

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5942697号
(P5942697)

(45) 発行日 平成28年6月29日(2016.6.29)

(24) 登録日 平成28年6月3日(2016.6.3)

(51) Int. Cl.	F I	
GO2B 7/34 (2006.01)	GO2B	7/34
HO4N 5/232 (2006.01)	HO4N	5/232 H
HO4N 5/235 (2006.01)	HO4N	5/235
HO4N 9/07 (2006.01)	HO4N	9/07 A
HO4N 5/369 (2011.01)	HO4N	5/335 690
請求項の数 17 (全 27 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2012-182497 (P2012-182497)
 (22) 出願日 平成24年8月21日(2012.8.21)
 (65) 公開番号 特開2014-41202 (P2014-41202A)
 (43) 公開日 平成26年3月6日(2014.3.6)
 審査請求日 平成27年6月25日(2015.6.25)

(73) 特許権者 000004112
 株式会社ニコン
 東京都港区港南二丁目15番3号
 (74) 代理人 100084412
 弁理士 永井 冬紀
 (74) 代理人 100078189
 弁理士 渡辺 隆男
 (72) 発明者 日下 洋介
 東京都千代田区有楽町一丁目12番1号
 株式会社ニコン内
 審査官 越河 勉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 焦点検出装置および撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の色に対応する第1色フィルタをそれぞれ有し、瞳分割位相差検出用の第1の一对の信号を出力する複数の第1焦点検出画素と、前記第1の色とは異なる第2の色に対応する第2色フィルタをそれぞれ有し、前記瞳分割位相差検出用の第2の一对の信号を出力する複数の第2焦点検出画素とを含む複数の焦点検出画素により構成される少なくとも1つの焦点検出画素列と、

前記第1の一对の信号および前記第2の一对の信号を含む複数の一对の信号のうち、少なくとも1つの一对の信号の位相差を検出する位相差検出手段と、

前記少なくとも1つの一对の信号が前記第1の一对の信号を含むときは前記第1の色に応じた第1変換係数に前記位相差を乗じ、かつ前記少なくとも1つの一对の信号が前記第2の一对の信号を含むときは前記第2の色に応じた第2変換係数に前記位相差を乗じることによって、デフォーカス量を算出するデフォーカス量算出手段とを備えることを特徴とする焦点検出装置。

【請求項2】

請求項1に記載の焦点検出装置において、

前記第1の色および前記第2の色の各々は、赤色、緑色および青色のうちのいずれかであり、

前記第1変換係数および前記第2変換係数の各々は、前記赤色に応じた変換係数、前記緑色に応じた変換係数および前記青色に応じた変換係数のうちのいずれかであり、

10

20

前記赤色に応じた変換係数は前記緑色に応じた変換係数よりも大きく、かつ前記緑色に応じた変換係数は前記青色に応じた変換係数よりも大きいことを特徴とする焦点検出装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の焦点検出装置において、

前記複数の一対の信号のうちから、所定条件を満たす一対の信号を、前記少なくとも 1 つの一対の信号として選択する選択手段をさらに備え、

前記位相差検出手段は、前記選択手段によって選択された前記少なくとも 1 つの一対の信号の前記位相差を検出することを特徴とする焦点検出装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の焦点検出装置において、

前記複数の一対の信号のそれぞれのコントラストを表す複数のコントラスト値を算出するコントラスト算出手段をさらに備え、

前記所定条件を満たす一対の信号は、前記複数の一対の信号のうち、前記複数のコントラスト値の最大値に対応する一対の信号であることを特徴とする焦点検出装置。

【請求項 5】

請求項 3 に記載の焦点検出装置において、

光源色を推定する光源色検出センサーをさらに備え、

前記所定条件を満たす一対の信号は、前記複数の一対の信号のうち、前記光源色検出センサーによって推定される前記光源色に対応する一対の信号であることを特徴とする焦点検出装置。

【請求項 6】

請求項 3 に記載の焦点検出装置において、

前記少なくとも 1 つの焦点検出画素列の周囲に配置され、前記第 1 の色フィルタをそれぞれ有する複数の第 1 撮像素素と前記第 2 の色フィルタをそれぞれ有する複数の第 2 撮像素素とを含む複数の撮像素素をさらに備え、

前記複数の撮像素素によって出力される複数の撮像素素の出力のうち、前記複数の第 1 撮像素素によって出力される複数の撮像素素の出力が最も大きいとき、前記所定条件を満たす一対の信号は前記第 1 の一対の信号であることを特徴とする焦点検出装置。

【請求項 7】

請求項 3 に記載の焦点検出装置において、

所定の色に対応する光学系装着用色フィルタが光学系に装着されるとき、前記所定の色を前記光学系から読み出す読み出し手段をさらに備え、

前記所定条件を満たす一対の信号は、前記複数の一対の信号のうち、前記所定の色に対応する一対の信号であることを特徴とする焦点検出装置。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の焦点検出装置において、

前記複数の第 1 焦点検出画素および前記複数の第 2 焦点検出画素の各焦点検出画素は、マイクロレンズおよび一対の光電変換部を有し、

前記マイクロレンズにより前記一対の光電変換部が光学系の射出瞳に投影され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において、

前記第 1 の色に応じた第 1 オフセット量と、前記第 2 の色に応じた第 2 オフセット量とを設定するオフセット量設定手段をさらに備え、

前記デフォーカス量算出手段は、前記少なくとも 1 つの一対の信号が前記第 1 の一対の信号を含むときは前記第 1 変換係数に前記位相差を乗じた値に前記第 1 オフセット量を加算し、かつ前記少なくとも 1 つの一対の信号が前記第 2 の一対の信号を含むときは前記第 2 変換係数に前記位相差を乗じた値に前記第 2 オフセット量を加算することによって、デフォーカス量を算出することを特徴とする焦点検出装置。

10

20

30

40

50

【請求項 10】

請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の焦点検出装置において、

前記複数の焦点検出画素は、前記複数の第 1 焦点検出画素と、前記複数の第 2 焦点検出画素と、前記第 1 の色および前記第 2 の色のいずれとも異なる第 3 の色に対応する第 3 色フィルタをそれぞれ有し、瞳分割位相差検出用の第 3 の一对の信号を出力する複数の第 3 焦点検出画素とを含み、

前記複数の一对の信号は、前記第 1 の一对の信号、前記第 2 の一对の信号および前記第 3 の一对の信号を含み、

前記デフォーカス量算出手段は、前記少なくとも 1 つの一对の信号が前記第 1 の一对の信号を含むときは前記第 1 変換係数に前記位相差を乗じ、かつ前記少なくとも 1 つの一对の信号が前記第 2 の一对の信号を含むときは前記第 2 変換係数に前記位相差を乗じ、かつ前記少なくとも 1 つの一对の信号が前記第 3 の一对の信号を含むときは前記第 3 の色に応じた第 3 変換係数に前記位相差を乗じることによって、デフォーカス量を算出し、

前記第 1 の色、前記第 2 の色および前記第 3 の色の各々は、前記赤色、前記緑色および前記青色のうちのいずれかであり、

前記第 1 変換係数、前記第 2 変換係数および前記第 3 変換係数の各々は、前記赤色に応じた変換係数、前記緑色に応じた変換係数および前記青色に応じた変換係数のうちのいずれかであることを特徴とする焦点検出装置。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の焦点検出装置において、

前記少なくとも 1 つの焦点検出画素列は複数の焦点検出画素列を含み、

前記第 1 色フィルタ、前記第 2 色フィルタおよび前記第 3 色フィルタは、ベイヤー配列の配置規則に基づき前記複数の焦点検出画素の各々に配置されることを特徴とする焦点検出装置。

【請求項 12】

請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の焦点検出装置において、

前記少なくとも 1 つの焦点検出画素列は複数の焦点検出画素列を含み、

前記複数の焦点検出画素列は互いに隣接することを特徴とする焦点検出装置。

【請求項 13】

請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の焦点検出装置において、

第 1 の焦点検出位置および前記第 2 の焦点検出位置を含む複数の焦点検出位置のうちから 1 つの焦点検出位置を決定する決定手段をさらに備え、

前記少なくとも 1 つの焦点検出画素列は複数の焦点検出画素列を含み、

前記複数の焦点検出画素列のうちの一部の焦点検出画素列が前記第 1 の焦点検出位置に対応して配置されるとともに、前記複数の焦点検出画素列のうちの他の焦点検出画素列が前記第 2 の焦点検出位置に対応して配置され、

前記決定手段によって、前記第 1 の焦点検出位置が前記 1 つの焦点検出位置として決定されると、前記位相差検出手段は、前記一部の焦点検出画素列を構成する前記複数の焦点検出画素に含まれる前記複数の第 1 焦点検出画素および前記複数の第 2 焦点検出画素がそれぞれ出力する前記第 1 の一对の信号および前記第 2 の一对の信号を含む前記複数の一对の信号に基づき、前記位相差を検出することを特徴とする焦点検出装置。

【請求項 14】

請求項 1 ~ 13 のいずれか 1 項に記載の焦点検出装置において、

前記少なくとも 1 つの一对の信号が前記第 1 の一对の信号のみを含むとき、前記位相差検出手段は、前記少なくとも 1 つの一对の信号の前記位相差として、前記第 1 の一对の信号の位相差のみを検出し、

前記デフォーカス量算出手段は、前記第 1 変換係数に前記位相差を乗じることによって前記デフォーカス量を算出することを特徴とする焦点検出装置。

【請求項 15】

請求項 1 ~ 13 のいずれか 1 項に記載の焦点検出装置において、

10

20

30

40

50

前記少なくとも1つの一对の信号が前記第1の一对の信号および前記第2の一对の信号をともに含むとき、前記位相差検出手段は、前記少なくとも1つの一对の信号の前記位相差として、前記第1の一对の信号の第1位相差および前記第2の一对の信号の第2位相差を検出し、

前記デフォーカス量算出手段は、前記第1変換係数に前記第1位相差を乗じて得られた値と前記第2変換係数に前記第2位相差を乗じて得られた値とに基づき、前記デフォーカス量を算出することを特徴とする焦点検出装置。

【請求項16】

第1の色に対応する瞳分割位相差検出用の第1の一对の信号を出力する複数の第1焦点検出画素と、前記第1の色とは異なる第2の色に対応する前記瞳分割位相差検出用の第2の一对の信号を出力する複数の第2焦点検出画素とを含む複数の焦点検出画素により構成される少なくとも1つの焦点検出画素列と、

10

前記第1の一对の信号および前記第2の一对の信号を含む複数の一对の信号のうちの、少なくとも1つの一对の信号の位相差を検出する位相差検出手段と、

前記少なくとも1つの一对の信号が前記第1の一对の信号を含むときは前記第1の色に応じた第1変換係数に前記位相差を乗じ、かつ前記少なくとも1つの一对の信号が前記第2の一对の信号を含むときは前記第2の色に応じた第2変換係数に前記位相差を乗じることによって、デフォーカス量を算出するデフォーカス量算出手段とを備えることを特徴とする焦点検出装置。

【請求項17】

20

請求項1～16のいずれか1項に記載の焦点検出装置と、

前記デフォーカス量算出手段によって算出された前記デフォーカス量に基づき光学系を合焦位置に駆動させる駆動手段と、

前記複数の焦点検出画素の出力と複数の撮像素子の出力とに基づき画像データを取得する取得手段とを備えることを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は焦点検出装置およびその焦点検出装置を含む撮像装置に関する。

【背景技術】

30

【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する。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する。この一对の像信号間の像ズレ量（位相差）を検出することによって撮影レンズの焦点調節状態（デフォーカス量）を検出する。このような動作を行なう、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。

【0003】

焦点検出画素に複数の色フィルタが設けられているときは、同一色フィルタの焦点検出画素が出力する一对の像信号毎に像ズレ量を検出することにより、複数の色毎に焦点検出を行なう（例えば、特許文献1参照）。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2000-292686号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上述したこの種の焦点検出装置においては、色毎に焦点検出を行なって算出した複数のデフォーカス量が互いに必ずしも一致せず、色毎に焦点検出結果が異なってしまうという問題点があった。

50

【課題を解決するための手段】

【0006】

(1) 請求項1に記載の焦点検出装置は、第1の色に対応する第1色フィルタをそれぞれ有し、瞳分割位相差検出用の第1の一对の信号を出力する複数の第1焦点検出画素と、第1の色とは異なる第2の色に対応する第2色フィルタをそれぞれ有し、瞳分割位相差検出用の第2の一对の信号を出力する複数の第2焦点検出画素とを含む複数の焦点検出画素により構成される少なくとも1つの焦点検出画素列と、第1の一对の信号および第2の一对の信号を含む複数の一对の信号のうちの、少なくとも1つの一对の信号の位相差を検出する位相差検出手段と、少なくとも1つの一对の信号が第1の一对の信号を含むときは第1の色に応じた第1変換係数に位相差を乗じ、かつ少なくとも1つの一对の信号が第2の一对の信号を含むときは第2の色に応じた第2変換係数に位相差を乗じることによって、デフォーカス量を算出するデフォーカス量算出手段とを備えることを特徴とする。

10

(2) 請求項16に記載の焦点検出装置は、第1の色に対応する瞳分割位相差検出用の第1の一对の信号を出力する複数の第1焦点検出画素と、第1の色とは異なる第2の色に対応する瞳分割位相差検出用の第2の一对の信号を出力する複数の第2焦点検出画素とを含む複数の焦点検出画素により構成される少なくとも1つの焦点検出画素列と、第1の一对の信号および第2の一对の信号を含む複数の一对の信号のうちの、少なくとも1つの一对の信号の位相差を検出する位相差検出手段と、少なくとも1つの一对の信号が第1の一对の信号を含むときは第1の色に応じた第1変換係数に位相差を乗じ、かつ少なくとも1つの一对の信号が第2の一对の信号を含むときは第2の色に応じた第2変換係数に位相差を乗じることによって、デフォーカス量を算出するデフォーカス量算出手段とを備えることを特徴とする。

20

(3) 請求項17に記載の撮像装置は、請求項1～16のいずれか1項に記載の焦点検出装置と、デフォーカス量算出手段によって算出されたデフォーカス量に基づき光学系を合焦位置に駆動させる駆動手段と、複数の焦点検出画素の出力と複数の撮像素子の出力とに基づき画像データを取得する取得手段とを備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、焦点検出装置は光の色の影響を受けずに高精度な焦点検出を行なうことが出来る。

30

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】デジタルスチルカメラの構成を示す横断面図である。

【図2】撮影画面上における焦点検出位置を示す図である。

【図3】焦点検出画素を用いた瞳分割型位相差検出方式の原理について説明するための図である。

【図4】撮像素子の詳細な構成を示す正面図である。

【図5】撮像素子および焦点検出画素に配置される色フィルタの配列を示す図である。

【図6】赤色フィルタ、緑色フィルタ、および青色フィルタの各色フィルタの分光感度特性を示す図である。

40

【図7】撮像素子の断面図である。

【図8】焦点検出画素の断面図である。

【図9】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。

【図10】撮像素子が受光する撮影光束の様子を説明するための図である。

【図11】色フィルタの分光特性に応じた一对の測距瞳の形状の相違を示した図である。

【図12】測距瞳に対して、絞り開口を重畳して示した図である。

【図13】焦点検出画素の一对の光電変換部の断面の拡大図である。

【図14】像ズレ量とデフォーカス量との線形関係を示す図である。

【図15】デジタルスチルカメラの焦点検出動作を含む撮像動作を示すフローチャートである。

50

【図16】撮像素子の詳細な構成を示す正面図である。

【図17】撮像素子の詳細な構成を示す正面図である。

【図18】撮像素子および焦点検出画素に配置される色フィルタの配列を示す図である。

【図19】撮像素子の詳細な構成を示す正面図である。

【図20】焦点検出画素の断面図である。

【図21】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。

【図22】撮像素子の詳細な構成を示す正面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

図1は本発明の一実施の形態における焦点検出装置を含む撮像装置としてのレンズ交換式デジタルスチルカメラ201の構成を示す横断面図である。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とから構成される。種々の交換レンズ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。

10

【0010】

交換レンズ202は、レンズ209、ズーミング用レンズ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などを有している。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る。レンズ駆動制御装置206は、フォーカシング用レンズ210の焦点調節や絞り211の開口径調節のための駆動制御を行なうとともに、ズーミング用レンズ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なう。この他、レンズ駆動制御装置206は、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およびカメラ情報の受信を行なう。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。

20

【0011】

カメラボディ203は、撮像素子212、ボディ駆動制御装置214、液晶表示素子駆動回路215、液晶表示素子216、接眼レンズ217、メモ리카ード219などを有している。撮像素子212には、複数の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複数の焦点検出画素が組み込まれている。この撮像素子212については詳細を後述する。

【0012】

ボディ駆動制御装置214は、マイクロコンピューター、メモリ、駆動制御回路などを含む。ボディ駆動制御装置214は、撮像素子212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および交換レンズ202の焦点調節とを繰り返し行なうとともに、画像信号の処理および記録と、カメラの動作制御などを行う。ボディ駆動制御装置214は、電気接点213を介してレンズ駆動制御装置206と通信を行い、レンズ情報の受信およびカメラ情報（デフォーカス量や絞り値など）の送信を行う。

30

【0013】

液晶表示素子216は、電子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215は撮像素子212によって得られる画像信号に基づきスルー画像を液晶表示素子216に表示し、撮影者は接眼レンズ217を介してスルー画像を観察することができる。メモ리카ード219は、撮像素子212により撮像された画像信号に基づいて生成される画像データを記憶する画像ストレージである。

40

【0014】

交換レンズ202を通過した光束により、撮像素子212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212により光電変換され、画像信号と焦点検出信号とがボディ駆動制御装置214へ送られる。

【0015】

ボディ駆動制御装置214は、撮像素子212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206へ送る

50

。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データを生成し、メモリカード 2 1 9 に格納する。それとともに、ボディ駆動制御装置 2 1 4 は、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 6 】

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 の絞り値とを検出し、これらのレンズ位置と絞り値と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とに応じたレンズ情報を選択する。

10

【 0 0 1 7 】

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 8 】

図 2 は、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による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（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 上の中央および左右の 3 箇所に焦点検出エリア 1 0 1 ~ 1 0 3 が配置される。長方形で示す焦点検出エリア 1 0 1 ~ 1 0 3 は、撮影画面 1 0 0 において水平方向に延在する。各焦点検出エリア 1 0 1 ~ 1 0 3 の長手方向に焦点検出画素が直線的に配列される。

20

【 0 0 1 9 】

撮像素子 2 1 2 の詳細な構成について説明する前に、焦点検出画素を用いた瞳分割型位相差検出方式の原理について、図 3 を用いて説明する。

【 0 0 2 0 】

撮像面 1 1 0 上に複数の焦点検出画素 1 1 1 が配列される。焦点検出画素 1 1 1 はマイクロレンズ 1 1 2 と一対の光電変換部 1 1 3、1 1 4 とから構成される。一対の光電変換部 1 1 3、1 1 4 はマイクロレンズ 1 1 2 により撮像面 1 1 0 から前方の距離 d にある測距瞳面 1 2 0 に投影され、一対の測距瞳 1 2 3、1 2 4 が形成される。換言すると、撮像面 1 1 0 から前方の距離 d にある測距瞳面 1 2 0 上を通過する光束のうち測距瞳 1 2 3 の光束が、焦点検出画素 1 1 1 の光電変換部 1 1 3 により受光され、測距瞳面 1 2 0 上を通過する光束のうち測距瞳 1 2 4 の光束が、焦点検出画素 1 1 1 の光電変換部 1 1 4 により受光される。焦点検出画素 1 1 1 の配列に応じて得られる光電変換部 1 1 3 の系列の像信号と光電変換部 1 1 4 の系列の像信号との相対的なズレ量（位相差、像ズレ量）は、撮像面上に像を形成する光学系の焦点調節状態（デフォーカス量）に応じて変化する。したがって、焦点検出画素が生成する一対の像信号を演算処理することによって、光電変換部 1 1 3 の系列の像信号と光電変換部 1 1 4 の系列の像信号との相対的なズレ量を求めれば、光学系の焦点調節状態（デフォーカス量）を検出することができる。

30

【 0 0 2 1 】

なお上記一対の測距瞳 1 2 3、1 2 4 は一対の光電変換部 1 1 3、1 1 4 を単純に投影した分布とはならず、マイクロレンズ 1 1 1 の開口径に応じた光の回折効果により、ボケが生じて裾野を引いた分布となる。マイクロレンズ 1 1 1 の開口径は画素サイズと略一致する。図 3 において一対の測距瞳 1 2 3、1 2 4 の並び方向と垂直な方向のスリット開口を用いて一対の測距瞳 1 2 3、1 2 4 を並び方向に走査すると、一対の測距瞳分布 1 3 3、1 3 4 が得られる。上記回折効果により一対の測距瞳分布 1 3 3、1 3 4 は互いに隣接した部分で重なり合う重畳部 1 3 5 を有する。

40

【 0 0 2 2 】

図 4、図 5 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、または 1 0 3 の近傍を拡大して示したものである。図 4 は

50

撮像素子 310 および焦点検出画素 311 のレイアウトを示す。図 4 において、撮像素子 310 および焦点検出画素 311 が二次元正方格子状に稠密に配列される。焦点検出画素 311 は、水平方向の 2 つの画素行に連続して配置され、互いに隣接する 2 つの焦点検出画素列 L1 および L2 を形成する。図 5 は図 4 に示す撮像素子 310 および焦点検出画素 311 に配置される色フィルタの配列を示す。撮像素子 310 および焦点検出画素 311 には、ベイヤー配列の規則に従って色フィルタ、すなわち赤色フィルタ R、緑色フィルタ G、および青色フィルタ B が配置されている。赤色フィルタ R、緑色フィルタ G、および青色フィルタ B の各色フィルタの分光感度特性 600R、600G、600B は、図 6 に示すように、それぞれ異なる波長において高い分光感度を示す。したがって、撮像素子 212 上の 2 つの画素行に互いに隣接して形成される 2 つの焦点検出画素列 L1 および L2 のうちの一方の焦点検出画素列 L1 は、緑色フィルタ G が配置された複数の焦点検出画素と、青色フィルタ B が配置された複数の焦点検出画素とが交互に配置され、もう一方の焦点検出画素列 L2 は、赤色フィルタ R が配置された複数の焦点検出画素と、緑色フィルタ G が配置された複数の焦点検出画素とが交互に配置される。

【0023】

撮像素子 310 は、図 4 に示すように矩形のマイクロレンズ 10 と、後述の遮光マスクで受光領域を制限された光電変換部 11 とを有している。焦点検出画素 311 は、図 4 に示すように矩形のマイクロレンズ 10 と、撮像素子 310 の光電変換部 11 を垂直方向に延在する素子分離領域 15 により 2 分割して得られる一対の光電変換部 13、14 とから構成される。なお、簡潔のため、図 4 において色フィルタは不図示としている。また、焦点検出画素 311 の一対の光電変換部 13、14 の出力を加算した場合に、加算した出力が撮像素子 310 の光電変換部 11 の出力と同等となるようにするため、素子分離領域 15 の幅は出来る限り狭くし、一対の光電変換部 13、14 を近接させることが望ましい。

【0024】

図 7 は図 4 に示した撮像素子 310 の断面図である。撮像素子 310 では撮像用の光電変換部 11 の上に近接して遮光マスク 30 が形成される。光電変換部 11 は、遮光マスク 30 の開口部 30a を通過した光を受光する。遮光マスク 30 の上には平坦化層 31 が形成され、その上に色フィルタ 38 が形成される。色フィルタ 38 の上には平坦化層 32 が形成され、その上にマイクロレンズ 10 が形成される。マイクロレンズ 10 により開口部 30a の形状が前方の後述する射出瞳に投影される。光電変換部 11 は半導体回路基板 29 上に形成される。

【0025】

図 8 は図 4 に示した焦点検出画素 311 の断面図である。光電変換部 13、14 の上に近接して遮光マスク 30 が形成される。光電変換部 13、14 は、遮光マスク 30 の開口部 30d を通過した光を受光する。遮光マスク 30 の上には平坦化層 31 が形成され、その上に色フィルタ 38 が形成される。色フィルタ 38 の上には平坦化層 32 が形成され、その上にマイクロレンズ 10 が形成される。マイクロレンズ 10 により開口部 30d に制限された光電変換部 13、14 の形状が前方に投影されて、一対の測距瞳が形成される。光電変換部 13、14 は半導体回路基板 29 上に形成される。また光電変換部 13、14 を分離するために素子分離領域 15 が形成される。

【0026】

撮像素子 310 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、光電変換部 11 が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 311 は、マイクロレンズ 10 によって交換レンズの射出瞳の一対の所定の領域を通過する一対の焦点検出光束を、光電変換部 13、14 がそれぞれ受光するような形状に設計される。

【0027】

図 9 は、マイクロレンズ 10 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。なお焦点検出エリア 102 の焦点検出画素配列の一部を拡大して示す。図 9 において、射出瞳 90 は、交換レンズ 202 の予定結像面に配置されたマイクロレンズ 10

10

20

30

40

50

から前方に距離 d の位置に設定されている。この距離 d は、マイクロレンズ 10 の曲率および屈折率、マイクロレンズ 10 と光電変換部 13、14 との間の距離などに応じて決まる距離であって、この明細書では測距瞳距離と呼ぶ。図 9 には他に、交換レンズの光軸 91、マイクロレンズ 10、光電変換部 13、14、焦点検出画素 311、焦点検出光束 73、74 が示されている。

【0028】

測距瞳 93 は、開口部 30d により受光領域が制限された光電変換部 13 がマイクロレンズ 10 により投影されることによって形成される。同様に、測距瞳 94 は、開口部 30d により受光領域が制限された光電変換部 14 がマイクロレンズ 10 により投影されることによって形成される。測距瞳 93、94 は光軸 91 を通る垂直線に対して線対称な形状となっている。図 9 では、説明を解りやすくするために測距瞳 93、94 を明瞭な領域で示しているが、実際にはマイクロレンズ 10 の開口径が、数 μm 程度の画素サイズに対応して微小であるため、測距瞳 93、94 は回折によりぼやけた形状になる。

10

【0029】

図 9 では、焦点検出エリア 102 内の、撮影光軸 91 近傍の隣接する 5 つの焦点検出画素 311 を模式的に例示している。焦点検出エリア 102 のその他の焦点検出画素 311 および画面周辺部の焦点検出エリア 101、103 の焦点検出画素 311 においても、各光電変換部は、それぞれに対応した測距瞳 93、94 から各マイクロレンズに到来する光束をそれぞれ受光するように構成されている。焦点検出画素 311 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させる。

20

【0030】

以上のような構成により、光電変換部 13 は、測距瞳 93 を通過して焦点検出画素 311 のマイクロレンズ 10 に向かう光束 73 によりマイクロレンズ 10 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 14 は、測距瞳 94 を通過して焦点検出画素 311 のマイクロレンズ 10 に向かう光束 74 によりマイクロレンズ 10 上に形成される像の強度に対応した信号を出力する。

【0031】

上述した焦点検出画素 311 を直線状に多数配置し、各焦点検出画素 311 の光電変換部 13、14 の出力を測距瞳 93 および測距瞳 94 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 93 および測距瞳 94 をそれぞれ通過する焦点検出用光束 73、74 が焦点検出画素 311 の配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。さらに、像ズレ量に一对の測距瞳 93、94 の重心間隔と測距瞳距離との比例関係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。具体的には、光軸 91 に垂直な面内における像ズレ量に対し所定の変換係数を乗ずることによりデフォーカス量、すなわち光軸 91 の方向における結像面と予定結像面との偏差が算出されることになる。所定の変換係数は、測距瞳距離 d を測距瞳 93、94 の重心間隔で除した値として得られる。

30

40

【0032】

図 10 は、図 4 に示す撮像素子 212 の撮像素素 310 が受光する撮影光束の様子を図 9 と比較して説明するための図である。図 10 において図 9 と重複する部分の説明は省略する。

【0033】

撮像素素 310 はマイクロレンズ 10 とその背後に配置された光電変換部 11 等から構成される。光電変換部 11 に近接して配置された開口部 30a（図 7 参照）の形状が、マイクロレンズ 10 から測距瞳距離 d だけ離間した射出瞳 90 上に投影される。その投影形状は測距瞳 93、94 に略外接する領域 95 を形成する。光電変換部 11 は、領域 95 を通過してマイクロレンズ 10 へ向かう撮影光束 71 によってマイクロレンズ 10 上に形成

50

される像の強度に対応した信号を出力する。

【 0 0 3 4 】

デフォーカス量は像ズレ量に所定の変換係数を乗ずることにより算出されると上述したが、実際には測距瞳 9 3、9 4 の形状、特に輪郭のボケ方は、焦点検出画素 3 1 1 に配置された色フィルタの分光特性に応じて変化する。また、その変化量は、回折効果により、焦点検出画素 3 1 1 に配置されるマイクロレンズの開口サイズが小さくなるほど大きくなる。

【 0 0 3 5 】

図 1 1 (a) は色フィルタの分光特性に応じた一对の測距瞳の形状の相違を測距瞳面において示した図である。図 1 1 (a) において、測距瞳 9 3 R、9 4 R は赤色の色フィルタに、測距瞳 9 3 G、9 4 G は緑色の色フィルタに、測距瞳 9 3 B、9 4 B は青色の色フィルタにそれぞれ対応している。なおそれぞれの測距瞳の形状を示す実線、破線、点線は、測距瞳の所定範囲と対応している。測距瞳の所定範囲とは、例えば後述する測距瞳分布の値がピーク値の 2 0 % 以上になる範囲である。図 1 1 (b) は図 1 1 (a) に対応した測距瞳分布を示す。この測距瞳分布は、測距瞳面において一对の測距瞳が並ぶ方向、すなわち X 軸方向に対して垂直な方向、すなわち Y 軸方向のスリット開口で、測距瞳を X 軸方向に走査することによって得られる。測距瞳分布 8 3 R、8 4 R は赤色の色フィルタに、測距瞳分布 8 3 G、8 4 G は緑色の色フィルタに、測距瞳分布 8 3 B、8 4 B は青色の色フィルタにそれぞれ対応している。図 1 1 (a)、(b) からわかるように、マイクロレンズによる回折効果は光の波長が長いほど大きくなるので、測距瞳の大きさおよび測距瞳分布の広がり、青色より緑色のほうが大きく、緑色より赤色のほうが大きくなる。

【 0 0 3 6 】

測距瞳分布 8 3 R、8 4 R、測距瞳分布 8 3 G、8 4 G、測距瞳分布 8 3 B、8 4 B は光軸 ($X = 0$) に対して線対称な形状 (反転形状) となっている。また測距瞳分布 8 3 R、8 3 G、8 3 B の分布形状はそれぞれ異なるが、それぞれの分布重心位置 6 3 は一致している。また測距瞳分布 8 4 R、8 4 G、8 4 B の分布形状はそれぞれ異なるが、それぞれの分布重心位置 6 4 は略一致している。

【 0 0 3 7 】

測距瞳分布 8 3 R、8 4 R、測距瞳分布 8 3 G、8 4 G、測距瞳分布 8 3 B、8 4 B が交換レンズ 2 0 2 の射出瞳面の絞り開口径の中に入っている場合には、全ての焦点検出光束は絞り開口による口径蝕を受けず、測距瞳分布の重心位置も一致する。したがって、上述のように焦点検出画素に設けられた色フィルタの色に関わらず所定の 1 つの変換係数を用いてデフォーカス量を算出しても問題はない。

【 0 0 3 8 】

しかしながら交換レンズ 2 0 2 の絞り開口により焦点検出光束の一部が口径蝕を受ける場合には、測距瞳分布 8 3 R、8 4 R、測距瞳分布 8 3 G、8 4 G、測距瞳分布 8 3 B、8 4 B は射出瞳面の周辺において絞り開口により制限されることになる。

【 0 0 3 9 】

図 1 2 (a) は図 1 1 (a) に示す測距瞳に対して、絞り開口 9 6 を重畳して示した図である。絞り開口 9 6 は、光軸 ($X = Y = 0$) を中心にした半径 r の円開口である。図 1 2 (b) は図 1 3 (b) に対応した図であって、絞り開口 9 6 によって制限を受けた場合の測距瞳分布 8 3 R V、8 3 G V、8 3 B V を示した図である。測距瞳分布 8 3 R V、8 3 G V、8 3 B V は、絞り開口 9 6 により X 軸方向および Y 軸方向において座標位置 $\pm r$ 内に制限されるので、それぞれの測距瞳分布の重心位置 6 3 R、6 3 G、6 3 B は互いに異なる。光軸 ($X = 0$) から測距瞳分布 8 3 R V の重心位置 6 3 R までの距離が最も小さく、光軸から測距瞳分布 8 3 G V の重心位置 6 3 G までの距離が次に小さく、光軸から測距瞳分布 8 3 B V の重心位置 6 3 B までの距離が最も大きい。

【 0 0 4 0 】

絞り開口 9 6 によって制限を受けた場合の測距瞳分布 8 4 R V、8 4 G V、8 4 B V は、光軸 ($X = 0$) に対して測距瞳分布 8 3 R V、8 3 G V、8 3 B V と線対称な形状 (反

10

20

30

40

50

転形状)となっている。そのため、測距瞳分布 8 3 R V の重心位置 6 3 R と測距瞳分布 8 4 R V の重心位置 6 4 R との重心間隔より、測距瞳分布 8 3 G V の重心位置 6 3 G と測距瞳分布 8 4 G V の重心位置 6 4 G との重心間隔のほうが大きくなる。それとともに、測距瞳分布 8 3 G V の重心位置 6 3 G と測距瞳分布 8 4 G V の重心位置 6 4 G との重心間隔より、測距瞳分布 8 3 B V の重心位置 6 3 B と測距瞳分布 8 4 B V の重心位置 6 4 B との重心間隔のほうが大きくなる。すなわち、測距瞳距離 d を一対の測距瞳分布の重心間隔で除して得られる変換係数は、赤色の色フィルタに応じた変換係数が最も大きく、緑色の色フィルタに応じた変換係数が次に大きく、青色の色フィルタに応じた変換係数が最も小さい。以上のように焦点検出画素 3 1 1 に設けられる色フィルタの分光特性により生じる光の回折効果の違いは変換係数に影響を与える。

10

【0041】

次に焦点検出画素 3 1 1 に設けられる色フィルタの分光特性により生じる信号のクロストーク効果の違いが変換係数に与える影響について図 1 3 を用いて説明する。図 1 3 は焦点検出画素 3 1 1 の一対の光電変換部 1 3、1 4 の断面の拡大図である。P 型基板 2 9 0 の表面に一対の N 型領域 5 3、5 4 が形成されており、一対の N 型領域 5 3、5 4 と P 型基板とにより一対のフォトダイオード(光電変換部)が形成される。一対の N 型領域 5 3、5 4 の間には P⁺領域 5 5 により素子分離領域 1 5 が形成される。N 型領域 5 3 に入射する赤の光線 5 6 R、緑の光線 5 6 G、青の光線 5 6 B は、図 6 に示す 3 つの分光特性 6 0 0 R、6 0 0 G、6 0 0 B のピーク波長を有するものとする。波長の比較的短い青の光線 5 6 B はフォトダイオードの浅い領域で電子 5 7 B を発生し、波長の比較的長い赤の光線 5 6 R はフォトダイオードの深い領域で電子 5 7 R を発生し、中間波長の緑の光線 5 6 G はフォトダイオードの中間の深さの領域で電子 5 7 G を発生する。発生した電子は N 型領域に移動していくのであるが、深い領域で発生した電子 5 7 R は隣の N 型領域 5 4 に紛れ込む確率が高くなる。それに比較して浅い領域で発生した電子 5 7 B は隣の N 型領域 5 4 に紛れ込む確率は比較的 low、中間の領域で発生した電子 5 7 G が隣の N 型領域 5 4 に紛れ込む確率は中間的なものとなる。

20

【0042】

すなわち、各色フィルタを通過し一対の光電変換部のうちの一方の光電変換部に入射した光によって発生する全電子数のうち、その一方の光電変換部に隣接する他方の光電変換部に移動した電子数の割合をクロストーク率と定義すれば、青色の色フィルタに応じたクロストーク率が最も小さく、緑色の色フィルタに応じたクロストーク率が次に小さく、赤色の色フィルタに応じたクロストーク率が最も大きい。

30

【0043】

光電変換部 1 3 で発生する電子の隣接光電変換部 1 4 への移動は、図 1 2 (b) に示す測距瞳分布 8 3 R V、8 3 G V、8 3 B V の X 軸の負領域から正領域への測距瞳分布の変形という効果と等価である。クロストーク率が大きければそれだけ測距瞳分布の変形も大きくなる。その場合、図 1 2 (b) に示す測距瞳分布 8 3 R V、8 3 G V、8 3 B V の重心位置 6 3 R、6 3 G、6 3 B はさらに X = 0 に近づく方向に移動するとともに、その移動量は、青色の色フィルタに対応する重心位置 6 3 B より緑色の色フィルタに対応する重心位置 6 3 G のほうが大きく、緑色の色フィルタに対応する重心位置 6 3 G より赤色の色フィルタに対応する重心位置 6 3 R のほうが大きくなる。

40

【0044】

したがって、測距瞳距離 d を一対の測距瞳分布の重心間隔で除して得られる変換係数は、発生電子のクロストークの効果により、赤色の色フィルタに応じた変換係数が最も大きく、緑色の色フィルタに応じた変換係数が次に大きく、青色の色フィルタに応じた変換係数が最も小さい。なお、一対のフォトダイオード(光電変換部) 1 3 および 1 4 を分離する素子分離領域 1 5 を形成するためには、図 1 3 の P⁺領域 5 5 における P⁺の拡散以外に、STI (shallow trench isolation) などの分離手法を用いても良い。

【0045】

図 1 4 は、横軸 x を像ズレ量、縦軸 y をデフォーカス量として、変換係数の違いによる

50

焦点検出誤差を説明するための図である。図14において直線85R、85G、85Bは赤色、緑色、青色の色フィルタをそれぞれ有する3種類の焦点検出画素の出力に基づく像ズレ量 x とデフォーカス量 y との線形関係を図示したものである。直線85R、85G、85Bは、それぞれ以下の(1)~(3)式で表わされる。(1)~(3)式において、変換係数 K_r 、 K_g 、 K_b は赤色、緑色、青色の色フィルタに対応し、 $K_r > K_g > K_b$ である。

$$\text{直線 85 R : } y = K_r \cdot x \quad (1)$$

$$\text{直線 85 G : } y = K_g \cdot x \quad (2)$$

$$\text{直線 85 B : } y = K_b \cdot x \quad (3)$$

【0046】

デフォーカス量 y_0 の状態においては、赤色、緑色の色フィルタをそれぞれ有する焦点検出画素の出力に基づく像ズレ量 x_1 および x_0 が検出される。緑色の色フィルタを有する焦点検出画素の出力に基づく像ズレ量 x_0 を直線85Gで表わされる変換式で変換すれば、デフォーカス量 y_0 が得られる。もし、赤色の色フィルタを有する焦点検出画素の出力に基づく像ズレ量 x_1 を直線85Gで表わされる変換式で変換すれば、デフォーカス量 y_1 が得られ、得られたデフォーカス量 y_1 は実際のデフォーカス量 y_0 と一致せず、焦点検出結果に誤差が生じてしまうことになる。

【0047】

同様に、デフォーカス量 y_0 の状態においては、青色の色フィルタを有する焦点検出画素の出力に基づく像ズレ量を直線85Gで表わされる変換式で変換することによって算出されたデフォーカス量は実際のデフォーカス量 y_0 と一致せず、焦点検出結果に誤差が生じてしまうことになる。

【0048】

上述したように、光の回折効果や電子のクロストーク効果の影響により、変換係数は色フィルタの色に応じて相違するとともに、赤色の色フィルタに応じた変換係数が最も大きく、緑色の色フィルタに応じた変換係数がその次に大きく、青色の色フィルタに応じた変換係数が最も小さい。画素サイズが小さくなるにつれ各色の色フィルタに応じた変換係数どうしの差が大きくなるので、色フィルタの色の違いに関わらず同一の変換係数を用いてデフォーカス量を算出した場合には、焦点検出誤差が無視できない程度になる。

【0049】

図15は、本実施の形態のデジタルスチルカメラ201の焦点検出動作を含む撮像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S100でデジタルスチルカメラ201の電源がオンされると、ステップS110以降の撮像動作を開始する。ステップS110において、ボディ駆動制御装置214は、全画素の画素データを読み出し、焦点検出画素311以外の撮像画素310の画素データを行間引きして液晶表示素子216に表示させる。続くステップS120では、ボディ駆動制御装置214は、焦点検出画素311の画素データに基づいて、焦点検出に用いる焦点検出画素311に配置されている色フィルタの色を選択する。なお、撮影者が焦点検出エリア選択部材(不図示)を用いて焦点検出エリア(焦点検出位置)101~103の内のいずれかを予め選択しているものとする。

【0050】

色の選択は以下のようにして行なわれる。図5の焦点検出画素列L1のうち、緑色の色フィルタが配置された焦点検出画素配列に含まれる一対の光電変換部13、14の出力データ列として一対の信号 G_n 、 G_n が得られ、青色の色フィルタが配置された焦点検出画素配列に含まれる一対の光電変換部13、14の出力データ列として一対の信号 B_n 、 B_n が得られる。焦点検出画素列L2のうち、緑色の色フィルタが配置された焦点検出画素配列に含まれる一対の光電変換部13、14の出力データ列として一対の信号 H_n 、 H_n が得られ、赤色の色フィルタが配置された焦点検出画素配列に含まれる一対の光電変換部13、14の出力データ列として一対の信号 R_n 、 R_n が得られる。添え字 n は、焦点検出画素配列の並び順に付与される。一対の信号 G_n 、 G_n 、一対の

10

20

30

40

50

信号 B_n 、 B_n 、一対の信号 H_n 、 H_n 、一対の信号 R_n 、 R_n のそれぞれの対に対し、コントラスト評価値 G 、 B 、 H 、 R を算出する。例えば(4)式に示すように、一対の信号 G_n 、 G_n のコントラスト評価値 G は、信号列 G_n の2階差分値の絶対値の総和と信号列 G_n の2階差分値の絶対値の総和とを加算することにより与えられる。なお、コントラスト評価値は、2階差分を用いずに、1階差分や、最大値と最小値との差に基づいて求められることとしてもよい。

$$G = | - G_{n-1} + 2 \cdot G_n - G_{n+1} | + | - G_{n-1} + 2 \cdot G_n - G_{n+1} | \quad (4)$$

【0051】

このようにして求められたコントラスト評価値 G 、 B 、 H 、 R の中で最大値を示すコントラスト評価値に対応する色フィルタの色が、ボディ駆動制御装置214によって選択される。緑色が選択された場合は、さらに焦点検出画素列L1またはL2が選択されることになる。すなわち、コントラスト評価値 G が最大値を示すときは焦点検出画素列L1が選択され、コントラスト評価値 H が最大値を示すときは焦点検出画素列L2が選択される。後述する像ズレ検出演算においては、像ズレ検出演算に用いる一対の信号のコントラストが明瞭なほど算出される像ズレ量の精度が高まるので、上述のようにしてコントラスト評価値に基づき選択された色に対応する一対の信号を用いて像ズレ量を演算することにより、高精度に像ズレ量を求めることができる。

10

【0052】

ステップS130では、一対の信号 G_n 、 G_n 、一対の信号 B_n 、 B_n 、一対の信号 H_n 、 H_n 、一対の信号 R_n 、 R_n のうちのいずれか一対の信号、すなわち選択された色に対応する一対の信号に基づいて、ボディ駆動制御装置214は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)を行い、像ズレ量を演算する。

20

【0053】

ステップS132では、選択された色に応じた変換係数とオフセット量が、ボディ駆動制御装置214によって設定される。図14に示した赤色、緑色、青色にそれぞれ対応する直線85R、85G、85Bの傾き、すなわち変換係数 K_r 、 K_g 、 K_b の中から、選択された色に応じた変換係数が、ボディ駆動制御装置214によって選択される。オフセット量は色収差(色に応じたピント位置の差)を補正するためのものであり、例えば緑色のピント位置を基準位置として表される。選択された色が赤色の場合は、赤色のピント位置と緑色のピント位置との差に等しい。選択された色が緑色の場合は、オフセット量は0である。選択された色が青色の場合のオフセット量は、青色のピント位置と緑色のピント位置との差に等しい。

30

【0054】

ステップ135では、ボディ駆動制御装置214は、選択された色に対応して設定した変換係数およびオフセット量に基づいて、選択した色に対応する像ズレ量をデフォーカス量に変換する。ボディ駆動制御装置214は、例えば赤色を選択した場合、赤色の変換係数 K_r 、赤色のオフセット量 y_r を設定し、赤色の像ズレ量 x_2 を次式(5)でデフォーカス量 y_2 に変換する。デフォーカス量 y_2 は、オフセット量の基準色である緑色の像面が予定結像面からどれだけデフォーカスしているかを表わす量となる。

40

$$y_2 = K_r \cdot x_2 + y_r \quad (5)$$

【0055】

ステップS140で、ボディ駆動制御装置214は、合焦近傍か否か、すなわち算出し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。合焦近傍でないと判定された場合、本処理はステップS150へ進み、ボディ駆動制御装置214は、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る。その後、本処理はステップS110へ戻って、上述した動作が繰り返される。なお、焦点検出不能な場合もこのステップに分岐し、ボディ駆動制御装置214は、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のフォーカシング用レンズ210を無限から至近までの間でスキャン駆動させる。その

50

後、本処理はステップS 1 1 0へ戻って、上述した動作が繰り返される。

【0056】

ステップS 1 4 0で合焦近傍であると判定された場合、本処理はステップS 1 6 0へ進み、ボディ駆動制御装置2 1 4は、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別する。シャッターレリーズがなされていないと判定された場合、本処理はステップS 1 1 0へ戻り、上述した動作が繰り返される。一方、シャッターレリーズがなされたと判定された場合、本処理はステップS 1 7 0へ進み、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へ絞り調整命令を送信し、交換レンズ2 0 2の絞り値を制御F値（撮影者により設定されたF値または自動的に設定されたF値）にする。絞り制御が終了した時点で、ボディ駆動制御装置2 1 4は、撮像素子2 1 2に撮像動作を行わせ、撮像素子2 1 2の撮像素素3 1 0および全ての焦点検出画素3 1 1から画素データを読み出す。

10

【0057】

ステップS 1 8 0において、ボディ駆動制御装置2 1 4は、各焦点検出画素3 1 1の位置の画像データを、各焦点検出画素の画素データにより、すなわち各焦点検出画素に配置された一对の光電変換部1 3、1 4の出力データを加算することにより算出する。続くステップS 1 9 0では、ボディ駆動制御装置2 1 4は、撮像素素3 1 0の画像データとして用いる画素データおよび焦点検出画素位置の画像データをメモリカード2 1 9に記憶させる。本処理はステップS 1 1 0へ戻って、上述した動作が繰り返される。

【0058】

20

図15のステップS 1 3 0において、ボディ駆動制御装置2 1 4は像ズレ検出演算処理（相関演算処理、位相差検出処理）を行なう。焦点検出画素3 1 1が検出する一对の像は、測距瞳9 3、9 4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、ボディ駆動制御装置2 1 4は、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。複数の焦点検出画素3 1 1を含む焦点検出画素列L 1またはL 2から読み出された各色毎の一对の信号 $A 1_n$ ($A 1_1, \dots, A 1_M$: Mはデータ数)、 $A 2_n$ ($A 2_1, \dots, A 2_M$)に対し、例えば特開2 0 0 7 - 3 3 3 7 2 0号公報に開示された公知の相関演算式である(6)式を用いて、相関量 $C(k)$ を演算する。(6)式において、演算は変数 n について累積される。変数 n 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、一对の信号を構成する信号列のデータ間隔を単位とした相対的シフト量である。

30

$$C(k) = |A 1_n \cdot A 2_{n+1+k} - A 2_{n+k} \cdot A 1_{n+1}| \quad (6)$$

【0059】

公知の相関演算式である上述した(6)式により演算される離散値である相関量 $C(k)$ に対応する連続的な相関量 $C(x)$ の極小値 $C(X)$ が得られたときは、以下の(7)式により、連続的な相関量 $C(x)$ の極小値 $C(X)$ を与えずらし量 X が像ズレ量 $s h f t$ に換算される。(7)式において、係数 $P Y$ は、焦点検出画素列L 1またはL 2を構成する焦点検出画素3 1 1の画素ピッチの2倍の値、すなわち同色の焦点検出画素の画素ピッチとなる。

40

$$s h f t = P Y \cdot X \quad (7)$$

【0060】

以上説明した実施形態においては、複数の色で像ズレ検出を行なうとともに、最高の像コントラストが得られる色を選択し、選択された色に対応する変換係数とオフセット量を用いて選択された色の像ズレ量をデフォーカス量に変換する。したがって、従来のように色に関わらず同一の変換係数を用いる場合に比較して、選択された色に関わらず高精度にデフォーカス量を算出することができる。

【0061】

特開2 0 0 7 - 3 3 3 7 2 0号公報に開示されるように、公知の相関演算式である上述した(6)式により演算される離散値である相関量 $C(k)$ に対応する連続的な相関量 C

50

(x)の極小値 $C(x)$ が必ずしも得られるとは限らず、焦点検出不能と判定される場合がある。また、連続的な相関量 $C(x)$ の極小値 $C(x)$ が得られた場合であっても、その極小値(x)を与えるずらし量 X の信頼性が低いと判定される場合がある。以上で説明した実施形態においては、最高の像コントラストが得られる色を選択する処理フローになっているが、焦点検出不能と判定される場合や、極小値(x)を与えるずらし量 X の信頼性が低いと判定される場合に、他の色を選択して同様の処理フローを繰り返してもよい。例えば緑色、赤色、青色の順に予め色の優先順位を決めておき、はじめに選択された優先順位の高い色で焦点検出不能または信頼性が低い場合に、順次優先順位の低い色を選択するようにしてもよい。あるいは全ての色でデフォーカス量を算出し、像ズレ量算出時の信頼性を重み係数として各色のデフォーカス量を重み付け平均するようにしてもよい。

10

【0062】

以上の説明では全ての焦点検出エリア(焦点検出位置)において同一の色については同一の変換係数および同一のオフセット量を用いるものとしている。しかし、測距瞳分布の形状は画面中央と画面周辺とで相違する場合もあるので、画面中央の焦点検出エリア(焦点検出位置)102と画面周辺の焦点検出エリア(焦点検出位置)101、103とにおいて同一の色であっても異なる変換係数および異なるオフセット量を用いるようにしてもよい。

【0063】

以上の説明では、簡単のため焦点検出時の撮影レンズの絞り開口径は一定であるとして、色フィルタの色毎に1つの変換係数を用いている。しかし、測距瞳分布は撮影レンズの絞り開口F値に応じて形状を変えるので、撮影レンズの絞り開口F値に応じて変換係数を変更しなければならないことは言うまでもない。

20

【0064】

以上の説明において変換係数とオフセット量の値の定め方には以下のような方法がある。

【0065】

(方法1) <計算で求める>

図11(b)に示す測距瞳分布83R、84R、83G、84G、83B、84Bの形状の重心位置を、光学系の射出瞳距離、射出瞳径、F値、焦点検出画素の光学設計パラメータ(マイクロレンズ径、マイクロレンズから光電変換部までの距離、色フィルタの分光感度など)、測距瞳距離、焦点検出画素の像高などに基づいて予め計算して求める。該重心間の距離を測距瞳距離で除することにより色フィルタの色毎に変換係数として算出する。光学系の射出瞳距離、射出瞳径、F値、測距瞳距離、焦点検出画素の像高および色などを入力パラメータとするルックアップテーブルとして、算出した変換係数をテーブル化しておく。ボディ駆動制御装置214が、このルックアップテーブルを記憶する。

30

【0066】

また、オフセット量も、光学系の射出瞳距離、射出瞳径、F値、焦点検出画素の光学設計パラメータ(マイクロレンズ径、マイクロレンズから光電変換部までの距離、色フィルタの分光感度など)、測距瞳距離、焦点検出画素の像高などに基づき、色フィルタの色毎に予め計算して、ルックアップテーブルとしてテーブル化しておく。ボディ駆動制御装置214が、このルックアップテーブルを記憶する。

40

【0067】

なお、変換係数が予め計算される際には、上述したように、回折効果(色による測距瞳分布の形状の相違)やクロストーク効果(色による一対の光電変換部間の信号クロストーク率の相違)が考慮される。

【0068】

実際に像ズレ量からデフォーカス量への変換を行う場合には、装着されている交換レンズから射出瞳距離、射出瞳径、F値の情報を読み出すとともに、焦点検出を行った焦点検出画素の像高および色フィルタの色に基づき、上記ルックアップテーブルから変換係数、オフセット量を選択して用いる。

50

【 0 0 6 9 】

(方法2) <各交換レンズに対し測定する>

測距瞳分布は個々の光学系の収差にも影響されるので、実際に個々の光学系と焦点検出画素の色フィルタとの組み合わせについて変換係数を測定し、測定した変換係数を光学系のF値、焦点距離、像高、色をパラメータとするルックアップテーブルとして交換レンズ202のレンズ駆動制御装置206に記憶させておく。変換係数の測定は、デフォーカス量の変化量に対する像ズレ量の変化量の割合を算出することによって行なわれる。

【 0 0 7 0 】

また、実際に個々の光学系と焦点検出画素の色フィルタとの組み合わせについてオフセット量も測定し、測定したオフセット量を光学系のF値、焦点距離、像高、色をパラメータとするルックアップテーブルとして交換レンズ202のレンズ駆動制御装置206に記憶させておく。実際に像ズレ量からデフォーカス量への変換を行う場合には、カメラボディ203のボディ駆動制御装置214は、カメラボディ203に装着されている交換レンズ202のレンズ駆動制御装置206に、像高および選択された色についての情報を送る。交換レンズ202のレンズ駆動制御装置206は、その時設定されているF値と、焦点距離と、受信した情報から得られる像高および色とに応じた変換係数およびオフセット量を、カメラボディ203のボディ駆動制御装置214に送る。カメラボディ203のボディ駆動制御装置214は、交換レンズ202のレンズ駆動制御装置206から受信した変換係数およびオフセット量を焦点検出処理に用いる。

【 0 0 7 1 】

(方法3) <基準光学系に対して測定した値を変換係数として用いる>

個々の光学系に対して変換係数を測定するのは手間がかかるので、基準となる光学系において、方法2と同じようにしてF値、射出瞳距離、像高および色をパラメータとして変換係数およびオフセット量を測定し、測定した変換係数およびオフセット量をテーブル化しておく。このテーブルを、カメラボディ203のボディ駆動制御装置214が記憶する。カメラボディ203のボディ駆動制御装置214が実際に像ズレ量からデフォーカス量への変換を行う場合には、装着されている交換レンズからF値および射出瞳距離を含む情報を読み出すとともに、その読み出した情報を、焦点検出画素の像高および色に基づき、カメラボディ203のボディ駆動制御装置214が記憶しているテーブルから変換係数およびオフセット量を選択して変換に用いる。

【 0 0 7 2 】

デジタルスチルカメラ201に含まれる本実施の形態における焦点検出装置は、焦点検出画素列L1およびL2を含む撮像素子212と、ボディ駆動制御装置214とを有する。焦点検出画素列L1は、緑色の色フィルタ38が配置された複数の焦点検出画素311と、青色の色フィルタ38が配置された複数の焦点検出画素311とにより構成される。緑色の色フィルタ38が配置された複数の焦点検出画素311は、緑色の色フィルタ38をそれぞれ有し、瞳分割位相差検出用の一对の信号 G_n および \bar{G}_n を出力する。青色の色フィルタ38が配置された複数の焦点検出画素311は、青色の色フィルタ38をそれぞれ有し、瞳分割位相差検出用の一对の信号 B_n および \bar{B}_n を出力する。焦点検出画素列L2は、緑色の色フィルタ38が配置された複数の焦点検出画素311と、赤色の色フィルタ38が配置された複数の焦点検出画素311とにより構成される。緑色の色フィルタ38が配置された複数の焦点検出画素311は、緑色の色フィルタ38をそれぞれ有し、瞳分割位相差検出用の一对の信号 H_n および \bar{H}_n を出力する。赤色の色フィルタ38が配置された複数の焦点検出画素311は、赤色の色フィルタ38をそれぞれ有し、瞳分割位相差検出用の一对の信号 R_n および \bar{R}_n を出力する。

【 0 0 7 3 】

ボディ駆動制御装置214は、緑色に応じた変換係数 K_g と、青色に応じた変換係数 K_b と、赤色に応じた変換係数 K_r とを設定する。ボディ駆動制御装置214は、一对の信号 G_n および \bar{G}_n 、一对の信号 B_n および \bar{B}_n 、一对の信号 H_n および \bar{H}_n ならびに一对の信号 R_n および \bar{R}_n にそれぞれ対応するコントラスト評価値 G 、

10

20

30

40

50

B、 H、 Rの中で、最大値を示すコントラスト評価値に対応する一対の信号の位相差、すなわち像ズレ量を検出する。ボディ駆動制御装置214は、一対の信号 G_n および G_n の像ズレ量を検出したときは、変換係数 K_g にその像ズレ量を乗じ、一対の信号 B_n および B_n の像ズレ量を検出したときは、変換係数 K_b にその像ズレ量を乗じ、一対の信号 H_n および H_n の像ズレ量を検出したときは、変換係数 K_g にその像ズレ量を乗じ、一対の信号 R_n および R_n の像ズレ量を検出したときは、変換係数 K_r にその像ズレ量を乗じることによって、デフォーカス量を算出する。これにより、焦点検出装置は光の色の影響を受けずに高精度な焦点検出を行なうことが出来る。

【0074】

- - - 変形例 - - -

上述した実施形態においては、図4および図5に示すように、撮像素子212が複数の撮像素素310と複数の焦点検出画素によって構成される焦点検出画素列L1およびL2とを含むが、撮像素子212が複数の撮像素素310と焦点検出画素列L1およびL2のいずれかの焦点検出画素列とを含むこととしてもよい。撮像素子212が複数の撮像素素310と焦点検出画素列L1とを含み、かつ焦点検出画素列L2を含まない場合、焦点検出画素列L1は瞳分割位相差検出用の一対の信号 G_n および G_n ならびに一対の信号 B_n および B_n を出力する。

【0075】

ボディ駆動制御装置214は、緑色に応じた変換係数 K_g と、青色に応じた変換係数 K_b とを設定する。ボディ駆動制御装置214は、一対の信号 G_n および G_n ならびに一対の信号 B_n および B_n にそれぞれ対応するコントラスト評価値 G 、 B の中で、最大値を示すコントラスト評価値に対応する一対の信号の位相差、すなわち像ズレ量を検出する。ボディ駆動制御装置214は、一対の信号 G_n および G_n の像ズレ量を検出したときは、変換係数 K_g にその像ズレ量を乗じ、一対の信号 B_n および B_n の像ズレ量を検出したときは、変換係数 K_b にその像ズレ量を乗じることによって、デフォーカス量を算出する。

【0076】

上述した実施形態の図15のステップS120およびS130において、ボディ駆動制御装置214は、最も大きいコントラスト評価値を示す一対の信号に基づき、像ズレ量を算出する。しかし、ボディ駆動制御装置214が、コントラスト評価値最大という条件を満たす代わりに他の条件を満たす一対の信号を選択し、選択したその一対の信号の像ズレを検出することとしてもよい。例えば、デジタルスチルカメラ201に光源色を推定する光源色検出センサーを設ける。ボディ駆動制御装置214は、焦点検出画素列L1およびL2に含まれる複数の焦点検出画素311のうち、その光源色検出センサーによって推定された光源色に対応する色の色フィルタ38が配置された複数の焦点検出画素311によって出力される一対の信号に基づき、像ズレ量を算出する。

【0077】

上述したように、ボディ駆動制御装置214が、コントラスト評価値最大という条件を満たす代わりに他の条件を満たす一対の信号を選択し、選択したその一対の信号の像ズレを検出することとしてもよい。焦点検出画素列L1およびL2の周囲に配置される複数の撮像素素310のうち、例えば緑色の色フィルタを有する複数の撮像素素によって出力される複数の撮像素信号の出力の平均値が、青色の色フィルタを有する複数の撮像素素によって出力される複数の撮像素信号の出力の平均値および赤色の色フィルタを有する複数の撮像素素によって出力される複数の撮像素信号の出力の平均値よりも大きいとする。この場合、ボディ駆動制御装置214は、緑色の色フィルタ38が配置された複数の焦点検出画素311によって出力される一対の信号を選択し、選択したその一対の信号の像ズレを検出する。

【0078】

上述したように、ボディ駆動制御装置214が、コントラスト評価値最大という条件を満たす代わりに他の条件を満たす一対の信号を選択し、選択したその一対の信号の像ズレ

10

20

30

40

50

を検出することとしてもよい。例えば、緑色に対応する光学系装着用色フィルタが交換レンズ202に装着されているとき、その光学系装着用色フィルタが緑色に対応することを、ボディ駆動制御装置214が通信により読み出す。ボディ駆動制御装置214は、読み出した光学系装着用色フィルタの色と同じ緑色の色フィルタ38が配置された複数の焦点検出画素311によって出力される一対の信号を選択し、選択したその一対の信号の像ズレを検出する。

【0079】

上述した実施形態においては、図4、図5に示すように、焦点検出画素311が、撮像素素310の2次元配列の一部において、撮像素素310に置換して配置されることによって、焦点検出画素列L1およびL2が形成されていた。焦点検出画素311が有する一対の光電変換部13、14の出力データを加算することにより、撮像素素310の光電変換部11の出力データと同等なデータを得ることができるので、図16のように撮像素素212の全ての画素を焦点検出画素311とすることもできる。図16は撮像素素212の一部を拡大した場合の焦点検出画素311の配置を示すものであって、各焦点検出画素311には図5に示すベイヤー配列の色フィルタが配置される。

10

【0080】

このように焦点検出画素311を撮像素素212の全面に配置することにより、撮影画面上の任意の位置で焦点検出を行なうことが可能になる。また撮像時には焦点検出画素311の一対の光電変換部13および14の出力データを加算するだけで、画像データを生成することが可能になる。

20

【0081】

図17は、図5の色フィルタに対応した画素レイアウトの変形例を示した図である。緑色の色フィルタは撮像素素310に配置され、青色の色フィルタは焦点検出画素311に配置される。焦点検出画素321は、焦点検出画素311の一対の光電変換部を90度回転して得られる一対の光電変換部16および17を含む構成を有する。焦点検出画素321には赤色の色フィルタが配置される。

【0082】

このような構成においては、水平方向の像ズレ検出は青色の色フィルタが配置された焦点検出画素311により行なわれ、垂直方向の像ズレ検出は赤色の色フィルタが配置された焦点検出画素321により行なわれる。また、撮像素素310の出力は輝度成分に直結する緑色に対応しているため、全画素撮像素素の場合と同等の輝度分解能が得られ、高品質な画像データを得ることができる。ただし、図17において、すべての撮像素素310を焦点検出画素311および焦点検出画素321に置き換えることによって、撮像素素212に焦点検出画素311および焦点検出画素321が交互に配置されることとした場合であっても、少なくとも本発明を適用することは出来る。

30

【0083】

上述した実施形態においては、図5に示すように、色フィルタはベイヤー配列となっており、焦点検出画素311は撮像素素310の2次元配列の一部において、撮像素素310に置換して配置されることによって、焦点検出画素列L1およびL2が形成されていた。図18に示すように、焦点検出画素列L1に配置される色フィルタを全て緑色とし、焦点検出画素列L2に配置される色フィルタを全て赤色とすると、同色の焦点検出画素の配列ピッチが図5に比べて1/2に短くなるので、焦点検出精度の向上を図ることが出来る。撮像時には、焦点検出画素列L1の一部の焦点検出画素位置に配置されるべき青色の色フィルタを持つ撮像素素の出力データに相当する画像データを、撮像素素列L3およびL5の一部に含まれる青色の色フィルタを持つ撮像素素の出力データに基づいて補間する。また、焦点検出画素列L2の一部の焦点検出画素位置に配置されるべき緑色の色フィルタを持つ撮像素素の出力データに相当する画像データを、撮像素素列L4およびL5の一部に含まれる緑色の色フィルタを持つ撮像素素の出力データに基づいて補間する。

40

【0084】

以上の実施形態においては、焦点検出画素311が一対の光電変換部13、14を有し

50

ているものとして説明した。しかし、図19に示すように、焦点検出画素列L1およびL2は、一对の光電変換部13、14のうち一方の光電変換部13のみを有する焦点検出画素313と、一对の光電変換部13、14のうち他方の光電変換部14のみを有する焦点検出画素314とが交互に配置される構成であってもかまわない。

【0085】

焦点検出画素313は、図19に示すように、矩形のマイクロレンズ10と、後述の遮光マスクで受光領域を制限された光電変換部13と、色フィルタ（不図示）とから構成される。遮光マスクで受光領域を制限された光電変換部13の形状は矩形である。また、焦点検出画素314は、図19に示すように、矩形のマイクロレンズ10と、後述の遮光マスクで受光領域を制限された光電変換部14と、色フィルタ（不図示）とから構成される。遮光マスクで受光領域を制限された光電変換部14の形状は矩形である。焦点検出画素313と焦点検出画素314とをマイクロレンズ10を互いに重ね合わせて表示すると、遮光マスクで受光領域を制限された光電変換部13と14とが水平方向に並ぶ。

10

【0086】

図20は焦点検出画素313、314の断面図である。焦点検出画素313、314では、焦点検出用の光電変換部13、14の上に近接して遮光マスク30が形成される。光電変換部13、14は、遮光マスク30の開口部30b、30cをそれぞれ通過した光を受光する。遮光マスク30の上には平坦化層31が形成され、その上に色フィルタ38が形成される。色フィルタ38の上には平坦化層32が形成され、その上にマイクロレンズ10が形成される。マイクロレンズ10により開口部30b、30cの形状が前方の一对の測距瞳93、94に投影される。光電変換部13、14は半導体回路基板29上に形成される。

20

【0087】

図21は焦点検出画素313、314による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21において、射出瞳90は、マイクロレンズから前方の測距瞳距離dの位置に設定されている。マイクロレンズ10は交換レンズ202の予定結像面近傍に配置されている。マイクロレンズ10により、光電変換部13、14に近接して配置された開口部30b、30cの形状が、マイクロレンズ10から測距瞳距離dだけ離間した射出瞳90上に投影されることによって、測距瞳93、94が形成される。光電変換部13は、測距瞳93を通過して焦点検出画素313のマイクロレンズ10に向かう光束73によりマイクロレンズ10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14は、測距瞳94を通過して焦点検出画素314のマイクロレンズ10に向かう光束74によりマイクロレンズ10上に形成される像の強度に対応した信号を出力する。

30

【0088】

図19は、撮像素素310および焦点検出画素313、314のレイアウトを示す図であって、焦点検出画素313、314は焦点検出画素列L1およびL2に交互に配置される。図19に示す撮像素素310、焦点検出画素313、314には、図18に示す色フィルタが配置される。すなわち撮像素素310にはベイヤー配列の色フィルタが配置され、焦点検出画素列L1に含まれる焦点検出画素313、314には緑色の色フィルタが配置され、焦点検出画素列L2に含まれる焦点検出画素313、314には赤色の色フィルタが配置される。焦点検出画素列L1に配置された焦点検出画素313、314の出力データに基づき、緑色に関する一对の像の像ズレ量が算出される。また、焦点検出画素列L2に配置された焦点検出画素313、314の出力データに基づき、赤色に関する一对の像の像ズレ量が算出される。撮像時には、焦点検出画素列L1の焦点検出画素位置に配置されるべき緑色および青色の色フィルタを持つ撮像素素の出力データに相当する画像データを、撮像素素列L3およびL5に配置された緑色および青色の色フィルタを持つ撮像素素の出力データに基づいて補間する。また、焦点検出画素列L2の焦点検出画素位置に配置されるべき緑色および赤色の色フィルタを持つ撮像素素の出力データに相当する画像データを、撮像素素列L4およびL6に配置された緑色および赤色の色フィルタを持つ撮像素素の出力データに基づいて補間する。

40

50

【 0 0 8 9 】

図 2 2 は、図 5 の色フィルタに対応した画素レイアウトの変形例を示した図である。焦点検出画素列 L 1 および L 2 は、同一の焦点検出位置 1 0 1、1 0 2 または 1 0 3 に含まれる。焦点検出画素列 L 1 および L 2 は互いに隣接せず、焦点検出画素列 L 1 および L 2 の間の 2 行に複数の撮像素素 3 1 0 が配置されている。焦点検出画素列 L 1 は、緑色の色フィルタが配置された焦点検出画素 3 1 1 と青色の色フィルタが配置された焦点検出画素 3 1 1 とを含む。焦点検出画素列 L 2 は、赤色の色フィルタが配置された焦点検出画素 3 1 1 と緑色の色フィルタが配置された焦点検出画素 3 1 1 とを含む。このように互いに離間した焦点検出画素列 L 1 および L 2 を含む焦点検出装置に対しても、本発明を適用することができる。

10

【 0 0 9 0 】

焦点検出画素列 L 1 および L 2 が、焦点検出位置 1 0 1、1 0 2 および 1 0 3 のうちの互いに異なる 2 つの焦点検出位置にそれぞれ含まれる場合、いずれの焦点検出画素列を構成する複数の焦点検出画素 3 1 1 の画素データが焦点検出に用いられるかは、撮影者による焦点検出位置の選択に応じて定まる。撮影者が焦点検出エリア選択部材（不図示）を用いてその 2 つの焦点検出位置の内のいずれかを予め選択することによって、ボディ駆動制御装置 2 1 4 は、その選択された焦点検出位置に含まれる焦点検出画素列を構成する複数の焦点検出画素 3 1 1 の画素データを用いて焦点検出を行なう。

【 0 0 9 1 】

上述した実施形態における撮像素子 2 1 2 では、図 7 および図 8 に示すように、撮像素素 3 1 0 および焦点検出画素 3 1 1 が個々に色フィルタ 3 8 を含む。色フィルタ 3 8 を画素毎に設けずに、複数の撮像素素 3 1 0 や複数の焦点検出画素 3 1 1 を共通に覆う別の色フィルタを設けることとしてもよい。

20

【 0 0 9 2 】

上述した実施形態における撮像素子 2 1 2 では撮像素素がベイヤー配列の色フィルタを有する例を示したが、色フィルタの構成や配列はこれに限定されることはない。補色フィルタ（緑：G、イエロー：Ye、マゼンタ：Mg、シアン：Cy）の配列やベイヤー配列以外の配列にも本発明を適用することができる。

【 0 0 9 3 】

以上の実施形態においては、各焦点検出画素に異なる色の色フィルタが配置されているが、本発明に係る焦点検出装置を構成する焦点検出画素は、必ずしも色フィルタが配置された焦点検出画素に限定されない。例えば特開 2 0 0 8 - 2 8 1 0 5 号公報の図 3 0 ~ 図 3 5 に第 4 実施形態として開示された焦点検出画素のように、フォトダイオードの深さ方向において入射光線によって発生する電子を弁別して出力することにより、1 つの焦点検出画素で、赤色、緑色、青色に対応する出力を発生する構成を用いた焦点検出装置にも本発明を適用することが可能である。

30

【 0 0 9 4 】

上述した実施形態においては撮像素子上において撮像素素と焦点検出画素とが混在しているが、光路中にミラーを配置して撮像素素のみからなる撮像素子と焦点検出画素のみからなる焦点検出素子とに光束を分離するような構成であってもかまわない。

40

【 0 0 9 5 】

なお、本発明に係る焦点検出装置を含む撮像装置としては、上述したようなカメラボディ 2 0 3 に交換レンズ 2 0 2 が装着される構成のデジタルスチルカメラ 2 0 1 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含まれる焦点検出装置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、車載カメラなどに含まれる焦点検出装置にも本発明を適用できる。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 6 】

1 0 , 1 1 2 マイクロレンズ、

50

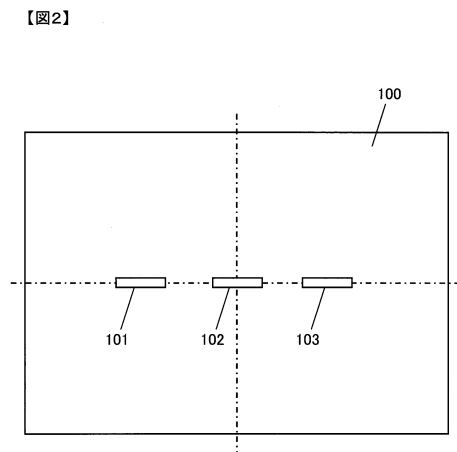
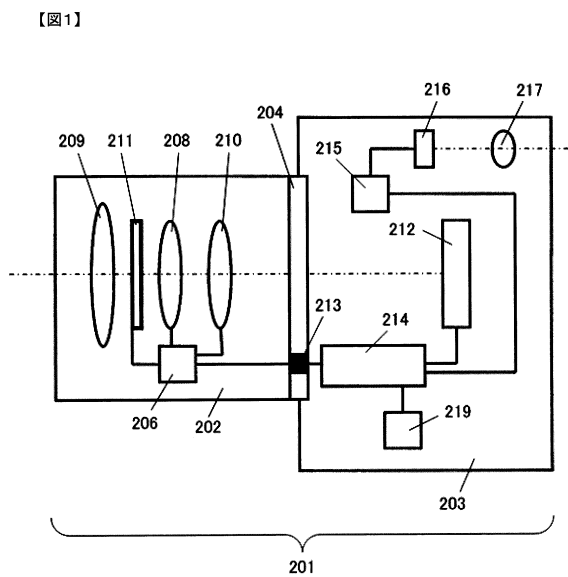
- 1 1 , 1 3 , 1 4 , 1 6 , 1 7 , 1 1 3 , 1 1 4 光電変換部、
- 1 5 素子分離領域、2 9 半導体回路基板、3 0 遮光マスク、
- 3 1 , 3 2 平坦化層、3 8 色フィルタ、
- 5 3 , 5 4 N型領域、5 5 P⁺領域、
- 6 3 , 6 4 分布重心位置、
- 7 1 撮影光束、7 3 , 7 4 焦点検出光束、9 0 射出瞳、9 1 光軸、
- 9 3 , 9 4 , 1 2 3 , 1 2 4 測距瞳、9 5 領域、
- 9 6 絞り開口、
- 1 0 0 撮影画面、1 0 1 , 1 0 2 , 1 0 3 焦点検出位置、
- 1 1 0 撮像面、1 1 1 , 3 1 1 , 3 1 3 , 3 1 4 , 3 2 1 焦点検出画素、
- 1 2 0 測距瞳面、
- 1 3 3 , 1 3 4 測距瞳分布、1 3 5 重畳部、
- 2 0 1 デジタルスチルカメラ、2 0 2 交換レンズ、2 0 3 カメラボディ、
- 2 0 4 マウント部、2 0 6 レンズ駆動制御装置、
- 2 0 8 ズーミング用レンズ、2 0 9 レンズ、2 1 0 フォーカシング用レンズ、
- 2 1 1 絞り、2 1 2 撮像素子、2 1 3 電気接点、
- 2 1 4 ボディ駆動制御装置、
- 2 1 5 液晶表示素子駆動回路、2 1 6 液晶表示素子、2 1 7 接眼レンズ、
- 2 1 9 メモリカード、
- 2 9 0 P型基板、
- 3 1 0 撮像画素

10

20

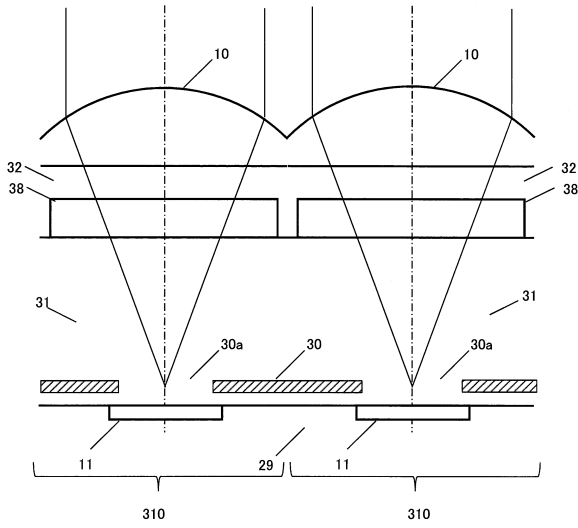
【図1】

【図2】



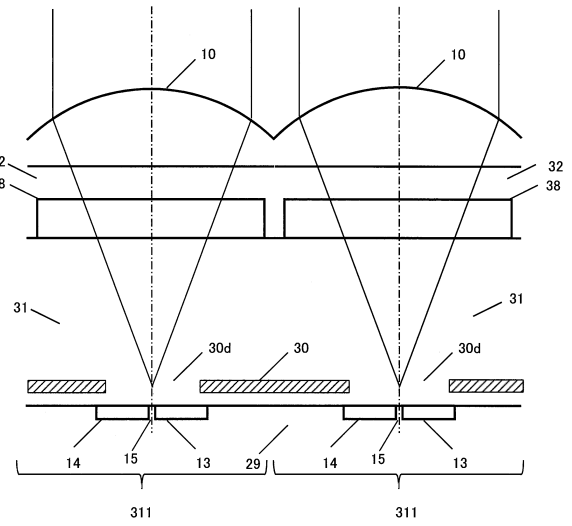
【 図 7 】

【 図 7 】



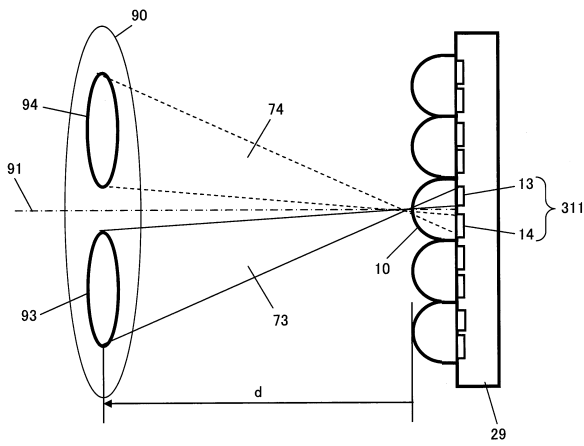
【 図 8 】

【 図 8 】



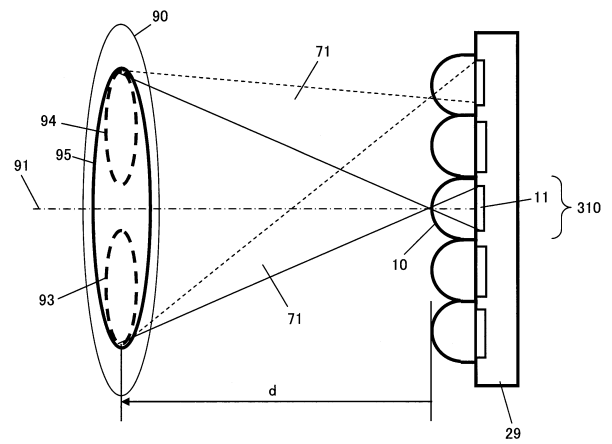
【 図 9 】

【 図 9 】



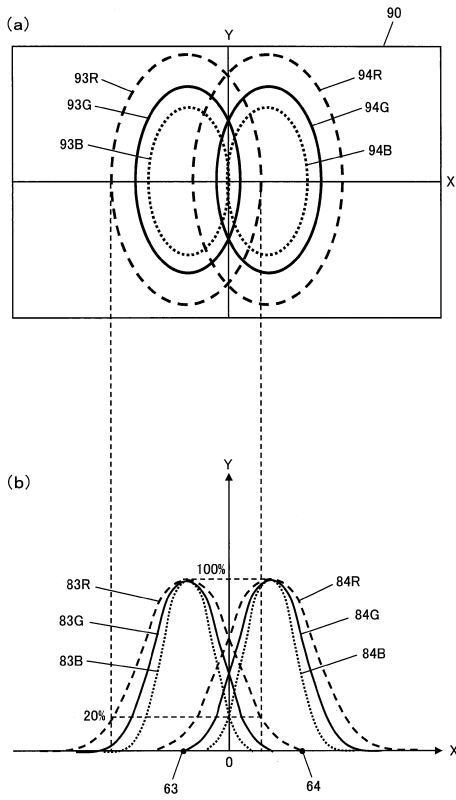
【 図 10 】

【 図 10 】



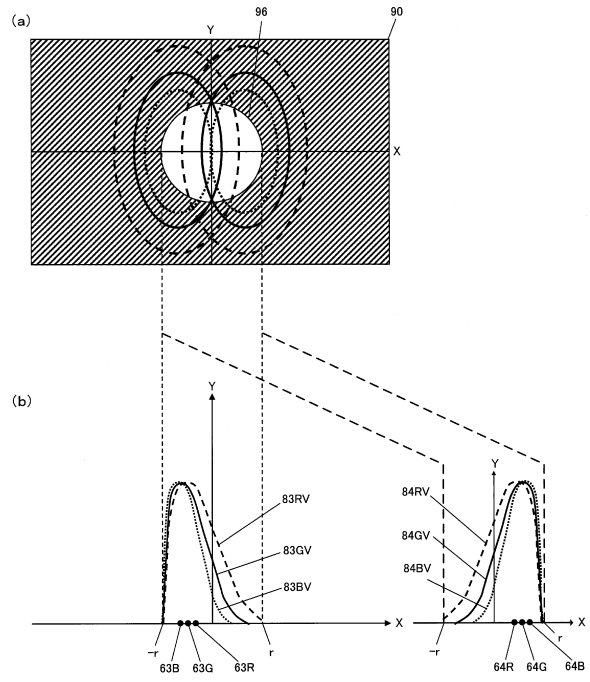
【図11】

【図11】



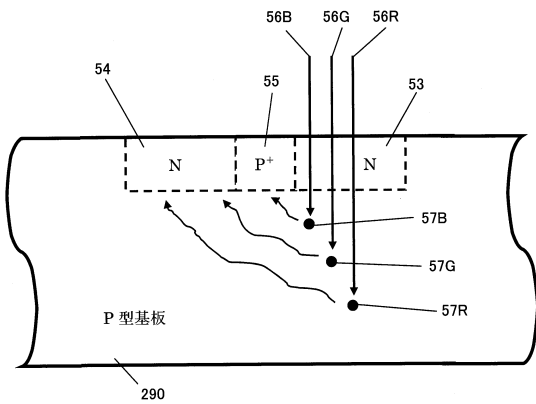
【図12】

【図12】



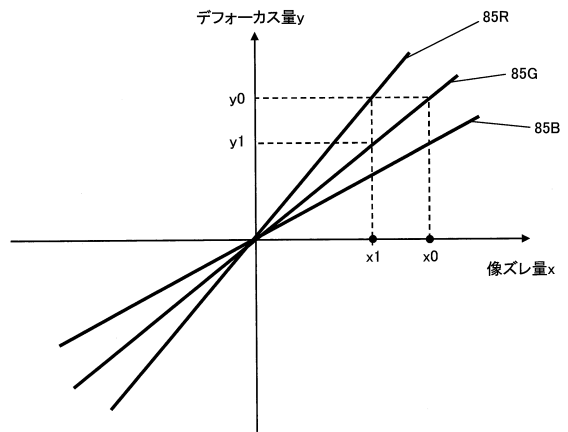
【図13】

【図13】

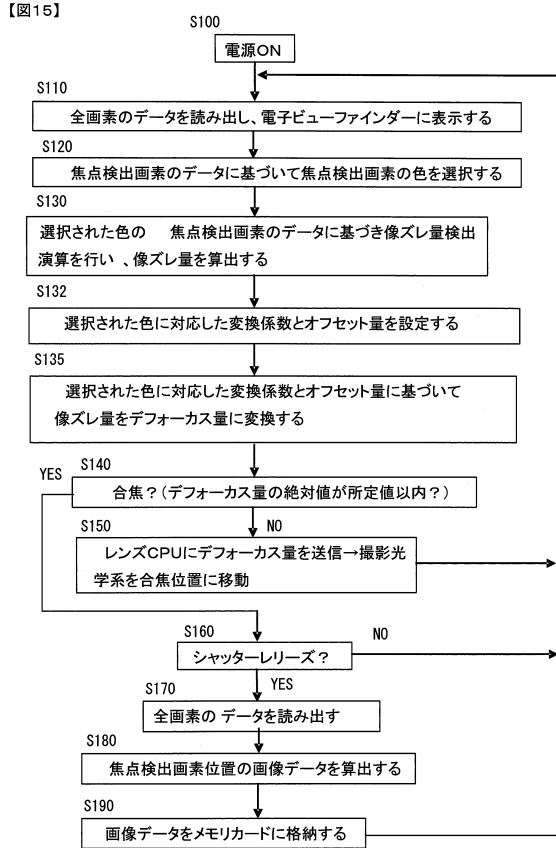


【図14】

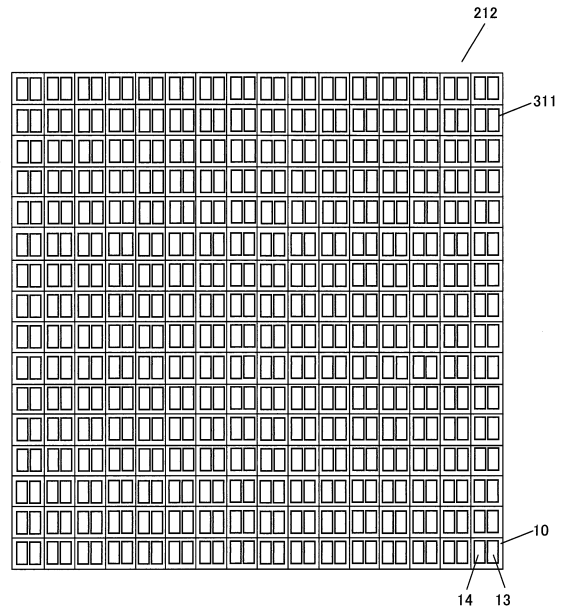
【図14】



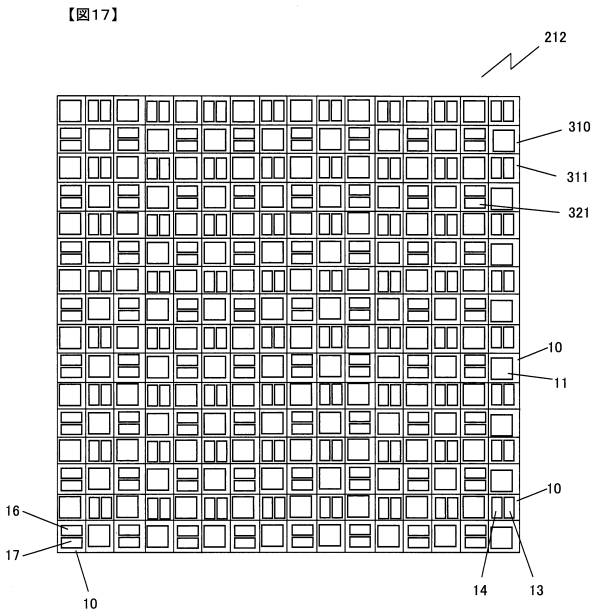
【図15】



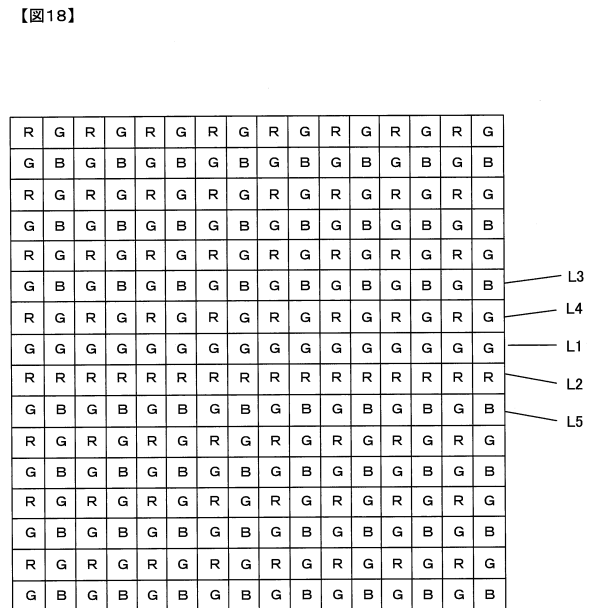
【図16】



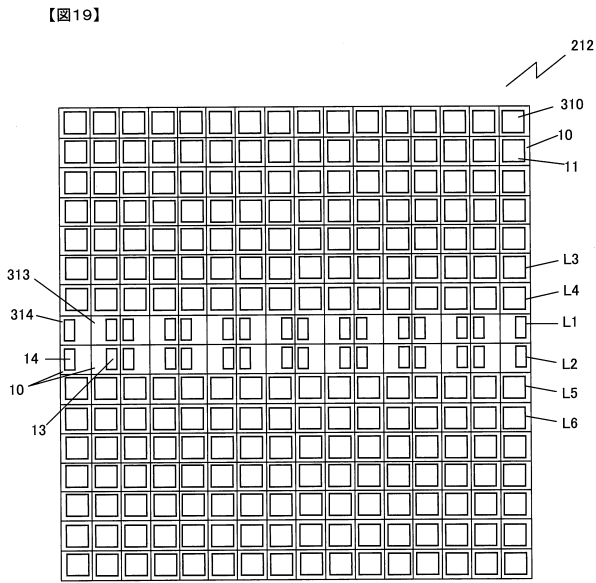
【図17】



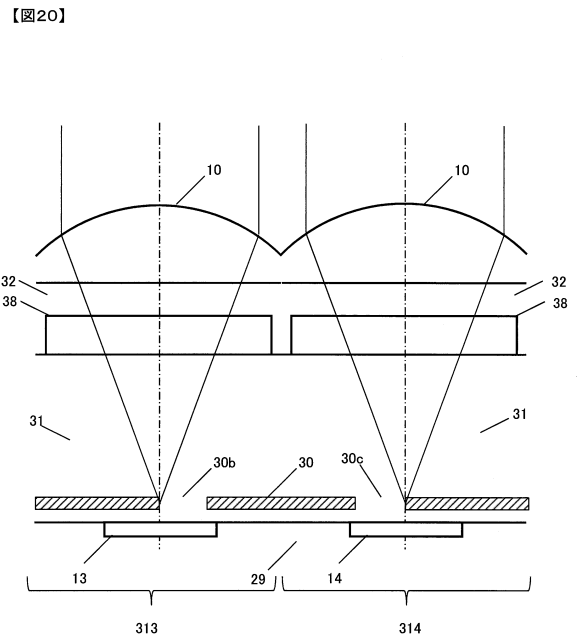
【図18】



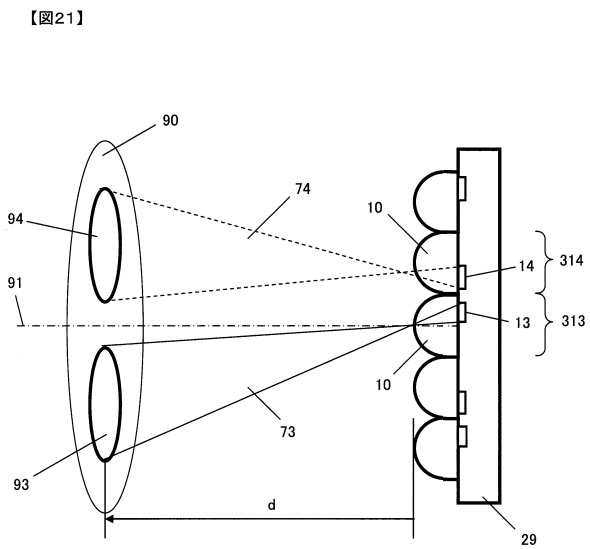
【図19】



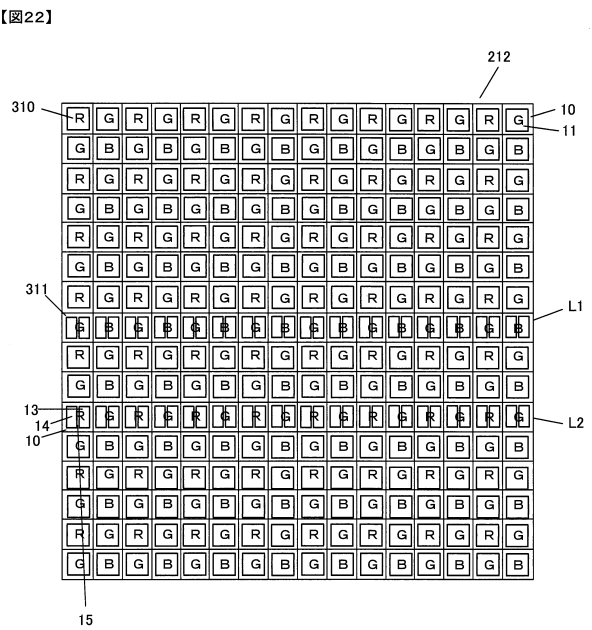
【図20】



【図21】



【図22】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
G 0 3 B 13/36 (2006.01) G 0 3 B 13/36

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

(58) 調査した分野(Int.Cl. , DB名)
G 0 2 B 7 / 3 4
G 0 3 B 1 3 / 3 6
H 0 4 N 5 / 2 3 2
H 0 4 N 5 / 2 3 5
H 0 4 N 5 / 3 6 9
H 0 4 N 9 / 0 7