

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-237400

(P2010-237400A)

(43) 公開日 平成22年10月21日(2010.10.21)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
<b>G02B</b>	<b>7/28</b>	<b>(2006.01)</b>	G02B	7/11	N	2H011		
<b>G02B</b>	<b>7/34</b>	<b>(2006.01)</b>	G02B	7/11	C	2H051		
<b>G03B</b>	<b>13/36</b>	<b>(2006.01)</b>	G03B	3/00	A	2H151		
<b>H04N</b>	<b>5/232</b>	<b>(2006.01)</b>	H04N	5/232	H	5C122		
<b>H04N</b>	<b>101/00</b>	<b>(2006.01)</b>	H04N	101:00				

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2009-84635 (P2009-84635)  
 (22) 出願日 平成21年3月31日 (2009.3.31)

(71) 出願人 000002185  
 ソニー株式会社  
 東京都港区港南1丁目7番1号  
 (74) 代理人 100112955  
 弁理士 丸島 敏一  
 (72) 発明者 藤井 真一  
 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内  
 (72) 発明者 下田 和人  
 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内  
 (72) 発明者 勝田 恭敏  
 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

最終頁に続く

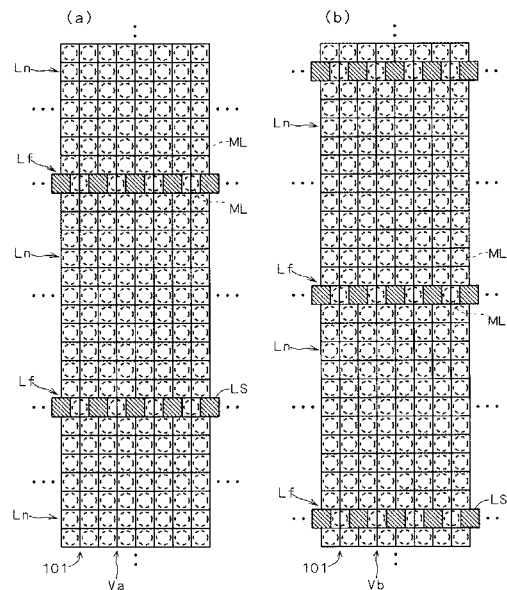
(54) 【発明の名称】 撮像装置および焦点検出方法

(57) 【要約】

【課題】位相差検出機能付き撮像素子を用いた焦点検出の性能向上を図りつつ、撮像画像の品質劣化を抑制できる撮像装置の技術を提供する。

【解決手段】撮像装置には、撮影光学系の射出瞳において例えば右側部分および左側部分を通過した被写体光束を受光する一対の光電変換部が水平方向に沿って複数配列されたAFラインLfを有する撮像素子(位相差検出機能付き撮像素子)101が設けられている。この撮像素子101には、AFラインLfが垂直方向に例えば12ライン周期で複数形成されている。以上のような構成の撮像素子101をシフト量「0」の位置Vaと垂直方向上側に6ライン分シフトした位置Vbとで露光し、各位置Va、VbのAFラインLfで生成される電荷信号のデータに基づき位相差検出方式の焦点検出を行う。その結果、焦点検出の性能向上を図りつつ、撮像画像の品質劣化を抑制できる。

【選択図】 図19



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

撮影光学系の射出瞳において第 1 方向に沿って互いに逆向きに偏った一对の部分領域を通過した被写体光束を受光する一对の光電変換部が前記第 1 方向に沿って複数配列された光電変換配列を有する撮像素子と、

前記撮像素子を、前記第 1 方向と直交する第 2 方向に関して互いに異なった所定の複数位置に移動させることが可能な駆動手段と、

前記所定の複数位置それぞれで前記光電変換配列を露光して生成される電荷信号のデータに基づき位相差検出方式の焦点検出を行う焦点検出手段と、  
を備える撮像装置。

10

**【請求項 2】**

前記撮像素子には、前記光電変換配列が前記第 2 方向に所定の配置間隔をもって複数設けられており、

前記所定の複数位置には、前記第 2 方向に関して前記所定の配置間隔の半分に相当する距離離れた 2 の位置が含まれる請求項 1 に記載の撮像装置。

**【請求項 3】**

前記一对の光電変換部の上方には、前記射出瞳を通過した光束を遮光する 2 の遮光領域を有した遮光部と、前記 2 の遮光領域に挟まれた 1 のマイクロレンズとが設けられる請求項 1 に記載の撮像装置。

20

**【請求項 4】**

前記 1 のマイクロレンズは、その光軸が前記一对の光電変換部に挟まれた領域を通るように配置される請求項 3 に記載の撮像装置。

**【請求項 5】**

撮影光学系の射出瞳において第 1 方向に沿って互いに逆向きに偏った一对の部分領域を通過した被写体光束を受光する一对の光電変換部が前記第 1 方向に沿って複数配列された光電変換配列を有する撮像素子を、前記第 1 方向と直交する第 2 方向に関して互いに異なった所定の複数位置に移動させる駆動工程と、

前記所定の複数位置それぞれで前記光電変換配列を露光して生成される電荷信号のデータに基づき位相差検出方式の焦点検出を行う焦点検出工程と、  
を備える焦点検出方法。

30

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、位相差検出方式の焦点検出が可能な撮像装置の技術に関する。

**【背景技術】****【0002】**

デジタル一眼レフカメラなどの撮像装置においては、撮影レンズに係る射出瞳の一对の部分領域を通過した被写体光束を受光して電荷信号を生成する一对の光電変換部(フォトダイオード)を複数備えて位相差検出方式の焦点検出(位相差 AF)が可能な撮像素子の利用が提案されている。

40

**【0003】**

例えば特許文献 1 では、上記一对の光電変換部を有した AF 画素が撮像素子の一部の領域に多数配置された撮像素子(以下では「位相差検出機能付き撮像素子」ともいう)が開示されている。このように多数の AF 画素を設ければ多くの AF データが収集できるため、位相差 AF の性能向上が図れる。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0004】**

【特許文献 1】特開 2007 - 317951 号公報

**【発明の概要】**

50

**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

しかしながら、上記特許文献1の撮像素子では、多数のAF画素によって位相差AFの性能向上が図れるものの、被写体に係る画像情報取得を目的とした専用の画素（通常画素）より画像再現性が劣るAF画素が多数存在することとなり、撮影画像の品質劣化が大きくなってしまふ。

**【0006】**

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、位相差検出機能付き撮像素子を用いた焦点検出の性能向上を図りつつ、撮像画像の品質劣化を抑制できる撮像装置の技術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】****【0007】**

本発明の第1の側面は、撮像装置であって、撮影光学系の射出瞳において第1方向に沿って互いに逆向きに偏った一对の部分領域を通過した被写体光束を受光する一对の光電変換部が前記第1方向に沿って複数配列された光電変換配列を有する撮像素子と、前記撮像素子を、前記第1方向と直交する第2方向に関して互いに異なった所定の複数位置に移動させることが可能な駆動手段と、前記所定の複数位置それぞれで前記光電変換配列を露光して生成される電荷信号のデータに基づき位相差検出方式の焦点検出を行う焦点検出手段とを備える。

**【0008】**

また、本発明の第2の側面は、焦点検出方法であって、撮影光学系の射出瞳において第1方向に沿って互いに逆向きに偏った一对の部分領域を通過した被写体光束を受光する一对の光電変換部が前記第1方向に沿って複数配列された光電変換配列を有する撮像素子を、前記第1方向と直交する第2方向に関して互いに異なった所定の複数位置に移動させる駆動工程と、前記所定の複数位置それぞれで前記光電変換配列を露光して生成される電荷信号のデータに基づき位相差検出方式の焦点検出を行う焦点検出工程とを備える。

**【発明の効果】****【0009】**

本発明によれば、撮影光学系の射出瞳において第1方向に沿って互いに逆向きに偏った一对の部分領域を通過した被写体光束を受光する一对の光電変換部が第1方向に沿って複数配列された光電変換配列を有する撮像素子を移動させることにより第1方向と直交する第2方向に関して互いに異なった所定の複数位置それぞれで光電変換配列を露光して生成される電荷信号のデータに基づき位相差検出方式の焦点検出を行う。その結果、焦点検出の性能向上を図りつつ、撮像画像の品質劣化を抑制できる。

**【図面の簡単な説明】****【0010】**

【図1】本発明の実施形態に係る撮像装置の外観構成を示す図である。

【図2】撮像装置の外観構成を示す図である。

【図3】撮像装置の縦断面図である。

【図4】振れ補正ユニットの構成を示す概略図である。

【図5】振れ補正ユニットの構成を示す概略図である。

【図6】撮像装置の電氣的な構成を示すブロック図である。

【図7】撮像素子の構成を説明するための図である。

【図8】撮像素子の構成を説明するための図である。

【図9】通常画素の構成を説明するための縦断面図である。

【図10】AF画素対の構成を説明するための縦断面図である。

【図11】AF画素対の構成を説明するための平面図である。

【図12】焦点面が撮像素子の撮像面から200 $\mu$ m近側にデフォーカスしている場合のシミュレーション結果を示す図である。

【図13】焦点面が撮像面から100 $\mu$ m近側にデフォーカスしている場合のシミュレー

10

20

30

40

50

シミュレーション結果を示す図である。

【図14】焦点面が撮像面に一致している合焦状態のシミュレーション結果を示す図である。

【図15】焦点面が撮像面から100 $\mu$ m遠側にデフォーカスしている場合のシミュレーション結果を示す図である。

【図16】焦点面が撮像面から200 $\mu$ m遠側にデフォーカスしている場合のシミュレーション結果を示す図である。

【図17】一对の像列における重心位置の差とデフォーカス量との関係を示すグラフを説明するための図である。

【図18】振れ補正ユニットを活用した位相差AFを説明するためのタイムチャートである。

10

【図19】位相差AFの際にシフトされる撮像素子の各位置を説明するための図である。

【図20】撮像装置1の基本的な動作を示すフローチャートである。

【図21】本発明の変形例に係るAFエリアの構成を説明するための図である。

【図22】図21のAFエリアにおけるAF画素対の構成を示す縦断面図である。

【図23】本発明の変形例に係る第1メタルの構成を説明するための図である。

【図24】本発明の変形例に係るAFエリアの構成を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

<実施形態>

20

[撮像装置の要部構成]

図1および図2は、本発明の実施形態に係る撮像装置1の外観構成を示す図である。ここで、図1および図2は、それぞれ正面図および背面図を示している。

【0012】

撮像装置1は、例えば一眼レフレックスタイプのデジタルスチルカメラとして構成されており、カメラボディ10と、カメラボディ10に着脱自在な撮影レンズとしての交換レンズ2とを備えている。

【0013】

図1において、カメラボディ10の正面側には、正面略中央に交換レンズ2が装着されるマウント部301と、マウント部301の右横に配置されたレンズ交換ボタン302と、把持可能とするためのグリップ部303と、正面左上部に配置されたモード設定ダイヤル305と、正面右上部に配置された制御値設定ダイヤル306と、グリップ部303の上面に配置されたシャッターボタン307とが設けられている。

30

【0014】

また、図2において、カメラボディ10の背面側には、LCD(Liquid Crystal Display)311と、LCD311の左方に配置された設定ボタン群312と、LCD311の右方に配置された十字キー314と、十字キー314の中央に配置された押しボタン315とが備えられている。また、カメラボディ10の背面側には、LCD311の上方に配設されたEVF(Electronic View Finder)316と、EVF316の周囲を囲むアイカップ321と、EVF316の左方に配設されたメインスイッチ317と、EVF316の右方に配設された露出補正ボタン323およびAEロックボタン324と、EVF316の上方に配設されたフラッシュ部318および接続端子部319とが備えられている。

40

【0015】

マウント部301には、装着された交換レンズ2との電気的接続を行うためコネクタEc(図6参照)や、機械的接続を行うためのカプラ75(図6参照)が設けられている。

【0016】

レンズ交換ボタン302は、マウント部301に装着された交換レンズ2を取り外す際に押下されるボタンである。

【0017】

50

グリップ部 303 は、ユーザが撮影時に撮像装置 1 を把持する部分であり、フィット性を高めるために指形状に合わせた表面凹凸が設けられている。なお、グリップ部 303 の内部には電池収納室およびカード収納室(不図示)が設けられている。電池収納室にはカメラの電源として電池 69B (図 6 参照)が収納されており、カード収納室には撮影画像の画像データを記録するためのメモリカード 67 (図 6 参照)が着脱可能に収納されるようになっている。なお、グリップ部 303 には、当該グリップ部 303 をユーザが把持したか否かを検出するためのグリップセンサを設けるようにしても良い。

【0018】

モード設定ダイヤル 305 及び制御値設定ダイヤル 306 は、カメラボディ 10 の上面と略平行な面内で回転可能な略円盤状の部材からなる。モード設定ダイヤル 305 は、自動露出(AE)制御モードや自動焦点(AF;オートフォーカス)制御モード、或いは1枚の静止画を撮影する静止画撮影モードや連続撮影を行う連続撮影モード等の各種撮影モード、記録済みの画像を再生する再生モード等、撮像装置 1 に搭載されたモードや機能を択一的に選択するためのものである。一方、制御値設定ダイヤル 306 は、撮像装置 1 に搭載された各種の機能に対する制御値を設定するためのものである。

10

【0019】

シャッターボタン 307 は、途中まで押し込んだ「半押し状態」の操作と、さらに押し込んだ「全押し状態」の操作とが可能とされた押下スイッチである。静止画撮影モードにおいてシャッターボタン 307 が半押しされると、被写体の静止画を撮影するための準備動作(露出制御値の設定や焦点検出等の準備動作)が実行される。そして、シャッターボタン 307 が全押しされると、撮影動作(撮像素子 101 (図 3 参照)を露光し、その露光によって得られた画像信号に所定の画像処理を施してメモリカード等に記録する一連の動作)が実行される。

20

【0020】

LCD 311 は、画像表示が可能なカラー液晶パネルを備えており、撮像素子 101 (図 3 参照)により撮像された画像の表示や記録済みの画像の再生表示等を行うとともに、撮像装置 1 に搭載される機能やモードの設定画面を表示するものである。なお、LCD 311 に代えて、有機 EL やプラズマ表示装置を用いるようにしても良い。

【0021】

設定ボタン群 312 は、撮像装置 1 に搭載された各種の機能に対する操作を行うボタンである。この設定ボタン群 312 には、例えば LCD 311 に表示されるメニュー画面で選択された内容を確定するための選択確定スイッチ、選択取り消しスイッチ、メニュー画面の内容を切り替えるメニュー表示スイッチ、表示オン/オフスイッチ、表示拡大スイッチなどが含まれる。

30

【0022】

手振れ補正スイッチ 85 は、後述の振れ補正ユニット 15 よる振れ補正動作を実行させるための操作信号を与えるためのボタンである。この手振れ補正スイッチ 85 は、手持ち撮影、望遠撮影、暗部での撮影、或いは長時間露光が必要な撮影時等、手振れ等の「振れ」の影響が撮影画像に表出する恐れがある場合にユーザにより押下され、撮像装置 1 の振れ補正動作が行える状態(振れ補正モード)に設定するものである。

40

【0023】

十字キー 314 は、円周方向に一定間隔で配置された複数の押圧部(図中の三角印の部分)を備える環状の部材を有し、各押圧部に対応して備えられた図示省略の接点(スイッチ)により押圧部の押圧操作が検出されるように構成されている。また、プッシュボタン 315 は、十字キー 314 の中央に配置されている。十字キー 314 及びプッシュボタン 315 は、撮影倍率の変更(ズームレンズ 212 (図 6 参照)のワイド方向やテレ方向への移動)、LCD 311 等に再生する記録画像のコマ送り、及び撮影条件(絞り値、シャッタースピード、フラッシュ発光の有無等)の設定等の指示を入力するためのものである。

【0024】

EVF 316 は、液晶パネル 310 (図 3 参照)を備えており、撮像素子 101 (図 3 参

50

照)によって撮像された画像の表示や記録済みの画像の再生表示等を行う。このE V F 3 1 6やL C D 3 1 1において、本撮影(画像記録用の撮影)前に撮像素子1 0 1で順次に生成される画像信号に基づき動画の態様で被写体を表示するライブビュー(プレビュー)表示が行われることにより、ユーザは、実際に撮像素子1 0 1にて撮影される被写体を視認することが可能となる。

【0 0 2 5】

メインスイッチ3 1 7は、左右にスライドする2接点のスライドスイッチからなり、左にセットすると撮像装置1の電源がオンされ、右にセットすると電源がオフされる。

【0 0 2 6】

フラッシュ部3 1 8は、ポップアップ式の内蔵フラッシュとして構成されている。一方、外部フラッシュ等をカメラボディ1 0に取り付ける場合には、接続端子部3 1 9を使用して接続する。

10

【0 0 2 7】

アイカップ3 2 1は、遮光性を有してE V F 3 1 6への外光の侵入を抑制する「コ」字状の遮光部材である。

【0 0 2 8】

露出補正ボタン3 2 3は、露出値(絞り値やシャッタースピード)を手動で調整するためのボタンであり、A Eロックボタン3 2 4は、露出を固定するためのボタンである。

【0 0 2 9】

交換レンズ2は、被写体からの光(光像)を取り込むレンズ窓として機能するとともに、当該被写体光をカメラボディ1 0の内部に配置されている撮像素子1 0 1に導くための撮影光学系として機能するものである。この交換レンズ2は、上述のレンズ交換ボタン3 0 2を押下操作することで、カメラボディ1 0から取り外すことが可能となっている。

20

【0 0 3 0】

交換レンズ2は、光軸L Tに沿って直列的に配置された複数のレンズからなるレンズ群2 1を備えている(図6参照)。このレンズ群2 1には、焦点の調節を行うためのフォーカスレンズ2 1 1(図6参照)と、変倍を行うためのズームレンズ2 1 2(図6参照)とが含まれており、それぞれ光軸L T(図3参照)方向に駆動されることで、変倍や焦点調節が行われる。また、交換レンズ2には、その鏡胴の外周適所に該鏡胴の外周面に沿って回転可能な操作環が備えられており、上記のズームレンズ2 1 2は、マニュアル操作或いはオート操作により、上記操作環の回転方向及び回転量に応じて光軸方向に移動し、その移動先の位置に応じたズーム倍率(撮影倍率)に設定されるようになっている。

30

【0 0 3 1】

[撮像装置1の内部構成]

次に、撮像装置1の内部構成について説明する。図3は、撮像装置1の縦断面図である。図3に示すように、カメラボディ1 0の内部には、撮像素子1 0 1、E V F 3 1 6などが備えられている。

【0 0 3 2】

撮像素子1 0 1は、カメラボディ1 0に交換レンズ2が装着された場合の当該交換レンズ2が備えているレンズ群の光軸L T上において、光軸L Tに対して垂直となる方向に配置されている。撮像素子1 0 1としては、例えばフォトダイオードを有して構成される複数の画素がマトリクス状に2次元配置されたC M O Sカラーエリアセンサ(C M O S型の撮像素子)が用いられる。撮像素子1 0 1は、交換レンズ2を通して受光された被写体光束に関するR(赤)、G(緑)、B(青)各色成分のアナログの電気信号(画像信号)を生成し、R、G、B各色の画像信号として出力する。この撮像素子1 0 1の構成については、後で詳述する。

40

【0 0 3 3】

撮像素子1 0 1は、振れ補正ユニット1 5により光軸L Tと直交する平面において二次元的に移動可能に保持されている。また、撮像素子1 0 1の光軸方向前方には、シャッタユニット4 0が配置されている。このシャッタユニット4 0は、上下方向に移動する幕体

50

を備え、その開動作および閉動作により光軸LTに沿って撮像素子101に導かれる被写体光の光路開口動作および光路遮断動作を行うメカニカルフォーカルプレーンシャッタとして構成されている。なお、シャッタユニット40は、撮像素子101が完全電子シャッター可能な撮像素子である場合には省略可能である。

#### 【0034】

EVF316は、液晶パネル310と、接眼レンズ106とを備えている。液晶パネル310は、例えば画像表示が可能なカラー液晶パネルとして構成されており、撮像素子101により撮像された画像の表示が可能である。接眼レンズ106は、液晶パネル310に表示された被写体像をEVF316の外側に導く。このようなEVF316の構成により、ユーザは、撮像素子101で撮影される被写体を視認できることとなる。

10

#### 【0035】

[振れ補正ユニット15の構成]

撮像素子101は、振れ補正ユニット(駆動手段)15によって駆動され、交換レンズ2の光軸LT(図3)に垂直な平面(XY平面)内において移動することによって、手振れ等に起因して撮像装置1に生じるブレを抑制することが可能である。具体的には、撮像装置1に内蔵された振れ検出センサ(例えばジャイロセンサ)によって検出される振れを打ち消すように撮像素子101が駆動されることで、撮像装置1の振れを光学的に補正する振れ補正動作が実現される。

#### 【0036】

図4および図5は、振れ補正ユニット15の構成を示す概略図である。図4は、振れ補正ユニット15を背面側(-Z側)から見た図であり、図5は、図4のV-V位置から見た断面図である。

20

#### 【0037】

振れ補正ユニット15は、ベース板150、第1移動部151、第2移動部152および2つのアクチュエータ15X、15Y等を備えている。ベース板150、第1移動部151および第2移動部152は、それぞれ、略矩形形状の板状部材として形成され、ベース板150および第1移動部151は、その略中央部に中空部を有している。

#### 【0038】

ベース板150はカメラボディ10に固定されている。また、ベース板150と第1移動部151とはアクチュエータ15Xを介して連結されており、第1移動部151と第2移動部152とはアクチュエータ15Yを介して連結されている。また、第2移動部152の表側(+Z側)には撮像素子101が固定されている。アクチュエータ15Xの駆動によって、第1移動部151はベース板150に対してX軸方向に移動することが可能であり、アクチュエータ15Yの駆動によって、第2移動部152は第1移動部151に対してY軸方向に移動することが可能である。その結果、撮像素子101は、ベース板150(ひいてはカメラボディ10)に対してX軸方向およびY軸方向にそれぞれ移動可能である。なお、第1移動部151のX軸方向の移動および第2移動部152のY軸方向の移動は、それぞれ、不図示のレール部材によってガイドされている。

30

#### 【0039】

詳細には、ベース板150の背面側(-Z側)の上部中央位置には、アクチュエータ15Xが取り付けられている。また、第1移動部151は、その上縁部に突出部153を有しており、当該突出部153にはスライダ154が一体的に形成されている。アクチュエータ15Xの駆動軸155は、このスライダ154の中空部を貫通しており、スライダ154とアクチュエータ15Xの駆動軸155とは摩擦結合されている。換言すれば、ベース板150と第1移動部151とは、X軸方向の相対移動が可能となるように、アクチュエータ15Xを介して連結されている。このような構成において、アクチュエータ15Xに所定の駆動電圧を印加することによって、第1移動部151は、ベース板150に対してX軸方向に摺動することが可能である。

40

#### 【0040】

また、第2移動部152の側部中央位置には、アクチュエータ15Yが取り付けられて

50

いる。一方、第1移動部151は、右側部に一体的に形成されたスライダ157を有している。アクチュエータ15Yの駆動軸158は、このスライダ157の中空部を貫通しており、このスライダ157とアクチュエータ15Yの駆動軸158とは摩擦結合されている。換言すれば、第1移動部151と第2移動部152とは、Y軸方向の相対移動が可能となるように、アクチュエータ15Yを介して連結されている。このような構成において、アクチュエータ15Yに所定の駆動電圧を印加すると、第2移動部152は、第1移動部151に対してY軸方向に摺動することが可能である。

【0041】

以上のような構成の振れ補正ユニット15では、例えば各駆動軸155、158の中間位置にスライダ154、157が配置された状態の基準位置P<sub>0</sub>を中心として撮像素子101がXY平面でシフトされることで振れ補正動作が行われる。

10

【0042】

[撮像装置1の電氣的構成]

図6は、撮像装置1の電氣的な構成を示すブロック図である。ここで、図1～図5と同一の部材等については、同一の符号を付している。なお、説明の便宜上、交換レンズ2の電氣的構成について先ず説明する。

【0043】

交換レンズ2は、上述した撮影光学系を構成するレンズ群21に加え、レンズ駆動機構24と、レンズ位置検出部25と、レンズ制御部26と、絞り駆動機構27とを備えている。

20

【0044】

レンズ群21では、フォーカスレンズ211及びズームレンズ212と、カメラボディ10に備えられた撮像素子101へ入射される光量を調節するための絞り23とが、鏡筒22内において光軸LT(図3)方向に保持されており、被写体の光像を取り込んで撮像素子101に結像させる。AF制御では、フォーカスレンズ211が交換レンズ2内のAFアクチュエータ71Mにより光軸LT方向に駆動されることで焦点調節が行われる。

【0045】

フォーカス駆動制御部71Aは、レンズ制御部26を介してメイン制御部62から与えられるAF制御信号に基づき、フォーカスレンズ211を合焦位置に移動させるために必要な、AFアクチュエータ71Mに対する駆動制御信号を生成するものである。AFアクチュエータ71Mは、ステッピングモータ等からなり、レンズ駆動機構24にレンズ駆動力を与える。

30

【0046】

レンズ駆動機構24は、例えばヘリコイド及び該ヘリコイドを回転させる図示省略のギア等で構成され、AFアクチュエータ71Mからの駆動力を受けて、フォーカスレンズ211等を光軸LTと平行な方向に駆動させるものである。なお、フォーカスレンズ211の移動方向及び移動量は、それぞれAFアクチュエータ71Mの回転方向及び回転数に従う。

【0047】

レンズ位置検出部25は、レンズ群21の移動範囲内において光軸LT方向に複数個のコードパターンが所定ピッチで形成されたエンコード板と、このエンコード板に摺接しながらレンズと一体的に移動するエンコードブラシとを備えており、レンズ群21の焦点調節時の移動量を検出する。なお、レンズ位置検出部24で検出されたレンズ位置は、例えばパルス数として出力される。

40

【0048】

レンズ制御部26は、例えば制御プログラム等を記憶するROMや状態情報に関するデータを記憶するフラッシュメモリ等のメモリが内蔵されたマイクロコンピュータからなっている。

【0049】

また、レンズ制御部26は、コネクタEcを介してカメラボディ10のメイン制御部6

50



2との間で通信を行う通信機能を有している。これにより、例えばレンズ群21の焦点距離、射出瞳位置、絞り値、合焦距離及び周辺光量状態等の状態情報データや、レンズ位置検出部25で検出されるフォーカスレンズ211の位置情報をメイン制御部62に送信できるとともに、メイン制御部62から例えばフォーカスレンズ211の駆動量のデータを受信できる。

【0050】

絞り駆動機構27は、カブラ75を介して絞り駆動アクチュエータ76Mからの駆動力を受けて、絞り23の絞り径を変更するものである。

【0051】

続いて、カメラボディ10の電氣的構成について説明する。カメラボディ10には、先に説明した撮像素子101、シャッターユニット40等の他に、AFE（アナログフロントエンド）5、画像処理部61、画像メモリ614、メイン制御部62、フラッシュ回路63、操作部64、VRAM65(65a、65b)、カード・インターフェース(I/F)66、メモリカード67、通信用インターフェース(I/F)68、電源回路69、電池69B、シャッター駆動制御部73A及びシャッター駆動アクチュエータ73M、絞り駆動制御部76A及び絞り駆動アクチュエータ76Mを備えて構成されている。

10

【0052】

撮像素子101は、先に説明した通りCMOSカラーエリアセンサからなり、後述のタイミング制御回路51により、当該撮像素子101の露光動作の開始(及び終了)や、撮像素子101が備える各画素の出力選択、画素信号の読出し等の撮像動作が制御される。

20

【0053】

AFE5は、撮像素子101に対して所定の動作を行わせるタイミングパルスを与えると共に、撮像素子101から出力される画像信号(CMOSエリアセンサの各画素で受光されたアナログ信号群)に所定の信号処理を施し、デジタル信号に変換して画像処理部61に出力するものである。このAFE5は、タイミング制御回路51、信号処理部52及びA/D変換部53などを備えて構成されている。

【0054】

タイミング制御回路51は、メイン制御部62から出力される基準クロックに基づいて所定のタイミングパルス(垂直走査パルス $V_n$ 、水平走査パルス $V_m$ 、リセット信号 $V_r$ 等を発生させるパルス)を生成して撮像素子101に出力し、撮像素子101の撮像動作を制御する。また、所定のタイミングパルスを信号処理部52やA/D変換部53にそれぞれ出力することにより、信号処理部52及びA/D変換部53の動作を制御する。

30

【0055】

信号処理部52は、撮像素子101から出力されるアナログの画像信号に所定のアナログ信号処理を施すものである。この信号処理部52には、CDS(相関二重サンプリング)回路、AGC(オートゲインコントロール)回路及びクランプ回路等が備えられている。A/D変換部53は、信号処理部52から出力されたアナログのR、G、Bの画像信号を、タイミング制御回路51から出力されるタイミングパルスに基づいて、複数のビット(例えば12ビット)からなるデジタルの画像信号に変換するものである。

40

【0056】

画像処理部61は、AFE5から出力される画像データに所定の信号処理を行って画像ファイルを作成するもので、黒レベル補正回路611、ホワイトバランス制御回路612及びガンマ補正回路613等を備えて構成されている。なお、画像処理部61へ取り込まれた画像データは、撮像素子101の読み出しに同期して画像メモリ614に一旦書き込まれ、以後この画像メモリ614に書き込まれた画像データにアクセスして、画像処理部61の各ブロックにおいて処理が行われる。

【0057】

黒レベル補正回路611は、A/D変換部53によりA/D変換されたR、G、Bの各デジタル画像信号の黒レベルを、基準の黒レベルに補正するものである。

50

## 【 0 0 5 8 】

ホワイトバランス補正回路 6 1 2 は、光源に応じた白の基準に基づいて、R (赤)、G (緑)、B (青)の各色成分のデジタル信号のレベル変換 (ホワイトバランス(WB)調整)を行うものである。すなわちホワイトバランス制御回路 6 1 2 は、メイン制御部 6 2 から与えられる WB 調整データに基づき、撮影被写体において輝度や彩度データ等から本来白色であると推定される部分を特定し、その部分の R、G、B それぞれを色成分の平均と、G / R 比及び G / B 比とを求め、これを R、B の補正ゲインとしてレベル補正する。

## 【 0 0 5 9 】

ガンマ補正回路 6 1 3 は、WB 調整された画像データの階調特性を補正するものである。具体的にはガンマ補正回路 6 1 3 は、画像データのレベルを色成分毎に予め設定されたガンマ補正用テーブルを用いて非線形変換するとともにオフセット調整を行う。

10

## 【 0 0 6 0 】

画像メモリ 6 1 4 は、撮影モード時において、画像処理部 6 1 から出力される画像データを一時的に記憶するとともに、この画像データに対しメイン制御部 6 2 により所定の処理を行うための作業領域として用いられるメモリである。また、再生モード時には、メモリカード 6 7 から読み出した画像データを一時的に記憶する。

## 【 0 0 6 1 】

メイン制御部 6 2 は、例えば制御プログラムを記憶する ROM や一時的にデータを記憶する RAM 等の記憶部が内蔵されたマイクロコンピュータからなり、撮像装置 1 各部の動作を総括的に制御するものである。

20

## 【 0 0 6 2 】

また、メイン制御部 6 2 は、手振れ補正スイッチ 8 5 により振れ補正モードが設定される場合において、例えばジャイロセンサからの振れ検出信号に基づいて振れ方向及び振れ量を演算し、この演算結果に基づき振れ補正制御信号を生成して振れ補正ユニット 1 5 に出力する。これにより、撮像装置 1 の振れを打ち消す方向に撮像素子 1 0 1 がシフト駆動されて適切な振れ補正動作が実行できる。

## 【 0 0 6 3 】

フラッシュ回路 6 3 は、フラッシュ撮影モードにおいて、フラッシュ部 3 1 8 または接続端子部 3 1 9 に接続される外部フラッシュの発光量を、メイン制御部 6 2 により設定された発光量に制御するものである。

30

## 【 0 0 6 4 】

操作部 6 4 は、上述のモード設定ダイヤル 3 0 5、制御値設定ダイヤル 3 0 6、シャッターボタン 3 0 7、設定ボタン群 3 1 2、十字キー 3 1 4、プッシュボタン 3 1 5、メインスイッチ 3 1 7 等を含み、操作情報をメイン制御部 6 2 に入力するためのものである。

## 【 0 0 6 5 】

VRAM 6 5 a、6 5 b は、LCD 3 1 1 および EVF 3 1 6 の画素数に対応した画像信号の記憶容量を有し、メイン制御部 6 2 と LCD 3 1 1 および EVF 3 1 6 との間のバッファメモリである。カード I / F 6 6 は、メモリカード 6 7 とメイン制御部 6 2 との間で信号の送受信を可能とするためのインターフェースである。メモリカード 6 7 は、メイン制御部 6 2 で生成された画像データを保存する記録媒体である。通信用 I / F 6 8 は、パーソナルコンピュータやその他の外部機器に対する画像データ等の伝送を可能とするためのインターフェースである。

40

## 【 0 0 6 6 】

電源回路 6 9 は、例えば定電圧回路等からなり、メイン制御部 6 2 等の制御部、撮像素子 1 0 1、その他の各種駆動部等、撮像装置 1 全体を駆動させるための電圧を生成する。なお、撮像素子 1 0 1 への通電制御は、メイン制御部 6 2 から電源回路 6 9 に与えられる制御信号により行われる。電池 6 9 B は、ニッケル水素充電電池等の二次電池や、アルカリ乾電池等の一次電池からなり、撮像装置 1 全体に電力を供給する電源である。

## 【 0 0 6 7 】

シャッタ駆動制御部 7 3 A は、メイン制御部 6 2 から与えられる制御信号に基づき、シ

50

シャッタ駆動アクチュエータ 73 M に対する駆動制御信号を生成するものである。シャッタ駆動アクチュエータ 73 M は、シャッタユニット 40 の開閉駆動を行うアクチュエータである。

【0068】

絞り駆動制御部 76 A は、メイン制御部 62 から与えられる制御信号に基づき、絞り駆動アクチュエータ 76 M に対する駆動制御信号を生成するものである。絞り駆動アクチュエータ 76 M は、カブラ 75 を介して絞り駆動機構 27 に駆動力を与える。

【0069】

また、カメラボディ 10 は、黒レベル補正回路 611 から出力される黒レベル補正済みの画像データに基づき、撮像素子 101 を用いたオートフォーカス (AF) 制御時に必要な演算 (位相差 AF 演算) を行う位相差 AF 演算回路 77 を備えている。

10

【0070】

次に、この位相差 AF 演算回路 77 を利用した撮像装置 1 の位相差 AF 動作について説明する。

【0071】

[ 撮像装置 1 の位相差 AF 動作について ]

撮像装置 1 では、撮像素子 101 において射出瞳の異なった部分を透過 (通過) した透過光を受光することにより位相差検出方式の焦点検出 (位相差 AF) が可能な構成となっている。この撮像素子 101 の構成と、撮像素子 101 を利用した位相差 AF の原理とを、以下で説明する。

20

【0072】

図 7 および図 8 は、撮像素子 101 の構成を説明するための図である。

【0073】

撮像素子 101 では、その撮像面 101 f においてマトリックス状に規定された複数の AF エリア Ef それぞれで位相差検出方式の焦点検出が可能な構成となっている (図 7)。

【0074】

各 AF エリア Ef には、集光レンズとして機能するマイクロレンズ ML (波線円で図示) とフォトダイオードとの間に R (赤)、G (緑) および B (青) の各カラーフィルタが配設された R 画素 111、G 画素 112 および B 画素 113 からなる通常の画素 (以下では「通常画素」ともいう) 110 が設けられている。一方、各 AF エリア Ef には、位相差 AF を行うために瞳分割機能を実現する画素のペア (以下では「AF 画素対」ともいう) 11f が設けられている (図 8)。このような AF エリア Ef では、AF 画素対 11f の画素より画素数が多い通常画素 110 によって、原則的には被写体の画像情報が取得されることとなる。

30

【0075】

そして、AF エリア Ef には、上記の瞳分割機能を持たない通常画素 (第 2 画素) 110 の水平ライン (以下では「通常画素ライン」ともいう) Ln として G 画素 112 と R 画素 111 とが水平方向に交互に配置された Gr ライン L1 と、B 画素 113 と G 画素 112 とが水平方向に交互に配置された Gb ライン L2 とが形成されている。この Gr ライン L1 と Gb ライン L2 とが垂直方向に交互に配置されることで通常画素 110 の群によるベイヤー配列が構成される。

40

【0076】

また、AF エリア Ef には、通常画素 110 と同じ構成 (径および曲率) のマイクロレンズ ML を 1 つ備えた AF 画素対 11f が水平方向に沿って繰り返し隣接して配列されることで形成される AF ライン Lf が本実施形態では垂直方向に 12 ライン周期で配置されている。すなわち、撮像素子 101 には、AF 画素対 11f を水平方向に複数配列した AF ライン Lf が垂直方向に 12 ラインの配置間隔をもって複数設けられている (図 19 参照)。なお、垂直方向に隣り合う各 AF ライン Lf の間には、AF ライン Lf で欠落する被写体の画像情報を補完するのに必要な本数 (例えば 4 本以上) の通常画素ライン Ln を設けるのが好ましい。ここで、AF ライン Lf の上下に隣接する 2 つの通常画素ライン Ln の組

50

合せとしては、同系統の水平ライン（G rラインL 1同士やG bラインL 2同士）でも良く、異系統の水平ライン（一方がG rラインL 1で他方がG bラインL 2）でも良い。

【0077】

次に、通常画素110とAF画素対11fとの構成の違いを説明するが、まず通常画素110の構成について説明する。

【0078】

図9は、通常画素110の構成を説明するための縦断面図である。なお、図9に示す通常画素110の配列は、例えば通常画素ラインLnのG rラインL 1(図8)に設けられているものである。

【0079】

通常画素ラインLnでは、複数の光電変換部(フォトダイオード)PDが水平方向にピッチで配列されている。なお、後述のようにAFラインLfでも同様に複数の光電変換部PDが水平方向にピッチで配列される。このことから、撮像素子101の受光部として働く撮像面101fには、ピッチで水平方向に隣接配置した光電変換部PDの配列(水平ライン)が垂直方向に複数設けられて光電変換部PDのマトリクス配置が形成される。

【0080】

通常画素ラインLnでは、水平方向に沿ってピッチで配置された複数の光電変換部(フォトダイオード)PDそれぞれの上方に、マイクロレンズMLが設けられている。そして、マイクロレンズMLと光電変換部PDとの間に、3層のメタル層、具体的には上から順に第1メタル41、第2メタル42および第3メタル43が配設されている。ここで、第2メタル42および第3メタル43は、電気信号を通す配線(図9では配線が紙面の垂直方向に沿って配置)として構成されており、第1メタル41は、その接地面(グランド面)として構成されている。この第1メタル41上には、カラーフィルタFLが配設されるとともに、カラーフィルタFL上にはマイクロレンズMLが設けられている。カラーフィルタFLに関しては、例えばG rラインL 1に配置された通常画素110の配列においては図9のように緑色のフィルタFgと赤色のフィルタFrとが交互に配置されることとなる。

【0081】

また、通常画素ラインLnでは、各マイクロレンズMLの間を通った不要な光が光電変換部PDで受光されるのを防ぐため、各マイクロレンズMLの間は第1メタル41で遮光されている。換言すれば、第1メタル41は、マイクロレンズMLの直下に開口OPが形成された遮光マスクとして機能している。

【0082】

次に、AF画素対11fの構成について説明する。

【0083】

図10および図11は、AF画素対11fの構成を説明するための縦断面図および平面図である。なお、図10および図11に示すAF画素対11fの配列は、AFラインLf(図8)に設けられているものである。

【0084】

AF画素対11fは、図10に示すように交換レンズ2に関する射出瞳の左側部分Qaからの光束Taと右側部分Qbからの光束Tbとを分離(瞳分割)させるためにマイクロレンズMLの光軸AXを跨いで一对の光電変換部PDが配置された一对の画素11a、11bで構成されている。すなわち、AF画素対11fにおいて、マイクロレンズMLは、その光軸AXが一对の光電変換部PDに挟まれた領域を通るように配置されている。また、一对の光電変換部PDは、それぞれ通常画素110の光電変換部PD(図9)と同等のサイズを有しており、水平方向に沿って通常画素110と等しいピッチで隣接して複数配置されることで、AFラインLfでの光電変換部PDの配列(光電変換配列)が形成される。

【0085】

このようなAF画素対11fにおいて、瞳分割を精度良く行うためには、画素(以下では「第1AF画素」ともいう)11aの光電変換部PDと、画素(以下では「第2AF画

10

20

30

40

50

素」ともいう) 11bの光電変換部PDとの間に存在する空スペースを小さくするのが好ましい。よって、図11のように水平方向に長細い形状となる光電変換部PDを有した本実施形態の撮像素子101では、光電変換部PDの長手方向、つまり水平方向に沿ってAF画素対11fを配置するのが適切となる。このため、AF画素対11fが水平方向に沿って2以上配列されることで本実施形態のAFラインLfが形成されている。

#### 【0086】

そして、AF画素対11fの配列の概略構成は、図9に示す通常画素110の配列に対して、光電変換部PDから上方に配置される部材、つまり第1～第3メタル、カラーフィルタおよびマイクロレンズを水平方向に半ピッチずらせた構成となっている。すなわち、AF画素対11fにおける一对の光電変換部PDとマイクロレンズMLとの配置関係は、通常画素ラインLnにおいてAF画素対11fのマイクロレンズMLに対応した特定のマイクロレンズMLを各光電変換部PDに対して水平方向に、ピッチの半分に相当する移動量だけ相対的にずらした場合の配置構成に相当している。そして、この配置構成において隣り合う上記特定のマイクロレンズMLの間に遮光部LSが設けられることでAF画素対11fの配列(AFラインLf)が形成されることとなる。このようにAFラインLfは通常画素ラインLnに対する多少の設計変更で生成できるため、AFラインLfの設計や製造を簡素化・容易化できる。以下では、AFラインLfにおいて隣り合うマイクロレンズMLの間に設けられる遮光部LSの構成について詳しく説明する。

10

#### 【0087】

AFラインLfにおいては、通常画素ラインLnに形成された第1メタル41の開口OP(図9)に対して図10や図11に示すように1つおきに第1メタル44による遮光が行われている。換言すれば、隣り合うAF画素対11fを最も近づけて位相差AFの精度向上を図るため、AFラインLfにおいて隣り合う各マイクロレンズMLの間に設けられる遮光部LSの配置間隔は、通常画素ラインLnで水平方向に配置された通常画素110の配列における1画素おきの間隔に等しくなっている。具体的には、図9に示す通常画素110の配列において開口OPが形成されていた箇所OQ(図10)が第1メタル44で塞がれ、その上に黒色のカラーフィルタ(ブラックフィルタ)Fbが1画素おきに載置されている。このようにブラックフィルタFbを第1メタル44上に配置するのは、第1メタル44の上面が剥き出しとなれば交換レンズ2から入射した光が反射してゴースト・フレアを生じさせるので、この反射光をブラックフィルタFbで吸収させてゴースト・フレアを抑制するためである。よって、本実施形態の各AF画素対11fでは、一对の光電変換部PDの上方に、箇所OQに形成された第1メタル44とブラックフィルタFbとからなり射出瞳を通過した被写体の光束を遮光する2つの遮光領域Ea、Ebが形成された遮光部LSが配置されている。このように遮光部LSにおいてブラックフィルタFbや第1メタル(メタル層)44によって遮光することにより、適切な遮光を簡易に行えることとなる。そして、各AF画素対11fでは、一对の光電変換部PDの両端上方それぞれから中央に向かって拡がる2つの遮光領域Ea、Ebに挟まれた1つのマイクロレンズMLが設けられている。

20

30

#### 【0088】

また、AFラインLfにおいては、第1メタル44の開口OP上に設けられるカラーフィルタとして透明なフィルタFtが採用されている。これにより、AF画素対11fで受光する光量を増加させて、感度の向上が図れる。

40

#### 【0089】

さらに、AFラインLfでは、第1メタル44の開口OP直下の光路を大きく確保するため、第2メタル45および第3メタル46を開口OP直下の空間から離すようにしている。すなわち、図9に示す通常画素110の構成に比べて第2メタル45および第3メタル46が、スペースSPの分、奥の方に配置されている。これは、スペースSP内に第2・第3メタルが存在すれば実際の射出瞳が(設計上)想定したものより大きくなっている場合などに、その想定外の部分からの光束が第2・第3メタルに当たって反射し瞳分割に悪影響を及ぼす可能性があるため、これを防止するためである。

50

## 【 0 0 9 0 】

以上のような構成の A F 画素対 1 1 f により、射出瞳における瞳分割、つまり射出瞳の左側部分 Q a からの光束 T a がマイクロレンズ M L および透明なカラーフィルタ F t を通って第 2 A F 画素 1 1 b の光電変換部 P D で受光されるとともに、射出瞳の右側部分 Q b からの光束 T b がマイクロレンズ M L およびフィルタ F t を通って第 1 A F 画素 1 1 a の光電変換部 P D で受光されることとなる。換言すれば、A F 画素対 1 1 f における一対の光電変換部 P D では、交換レンズ 2 の射出瞳において水平方向(第 1 方向)に沿って互いに逆向きに偏った一対(左側部分および右側部分)の部分領域 Q a、Q b を通過した被写体の光束 T a、T b が受光される。

## 【 0 0 9 1 】

以下では、位相差 A F 演算で用いるデータ(以下では「A F データ」ともいう)として、第 1 A F 画素 1 1 a において得られる受光データ(電荷信号のデータ)を「A 系列のデータ」と呼び、第 2 A F 画素 1 1 b において得られる受光データを「B 系列のデータ」と呼ぶこととする。そして、例えば、ある 1 つの A F ライン L f (図 8)に配置された A F 画素対 1 1 f の群から得られる A 系列のデータと B 系列のデータとを表した図 1 2 ~ 図 1 6 を参照して位相差 A F の原理を説明する。

## 【 0 0 9 2 】

図 1 2 は、焦点面が撮像素子 1 0 1 の撮像面 1 0 1 f から 2 0 0 μ m 近側にデフォーカスしている場合のシミュレーション結果を示す図であり、図 1 3 は、焦点面が撮像面 1 0 1 f から 1 0 0 μ m 近側にデフォーカスしている場合のシミュレーション結果を示す図である。また、図 1 4 は、焦点面が撮像面 1 0 1 f に一致している合焦状態のシミュレーション結果を示す図である。さらに、図 1 5 は、焦点面が撮像面 1 0 1 f から 1 0 0 μ m 遠側にデフォーカスしている場合のシミュレーション結果を示す図であり、図 1 6 は、焦点面が撮像面 1 0 1 f から 2 0 0 μ m 遠側にデフォーカスしている場合のシミュレーション結果を示す図である。ここで、図 1 2 ~ 図 1 6 においては、横軸が A F ライン L f 方向に関する第 1 A F 画素 1 1 a、第 2 A F 画素 1 1 b の画素位置を示し、縦軸が第 1 A F 画素 1 1 a および第 2 A F 画素 1 1 b それぞれの光電変換部 P D からの出力を示している。また、図 1 2 ~ 図 1 6 では、グラフ G a 1 ~ G a 5 (実線で図示)が A 系列のデータを表し、グラフ G b 1 ~ G b 5 (破線で図示)が B 系列のデータを表している。

## 【 0 0 9 3 】

図 1 2 ~ 図 1 6 において A 系列のグラフ G a 1 ~ G a 5 で示される各 A 系列の像列と B 系列のグラフ G b 1 ~ G b 5 で示される各 B 系列の像列とを比較すると、デフォーカス量が大きいほど、A 系列の像列と B 系列の像列との間に生じる A F ライン L f (水平方向)方向のシフト量(ずれ量)が増大していることが分かる。

## 【 0 0 9 4 】

このような一対の像列(A 系列および B 系列の像列)におけるシフト量と、デフォーカス量との関係をグラフ化すると、図 1 7 に示すグラフ G c のように表される。この図 1 7 においては、横軸が A 系列の像列の重心位置に対する B 系列の像列の重心位置の差(画素ピッチ)を示し、縦軸がデフォーカス量(μ m)を示している。なお、各像列の重心位置 X<sub>g</sub> は、例えば次のような演算式(1)により求められる。

## 【 0 0 9 5 】

## 【 数 1 】

$$X_g = \frac{X_1 Y_1 + X_2 Y_2 + \dots + X_n Y_n}{Y_1 + Y_2 + \dots + Y_n} \dots (1)$$

## 【 0 0 9 6 】

ただし、上式(1)において、X<sub>1</sub> ~ X<sub>n</sub> は、例えば A F ライン L f における左端からの画

10

20

30

40

50

素位置を表し、 $Y_1 \sim Y_n$ は、各位置 $X_1 \sim X_n$ の第1AF画素11a、第2AF画素11bからの出力値を表している。

【0097】

図17に示すグラフGcのように一对の像列における重心位置の差とデフォーカス量との関係は、比例関係となっている。この関係について、デフォーカス量を $DF(\mu m)$ とし重心位置の差を $C(\mu m)$ として数式で表現すると、次の式(2)のようになる。

【0098】

【数2】

$$DF = k \times C \dots (2)$$

10

【0099】

ここで、上式(2)の係数 $k$ は、図17のグラフGcに関する傾き $Gk$ (破線で図示)を表しており、工場試験等によって事前に取得できるものである。

【0100】

以上より、AFラインLfのAF画素対11fから得られるA系列のデータとB系列のデータとに関する重心位置の差(位相差)を位相差AF演算回路77で求めた後に、上式(2)を利用してデフォーカス量が算出できる。そして、この算出されたデフォーカス量に相当する駆動量をフォーカスレンズ211に与えることで、検出された焦点位置にフォーカスレンズ211を移動させるオートフォーカス(AF)制御が可能となる。なお、上記のデフォーカス量とフォーカスレンズ211の駆動量との関係は、カメラボディ10に装着されている交換レンズ2の設計値より一意に定まるものである。

20

【0101】

以上のようにAFラインLfで生成される電荷信号のデータに基づき位相差AF演算回路77で位相差AF演算を行う撮像装置1においては、振れ補正ユニット15を利用して位相差AFの性能向上が図れるように構成されている。この振れ補正ユニット15を活用した位相差AFについて、以下で詳しく説明する。

【0102】

[振れ補正ユニット15を活用した位相差AFについて]

30

図18は、振れ補正ユニット15を活用した位相差AFを説明するためのタイムチャートである。図18のように位相差AF動作が行われるライブビュー表示時には、そのフレーム期間(以下では単に「フレーム」ともいう)を規定する垂直同期信号(VD)が一定周期(例えば1/60秒)で生成される。

【0103】

撮像装置1では、ユーザによってシャッターボタン307が半押しされると撮像素子101のAFラインLfを用いた位相差AFが行われる。

【0104】

具体的には、まずシャッターボタン307が半押しされた直後(AF開始直後)の最初のフレーム(1番目のフレーム)において撮像素子101に対しての1回目の露光E1が実施される。この1回目の露光E1では、図4に示す振れ補正ユニット15においての撮像素子101の基準位置Po、換言すれば振れ補正ユニット15で基準位置Poからのシフト量が「0」、つまりシフトがない撮像素子101の位置(以下では「無シフト位置」ともいう)にて露光が行われる。そして、1回目の露光E1により撮像素子101のAFラインLfで生成された電荷信号のデータ列に基づき、次のフレーム(2番目のフレーム)にて位相差AF演算回路77による1回目の位相差AF演算M1が行われる。なお、1回目の位相差AF演算M1で得られたデフォーカス量、つまり合焦目標位置情報は、次のフレーム(3番目のフレーム)から開始される合焦目標位置の設定(更新)動作Rpおよび、この合焦目標位置へのフォーカスレンズ211の駆動動作Ldに反映される。

40

【0105】

50

次に、AF開始後の2番目のフレームにおいて撮像素子101に対しての2回目の露光E2が実施される。そして、2回目の露光E2により撮像素子101のAFラインLfで生成された電荷信号のデータ列に基づき、次のフレーム(3番目のフレーム)にて2回目の位相差AF演算M2が行われる。

#### 【0106】

この2回目の露光E2では、1回目の露光E1での撮像素子101の基準位置Poから、振れ補正ユニット15を用いてAFラインLfのライン方向と直交する垂直方向の上側(+Y方向)に6ライン分シフトした位置(以下では「6ライン上方シフト位置」ともいう)にて撮像素子101の露光が行われる。すなわち、図19(a)に示す撮像素子101の無シフト位置Vaで1回目の露光E1が行われた後には、図19(b)のように垂直方向に

10

#### 【0107】

その後における3回目以降の露光については、奇数番目のフレームにて実施される奇数回目の露光E3、E5、E7・・・で上述した1回目の露光E1と同じように撮像素子101の無シフト位置Vaでの露光が行われる。一方、偶数番目のフレームにて実施される偶数回目の露光E4、E6、E8・・・では、上述した2回目の露光E2と同じように撮像素子101の6ライン上方シフト位置Vbでの露光が行われる。このように露光毎に無シフト位置Vaと6ライン上方シフト位置Vbとの間で撮像素子101の位置変更を繰り返す

20

#### 【0108】

なお、無シフト位置Vaと6ライン上方シフト位置Vbとの間で交互に撮像素子101の露光を行えば、各露光によって得られるライブビュー画像が上下に揺れてしまう恐れがある。しかし、ライブビュー画像の取得時には撮像素子101で垂直方向に予め定められた画素間引き(例えば1/3~1/7程度の画素間引き)が行われるため、本実施形態のように撮像素子101が上下に6ラインシフトする場合には1ライン程度のライブビュー画像の上下動となってライブビュー表示において目立たないこととなる。ただし、垂直方向におけるAFラインLfの配置周期が例えば本実施形態より大きく、その配置周期の半分に相当するシフト量で撮像素子101を駆動する場合には、画素間引き後でもシフトの影響が残るため、電子手振れ補正などで用いる補正処理(例えば画素間引き後の画像からライブビュー画像の切出し位置を変更することによる補正)を施すのが好ましい。

30

#### 【0109】

以上のように撮像装置1では、垂直方向(第2方向)に関して互いに異なった2つの位置、つまり無シフト位置Vaおよび6ライン上方シフト位置Vbに撮像素子101を移動させることが可能な振れ補正ユニット15を活用して位相差AFの性能向上が図れる。以下では、この撮像装置1の具体的な動作についてフローチャートを参照しつつ説明する。

40

#### 【0110】

##### [撮像装置1の動作]

図20は、撮像装置1の基本的な動作を示すフローチャートである。この動作は、特にAFラインLfを用いる位相差AF動作が開始してから完了するまでの処理(焦点検出処理)を示しており、メイン制御部62で実行される。

#### 【0111】

まず、ユーザによりシャッターボタン307が半押しされAF動作が開始されると、垂直同期信号がロー(Low)状態になったかを判定する。具体的には、図18に示すように

50



シャッターボタン307の半押し直後に垂直同期信号(VD)の立ち下がりDNが検出されたか否かを判断する。ここで、垂直同期信号がロー状態になった場合には、ステップST2に進み、ロー状態になっていない場合には、ステップST1を繰り返す。

【0112】

ステップST2では、AF動作開始後における1番目のフレーム、つまり最初のフレームであるかを判定する。ここで、1番目のフレームである場合には、ステップST6に進み、2番目以降のフレームである場合には、ステップST3に進む。

【0113】

ステップST3では、偶数番目のフレームであるかを判定する。ここで、偶数番目のフレームである場合には、ステップST4に進み、偶数番目でなく奇数番目のフレームである場合には、ステップST5に進む。

10

【0114】

ステップST4では、振れ補正ユニット15を用いて撮像素子101を6ライン上方にシフトする。これにより、図19(b)に示す6ライン上方シフト位置Vbに撮像素子101が移動することとなる。

【0115】

ステップST5では、振れ補正ユニット15を用いて撮像素子101を6ライン下方にシフトする。これにより、図19(b)に示す6ライン上方シフト位置Vbにあった撮像素子101が、図19(a)に示す無シフト位置Vaに移動することとなる。

【0116】

ステップST6では、撮像素子1を露光する。ここでは、ステップST4およびステップST5の動作により、撮像素子101に関する無シフト位置Vaでの露光と6ライン上方シフト位置Vbでの露光とが交互に繰り返される。なお、ステップST2で1番目のフレームと判定された場合には、ステップST4～5を経由せずにステップST6の露光動作が実施されるため、この1番目のフレームでは無シフト位置Vaでの露光が行われることとなる。

20

【0117】

ステップST7では、ステップST6の露光によって撮像素子101のAFラインLfで生成された電荷信号のデータに基づき、位相差AF演算が位相差AF演算回路77で行われる。

30

【0118】

ステップST8では、ステップST7の位相差AF演算によって特定された合焦目標位置に、AFアクチュエータ71Mを用いてフォーカスレンズ211を駆動する。

【0119】

ステップST9では、合焦状態となったかを判定する。具体的には、フォーカスレンズ211が合焦位置に到達したか否かを判断する。ここで、合焦状態となった場合には、位相差AF動作が完了しているので本フローを終了する。一方、合焦状態に移行していない場合には、ステップST1に戻る。

【0120】

上記のステップST1～ST9の動作により、振れ補正ユニット15は位相差AF動作が完了するまで使用状態とされるが、その本来の目的である振れ補正動作はAF動作完了後の本撮影動作(シャッターボタン307が全押しされた後の動作)時に行われるため、補正ユニット15を支障なく使用して振れ補正動作を適切に実行できることとなる。そして、本撮影動作により撮像素子101で得られた撮影画像においては、垂直方向に関してAFラインLfが12ライン周期で配置されるため、擬似的に6ライン周期とされる位相差AF時に比べてAFラインLfで欠落する被写体の画像情報が少なくなり、これによる撮影画像の劣化を抑えることが可能となる。

40

【0121】

以上で説明した撮像装置1の動作により、撮像素子101に関する無シフト位置Va(図19(a))および6ライン上方シフト位置Vb(図19(b))それぞれでAFラインLf

50

を露光して生成される電荷信号のデータに基づき位相差 A F が行われる。その結果、垂直方向の配置周期が擬似的に 6 ラインに増加する A F ライン L f で A F データを取得できるため、位相差 A F の性能向上が図れる一方、本撮影時には垂直方向に 1 2 ライン周期で配置された A F ライン L f を備える撮像素子 1 0 1 で撮影画像が取得されるため、撮影画像の劣化を抑制できる。そして、撮像素子 1 0 1 が往復駆動される際の両端位置である無シフト位置 V a と 6 ライン上方シフト位置 V b とは、垂直方向に関しての A F ライン L f の配置間隔である 1 2 ラインの半分に相当する距離 ( 6 ライン分の距離 ) 離れているため、擬似的に増加する A F ライン L f に関して垂直方向の分散を最大にでき、より位相差 A F の性能向上が図れることとなる。

#### 【 0 1 2 2 】

また、撮像装置 1 においては、撮像素子 ( 位相差検出機能付き撮像素子 ) 1 0 1 が、図 9 に示す通常画素 1 1 0 の配列に対して光電変換部 P D より上方の部材を水平方向に半ピッチずらせて、1画素おきに遮光部 L S ( 図 1 0 ) を設けた A F ライン L f の構成を備えている。その結果、撮像素子 1 0 1 では、位相差検出方式の焦点検出を精度良く行えるとともに、画素の微細化が進んでも良好な製造が可能となる。

#### 【 0 1 2 3 】

##### < 変形例 >

上記の実施形態においては、撮像素子を垂直方向に所定のシフト量往復させるのは必須でなく、垂直方向 ( Y 方向 ) に沿って配置される A F ラインが設けられた撮像素子の場合には撮像素子を水平方向に往復させるようにする。また、水平方向および垂直方向に沿ってクロスするように A F ラインが設けられた撮像素子の場合には、それらの垂直方向となる斜め方向 ( 例えば斜め 4 5 度の方向 ) に撮像素子を往復させるのが好ましい。

#### 【 0 1 2 4 】

上記の実施形態においては、2フレーム周期 ( 1 / 3 0 秒周期 ) で撮像素子をシフトするのは必須でなく、3フレーム以上の周期で撮像素子をシフトしても良い。例えば3フレーム周期で撮像素子をシフトする場合には、上述した無シフト位置 V a および6ライン上方シフト位置 V b に、これらの中間位置となる3ライン上方シフト位置を加えた3ポジションに撮像素子を移動させるようにする。これにより、擬似的に A F ラインの密度が増大することによる位相差 A F の性能向上が一層図れることとなる。

#### 【 0 1 2 5 】

上記の実施形態においては、図 8 のように通常画素 1 1 0 と同じ構成のマイクロレンズ M L を備えた A F ライン L f を有する A F エリア E f を採用するのは必須でなく、図 2 1 および図 2 2 に示すように通常画素 1 1 0 より直径が大きいマイクロレンズ M L r を備えた A F ライン L f r を有する A F エリア E f r を採用しても良い。この場合には、マイクロレンズ M L r の径に応じた第 1 メタル 4 4 r の開口、具体的には図 1 0 に示す開口 O P より多少大きな開口 O P r を形成するようにする。このようなマイクロレンズ M L r ( および第 1 メタル 4 4 r の開口 O P r ) とにより、A F 画素対 1 1 f r の感度向上が図れることとなる。

#### 【 0 1 2 6 】

上記の実施形態における A F 画素対については、図 1 0 のようにブラックフィルタ F b 直下の箇所 O Q が塞がれた第 1 メタル 4 4 を採用するのは必須でなく、図 2 3 のようにブラックフィルタ F b 直下に開口 O P が形成された第 1 メタル 4 4 a を採用するようにしても良い。この場合には、ブラックフィルタ F b を透過する光が、その直下の光電変換部 P D で受光されるのを抑制するため、ブラックフィルタ F b は透過率が低いもの ( 例えば 3 % 以下 ) を使用するのが好ましい。このようにブラックフィルタ F b 直下に開口 O P を形成することとすれば、A F ライン L f においても、通常画素 1 1 0 の配列と同様のピッチで第 1 メタルに開口 O P を設けることができ、通常画素 1 1 0 における第 1 メタルの設計を流用できる。

#### 【 0 1 2 7 】

一方、上記の実施形態では、図 1 0 のような構成においてブラックフィルタ F b を省略

10

20

30

40

50

するようにしても良い。この場合には、上述したように第1メタルが剥き出しとなってゴースト・フレアが懸念されるが、これは例えば第1メタルの上面を黒色に着色したり、黒色の導電性材料で形成された導電層を第1メタルとして採用するなどして抑制することが可能である。

【0128】

上記の実施形態における撮像素子については、図8のようにAF画素対11fのみで構成されるAFラインLfを有したAFエリアEfを採用するのは必須でなく、図24のようにAF画素対11fの間に通常画素110が介挿されたAFラインLfaを有したAFエリアEfaを採用しても良い。この場合には、AF画素対11fで欠落する被写体の画像情報を、AFラインLfaに介挿された通常画素110の画像情報を利用して補完できるため、画像品質の向上が図れる。

10

【0129】

上記の実施形態においては、通常画素ラインLnに形成される第1メタル41の各開口OPに対して1つおきに開口OPを設けたAFラインを採用するのは必須でなく、2つおきや、3つおき以上に開口OPを設けたAFラインを採用しても良い。

【0130】

上記の実施形態におけるAFラインLfのAF画素対11fについては、光電変換部PDより上方の部材(マイクロレンズやカラーフィルタ)を通常画素ラインLnに対して半ピッチずらすのは必須でなく、光電変換部PDより上方の部材はそのままにして光電変換部PDの方を通常画素110の水平ラインに対して半ピッチずらすようにしても良い。

20

【0131】

上記の実施形態においては、AFラインLfを備えた撮像素子101を、一眼レフレックスタイプのデジタルカメラに設けるのは必須でなく、コンパクトタイプのデジタルカメラに設けるようにしても良い。

【0132】

上記の実施形態におけるAF画素対については、第1メタル44の開口OP上に透明なカラーフィルタを設けるのは必須でなく、ピント合わせの精度を重視する観点から視感度特性に優れた緑色のカラーフィルタを設けても良く、また赤色や青色のカラーフィルタを設けても良い。

【0133】

上記の実施形態においては、ブラックフィルタFb上にマイクロレンズを設置するようにしても良い。このようにマイクロレンズを設置することとすれば、通常画素110の配列と同様のピッチでマイクロレンズを配置することができ、通常画素110におけるマイクロレンズの配置設計を流用できる。

30

【0134】

上記の実施形態におけるAFラインについては、AF画素対11fの各画素からの出力バランスを良好にするのに適した半ピッチ(5割のピッチ)のズレを生じさせるのは必須でなく、例えば任意(例えば4割程度)のピッチのズレを生じさせても良い。この場合には、射出瞳が2等分されなくなるため第1AF画素と第2AF画素との間で出力のアンバランスが生じるが、例えば受光量が小さい方の画素出力に、それぞれの画素で受光される射出瞳の各部分領域に関する面積比などに基づくゲインを乗算してアンバランスを改善する処置を施すことが可能である。

40

【0135】

上記の実施形態における撮像素子では、図10に示すような構成のAFラインLfを設けるのは必須でなく、例えば特開2001-250931号公報や特開2005-303409号公報に開示される一对の光電変換部が水平方向に配列された公知のAF水平ラインを設けるようにしても良い。

【0136】

本発明は詳細に説明されたが、以上の説明は、すべての局面において、例示であって、この発明がそれに限定されるものではない。例示されていない無数の変形例が、この発明

50

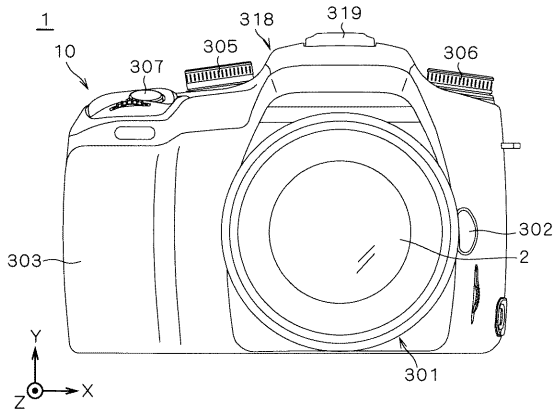
の範囲から外れることなく想定され得るものと解される。

【符号の説明】

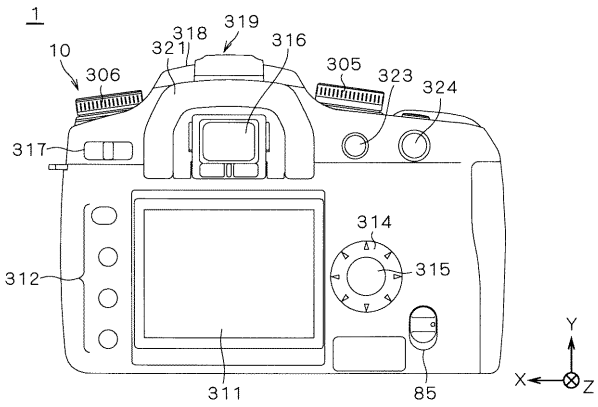
【0137】

- 1 撮像装置
- 2 交換レンズ
- 10 カメラボディ
- 11 a、11 c 第1AF画素
- 11 b、11 d 第2AF画素
- 11 f、11 fr AF画素対
- 15 振れ補正ユニット 10
- 41、44、44 a、44 r 第1メタル
- 42、45 第2メタル
- 43、46 第3メタル
- 62 メイン制御部
- 77 位相差AF演算回路
- 101 撮像素子
- 101 f 撮像面
- 110 通常画素
- E f、E f a、E f r AFエリア
- L f、L f a、L f r AFライン 20
- M L、M L r マイクロレンズ
- Q a 射出瞳の左側部分
- Q b 射出瞳の右側部分
- P D 光電変換部
- V a 撮像素子の無シフト位置
- V b 撮像素子の6ライン上方シフト位置

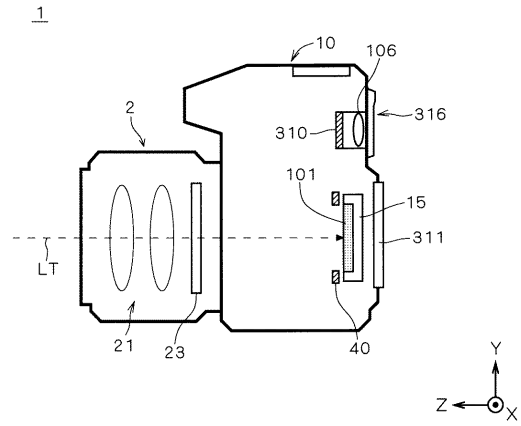
【図 1】



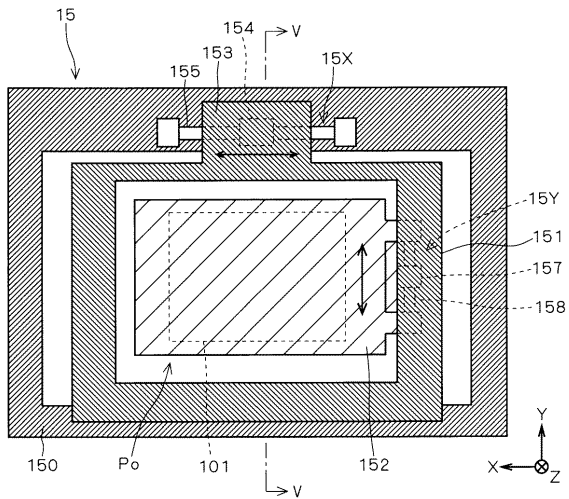
【図 2】



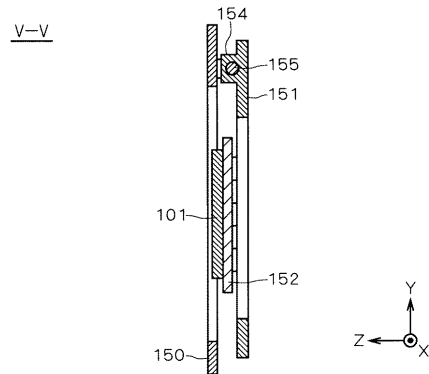
【図 3】



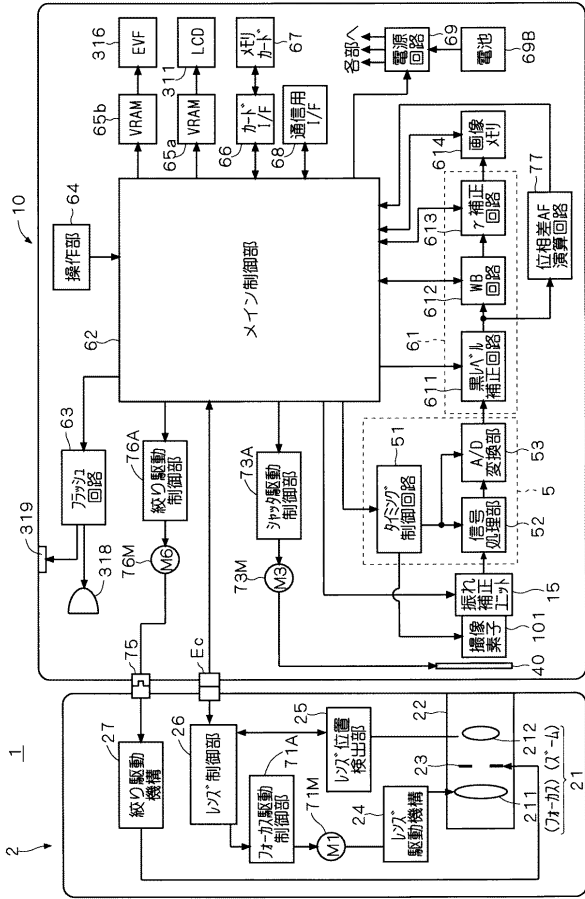
【図 4】



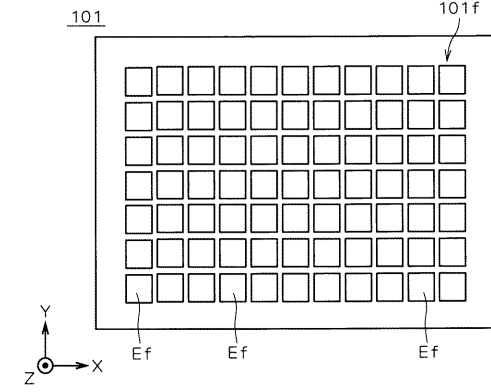
【図 5】



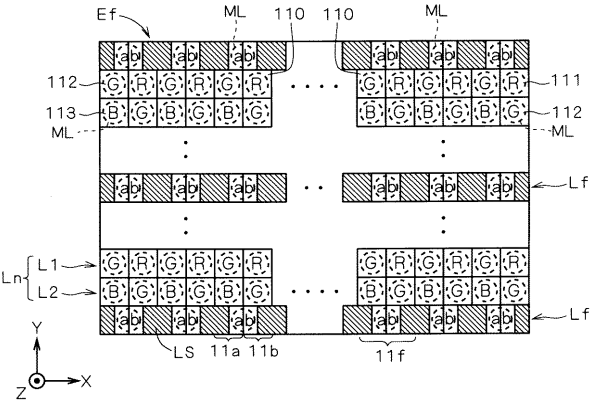
【図 6】



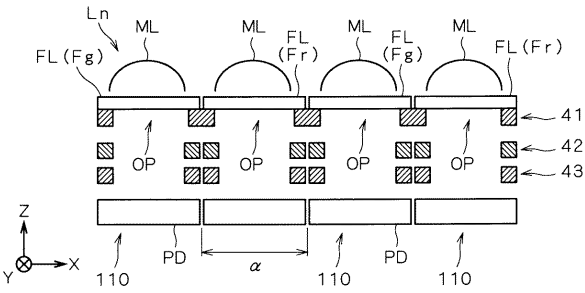
【図 7】



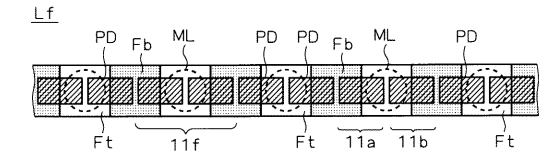
【図 8】



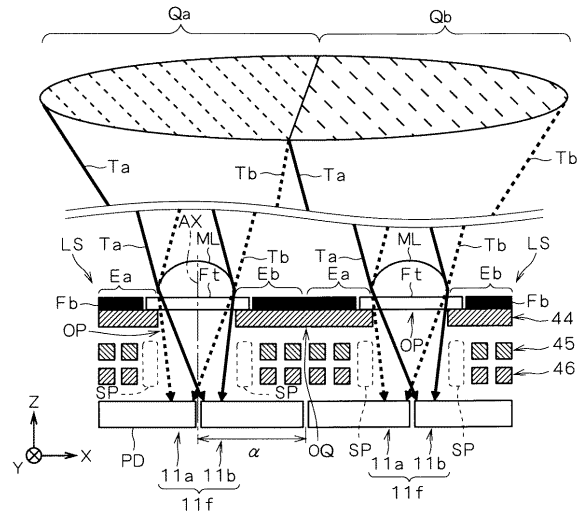
【図 9】



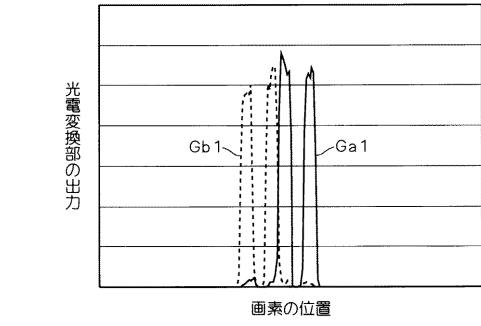
【図 11】



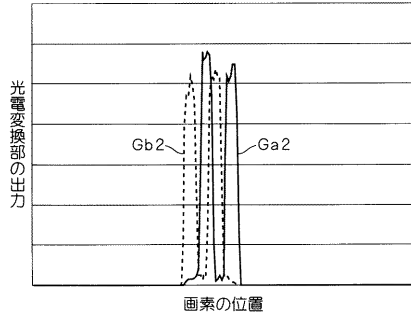
【図 10】



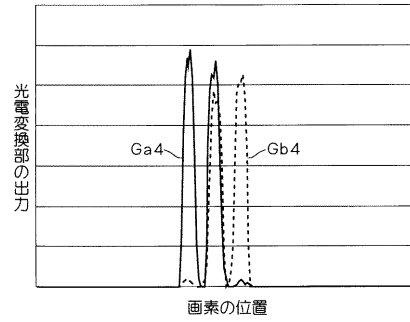
【図 12】



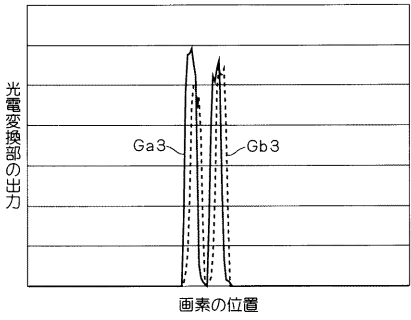
【図13】



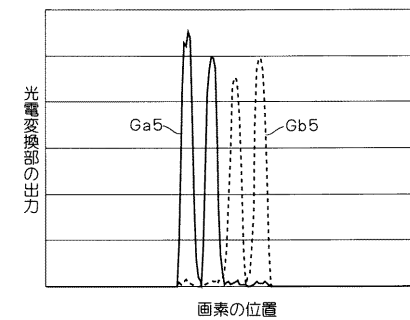
【図15】



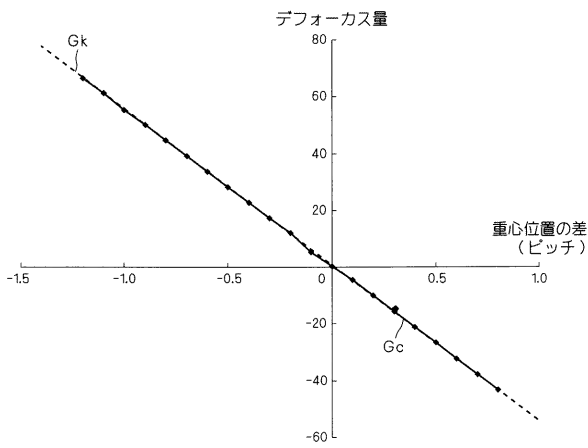
【図14】



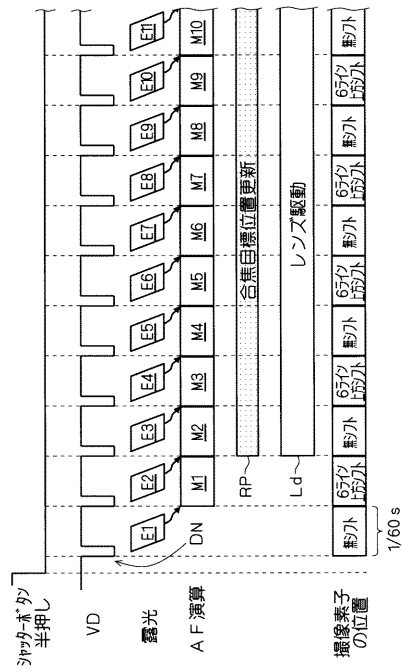
【図16】



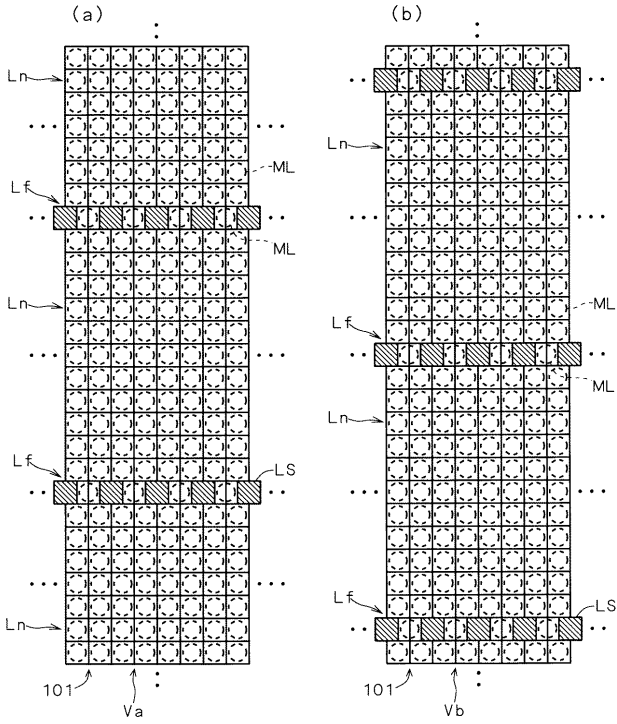
【図17】



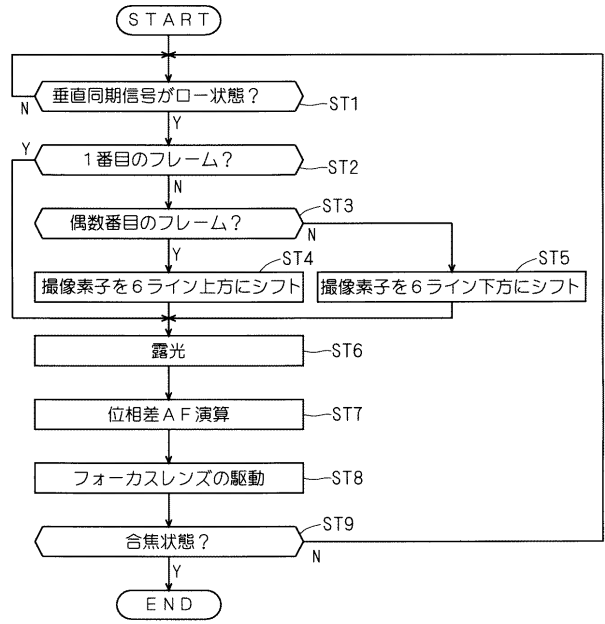
【図18】



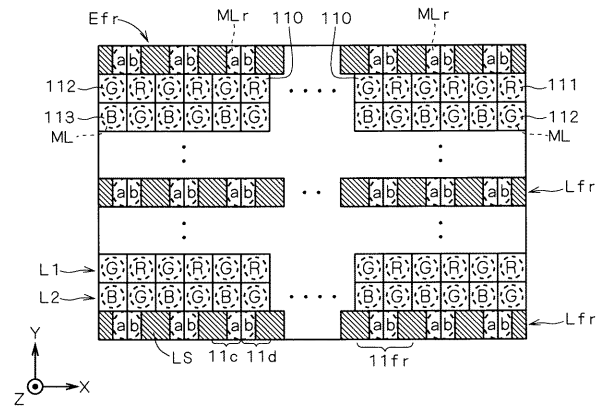
【図19】



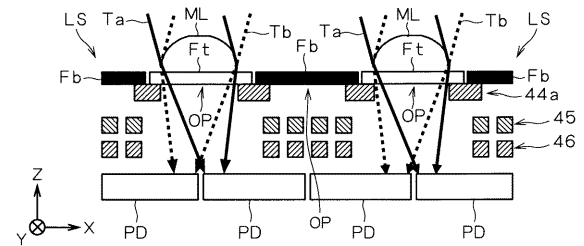
【図20】



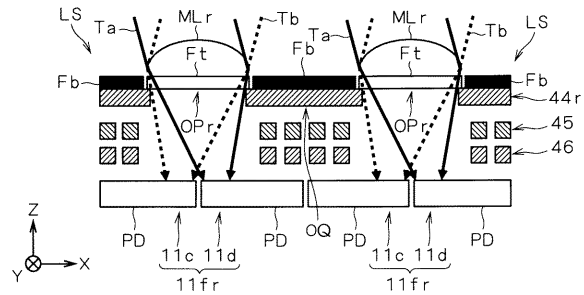
【図21】



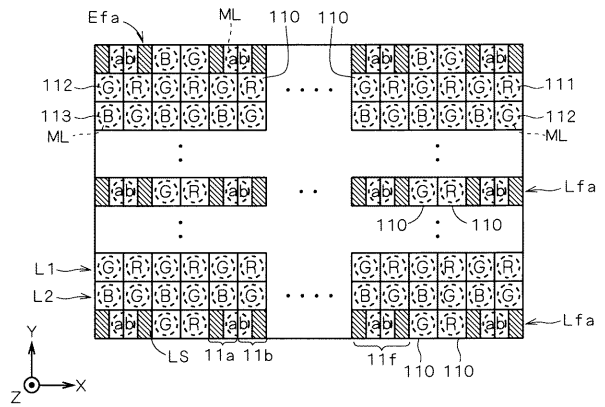
【図23】



【図22】



【図24】





---

フロントページの続き

(72)発明者 宇井 博貴

東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

(72)発明者 西村 豊

東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

Fターム(参考) 2H011 BA21 BB02

2H051 BA06 BA17 CB06 CB09 CB22 CE18

2H151 BA06 BA17 CB06 CB09 CB22 CE24

5C122 DA04 EA12 FB04 FC01 FD01 FD07 FK09 FK12 GA09 HB01

HB06 HB10