算によって算出して前記第2のズレ量を算出し、

前記第1のズレ量検出手段が前記第1の基準信号列に対して前記第1の変位信号列を変位させながら前記相関演算を行うために使用する前記第1の変位信号列の変位信号の数が

10

20

30

40

50

前記第 1 の基準信号列の基準信号の数よりも大きく、

前記第 2 のズレ量検出手段が前記第 2 の基準信号列に対して前記第 2 の変位信号列を変位させながら前記相関演算を行うために使用する前記第 2 の変位信号列の変位信号の数が前記第 1 の基準信号列の基準信号の数よりも大きく、

前記第 1 のズレ量検出手段による前記相関演算は、前記第 1 の基準信号列と前記第 1 の変位信号列について、互いに同数の基準信号及び変位信号を用いて行われ、

前記第 2 のズレ量検出手段による前記相関演算は、前記第 2 の基準信号列と前記第 2 の変位信号列について、互いに同数の基準信号及び変位信号を用いて行われることを特徴とする焦点検出装置。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の焦点検出装置において、

前記第 1 及び第 2 の焦点検出エリアは、前記撮影画面の周辺領域において前記撮影画面の中心に対して互いにほぼ対称な位置に配置されることを特徴とする焦点検出装置。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の焦点検出装置において、

前記第 1 の焦点検出画素は、マイクロレンズと、前記マイクロレンズを通過した前記第 1 光束を受光する光電変換部とを有し、

前記第 2 の焦点検出画素は、マイクロレンズと、当該マイクロレンズを通過した前記第 2 光束を受光する光電変換部とを有し、

前記第 3 の焦点検出画素は、マイクロレンズと、当該マイクロレンズを通過した前記第 3 光束を受光する光電変換部とを有し、

前記第 4 の焦点検出画素は、マイクロレンズと、当該マイクロレンズを通過した前記第 4 光束を受光する光電変換部とを有することを特徴とする焦点検出装置。

【請求項 7】

請求項 4 に記載の焦点検出装置において、

前記第 1 の焦点検出画素は、マイクロレンズと、前記マイクロレンズを通過した前記第 1 及び第 2 光束をそれぞれ受光する第 1 及び第 2 の光電変換部とを有し、

前記第 2 の焦点検出画素は、マイクロレンズと、当該マイクロレンズを通過した前記第 3 及び第 4 光束を受光する第 3 及び第 4 の光電変換部とを有することを特徴とする焦点検出装置。

【請求項 8】

請求項 5 ~ 7 のいずれか一項に記載の焦点検出装置において、

前記第 1 光束による像及び前記第 2 光束による像をそれぞれ再結像する第 1 及び第 2 の再結像光学系と、

前記第 3 光束による像及び前記第 4 光束による像をそれぞれ再結像する第 3 及び第 4 の再結像光学系と、を更に備え、

前記複数の第 1 の焦点検出画素は、前記第 1 の再結像光学系を通過した前記第 1 光束を受光し、

前記複数の第 2 の焦点検出画素は、前記第 2 の再結像光学系を通過した前記第 2 光束を受光し、

前記複数の第 3 の焦点検出画素は、前記第 3 の再結像光学系を通過した前記第 3 光束を受光し、

前記複数の第 4 の焦点検出画素は、前記第 4 の再結像光学系を通過した前記第 4 光束を受光することを特徴とする焦点検出装置。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の焦点検出装置と、

前記焦点検出手段により検出された前記撮影光学系の焦点調節状態に応じて前記撮影光学系の焦点調節を行う焦点調節手段とを備えることを特徴とする焦点調節装置。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の焦点調節装置を備えることを特徴とする撮像装置。

10

20

30

40

50

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は焦点検出装置、焦点調節装置および撮像装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

マイクロレンズとその背後に配置された一对の光電変換部からなる焦点検出画素を撮影レンズの予定焦点面上に配列し、これにより光学系を通る一对の焦点検出光束が形成する一对の像に応じた一对の像信号を生成し、この一对の像信号間の像ズレ量を検出することによって撮影レンズの焦点調節状態を検出する、いわゆる瞳分割型位相差検出方式の焦点検出装置が知られている（例えば、特許文献1参照）。

10

この種の焦点検出装置では、一对の像信号間の像ズレ量（位相差）を検出する際に、一对の像信号の一方を固定し（基準とし）、他方の像信号を固定された像信号に対し1画素ずつシフトしながら相関度を算出し、最大の相関度を示すシフト量に応じて光学系のデフォーカス量（焦点調節状態）を検出している。

## 【0003】

この出願の発明に関連する先行技術文献としては次のものがある。

## 【特許文献1】特開2004-172273号公報

## 【発明の開示】

20

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

しかしながら、上述した従来の焦点検出装置では、焦点検出位置が画面の周辺にあって一对の光束の入射角が大きい場合には、焦点調節のための撮影レンズの移動により、固定される像信号に対応する被写体像が撮影レンズの移動前後で大幅に変化してしまう。そのため、撮影レンズ移動後に異なるターゲットに対して焦点検出をすることになり、撮影レンズがハンチングするという問題がある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

請求項1の発明による焦点検出装置は、撮影光学系による撮影画面上に、その中心から一方側及びその反対側にそれぞれ離れた位置にそれぞれ設定された第1及び第2の焦点検出エリアと、前記第1の焦点検出エリアにおいて、前記撮影光学系の瞳の一对の部分領域を通過する一对の光束のうち一方の第1光束を受光して前記第1光束による像に対応する第1の信号列を出力する複数の第1の焦点検出画素と、前記一对の光束のうち他方の第2光束を受光して前記第2光束による像に対応する第2の信号列を出力する複数の第2の焦点検出画素と、を有する第1の受光手段と、前記第2の焦点検出エリアにおいて、前記撮影光学系の瞳の一对の部分領域を通過する一对の光束のうち一方の第3光束を受光して前記第3光束による像に対応する第3の信号列を出力する複数の第3の焦点検出画素と、前記一对の光束のうち他方の第4光束を受光して前記第4光束による像に対応する第4の信号列を出力する複数の第4の焦点検出画素と、を有する第2の受光手段と、前記第1の信号列と前記第2の信号列との第1のズレ量を算出する第1のズレ量検出手段と、前記第3の信号列と前記第4の信号列との第2のズレ量を算出する第2のズレ量検出手段と、前記第1のズレ量または前記第2のズレ量に基づいて前記撮影光学系の焦点調節状態を検出する焦点検出手段と、を備え、前記第1のズレ量検出手段は、前記第1の焦点検出画素への前記第1光束の入射角と前記第2の焦点検出画素への前記第2光束の入射角とのうち、入射角の小さい方の光束に関する信号列を第1の基準信号列とし、入射角の大きい方の光束に関する信号列を第1の変位信号列として、前記第1の基準信号列に対して前記第1の変位信号列を変位させながら、前記第1の基準信号列と前記第1の変位信号列との相関量を相関演算によって算出して前記第1のズレ量を算出し、前記第2のズレ量検出手段は、前記第3の焦点検出画素への前記第3光束の入射角と前記第4の焦点検出画素への前記

30

40

50

第4光束の入射角とのうち、入射角の小さい方の光束に関する信号列を第2の基準信号列とし、入射角の大きい方の光束に関する信号列を第2の変位信号列として、前記第2の基準信号列に対して前記第2の変位信号列を変位させながら、前記第2の基準信号列と前記第2の変位信号列との相関量を相関演算によって算出して前記第2のズレ量を算出し、前記第1の受光手段は、前記第1の変位信号列を出力する複数の焦点検出画素の数が、前記第1の基準信号列を出力する複数の焦点検出画素の数よりも大きく、前記第2の受光手段は、前記第2の変位信号列を出力する複数の焦点検出画素の数が、前記第2の基準信号列を出力する複数の焦点検出画素の数よりも大きく、前記第1のズレ量検出手段による前記相関演算は、前記第1の基準信号列と前記第1の変位信号列について、互いに同数の基準信号及び変位信号を用いて行われ、前記第2のズレ量検出手段による前記相関演算は、前記第2の基準信号列と前記第2の変位信号列について、互いに同数の基準信号及び変位信号を用いて行われることを特徴とする。

10

請求項2の発明による焦点検出装置は、撮影光学系による撮影画面上に、その中心から一方側及びその反対側にそれぞれ離れた位置にそれぞれ設定された第1及び第2の焦点検出エリアと、前記第1の焦点検出エリアにおいて、前記撮影光学系の瞳の一对の部分領域を通過する一对の光束のうち一方の第1光束を受光して前記第1光束による像に対応する第1の信号列を出力する複数の第1の焦点検出画素と、前記一对の光束のうち他方の第2光束を受光して前記第2光束による像に対応する第2の信号列を出力する複数の第2の焦点検出画素と、を有する第1の受光手段と、前記第2の焦点検出エリアにおいて、前記撮影光学系の瞳の一对の部分領域を通過する一对の光束のうち一方の第3光束を受光して前記第3光束による像に対応する第3の信号列を出力する複数の第3の焦点検出画素と、前記一对の光束のうち他方の第4光束を受光して前記第4光束による像に対応する第4の信号列を出力する複数の第4の焦点検出画素と、を有する第2の受光手段と、前記第1の信号列と前記第2の信号列との第1のズレ量を算出する第1のズレ量検出手段と、前記第3の信号列と前記第4の信号列との第2のズレ量を算出する第2のズレ量検出手段と、前記第1のズレ量または前記第2のズレ量に基づいて前記撮影光学系の焦点調節状態を検出する焦点検出手段と、を備え、前記第1のズレ量検出手段は、前記第1の焦点検出画素への前記第1光束の入射角と前記第2の焦点検出画素への前記第2光束の入射角とのうち、入射角の小さい方の光束に関する信号列を第1の基準信号列とし、入射角の大きい方の光束に関する信号列を第1の変位信号列として、前記第1の基準信号列に対して前記第1の変位信号列を変位させながら、前記第1の基準信号列と前記第1の変位信号列との相関量を相関演算によって算出して前記第1のズレ量を算出し、前記第2のズレ量検出手段は、前記第3の焦点検出画素への前記第3光束の入射角と前記第4の焦点検出画素への前記第4光束の入射角とのうち、入射角の小さい方の光束に関する信号列を第2の基準信号列とし、入射角の大きい方の光束に関する信号列を第2の変位信号列として、前記第2の基準信号列に対して前記第2の変位信号列を変位させながら、前記第2の基準信号列と前記第2の変位信号列との相関量を相関演算によって算出して前記第2のズレ量を算出し、前記第1のズレ量検出手段が前記第1の基準信号列に対して前記第1の変位信号列を変位させながら前記相関演算を行うために使用する前記第1の変位信号列の変位信号の数が前記第1の基準信号列の基準信号の数よりも大きく、前記第2のズレ量検出手段が前記第2の基準信号列に対して前記第2の変位信号列を変位させながら前記相関演算を行うために使用する前記第2の変位信号列の変位信号の数が前記第1の基準信号列の基準信号の数よりも大きく、前記第1のズレ量検出手段による前記相関演算は、前記第1の基準信号列と前記第1の変位信号列について、互いに同数の基準信号及び変位信号を用いて行われ、前記第2のズレ量検出手段による前記相関演算は、前記第2の基準信号列と前記第2の変位信号列について、互いに同数の基準信号及び変位信号を用いて行われることを特徴とする。

20

30

40

請求項4の発明による焦点検出装置は、撮影光学系による撮影画面上に、その中心から一方側及びその反対側にそれぞれ離れた位置にそれぞれ設定された第1及び第2の焦点検出エリアと、前記第1の焦点検出エリアにおいて、前記撮影光学系の瞳の一对の部分領域を通過する第1及び第2光束をそれぞれ受光して前記第1光束による像に対応する第1の信

50

号列と前記第 2 光束による像に対応する第 2 の信号列とを出力する複数の第 1 の焦点検出画素を有する第 1 の受光手段と、前記第 2 の焦点検出エリアにおいて、前記撮影光学系の瞳の一对の部分領域を通過する第 3 及び第 4 光束をそれぞれ受光して前記第 3 光束による像に対応する第 3 の信号列と前記第 4 光束による像に対応する第 4 の信号列とを出力する複数の第 2 の焦点検出画素を有する第 2 の受光手段と、前記第 1 の信号列と前記第 2 の信号列との第 1 のズレ量を算出する第 1 のズレ量検出手段と、前記第 3 の信号列と前記第 4 の信号列との第 2 のズレ量を算出する第 2 のズレ量検出手段と、前記第 1 のズレ量または前記第 2 のズレ量に基づいて前記撮影光学系の焦点調節状態を検出する焦点検出手段と、を備え、前記第 1 のズレ量検出手段は、前記第 1 の焦点検出画素への前記第 1 光束の入射角と前記第 1 の焦点検出画素への前記第 2 光束の入射角とのうち、入射角の小さい方の光束に関する信号列を第 1 の基準信号列とし、入射角の大きい方の光束に関する信号列を第 1 の変位信号列として、前記第 1 の基準信号列に対して前記第 1 の変位信号列を変位させながら、前記第 1 の基準信号列と前記第 1 の変位信号列との相関量を相関演算によって算出して前記第 1 のズレ量を算出し、前記第 2 のズレ量検出手段は、前記第 2 の焦点検出画素への前記第 3 光束の入射角と前記第 2 の焦点検出画素への前記第 4 光束の入射角とのうち、入射角の小さい方の光束に関する信号列を第 2 の基準信号列とし、入射角の大きい方の光束に関する信号列を第 2 の変位信号列として、当該基準信号列に対して当該変位信号列を変位させながら、前記第 2 の基準信号列と前記第 2 の変位信号列との相関量を相関演算によって算出して前記第 2 のズレ量を算出し、前記第 1 のズレ量検出手段が前記第 1 の基準信号列に対して前記第 1 の変位信号列を変位させながら前記相関演算を行うために使用する前記第 1 の変位信号列の変位信号の数が前記第 1 の基準信号列の基準信号の数よりも大きく、前記第 2 のズレ量検出手段が前記第 2 の基準信号列に対して前記第 2 の変位信号列を変位させながら前記相関演算を行うために使用する前記第 2 の変位信号列の変位信号の数が前記第 1 の基準信号列の基準信号の数よりも大きく、前記第 1 のズレ量検出手段による前記相関演算は、前記第 1 の基準信号列と前記第 1 の変位信号列について、互いに同数の基準信号及び変位信号を用いて行われ、前記第 2 のズレ量検出手段による前記相関演算は、前記第 2 の基準信号列と前記第 2 の変位信号列について、互いに同数の基準信号及び変位信号を用いて行われることを特徴とする。

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、焦点検出の安定性と信頼性を向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

一実施の形態の撮像素子および撮像装置として、レンズ交換式デジタルスチルカメラを例に上げて説明する。図 1 は一実施の形態のカメラ（撮像装置）の構成を示すカメラの横断面図である。一実施の形態のデジタルスチルカメラ 201 は交換レンズ 202 とカメラボディ 203 から構成され、交換レンズ 202 がマウント部 204 を介してカメラボディ 203 に装着される。カメラボディ 203 にはマウント部 204 を介して種々の撮影光学系を有する交換レンズ 202 が装着可能である。

【0008】

交換レンズ 202 はレンズ 209、ズーム用レンズ 208、フォーカシング用レンズ 210、絞り 211、レンズ駆動制御装置 206などを備えている。レンズ駆動制御装置 206 は不図示のマイクロコンピューター、メモリ、駆動制御回路などから構成され、フォーカシング用レンズ 210 の焦点調節と絞り 211 の開口径調節のための駆動制御や、ズーム用レンズ 208、フォーカシング用レンズ 210 および絞り 211 の状態検出などを行う他、後述するボディ駆動制御装置 214 との通信によりレンズ情報の送信とカメラ情報の受信を行う。絞り 211 は、光量およびボケ量調整のために光軸中心に開口径が可変な開口を形成する。

【0009】

カメラボディ 203 は撮像素子 212、ボディ駆動制御装置 214、液晶表示素子駆動

10

20

30

40

50

回路 2 1 5、液晶表示素子 2 1 6、接眼レンズ 2 1 7、メモリカード 2 1 9などを備えている。撮像素子 2 1 2には、撮像素子が二次元状に配置されるとともに、焦点検出位置に対応した部分に焦点検出画素が組み込まれている。この撮像素子 2 1 2については詳細を後述する。

#### 【 0 0 1 0 】

ボディ駆動制御装置 2 1 4はマイクロコンピュータ、メモリ、駆動制御回路などから構成され、撮像素子 2 1 2の駆動制御と画像信号および焦点検出信号の読み出しと、焦点検出信号に基づく焦点検出演算と交換レンズ 2 0 2の焦点調節を繰り返し行うとともに、画像信号の処理と記録、カメラの動作制御などを行う。また、ボディ駆動制御装置 2 1 4は電気接点 2 1 3を介してレンズ駆動制御装置 2 0 6と通信を行い、レンズ情報の受信とカメラ情報（デフォーカス量や絞り値など）の送信を行う。

10

#### 【 0 0 1 1 】

液晶表示素子 2 1 6は電氣的なビューファインダー（EVF：Electronic View Finder）として機能する。液晶表示素子駆動回路 2 1 5は撮像素子 2 1 2によるスルー画像を液晶表示素子 2 1 6に表示し、撮影者は接眼レンズ 2 1 7を介してスルー画像を観察することができる。メモリカード 2 1 9は、撮像素子 2 1 2により撮像された画像を記憶する画像ストレージである。

#### 【 0 0 1 2 】

交換レンズ 2 0 2を通過した光束により、撮像素子 2 1 2の受光面上に被写体像が形成される。この被写体像は撮像素子 2 1 2により光電変換され、画像信号と焦点検出信号がボディ駆動制御装置 2 1 4へ送られる。

20

#### 【 0 0 1 3 】

ボディ駆動制御装置 2 1 4は、撮像素子 2 1 2の焦点検出画素からの焦点検出信号に基づいてデフォーカス量を算出し、このデフォーカス量をレンズ駆動制御装置 2 0 6へ送る。また、ボディ駆動制御装置 2 1 4は、撮像素子 2 1 2からの画像信号を処理して画像を生成し、メモリカード 2 1 9に格納するとともに、撮像素子 2 1 2からのスルー画像信号を液晶表示素子駆動回路 2 1 5へ送り、スルー画像を液晶表示素子 2 1 6に表示させる。さらに、ボディ駆動制御装置 2 1 4は、レンズ駆動制御装置 2 0 6へ絞り制御情報を送って絞り 2 1 1の開口制御を行う。

#### 【 0 0 1 4 】

レンズ駆動制御装置 2 0 6は、フォーカシング状態、ズーミング状態、絞り設定状態、絞り開放F値などに応じてレンズ情報を更新する。具体的には、ズーミング用レンズ 2 0 8とフォーカシング用レンズ 2 1 0の位置と絞り 2 1 1の絞り値を検出し、これらのレンズ位置と絞り値に応じてレンズ情報を演算したり、あるいは予め用意されたルックアップテーブルからレンズ位置と絞り値に応じたレンズ情報を選択する。

30

#### 【 0 0 1 5 】

レンズ駆動制御装置 2 0 6は、受信したデフォーカス量に基づいてレンズ駆動量を算出し、レンズ駆動量に応じてフォーカシング用レンズ 2 1 0を合焦位置へ駆動する。また、レンズ駆動制御装置 2 0 6は受信した絞り値に応じて絞り 2 1 1を駆動する。

#### 【 0 0 1 6 】

図 2 は、交換レンズ 2 0 2の撮影画面上における焦点検出位置を示す図であり、後述する撮像素子 2 1 2上の焦点検出画素列が焦点検出の際に撮影画面上で像をサンプリングする領域、すなわち焦点検出エリア、焦点検出位置の一例を示す。この例では、矩形の撮影画面 1 0 0上の中央および上下の3箇所に焦点検出エリア 1 0 1、1 0 2、1 0 3が配置される。長方形で示す焦点検出エリアの長手方向に、焦点検出画素が直線的に配列される。

40

#### 【 0 0 1 7 】

図 3 は撮像素子 2 1 2の詳細な構成を示す正面図であり、撮像素子 2 1 2上の焦点検出エリア 1 0 1、1 0 2、1 0 3の近傍を拡大して示す。撮像素子 2 1 2には撮像素子 3 1 0が二次元正方格子状に稠密に配列されるとともに、焦点検出エリア 1 0 1、1 0 2、1

50



03に対応する位置には焦点検出用の焦点検出画素312、313が垂直方向の直線上に隣接して交互に配列される。

【0018】

撮像素素310は、図4に示すようにマイクロレンズ10、光電変換部11、および色フィルター（不図示）から構成される。色フィルターは赤（R）、緑（G）、青（B）の3種類からなり、それぞれの分光感度は図6に示す特性になっている。撮像素子212には、各色フィルターを備えた撮像素素310がベイヤー配列されている。

【0019】

焦点検出画素312は、図5(a)に示すようにマイクロレンズ10と光電変換部12から構成され、光電変換部12の形状は矩形である。同様に、焦点検出画素313は、図5(b)に示すようにマイクロレンズ10と光電変換部13から構成され、光電変換部13の形状は矩形である。焦点検出画素312と焦点検出画素313とをマイクロレンズ10を重ね合わせて表示すると、光電変換部12と13は垂直方向に並んでいる。焦点検出画素312と焦点検出画素313は、焦点検出エリア101において垂直方向、すなわち光電変換部12と13の並び方向に交互に配置される。

10

【0020】

焦点検出画素312、313には光量をかせぐために色フィルターが設けられておらず、その分光特性は光電変換を行うフォトダイオードの分光感度と、赤外カットフィルター（不図示）の分光特性とを総合した分光特性（図7参照）となる。つまり、図6に示す緑画素、赤画素および青画素の分光特性を加算したような分光特性となり、その感度の光波長領域は緑画素、赤画素および青画素の感度の光波長領域を包括している。

20

【0021】

焦点検出用の焦点検出画素312、313は、撮像素素310のBとGが配置されるべき列に配置されている。焦点検出用の焦点検出画素312、313が撮像素素310のBとGが配置されるべき列に配置されているのは、画素補間処理において補間誤差が生じた場合に、人間の視覚特性上、赤画素の補間誤差に比較して青画素の補間誤差が目立たないためである。

【0022】

撮像素素310の光電変換部11は、マイクロレンズ10によって最も明るい交換レンズの射出瞳径（例えばF1.0）を通過する光束をすべて受光するような形状に設計される。また、焦点検出画素312、313の光電変換部12、13は、マイクロレンズ10によって交換レンズの射出瞳の所定の領域（例えばF2.8）を通過する光束をすべて受光するような形状に設計される。

30

【0023】

図8は撮像素素310の断面図である。撮像素素310では撮像用の光電変換部11の前方にマイクロレンズ10が配置され、マイクロレンズ10により光電変換部11の形状が前方に投影される。光電変換部11は半導体回路基板29上に形成される。なお、不図示の色フィルターはマイクロレンズ10と光電変換部11の中間に配置される。

【0024】

図9(a)は焦点検出画素312の断面図である。画面中央の焦点検出エリア101に配置された焦点検出画素312において、光電変換部12の前方にマイクロレンズ10が配置され、マイクロレンズ10により光電変換部12の形状が前方に投影される。光電変換部12は半導体回路基板29上に形成されるとともに、その上にマイクロレンズ10が半導体イメージセンサーの製造工程により一体的かつ固定的に形成される。

40

【0025】

図9(b)は焦点検出画素313の断面図である。画面中央の焦点検出エリア101に配置された焦点検出画素313において、光電変換部13の前方にマイクロレンズ10が配置され、マイクロレンズ10により光電変換部13の形状が前方に投影される。光電変換部13は半導体回路基板29上に形成されるとともに、その上にマイクロレンズ10が半導体イメージセンサーの製造工程により一体的かつ固定的に形成される。

50

## 【 0 0 2 6 】

図 1 0 は、撮影画面中央におけるマイクロレンズを用いた瞳分割型位相差検出方式の焦点検出光学系の構成を示す図である。9 0 は交換レンズの予定結像面に配置されたマイクロレンズの前方  $d$  の距離に設定された瞳面（以下では測距瞳面と呼ぶ）であり、距離  $d$  はマイクロレンズの曲率、屈折率、マイクロレンズと光電変換部の間の距離などに応じて決まる距離（以下では測距瞳距離と呼ぶ）である。9 1 は交換レンズの光軸、1 0 a ~ 1 0 d はマイクロレンズ、1 2 a、1 2 b、1 3 a、1 3 b は光電変換部、3 1 2 a、3 1 2 b、3 1 3 a、3 1 3 b は焦点検出画素、7 2、7 3、8 2、8 3 は焦点検出用光束である。9 2 はマイクロレンズ 1 0 a、1 0 c により投影された光電変換部 1 2 a、1 2 b の領域であり、以下では測距瞳と呼ぶ。9 3 はマイクロレンズ 1 0 b、1 0 d により投影された光電変換部 1 3 a、1 3 b の領域であり、以下では測距瞳と呼ぶ。

10

## 【 0 0 2 7 】

図 1 0 においては、撮影光軸 9 1 に隣接する 4 つの焦点検出画素（画素 3 1 2 a、3 1 3 a、3 1 2 b、3 1 3 b）を模式的に例示しているが、焦点検出エリア 1 0 1 のその他の焦点検出画素においても、光電変換部はそれぞれ対応した測距瞳 9 2、9 3 から各マイクロレンズに到来する光束を受光する。焦点検出画素の配列方向は一对の測距瞳の並び方向すなわち一对の光電変換部の並び方向と一致している。

## 【 0 0 2 8 】

マイクロレンズ 1 0 a ~ 1 0 d は交換レンズの予定結像面近傍に配置されており、マイクロレンズ 1 0 a ~ 1 0 d によりその背後に配置された光電変換部 1 2 a、1 3 a、1 2 b、1 3 b の形状がマイクロレンズ 1 0 a ~ 1 0 d から測距瞳距離  $d$  だけ離間した測距瞳面 9 0 上に投影され、その投影形状は測距瞳 9 2、9 3 を形成する。すなわち、投影距離  $d$  にある測距瞳面 9 0 上で各焦点検出画素の光電変換部の投影形状（測距瞳 9 2、9 3）が一致するように、各焦点検出画素におけるマイクロレンズと光電変換部の相対的位置関係が定められ、それにより各焦点検出画素における光電変換部の投影方向が決定されている。

20

## 【 0 0 2 9 】

光電変換部 1 2 a は、測距瞳 9 2 を通過してマイクロレンズ 1 0 a に向かう光束 7 2 によりマイクロレンズ 1 0 a 上に形成される像の強度に対応した信号を出力する。光電変換部 1 2 b は、測距瞳 9 2 を通過してマイクロレンズ 1 0 c に向かう光束 8 2 によりマイクロレンズ 1 0 c 上に形成される像の強度に対応した信号を出力する。また、光電変換部 1 3 a は、測距瞳 9 3 を通過してマイクロレンズ 1 0 b に向かう光束 7 3 によりマイクロレンズ 1 0 b 上に形成される像の強度に対応した信号を出力する。光電変換部 1 3 b は、測距瞳 9 3 を通過してマイクロレンズ 1 0 d に向かう光束 8 3 によりマイクロレンズ 1 0 d 上に形成される像の強度に対応した信号を出力する。

30

## 【 0 0 3 0 】

上述したような 2 種類の焦点検出画素を直線上に多数配置し、各画素の光電変換部の出力を測距瞳 9 2 と測距瞳 9 3 に対応した出力グループにまとめることによって、測距瞳 9 2 と測距瞳 9 3 をそれぞれ通過する焦点検出用光束が画素列上に形成する一对の像の強度分布に関する情報が得られる。この情報に対して後述する像ズレ検出演算処理（相関演算処理、位相差検出処理）を施すことによって、いわゆる瞳分割型位相差検出方式で一对の像の像ズレ量が検出される。像ズレ量に一对の測距瞳の重心間隔に応じた変換演算を行うことによって、予定結像面に対する現在の結像面（予定結像面上のマイクロレンズアレイの位置に対応した焦点検出位置における結像面）の偏差（デフォーカス量）が算出される。

40

## 【 0 0 3 1 】

図 1 1 は、撮影画面周辺（焦点検出エリア 1 0 2）におけるマイクロレンズを用いた瞳分割型位相差検出方式の焦点検出光学系の構成を示す図である。9 0 は、交換レンズの予定結像面に配置されたマイクロレンズの前方  $d$  の距離に設定された瞳面（以下では測距瞳面と呼ぶ）であり、距離  $d$  はマイクロレンズの曲率、屈折率、マイクロレンズと光電変換

50

部の間の距離などに応じて決まる距離（以下では測距瞳距離と呼ぶ）である。

【0032】

また、91は交換レンズの光軸、10e～10hは隣接して配置されたマイクロレンズ、12c、12d、13c、13dは光電変換部、312c、312d、313c、313dは焦点検出画素、172、173、182、183は焦点検出用光束、92はマイクロレンズ10e、10gにより測距瞳面90に投影された光電変換部12c、12dの領域であり（以下では測距瞳と呼ぶ）、図10に示す測距瞳92と同一である。93はマイクロレンズ10f、10hにより測距瞳面90に投影された光電変換部13c、13cの領域（以下では測距瞳と呼ぶ）であり、図10に示す測距瞳93と同一である。

【0033】

図11においては、焦点検出エリア102内の隣接する4焦点検出画素（焦点検出画素312c、312d、313c、313d）を模式的に例示しているが、焦点検出エリア102内のその他の焦点検出画素においても、光電変換部はそれぞれ対応した測距瞳92、93から各マイクロレンズに到来する光束を受光する。このために画面周辺にある焦点検出画素においては、マイクロレンズの光軸に対し、光電変換部の位置が非対称に配置されることによって、マイクロレンズの光軸より交換レンズの光軸91側に寄った光束を受光している。焦点検出画素の配列方向は一对の測距瞳の並び方向すなわち一对の光電変換部の並び方向と一致している。

【0034】

マイクロレンズ10e～10hは交換レンズの予定結像面近傍に配置されており、マイクロレンズ10e～10hによりその背後に配置された光電変換部12c、13c、12d、13dの形状がマイクロレンズ10e～10hから測距瞳距離dだけ離間した測距瞳面90上に投影され、その投影形状は測距瞳92、93を形成する。すなわち、投影距離dにある測距瞳面90上で焦点検出画素の光電変換部の投影形状（測距瞳92、93）が一致するように、各焦点検出画素におけるマイクロレンズと光電変換部の相対的位置関係が定められ、それにより各焦点検出画素における光電変換部の投影方向が決定されている。

【0035】

光電変換部12cは、測距瞳92を通過してマイクロレンズ10eに向かう光束172を受光し、光束172によりマイクロレンズ10e上に形成される像の強度に対応した信号を出力する。光電変換部12dは、測距瞳92を通過してマイクロレンズ10gに向かう光束182を受光し、光束182によりマイクロレンズ10g上に形成される像の強度に対応した信号を出力する。また、光電変換部13cは、測距瞳93を通過してマイクロレンズ10fに向かう光束173を受光し、光束173によりマイクロレンズ10f上に形成される像の強度に対応した信号を出力する。光電変換部13dは、測距瞳93を通過してマイクロレンズ10hに向かう光束183を受光し、光束183によりマイクロレンズ10h上に形成される像の強度に対応した信号を出力する。

【0036】

上記のような2種類の焦点検出画素を直線上に多数配置し、各画素の光電変換部の出力を測距瞳92および測距瞳93に対応した出力グループにまとめることによって、測距瞳92と測距瞳93をそれぞれ通過する焦点検出用光束が画素列上に形成する一对の像の強度分布に関する情報が得られる。この情報に対して後述する像ズレ検出演算処理（相関演算処理、位相差検出処理）を施すことによって、いわゆる瞳分割型位相差検出方式で一对の像の像ズレ量が検出される。この像ズレ量に一对の測距瞳の重心間隔の開き角に応じた変換演算を行うことによって、予定結像面に対する現在の結像面（予定結像面上のマイクロレンズの位置に対応した焦点検出位置における結像面）の偏差（デフォーカス量）が算出される。

【0037】

なお、焦点検出エリア103の焦点検出画素の配列は、撮影画面中心を通る水平軸を対称軸として焦点検出エリア102の焦点検出画素の配列を対称に配置したものとなってお

10

20

30

40

50

り、焦点検出エリア 103 の焦点検出画素も測距瞳 92、93 を通る光束を受光する。

【0038】

図12は、一对の測距瞳から各焦点検出位置に到来する一对の焦点検出光束の関係を示す図である。図10および図11に示す構成によって、焦点検出位置101、102、103には一对の測距瞳92、93を通過する光束により一对の像が形成され、該一对の像に対応する像信号を各焦点検出位置に配置された焦点検出画素が出力することになる。測距瞳92を通る焦点検出光束272と測距瞳93を通る焦点検出光束273が、焦点検出領域101に一对の像を形成する。測距瞳92を通る焦点検出光束282と測距瞳93を通る焦点検出光束283が、焦点検出領域102に一对の像を形成する。測距瞳92を通る焦点検出光束292と測距瞳93を通る焦点検出光束293が、焦点検出領域103に

10

【0039】

図13は測距瞳の正面図である。射出瞳面90を光軸方向から見た場合に、水平軸をX軸、垂直軸をY軸とするとx軸の上方向に測距瞳93が位置し、下方向に測距瞳92が位置する。測距瞳92、93の重心位置をG2、G3とする。

【0040】

図14は、図1に示すデジタルスチルカメラ（撮像装置）の動作を示すフローチャートである。ボディ駆動制御装置214は、ステップ100でカメラの電源がオンされると、ステップ110以降の動作を開始する。ステップ110で撮像画素のデータを間引き読み出しし、電子ビューファインダーに表示する。続くステップ120では焦点検出画素列から一对の像に対応した一对の像データを読み出す。なお、焦点検出エリアは、エリア選択スイッチ（不図示）を用いて撮影者により選択されているものとする。

20

【0041】

ステップ130において、読み出された一对の像データのうち、焦点検出位置と測距瞳の並び方向に応じて、焦点検出位置に入射する角度が小さな焦点検出光束により形成された像に対応する像データを固定データとし、もう一方の像データを変位データとして、後述する像ズレ検出演算処理（相関演算処理）を行い、像ズレ量を演算してデフォーカス量に変換する。ステップ140で合焦近傍か否か、つまり算出されたデフォーカス量の絶対値が所定値以内であるか否かを調べる。

【0042】

合焦近傍でないとは判定された場合はステップ150へ進み、デフォーカス量をレンズ駆動制御装置206へ送信し、交換レンズ202のフォーカシングレンズ210を合焦位置に駆動させ、ステップ110へ戻って上述した動作を繰り返す。焦点検出不能な場合もこのステップに分岐し、レンズ駆動制御装置206へスキャン駆動命令を送信し、交換レンズ202のフォーカシングレンズ210を無限から至近までの間でスキャン駆動させ、ステップ110へ戻って上述した動作を繰り返す。

30

【0043】

一方、合焦近傍であると判定された場合はステップ160へ進み、シャッターボタン（不図示）の操作によりシャッターレリーズがなされたか否かを判定し、なされていないとは判定された場合はステップ110へ戻り、上述した動作を繰り返す。シャッターレリーズがなされた場合はステップ170へ進み、レンズ駆動制御装置206へ絞り調整命令を送信し、交換レンズ202の絞り値を制御F値（撮影者または自動により設定されたF値）に設定する。

40

【0044】

絞り制御が終了した時点で、撮像素子212に撮像動作を行わせ、撮像素子212の撮像画素およびすべての焦点検出画素から画像データを読み出す。ステップ180では、焦点検出画素列の各画素位置の画素データを焦点検出画素の周囲の撮像画素のデータに基づいて後述する画素補間する。続くステップ190で、撮像画素のデータおよび補間されたデータからなる画像データをメモリーカード219に保存し、ステップ110へ戻って上述した動作を繰り返す。

50

## 【 0 0 4 5 】

図 1 4 のステップ 1 3 0 における像ズレ検出演算処理（相関演算処理）の詳細を説明する。まず、一对の像データから固定データと変位データを弁別する手法を説明する。図 1 5 は、焦点検出位置 1 0 2 に到来する一对の焦点検出光束を示す図である。図において、面 I P は撮像素子（焦点検出素子）が配置される光学系の予定焦点面、面 F P は面 I P より光学系に近寄った面、面 R P は面 I P より光学系から遠ざかった面である。また、9 0 は射出瞳面であり、予定焦点面 I P から距離  $d$  だけ離れている。9 1 は光学系の光軸である。位置 S 2 は焦点検出位置 1 0 2 の中心を示し、線 L 2、L 3 は測距瞳 9 2、9 3 の重心 G 2、G 3 から位置 S 2 に向かう焦点検出光束の主光線である。

## 【 0 0 4 6 】

図 1 5 は、予定焦点面 I P の焦点検出位置 1 0 2 において合焦が達成されている場合の図であって、一对の焦点検出光束の主光線は位置 S 2 において交差している。すなわち、一对の焦点検出光束により形成される一对の像の相対的なズレ（像ズレ）がなく一致している状態を示している。図から明らかなように、主光線 L 2 の予定焦点面 I P への入射角度  $\theta_2$ （位置 S 2 における予定焦点面 I P の法線 8 9 と主光線 L 2 のなす角度）は、主光線 L 3 の予定焦点面 I P への入射角度  $\theta_3$ （位置 S 2 における予定焦点面 I P の法線 8 9 と主光線 L 3 のなす角度）より大きくなっている。

## 【 0 0 4 7 】

この状態において、面 I P より光学系に近寄った面 F P および面 I P より光学系から遠ざかった面 R P と主光線 L 2、L 3 の交点の位置を考えると、入射角度の小さい主光線 L 3 の交点は位置 S 2 の法線 8 9 に近く、入射角度の大きい主光線 L 2 の交点は位置 S 2 の法線 8 9 から遠くなる。

## 【 0 0 4 8 】

図 1 6 は、面 I P、F P、R P と主光線 L 2、L 3 の交点の位置の移動にともなう像の移動の様子を示した図である。図 1 6 (a) は主光線 L 3 による像の移動の様子を示しており、像 I P 3 は面 I P における像、像 F P 3 は面 F P における像、像 R P 3 は面 R P における像である。また、図 1 6 (b) は主光線 L 2 による像の移動の様子を示しており、像 I P 2 は面 I P における像、像 F P 2 は面 F P における像、像 R P 2 は面 R P における像である。入射角度の大きい主光線 L 2 の像は予定焦点面前後で大きく位置を移動するのに対して、入射角度の小さい主光線 L 3 の像は予定焦点面前後で位置の移動量が小さいことがわかる。

## 【 0 0 4 9 】

焦点検出調節動作においては、大きくデフォーカスした状態で焦点検出（像ズレ検出）を行い、その検出結果において合焦状態へと光学系を移動し、光学系の移動後に再度焦点検出（像ズレ検出）を行って合焦を確認する。像ズレ検出の際に、焦点調節状態に応じて大きく像が移動してしまう像を固定して像ズレ検出を行うと、大デフォーカス時に焦点検出位置に入っていた像が、合焦状態にすると焦点検出位置から大きく外れてしまい、焦点検出位置には異なる像が入って来ってしまう可能性が高くなる。大デフォーカス時に焦点検出位置に入っていた像に対応する被写体の距離と、合焦時に焦点検出位置に入ってくる像に対応する被写体の距離とが異なる場合には、距離が異なる 2 つの被写体に対して合焦させようとして光学系の移動においてハンチングをおこす。

## 【 0 0 5 0 】

このような問題を防止するために、図 1 5 に示すような状況においては入射角度の小さい主光線 L 3 の像を固定して像ズレ検出を行う。

## 【 0 0 5 1 】

図 1 3 に示すように、測距瞳 9 2、9 3 が y 軸方向に並んでいる場合、一般的には焦点検出位置の中心の y 座標と、測距瞳 9 2、9 3 の重心 G 2、G 3 の y 座標との差の絶対値を比較し、小さい方の測距瞳に対応する像データを固定データとする。焦点検出位置 1 0 2 の場合はその中心 S 2 の y 座標と、測距瞳 9 2、9 3 の重心 G 2、G 3 の y 座標との差  $y_{02}$ 、 $y_{03}$  の絶対値を比較すると、 $y_{03}$  の絶対値が小さくなるので、測距瞳 9 3 に

10

20

30

40

50

対応する像データ（この場合は焦点検出画素 3 1 3 の出力データ）を固定データとする。

【 0 0 5 2 】

焦点検出位置 1 0 1 の場合は、測距瞳 9 2 , 9 3 から焦点検出位置（画面中央）に向かう一対の焦点検出光束の入射角度が同じであるから、測距瞳 9 2 に対応する像データを固定データとしても、測距瞳 9 3 に対応する像データを固定データとしてもよい。焦点検出位置 1 0 3 の場合は、測距瞳 9 2 から焦点検出位置の中心に向かう焦点検出光束のほうが小さな入射角度となるので、測距瞳 9 2 に対応する像データを固定データとする。

【 0 0 5 3 】

焦点検出画素が検出する一対の像は、測距瞳がレンズの絞り開口によりけられて光量バランスが崩れている可能性があるため、光量バランスに対して像ズレ検出精度を維持できるタイプの相関演算を施す。焦点検出画素列から読み出された一対のデータ列（A 1 1 ~ A 1 M、A 2 1 ~ A 2 M：Mはデータ数）に対し、(1)式に示す相関演算を行い、相関量 C(k)を演算する。この像ズレ検出演算（相関演算）において、固定データを A 1 1 ~ A 1 Mとし、変位データを A 2 1 ~ A 2 Mとする。

$$C(k) = |A_{1n} \cdot A_{2n+1+k} - A_{2n+k} \cdot A_{1n+1}| \cdots (1)$$

(1)式において、演算は n について累積され、n のとる範囲は像ずらし量 k に応じて A 1 n、A 1 n+1、A 2 n+k、A 2 n+1+k のデータが存在する範囲に限定される。像ずらし量 k は整数であり、データ列のデータ間隔を単位とした相対的シフト量である。

【 0 0 5 4 】

図 1 7 は (1)式における固定データ A 1 n と変位データ A 2 n の相対的な位置関係を示した図であり、固定データ A 1 n は図 1 7 (a) に示すように像ずらし量 k に関わらず固定される。一方、変位データ A 2 n は、図 1 7 (b)、(c)、(d) に示すように像ずらし量 k に応じて変位される。

【 0 0 5 5 】

(1)式の演算結果は、図 1 8 (a) に示すように、一対のデータの相関が高いシフト量（図 1 8 (a) では k = k j = 2）において相関量 C(k) が極小（小さいほど相関度が高い）になる。(2)式 ~ (5)式に示す 3 点内挿の手法を用い、連続的な相関量に対する極小値 C(x) を与えるシフト量 x を求める。

$$x = k_j + D / SLOP \cdots (2),$$

$$C(x) = C(k_j) - |D| \cdots (3),$$

$$D = \{C(k_{j-1}) - C(k_{j+1})\} / 2 \cdots (4),$$

$$SLOP = MAX \{C(k_{j+1}) - C(k_j), C(k_{j-1}) - C(k_j)\} \cdots (5)$$

【 0 0 5 6 】

(2)式で算出されたずらし量 x の信頼性があるかどうかは、次のようにして判定される。図 1 8 (b) に示すように、一対のデータの相関度が低い場合は、内挿された相関量の極小値 C(x) の値が大きくなる。したがって、C(x) が所定のしきい値以上の場合は算出されたずらし量の信頼性が低いと判定し、算出されたずらし量 x をキャンセルする。あるいは、C(x) をデータのコントラストで規格化するために、コントラストに比例した値となる SLOP で C(x) を除した値が所定値以上の場合は、算出されたずらし量の信頼性が低いと判定し、算出されたずらし量 x をキャンセルする。あるいはまた、コントラストに比例した値となる SLOP が所定値以下の場合、被写体が低コントラストであり、算出されたずらし量の信頼性が低いと判定し、算出されたずらし量 x をキャンセルする。

【 0 0 5 7 】

図 1 8 (c) に示すように、一対のデータの相関度が低く、シフト範囲 k min ~ k max の間で相関量 C(k) の落ち込みがない場合は、極小値 C(x) を求めることができず、このような場合は焦点検出不能と判定する。

【 0 0 5 8 】

なお、相関演算式としては (1)式に限定されず、例えば以下の演算式を用いてもよい。

$$C(k) = |(A_{1n} / A_{1n+1}) - (A_{2n+k} / A_{2n+1+k})| \cdots (6)$$

10

20

30

40

50

(6)式において、演算は $n$ について累積され、 $n$ のとり範囲はずらし量 $k$ に応じて $A_{1n}$ 、 $A_{1n+1}$ 、 $A_{2n+k}$ 、 $A_{2n+1+k}$ のデータが存在する範囲に限定される。あるいは、

$$C(k) = |A_{1n}/A_{2n+k} - A_{1n+1}/A_{2n+1+k}| \cdots (7)$$

(7)式において、演算は $n$ について累積され、 $n$ のとり範囲はずらし量 $k$ に応じて $A_{1n}$ 、 $A_{1n+1}$ 、 $A_{2n+k}$ 、 $A_{2n+1+k}$ のデータが存在する範囲に限定される。上述したように、焦点検出画素が検出する一对の像は、測距瞳がレンズの絞り開口によりけられて光量バランスが崩れている可能性があるため、光量バランスに対して像ズレ検出精度を維持できる相関演算式であればどのような演算式でもよい。

【0059】

算出されたずらし量 $x$ の信頼性があると判定された場合は、(8)式により像ズレ量 $s_{hft}$ に換算される。

$$s_{hft} = PY \cdot x \cdots (8)$$

(8)式において、 $PY$ は検出ピッチ(焦点検出画素のピッチ)である。(8)式で算出された像ズレ量に所定の変換係数 $k_d$ を乗じてデフォーカス量 $d_{ef}$ へ変換する。

$$d_{ef} = k_d \cdot s_{hft} \cdots (9)$$

【0060】

《発明の他の実施の形態》

撮像素子における焦点検出エリアの配置は図2に示す配置に限定されず、画面上の任意の位置に水平方向および垂直方向に焦点検出エリアを配置することも可能である。水平方向に焦点検出画素を配置した場合には、図3に示す撮像素子を90度回転したような配置となり、対応する測距瞳も図13に示す測距瞳を90度回転した形となる。例えば図19に示すように、画面右上に焦点検出位置104を配置した場合(焦点検出画素の配列は垂直方向)には、図13において焦点検出位置の中心 $S_4$ の $y$ 座標と、測距瞳92、93の重心 $G_2$ 、 $G_3$ の $y$ 座標との差 $y_{12}$ 、 $y_{13}$ の絶対値を比較すると、 $y_{13}$ の絶対値が小さくなるので、測距瞳93に対応する像データ(この場合は焦点検出画素313の出力データ)を固定データとする。

【0061】

上述したように、焦点検出位置と一对の測距瞳の重心位置の関係に応じて一对の像データのうちの一方を固定データとし、もう一方を変位データとして像ズレ検出を行うが、どちらの像データを固定データとして像ズレ検出するかは焦点検出位置によって予め決定されているので、固定データを出力する焦点検出画素の配列の長さ(焦点検出画素数)は、変位データを出力する焦点検出画素の配列の長さ(焦点検出画素数)より短くすることができる。

【0062】

図20は、図3に示す撮像素子212に対応する変形例の撮像素子212Aの画素配置図である。焦点検出位置102においては、焦点検出画素313が固定データを出力するので、焦点検出位置の端では焦点検出画素313が省略され、代わりに $G$ の撮像素子が配置されている。これとは逆に焦点検出位置103の場合は、焦点検出位置の端では焦点検出画素312が省略され、代わりに撮像素子が配置される。また、焦点検出位置101の場合は、焦点検出位置の端では焦点検出画素312または313のどちらかが省略され、代わりに撮像素子が配置される。このようにすれば、省略された焦点検出画素313の位置の画素データを補間する必要がなくなるので、画像品質を向上させることができる。

【0063】

図3に示す撮像素子212では、焦点検出画素312、313がひとつの画素内にひとつの光電変換部を備えた例を示したが、ひとつの画素内に一对の光電変換部を備えてもよい。図21は、図3に示す撮像素子212に対応する変形例の撮像素子212Bを示し、焦点検出画素311ではひとつの画素内に一对の光電変換部を備える。図に示す焦点検出画素311が、図3に示す焦点検出画素312と焦点検出画素313のペアに相当した機能を果たす。

【0064】

10

20

30

40

50

図 2 2 に示すように、焦点検出画素 3 1 3 はマイクロレンズ 1 0、一対の光電変換部 2 2, 2 3 からなる。焦点検出画素 3 1 3 には光量をかせぐために色フィルターが配置されておらず、その分光特性は光電変換を行うフォトダイオードの分光感度、赤外カットフィルター（不図示）の分光特性を総合した分光特性（図 7）となり、図 6 に示す緑画素、赤画素、青画素の分光特性を加算したような分光特性となる。そして、その感度の光波長領域は緑画素、赤画素、青画素の感度の光波長領域を包括している。

【 0 0 6 5 】

上述した一実施の形態では、マイクロレンズを用いた瞳分割方式による焦点検出動作を説明したが、本発明はこのような方式の焦点検出に限定されず、再結像瞳分割方式の焦点検出にも適用可能である。図 2 3 は、図 2 に示すように撮影画面の中央、上下の 3 カ所に焦点検出位置を有する再結像瞳分割型位相差検出方式の焦点検出装置の構成を示す。図 2 3 により、再結像瞳分割方式の焦点検出動作を説明する。1 9 1 は交換レンズの光軸、1 1 0, 1 2 0 はコンデンサレンズ、1 1 1, 1 2 1 は絞りマスク、1 1 2, 1 1 3, 1 2 2, 1 2 3 は絞り開口、1 1 4, 1 1 5, 1 2 4, 1 2 5 は再結像レンズ、1 1 6, 1 2 6 は焦点検出用のイメージセンサー（CCD）である。

【 0 0 6 6 】

また、1 3 2, 1 3 3, 1 4 2, 1 4 3 は焦点検出光束、1 9 0 は交換レンズの予定結像面の前方 d 5 の距離に設定された射出瞳である。ここで、距離 d 5 は、コンデンサレンズ 1 1 0, 1 2 0 の焦点距離と、コンデンサレンズ 1 1 0, 1 2 0 と絞り開口 1 1 2, 1 1 3, 1 2 2, 1 2 3 との間の距離などに応じて決まる距離であって、以下では測距瞳距離と呼ぶ。1 9 2 は、コンデンサレンズ 1 1 0, 1 2 0 により投影された絞り開口 1 1 2, 1 2 2 の領域であり、以下では測距瞳と呼ぶ。同様に、1 9 3 は、コンデンサレンズ 1 1 0, 1 2 0 により投影された絞り開口 1 1 3, 1 2 3 の領域であり、以下では測距瞳と呼ぶ。コンデンサレンズ 1 1 0、絞りマスク 1 1 1、絞り開口 1 1 2, 1 1 3、再結像レンズ 1 1 4, 1 1 5 およびイメージセンサー 1 1 6 が、画面中央の位置 1 0 1 で焦点検出を行う再結像方式の瞳分割方位相差検出の焦点検出ユニットを構成する。

【 0 0 6 7 】

コンデンサレンズ 1 1 0 からなる焦点検出ユニットは、交換レンズの予定結像面近傍に配置されたコンデンサレンズ 1 1 0、その背後に配置されたイメージセンサー 1 1 6、コンデンサレンズ 1 1 0 とイメージセンサー 1 1 6 との間に配置され、予定結像面近傍に結像された 1 次像をイメージセンサー 1 1 6 上に再結像する一対の再結像レンズ 1 1 4, 1 1 5、一対の再結像レンズの近傍（図では前面）に配置された一対の絞り開口 1 1 2, 1 1 3 を有する絞りマスク 1 1 から構成される。

【 0 0 6 8 】

イメージセンサー 1 1 6 は、複数の光電変換部が直線に沿って密に配置されたラインセンサーであり、光電変換部の配置方向は一対の測距瞳の分割方向（＝絞り開口の並び方向）と一致させる。イメージセンサー 1 1 6 上に再結像された一対の像の強度分布に対応した情報がイメージセンサー 1 1 6 から出力され、この情報に対して後述する像ズレ検出演算処理（相関処理、位相差検出処理）を施すことによって、いわゆる瞳分割型位相差検出方式（再結像方式）で一対の像の像ズレ量が検出される。さらに、像ズレ量に所定の変換係数を乗ずることによって、予定結像面に対する現在の結像面の偏差（デフォーカス量）が算出される。

【 0 0 6 9 】

イメージセンサー 1 1 6 は再結像レンズ 1 1 4, 1 1 5 により予定結像面上に投影されており、デフォーカス量（像ズレ量）の検出精度は、像ズレ量の検出ピッチ（再結像方式の場合は予定結像面上に投影された光電変換部の配列ピッチ）により決まる。

【 0 0 7 0 】

コンデンサレンズ 1 1 0 は、絞りマスク 1 1 1 の絞り開口 1 1 2, 1 1 3 を射出瞳 1 9 0 上に領域 1 9 2, 1 9 3 として投影している。領域 1 9 2, 1 9 3 を測距瞳と呼ぶ。すなわち、イメージセンサー 1 1 6 上に再結像される一対の像は射出瞳 1 9 0 上の一対の測

10

20

30

40

50



測距瞳 192, 193 を通過する光束によって形成される。射出瞳 190 上の一对の測距瞳 192, 193 を通過する光束 132, 133 を焦点検出用光束と呼ぶ。

【0071】

コンデンサレンズ 120、絞りマスク 121、絞り開口 122, 123、再結像レンズ 124、125、イメージセンサ 126 が、画面上の位置 102 で焦点検出を行う再結像方式の瞳分割方位相差検出の焦点検出ユニットを構成する。

【0072】

コンデンサレンズ 120 からなる焦点検出ユニットは、交換レンズの予定結像面近傍に配置されたコンデンサレンズ 120、その背後に配置されたイメージセンサ 126、コンデンサレンズ 120 とイメージセンサ 126 の間に配置され、予定結像面近傍に結像された 1 次像をイメージセンサ 126 上に再結像する一对の再結像レンズ 124、125、一对の再結像レンズの近傍（図では前面）に配置された一对の絞り開口 122、123 を有する絞りマスク 121 から構成される。

10

【0073】

イメージセンサ 126 は複数の光電変換部が直線に沿って密に配置されたラインセンサであって、光電変換部の配置方向は一对の測距瞳の分割方向（＝絞り開口の並び方向）と一致させる。イメージセンサ 126 上に再結像された一对の像の強度分布に対応した情報がイメージセンサ 126 から出力され、該情報に対して後述する像ズレ検出演算処理（相関処理、位相差検出処理）を施すことによって、いわゆる瞳分割型位相差検出方式（再結像方式）で一对の像の像ズレ量が検出される。像ズレ量に所定の変換係数を乗ずることによって、予定結像面に対する現在の結像面の偏差（デフォーカス量）が算出される。イメージセンサ 126 は再結像レンズ 124、125 により予定結像面上に投影されており、デフォーカス量（像ズレ量）の検出精度は、像ズレ量の検出ピッチ（再結像方式の場合は予定結像面上に投影された光電変換部の配列ピッチ）により決まる。

20

【0074】

コンデンサレンズ 120 は絞りマスク 121 の絞り開口 122、123 を射出瞳 190 上に領域 192、193 として投影している。これら領域 192、193 を測距瞳と呼ぶ。すなわち、イメージセンサ 126 上に再結像される一对の像は射出瞳 190 上の一对の測距瞳 192、193 を通過する光束によって形成される。射出瞳 190 上の一对の測距瞳 192、193 を通過する光束 142、143 を焦点検出光束と呼ぶ。

30

【0075】

このような構成において、焦点検出位置 102 においては焦点検出光束 143 の入射角のほうが焦点検出光束 142 の入射角より小さいので、像ズレ検出演算においては、再結像レンズ 124 によりイメージセンサ 126 上に形成された像に対応するデータを固定データとし、再結像レンズ 125 によりイメージセンサ 126 上に形成された像に対応するデータを変位データとする。

【0076】

焦点検出位置 101 においては、焦点検出光束 132 の入射角と焦点検出光束 133 は同じなので、像ズレ検出演算では、再結像レンズ 114 によりイメージセンサ 116 上に形成された像に対応するデータと、再結像レンズ 115 によりイメージセンサ 126 上に形成された像に対応するデータのいずれを固定データ、変位データとしてもかまわない。

40

【0077】

図 3 に示す撮像素子 212 において、撮像素子はベイヤー配列の色フィルターを備えた例を示したが、色フィルターの構成や配列はこれに限定されることはなく、補色フィルター（緑：G、イエロー：Ye、マゼンタ：Mg、シアン：Cy）の配列を採用してもよい。

【0078】

図 3 に示す撮像素子 212 において、焦点検出画素には色フィルターを設けない例を示したが、撮像素子と同色の色フィルターのうちひとつのフィルター（たとえば緑フィルター）を備えるようにした場合でも、本発明を適用することができる。

50

## 【 0 0 7 9 】

図 5、図 2 2 において、焦点検出画素の光電変換部の形状を矩形にした例を示したが、光電変換部の形状はこれに限定されず、他の形状であってもよい。例えば、焦点検出画素の光電変換部の形状を楕円や半円形や多角形にすることも可能である。

## 【 0 0 8 0 】

図 3 に示す撮像素子 2 1 2 では撮像素素、焦点検出画素を稠密正方格子配列に配置した例を示したが、稠密六方格子配列であってもよい。

## 【 0 0 8 1 】

なお、撮像装置としては、上述したようなカメラボディに交換レンズが装着される構成のデジタルスチルカメラやフィルムスチルカメラに限定されない。例えばレンズ一体型のデジタルスチルカメラ、フィルムスチルカメラ、あるいはビデオカメラにも本発明を適用することができる。さらには、携帯電話などに内蔵される小型カメラモジュール、監視カメラやロボット用の視覚認識装置などにも適用できる。カメラ以外の焦点検出装置や測距装置、さらにはステレオ測距装置にも適用できる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 8 2 】

【 図 1 】 一実施の形態のカメラ（撮像装置）の構成を示すカメラの横断面図

【 図 2 】 交換レンズの撮影画面上における焦点検出位置を示す図

【 図 3 】 撮像素子の詳細な構成を示す正面図

【 図 4 】 撮像素素の構成を示す正面図

【 図 5 】 焦点検出画素の構成を示す正面図

【 図 6 】 撮像素素の分光特性を示す図

【 図 7 】 焦点検出画素の分光特性を示す図

【 図 8 】 撮像素素の断面図

【 図 9 】 焦点検出画素の断面図

【 図 1 0 】 撮影画面中央におけるマイクロレンズを用いた瞳分割型位相差検出方式の焦点検出光学系の構成を示す図

【 図 1 1 】 撮影画面周辺におけるマイクロレンズを用いた瞳分割型位相差検出方式の焦点検出光学系の構成を示す図

【 図 1 2 】 一对の測距瞳から各焦点検出位置に到来する一对の焦点検出光束の関係を示す図

【 図 1 3 】 測距瞳の正面図

【 図 1 4 】 図 1 に示すデジタルスチルカメラ（撮像装置）の動作を示すフローチャート

【 図 1 5 】 焦点検出位置に到来する一对の焦点検出光束を示す図

【 図 1 6 】 面 I P、F P、R P と主光線 L 2、L 3 の交点の位置の移動にともなう像の移動の様子を示した図

【 図 1 7 】 固定データ A 1 n と変位データ A 2 n の相対的な位置関係を示した図

【 図 1 8 】 焦点検出結果の信頼性判定方法を説明する図

【 図 1 9 】 焦点検出位置の変形例を示す図

【 図 2 0 】 撮像素素の変形例を示す図

【 図 2 1 】 撮像素素の変形例を示す図

【 図 2 2 】 変形例の焦点検出画素を示す正面図

【 図 2 3 】 再結像瞳分割方式の焦点検出動作を説明する図

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 8 3 】

2 0 1 ; カメラ、 2 0 2 ; 交換レンズ、 2 0 6 ; レンズ駆動制御装置、 2 1 2 ; 撮像素子、 2 1 4 ; ボディ駆動制御装置

10

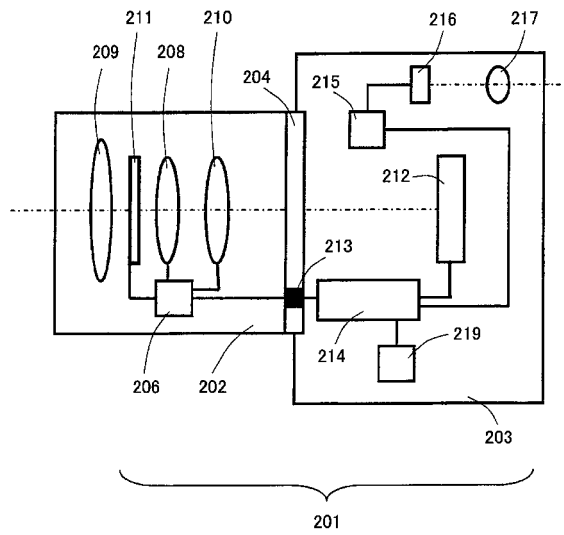
20

30

40

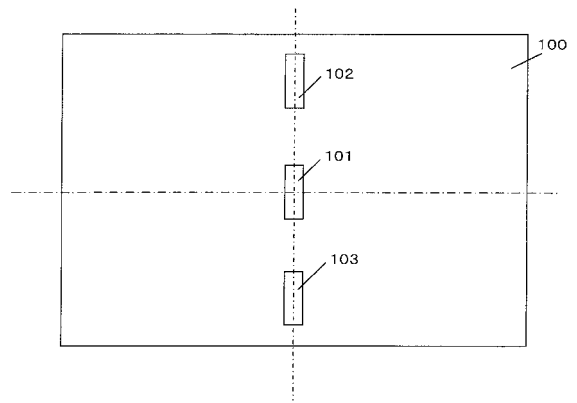
【 図 1 】

【 図 1 】



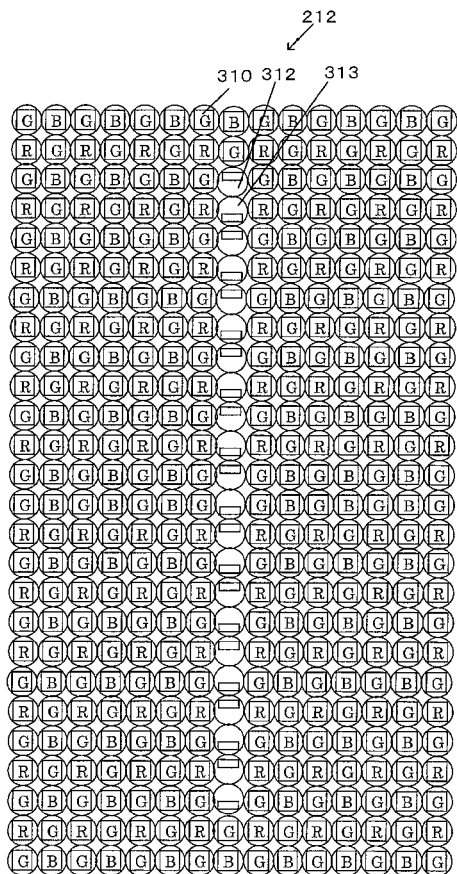
【 図 2 】

【 図 2 】



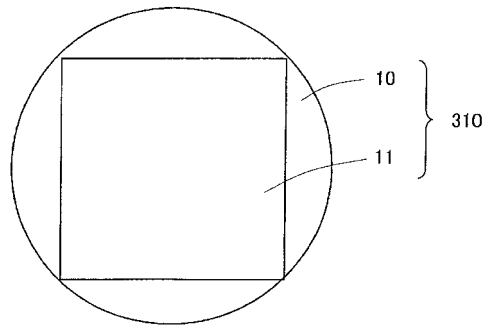
【 図 3 】

【 図 3 】



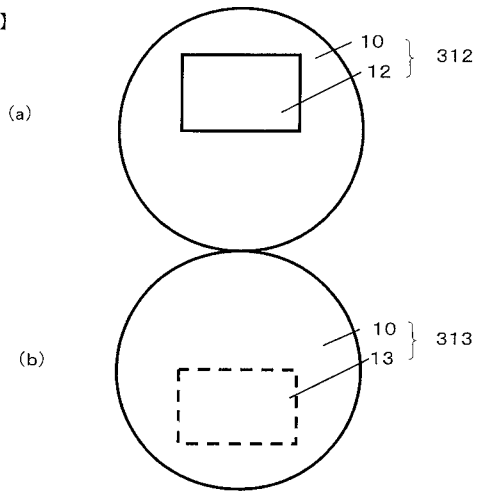
【 図 4 】

【 図 4 】



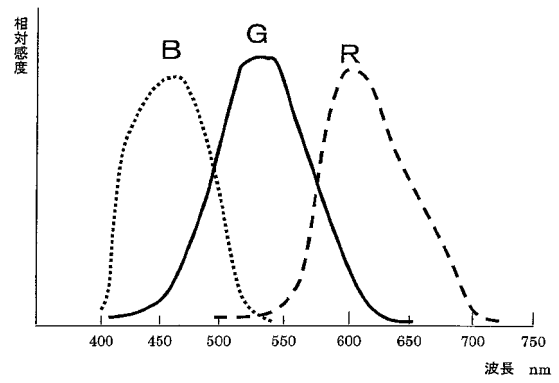
【 図 5 】

【 図 5 】



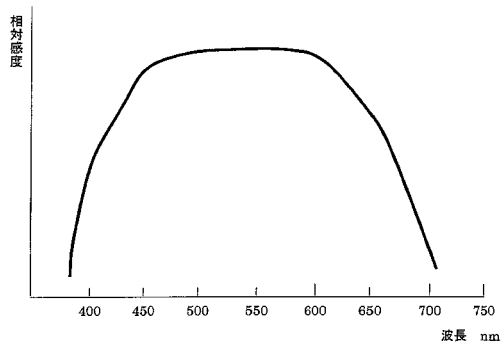
【 図 6 】

【 図 6 】



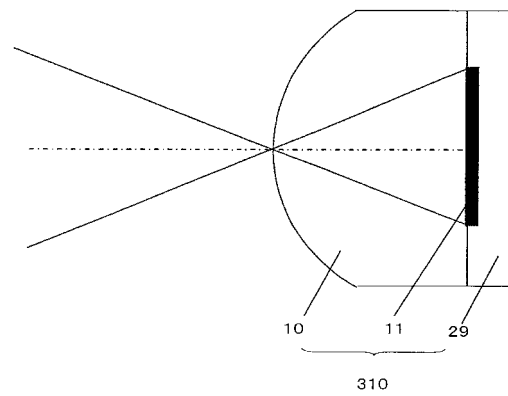
【 図 7 】

【 图 7 】



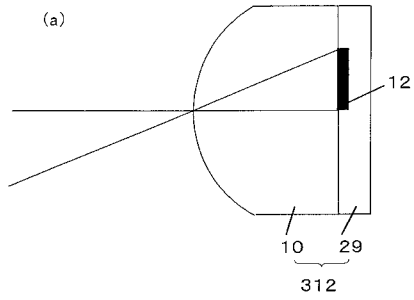
【 图 8 】

【 图 8 】

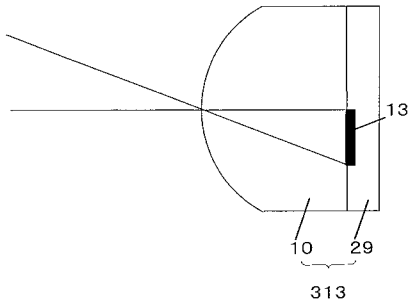


【図9】

【図9】

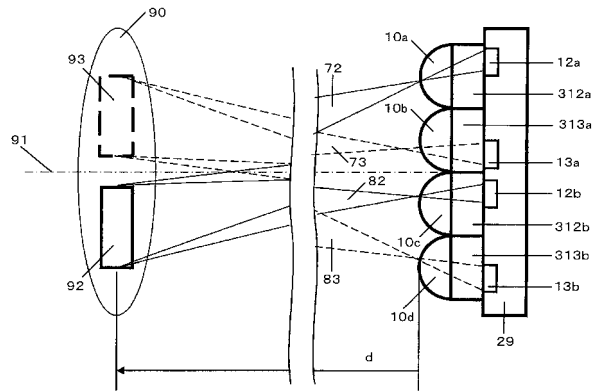


(b)



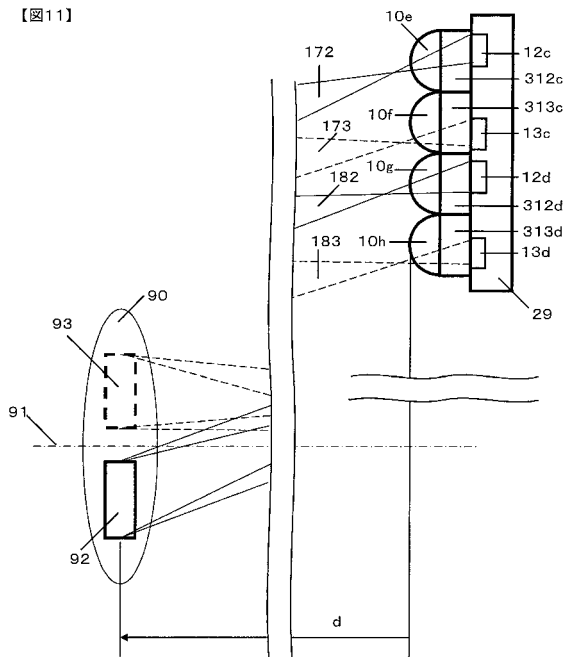
【図10】

【図10】



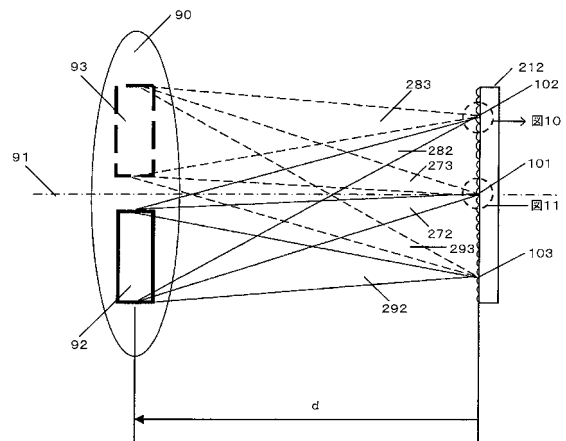
【図11】

【図11】



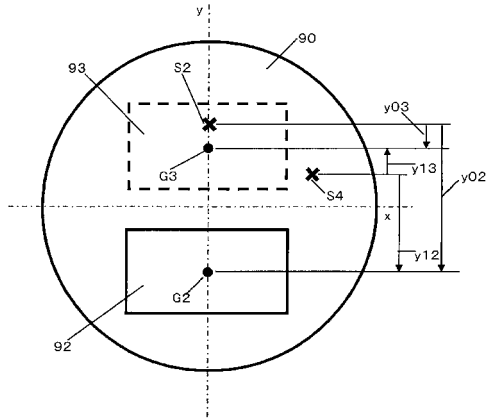
【図12】

【図12】



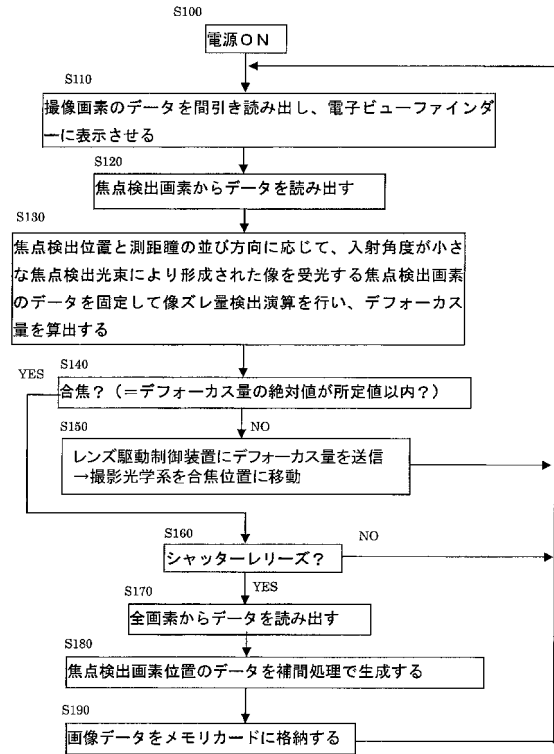
【図13】

【図13】



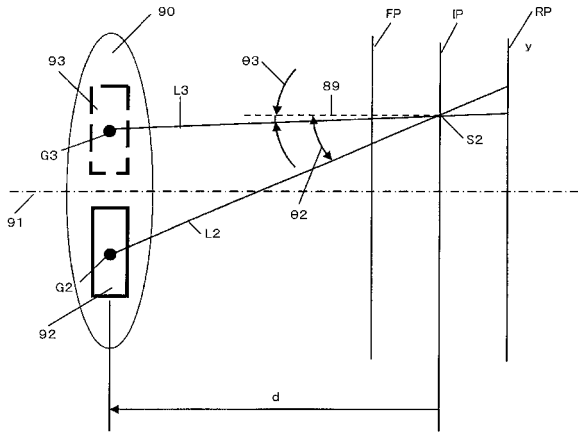
【図14】

【図14】



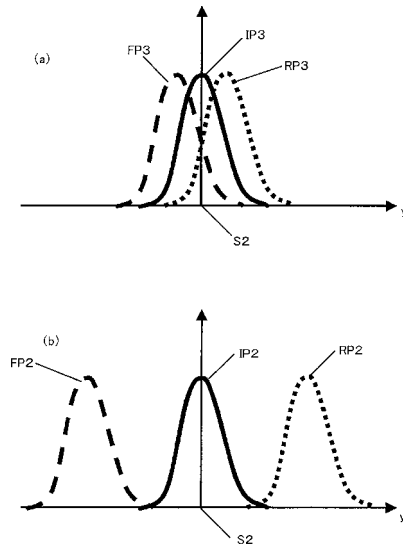
【図15】

【図15】



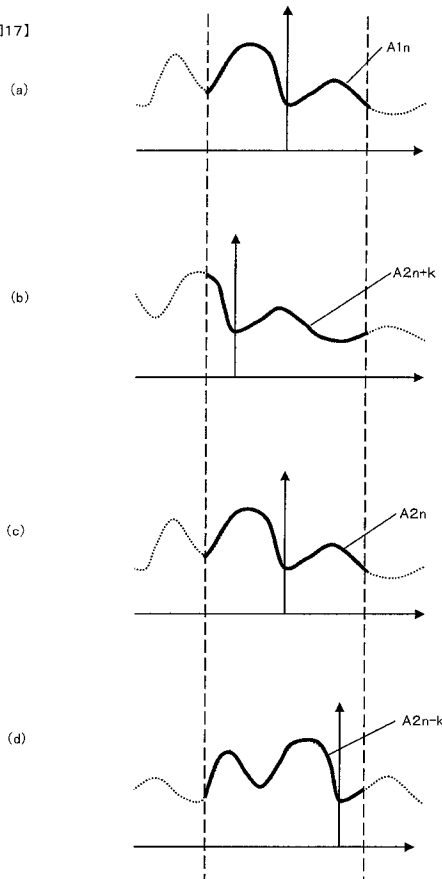
【図16】

【図16】



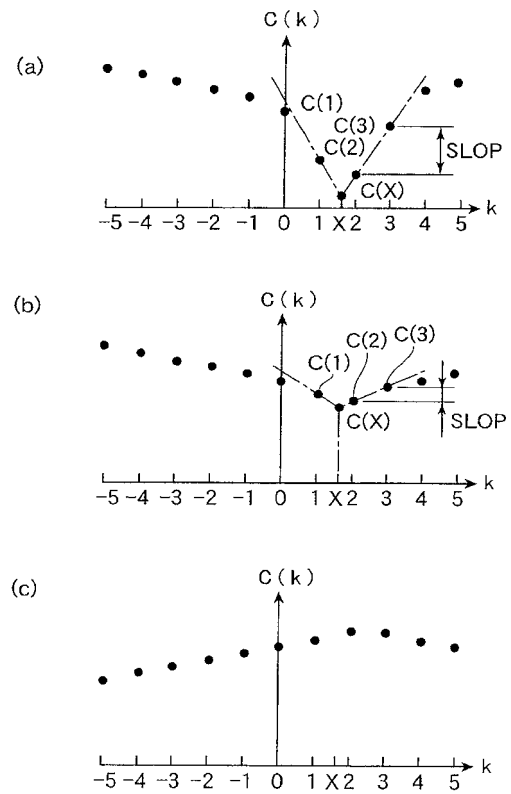
【 図 17 】

【 図 17 】



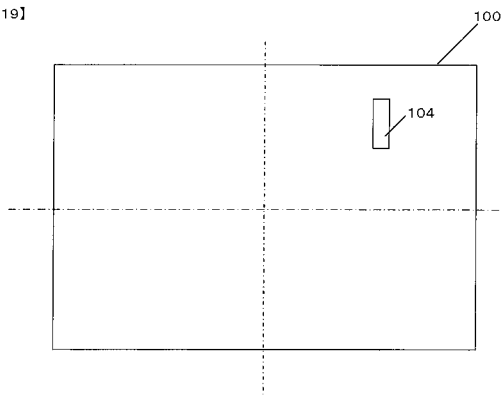
【 図 18 】

【 図 18 】



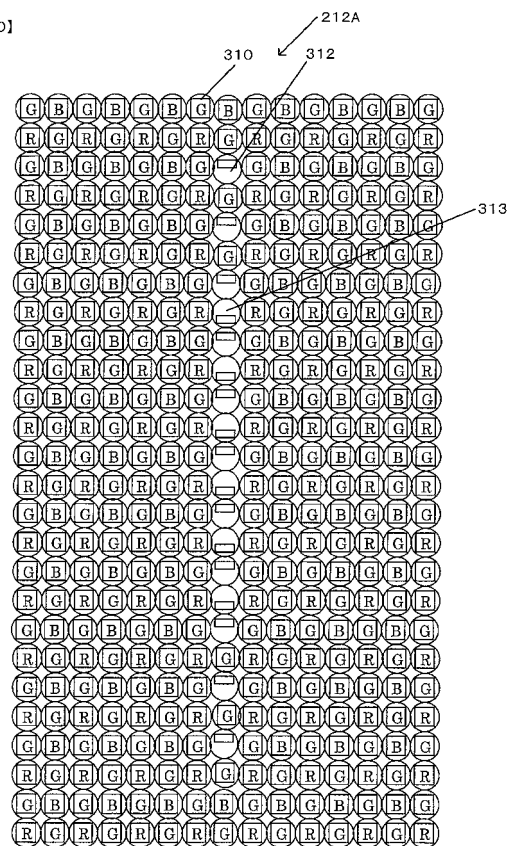
【 図 19 】

【 図 19 】



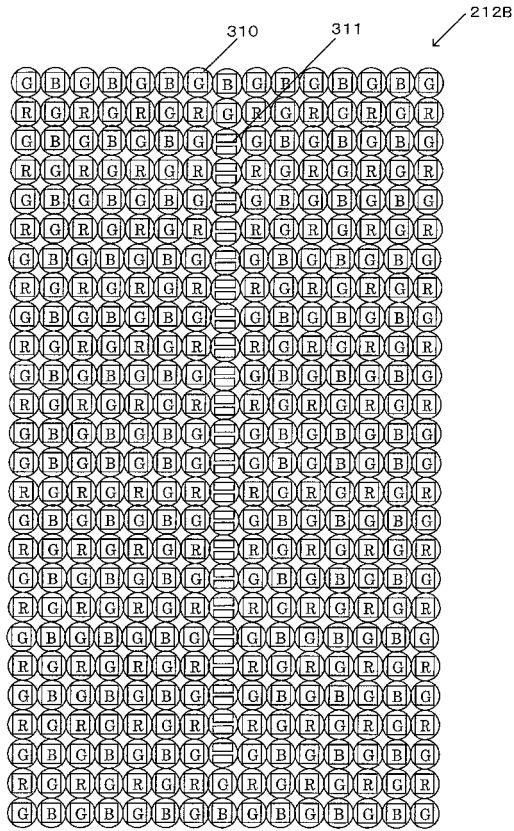
【 図 20 】

【 図 20 】



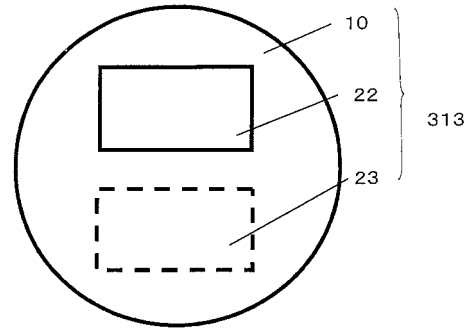
【 2 1 】

【21】



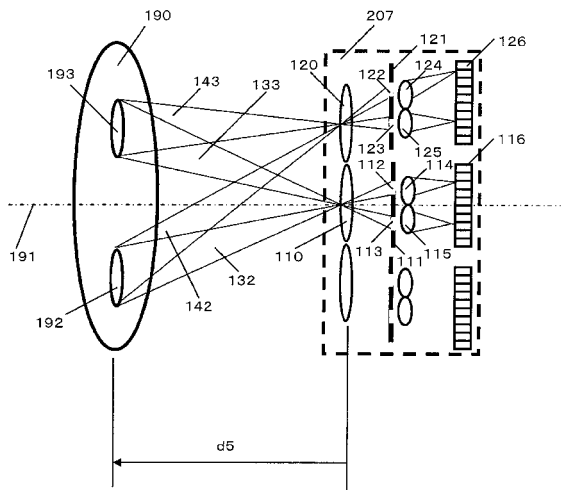
【 2 2 】

【22】



【 2 3 】

【23】





---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 8 - 2 6 2 3 1 9 ( J P , A )  
特開平 9 - 1 0 5 8 5 7 ( J P , A )  
特開昭 5 5 - 1 3 0 5 2 4 ( J P , A )  
特開 2 0 0 4 - 1 7 2 2 7 3 ( J P , A )  
特開平 5 - 2 7 1 6 2 ( J P , A )  
特開昭 6 2 - 1 4 8 9 1 1 ( J P , A )  
特開昭 6 2 - 2 2 9 2 1 3 ( J P , A )  
特開昭 5 9 - 5 2 2 0 7 ( J P , A )  
特開 2 0 0 5 - 1 0 6 9 9 4 ( J P , A )  
特開平 1 1 - 1 4 9 0 0 ( J P , A )

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G02B7/28-7/40