

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6391306号
(P6391306)

(45) 発行日 平成30年9月19日(2018.9.19)

(24) 登録日 平成30年8月31日(2018.8.31)

| | |
|----------------------|----------------|
| (51) Int.Cl. | F 1 |
| G02B 7/34 (2006.01) | GO2B 7/34 |
| G02B 7/28 (2006.01) | GO2B 7/28 |
| G03B 13/36 (2006.01) | GO3B 13/36 |
| H04N 5/232 (2006.01) | H04N 5/232 120 |
| H04N 5/225 (2006.01) | H04N 5/225 300 |

請求項の数 17 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2014-120104 (P2014-120104)
 (22) 出願日 平成26年6月11日 (2014.6.11)
 (65) 公開番号 特開2015-232676 (P2015-232676A)
 (43) 公開日 平成27年12月24日 (2015.12.24)
 審査請求日 平成29年6月7日 (2017.6.7)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100110412
 弁理士 藤元 亮輔
 (74) 代理人 100104628
 弁理士 水本 敦也
 (74) 代理人 100121614
 弁理士 平山 優也
 (72) 発明者 石田 和外
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ャノン株式会社内
 審査官 登丸 久寿

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】撮像装置、撮像装置の制御方法、プログラム、および、記憶媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の面積比率で分割された第1の画素、および、該第1の面積比率とは異なる第2の面積比率で分割された第2の画素を含む撮像素子と、

前記撮像素子の出力信号から得られる、撮影光学系の異なる分割瞳領域を通過した光束に対応する複数の瞳分割信号を用いて、焦点検出を行う焦点検出手段とを有し、

前記焦点検出手段は、前記第1の画素に含まれる1つの分割画素の出力信号と、前記第2の画素に含まれる分割画素のうち、前記1つの分割画素と重複する瞳部分領域を通過した光束を受光し且つ前記1つの分割画素と受光面積が異なる分割画素の出力信号との差分信号を、前記瞳分割信号として用いて焦点検出を行うことを特徴とする撮像装置。

10

【請求項 2】

前記第1の画素および前記第2の画素は、隣接して配置されていることを特徴とする請求項1に記載の撮像装置。

【請求項 3】

前記第1の画素および前記第2の画素は、前記撮像素子の撮像面の中心を基準とした円周方向に沿って配置されていることを特徴とする請求項1または2に記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記第1の画素および前記第2の画素は、前記撮像素子の撮像面の中心を基準として第1の方向に位置する領域において、該第1の方向と直交する第2の方向に沿って配置されていることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の撮像装置。

20

【請求項 5】

前記第1の画素の出力信号と前記第2の画素の出力信号を用いて取得可能な前記瞳分割信号の数が、前記第1の画素の分割数よりも多く且つ前記第2の画素の分割数よりも多いことを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の撮像装置。

【請求項 6】

前記撮像素子は、第3の面積比率で分割された第3の画素を更に含み、前記第1の画素は、前記第1の面積比率が1：3である第1の分割画素および第2の分割画素を有し、

前記第2の画素は、前記第2の面積比率が1：1である第3の分割画素および第4の分割画素を有し、

前記第3の画素は、前記第3の面積比率が3：1である第5の分割画素および第6の分割画素を有する、ことを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の撮像装置。

10

【請求項 7】

前記焦点検出手段は、

前記第1の分割画素の出力信号を第1の瞳分割信号とし、

前記第3の分割画素の出力信号と前記第1の分割画素の出力信号との差分、または、前記第2の分割画素の出力信号と前記第4の分割画素の出力信号との差分を第2の瞳分割信号とし、

前記第4の分割画素の出力信号と前記第6の分割画素の出力信号との差分、または、前記第5の分割画素の出力信号と前記第3の分割画素の出力信号との差分を第3の瞳分割信号とし、

20

前記第6の分割画素の出力信号を第4の瞳分割信号として取得可能に構成されており、

前記第1の瞳分割信号、前記第2の瞳分割信号、前記第3の瞳分割信号、および、前記第4の瞳分割信号の少なくとも二つに基づいて前記焦点検出を行うことを特徴とする請求項6に記載の撮像装置。

【請求項 8】

前記焦点検出手段は、絞り値または瞳位置に応じて選択された、前記第1の瞳分割信号、前記第2の瞳分割信号、前記第3の瞳分割信号、および、前記第4の瞳分割信号の少なくとも二つに基づいて前記焦点検出を行うことを特徴とする請求項7に記載の撮像装置。

30

【請求項 9】

前記焦点検出手段は、

前記絞り値が所定の絞り値以下である場合、前記第1の瞳分割信号および前記第4の瞳分割信号に基づいて前記焦点検出を行い、

前記絞り値が前記所定の絞り値よりも大きい場合、前記第2の瞳分割信号および前記第3の瞳分割信号に基づいて前記焦点検出を行う、ことを特徴とする請求項8に記載の撮像装置。

【請求項 10】

前記焦点検出手段は、

前記瞳位置が所定の瞳位置よりも前記撮像素子に近い場合、前記第1の瞳分割信号および前記第3の瞳分割信号に基づいて前記焦点検出を行い、

40

前記瞳位置が前記所定の瞳位置よりも前記撮像素子から遠い場合、前記第2の瞳分割信号および前記第4の瞳分割信号に基づいて前記焦点検出を行う、ことを特徴とする請求項8または9に記載の撮像装置。

【請求項 11】

前記第1の画素は、前記第1の面積比率が1：3：1である第1の分割画素、第2の分割画素、および、第3の分割画素を有し、

前記第2の画素は、前記第2の面積比率が2：1：2である第4の分割画素、第5の分割画素、および、第6の分割画素を有する、ことを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の撮像装置。

【請求項 12】

50

前記焦点検出手段は、

前記第1の分割画素の出力信号を第1の瞳分割信号とし、

前記第4の分割画素の出力信号と前記第1の分割画素の前記出力信号との差分を第2の瞳分割信号とし、

前記第5の分割画素の出力信号を第3の瞳分割信号とし、

前記第6の分割画素の出力信号と前記第3の分割画素の出力信号との差分を第4の瞳分割信号とし、

前記第3の分割画素の前記出力信号を第5の瞳分割信号として取得可能に構成されており、

前記第1の瞳分割信号、前記第2の瞳分割信号、前記第3の瞳分割信号、前記第4の瞳分割信号、および、前記第5の瞳分割信号の少なくとも二つに基づいて前記焦点検出を行うことを特徴とする請求項1_1に記載の撮像装置。 10

【請求項1_3】

前記焦点検出手段は、絞り値または瞳位置に応じて選択された、前記第1の瞳分割信号、前記第2の瞳分割信号、前記第3の瞳分割信号、前記第4の瞳分割信号、および、前記第5の瞳分割信号の少なくとも二つに基づいて前記焦点検出を行うことを特徴とする請求項1_2に記載の撮像装置。

【請求項1_4】

前記撮像素子は、前記第1の画素および前記第2の画素を含む複数の焦点検出画素と、複数の撮影画素とを有し、 20

前記複数の焦点検出画素は、撮影光学系の互いに異なる瞳領域を通過する光束を受光して像信号を出力し、

前記複数の撮影画素は、前記撮影光学系の同一の瞳領域を通過した光束を受光して像信号を出力する、ことを特徴とする請求項1乃至1_3のいずれか1項に記載の撮像装置。

【請求項1_5】

第1の面積比率で分割された第1の画素、および、該第1の面積比率とは異なる第2の面積比率で分割された第2の画素を含む撮像素子の出力信号から得られる、撮影光学系の異なる分割瞳領域を通過した光束に対応する複数の瞳分割信号を用いて、焦点検出を行う撮像装置の制御方法であって、

前記第1の画素に含まれる1つの分割画素の出力信号と、前記第2の画素に含まれる分割画素のうち、前記1つの分割画素と重複する瞳部分領域を通過した光束を受光し且つ前記1つの分割画素と受光面積が異なる分割画素の出力信号との差分を算出するステップと、 30

前記差分を前記瞳分割信号として用いて前記焦点検出を行うステップと、を有することを特徴とする撮像装置の制御方法。

【請求項1_6】

第1の面積比率で分割された第1の画素、および、該第1の面積比率とは異なる第2の面積比率で分割された第2の画素を含む撮像素子の出力信号から得られる、撮影光学系の異なる分割瞳領域を通過した光束に対応する複数の瞳分割信号を用いて、焦点検出を行うためのプログラムであって、 40

前記第1の画素に含まれる1つの分割画素の出力信号と、前記第2の画素に含まれる分割画素のうち、前記1つの分割画素と重複する瞳部分領域を通過した光束を受光し且つ前記1つの分割画素と受光面積が異なる分割画素の出力信号との差分を算出するステップと、

前記差分を前記瞳分割信号として用いて前記焦点検出を行うステップと、をコンピュータに実行させるように構成されていることを特徴とするプログラム。

【請求項1_7】

請求項1_6に記載のプログラムを記憶していることを特徴とする記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、焦点検出画素を含む撮像素子を備えた撮像装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来から、撮像素子の各画素にマイクロレンズを配置して、瞳分割方式による焦点検出を行う焦点検出装置（撮像装置）が知られている。瞳分割方式では、撮影レンズの有効光束のうち一部の光束を利用して焦点検出を行う。

【0003】

特許文献1には、基線長が互いに異なる複数の焦点検出画素のうち、少なくとも一つの焦点検出画素の相関量に基づいて焦点検出を行う焦点検出装置が開示されている。特許文献2には、一つのマイクロレンズに対応するように複数の分割画素を配置し、撮影レンズの口径情報に応じた分割画素を利用する焦点検出装置が開示されている。10

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献1】特開2005-106994号公報

【特許文献2】特開2007-133087号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

しかしながら、特許文献1の焦点検出装置では、瞳分割を行うためにセンサ上にマスク処理が施されている。このような構成では、マスク処理により遮光されるため、センサに取り込むことのできない光束の割合が高くなり、一部の画素を撮影画素として使用することができない。また、特許文献2の焦点検出装置では、一つのマイクロレンズに対応するように3つ以上の画素が配置されるため、分割画素の数が増加する。このため、各分割画素から電気信号を取り出す回路を密に配置する必要があり、回路が複雑となる。

【0006】

そこで本発明は、簡易に十分な光量を確保可能な、瞳分割方式の焦点検出を行う撮像装置、撮像装置の制御方法、プログラム、および、記憶媒体を提供する。

【課題を解決するための手段】**【0007】**

本発明の一側面としての撮像装置は、第1の面積比率で分割された第1の画素、および、該第1の面積比率とは異なる第2の面積比率で分割された第2の画素を含む撮像素子と、前記撮像素子の出力信号から得られる、撮影光学系の異なる分割瞳領域を通過した光束に対応する複数の瞳分割信号を用いて、焦点検出を行う焦点検出手段とを有し、前記焦点検出手段は、前記第1の画素に含まれる1つの分割画素の出力信号と、前記第2の画素に含まれる分割画素のうち、前記1つの分割画素と重複する瞳部分領域を通過した光束を受光し且つ前記1つの分割画素と受光面積が異なる分割画素の出力信号との差分信号を、前記瞳分割信号として用いて焦点検出を行う。

【0008】

本発明の他の側面としての撮像装置の制御方法は、第1の面積比率で分割された第1の画素、および、該第1の面積比率とは異なる第2の面積比率で分割された第2の画素を含む撮像素子の出力信号から得られる、撮影光学系の異なる分割瞳領域を通過した光束に対応する複数の瞳分割信号を用いて、焦点検出を行う撮像装置の制御方法であって、前記第1の画素に含まれる1つの分割画素の出力信号と、前記第2の画素に含まれる分割画素のうち、前記1つの分割画素と重複する瞳部分領域を通過した光束を受光し且つ前記1つの分割画素と受光面積が異なる分割画素の出力信号との差分を算出するステップと、前記差分を前記瞳分割信号として用いて前記焦点検出を行うステップと、を有する。

【0009】

本発明の他の側面としてのプログラムは、第1の面積比率で分割された第1の画素、お50

より、該第1の面積比率とは異なる第2の面積比率で分割された第2の画素を含む撮像素子の出力信号から得られる、撮影光学系の異なる分割瞳領域を通過した光束に対応する複数の瞳分割信号を用いて、焦点検出を行うためのプログラムであって、前記第1の画素に含まれる1つの分割画素の出力信号と、前記第2の画素に含まれる分割画素のうち、前記1つの分割画素と重複する瞳部分領域を通過した光束を受光し且つ前記1つの分割画素と受光面積が異なる分割画素の出力信号との差分を算出するステップと、前記差分を前記瞳分割信号として用いて前記焦点検出を行うステップと、をコンピュータに実行させるように構成されている。

【0010】

本発明の他の側面としての記憶媒体は、前記プログラムを記憶している。

10

【0011】

本発明の他の目的及び特徴は、以下の実施例において説明される。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、簡易に十分な光量を確保可能な、瞳分割方式の焦点検出を行う撮像装置、撮像装置の制御方法、プログラム、および、記憶媒体を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】実施例1における撮像素子の断面図である。

20

【図2】実施例1における分割画素の断面図である。

【図3】実施例1における分割画素の瞳分割の説明図である。

【図4】比較例としての四分割画素および瞳分割の説明図である。

【図5】実施例1における撮像素子の画素配列図である。

【図6】実施例2における撮像素子の画素配列図である。

【図7】比較例としての五分割画素の説明図である。

【図8】実施例3における分割画素の配列の説明図である。

【図9】実施例4における分割画素の配列の説明図である。

【図10】実施例1における撮像素子の画素配列図である。

【図11】各実施例における撮像装置の構成図である。

【発明を実施するための形態】

30

【0014】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0015】

まず、図11を参照して、本実施形態における撮像装置について説明する。図11は、撮像装置100(撮像システム)の構成図である。撮像装置100は、撮像素子107を備えた撮像装置本体(カメラ本体)と撮影光学系(撮影レンズ)とが一体的に構成されている。ただし本実施形態は、これに限定されるものではなく、撮像装置本体と撮像装置本体に着脱可能なレンズ装置(撮影光学系)とを備えて構成される撮像システムにも適用可能である。

【0016】

40

図11において、101は第1レンズ群である。第1レンズ群101は、撮影光学系(結像光学系)の先端に配置されており、光軸OAの方向(光軸方向)に進退可能に保持されている。102は絞り兼用シャッタである。絞り兼用シャッタ102は、その開口径を調節することにより、撮影時の光量調節を行う。また絞り兼用シャッタ102は、静止画撮影の際に露光秒時調節用シャッタとしての機能を有する。103は撮影光学系を構成する第2レンズ群である。絞り兼用シャッタ102および第2レンズ群103は、一体的に光軸方向に進退し、第1レンズ群101の進退動作との連動により、変倍作用(ズーム機能)をなす。105は撮影光学系を構成する第3レンズ群である。第3レンズ群105は、光軸方向に進退することにより、焦点調節を行う。106は光学的ローパスフィルタである。光学的ローパスフィルタ106は、撮影画像の偽色やモアレを軽減するための光学

50

素子である。

【0017】

107は撮像素子である。撮像素子107は、撮影光学系を介して得られた被写体像（光学像）を光電変換して像信号を出力する。撮像素子107は、C-MOSセンサとその周辺回路とを備えて構成されている。また撮像素子107では、横方向m画素、縦方向n画素の受光ピクセル上に、ベイヤー配列の原色カラー モザイクフィルタがオンチップで形成された2次元单板カラーセンサが用いられている。撮像素子107は、複数の焦点検出画素（焦点検出画素群）および複数の撮影画素（撮影画素群）を備えている。複数の焦点検出画素は、撮影光学系の互いに異なる瞳領域を通過する光束を受光して像信号を出力する。複数の撮影画素は、撮影光学系の同一の瞳領域を通過した光束を受光して像信号を出力する。

【0018】

111はズームアクチュエータである。ズームアクチュエータ111は、不図示のカム筒を回動することにより、第1レンズ群101、第2レンズ群103、および、第3レンズ群105を光軸方向に進退駆動し、変倍操作を行う。112は絞りシャッターアクチュエータである。絞りシャッターアクチュエータ112は、絞り兼用シャッタ102の開口径を制御して撮影光量を調節するとともに、静止画撮影の際に露光時間制御を行う。114はフォーカスアクチュエータである。フォーカスアクチュエータ114は、第3レンズ群105（フォーカスレンズ）を光軸方向に進退駆動して焦点調節を行う。

【0019】

115は、撮影時の被写体照明用の電子フラッシュ（照明手段）である。電子フラッシュ115としては、キセノン管を用いた閃光照明装置が好適であるが、連続発光するLEDを備えた照明装置を用いてもよい。116はAF補助光手段である。AF補助光手段116は、所定の開口パターンを有するマスクの像を、投光レンズを介して被写界に投影し、暗い被写体または低コントラストの被写体に対する焦点検出能力を向上させる。

【0020】

121はCPU（制御装置）である。CPU121は、カメラ本体の種々の制御を司るカメラCPU（カメラ制御部）であり、演算部、ROM、RAM、A/Dコンバータ、D/Aコンバータ、および、通信インターフェイス回路などを有する。CPU121は、ROMに記憶された所定のプログラムに基づいて、カメラ本体の各種回路を駆動し、AF、撮影、画像処理、および、記録などの一連の動作を実行する。また本実施形態において、CPU121は、撮像素子107からの出力信号に基づいて焦点検出を行う焦点検出手段として機能する。焦点検出手段の具体的な動作については後述する。

【0021】

122は電子フラッシュ制御回路である。電子フラッシュ制御回路122は、撮影動作に同期して電子フラッシュ115を点灯制御する。123は補助光駆動回路である。補助光駆動回路123は、焦点検出動作に同期して、AF補助光手段116を点灯制御する。124は撮像素子駆動回路である。撮像素子駆動回路124は、撮像素子107の撮像動作を制御するとともに、撮像素子107から出力された像信号をA/D変換してCPU121に送信する。125は画像処理回路である。画像処理回路125は、撮像素子107から得られた像信号に対して、変換、カラー補間、および、JPEG圧縮などの画像処理を行う。

【0022】

126はフォーカス駆動回路である。フォーカス駆動回路126は、焦点検出結果に基づいてフォーカスアクチュエータ114を駆動制御し、第3レンズ群105を光軸方向に進退駆動して焦点調節を行う。128は絞りシャッタ駆動回路である。絞りシャッタ駆動回路128は、絞りシャッターアクチュエータ112を駆動制御して、絞り兼用シャッタ102の開口を制御する。129はズーム駆動回路である。ズーム駆動回路129は、撮影者のズーム操作に応じてズームアクチュエータ111を駆動する。

【0023】

10

20

30

40

50

131はLCDなどの表示器である。表示器131は、カメラ本体の撮影モードに関する情報、撮影前のプレビュー画像と撮影後の確認用画像、焦点検出時の合焦状態表示画像などを表示する。132は操作スイッチ群である。操作スイッチ群132は、電源スイッチ、レリーズ(撮影トリガ)スイッチ、ズーム操作スイッチ、および、撮影モード選択スイッチなどにより構成される。133は着脱可能なフラッシュメモリである。フラッシュメモリ133は、撮影済み画像を記録する。

【実施例1】

【0024】

次に、本発明の実施例1における撮像素子について説明する。図1は、本実施例における撮像素子107の断面図である。撮像素子107は、複数のマイクロレンズ10および複数の画素(光電変換部)がそれぞれ二次元状に配列されて構成されている。撮像素子107において、一つのマイクロレンズ10と一つの画素12(受光素子である光電変換部)とが互いに対応するように設けられている。10

【0025】

図10は、本実施例における撮像素子107の画素配列図である。図10に示されるように、撮像素子107には、RGBのベイヤー配列を有する複数の画素12(撮影画素)が二次元状に配列されている。また撮像素子107には、RGBの複数の画素のうちの一部の領域において、焦点検出に用いられる複数の分割画素12a、12b、12c(焦点検出画素)が配列されている。図10に示されるように、本実施例の撮像素子107は、互いに異なる種類、すなわち分割比率が互いに異なる3つの分割画素12a、12b、12cを含む。ただし本実施例の撮像素子107は、これに限定されるものではなく、4種類以上の分割画素を含むように構成してもよい。20

【0026】

図2(a)～(c)は、撮像素子107の分割画素12a、12b、12cの断面図である。図2(a)に示されるように、分割画素12aは、通常の撮影画素12を、面積比率1:1の均等割合で分割した二つの分割画素S3、S4である。二つの分割画素S3、S4は、一つのマイクロレンズ10を共有するように構成されている。図2(b)に示されるように、分割画素12bは、通常の撮影画素12を、面積比率1:3の不均等割合で分割した二つの分割画素S1、S2である。二つの分割画素S1、S2は、一つのマイクロレンズ10を共有するように構成されている。図2(c)に示されるように、分割画素12cは、通常の撮影画素12を、面積比率3:1の不均等割合で分割した二つの分割画素S5、S6である。二つの分割画素S5、S6は、一つのマイクロレンズ10を共有するように構成されている。30

【0027】

続いて、図3(a)～(c)を参照して、図2(a)～(c)に示される3種類の分割画素12a、12b、12cに関し、マイクロレンズ10を介して形成される入射瞳について説明する。図3(a)は、撮影画面の中心近辺に配置され、面積比率が均等に分割された画素の入射瞳の概念図である。入射瞳の位置は、マイクロレンズ10のパワー、および、レンズと画素の偏芯により決定される。瞳の光束の分割は、画素の分割に応じて決定されており、画素が均等に分割されている場合、瞳は均等に分割されている。図3(a)においては、分割画素S3、S4の面積比率が1:1(S3:S4=1:1)であるため、瞳上の面積も1:1で分割されている(分割瞳PS3、PS4)。40

【0028】

図3(b)、(c)は、不均等に分割された画素における入射瞳の概念図である。分割された画素が取り込む光束は、均等に分割された画素の場合と同様に、分割された画素の面積に応じて決定される。図3(b)においては、分割画素S1、S2の面積比率が1:3(S1:S2=1:3)であるため、瞳上の面積も1:3で分割されている(分割瞳PS1、PS2)。図3(c)においては、分割画素S5、S6の面積比率が3:1(S5:S6=3:1)であるため、瞳上の面積も3:1で分割されている(分割瞳PS5、PS6)。50

【0029】

本実施例において、不均等に分割された画素（分割画素 S1、S2、S5、S6）は、撮像面上で前述した均等に分割された画素（分割画素 S3、S4）に隣接して配置されている。このため、不均等に分割された画素（分割画素 S1、S2、S5、S6）の入射瞳の位置は、均等に分割された画素（分割画素 S3、S4）の瞳位置と略同一である。なお、均等に分割した画素と不均等に分割した画素とを互いに隣接して配置することができないことにより入射瞳の位置がずれてしまう場合、マイクロレンズ 10 を偏芯させて入射瞳の位置を揃えるように設定することが好ましい。

【0030】

本実施例において、複数の分割画素のうち特定の二つの分割画素の出力値（画素値）の間で差分をとることにより、分割数がそれぞれ 2 分割であるにも関わらず、画素を 4 分割した場合と同様の瞳分割を行うことができる。図 4 (a) は、4 分割画素 A ~ D の平面図である。図 4 (b) は、4 分割画素 A ~ D の瞳分割の説明図であり、各分割画素により分割された瞳（分割瞳 PA ~ PD）を示している。本実施例では、分割画素 S1 ~ S6 の各出力を単独で、または、これらの分割画素のうち二つの分割画素の出力の差分を用いることにより、図 4 に示される瞳分割（分割瞳 PA ~ PD）に対応させることができる。

10

【0031】

図 4 (b) の分割瞳 PA、PD は、A = S1、D = S6 が成立するため、単独の分割画素 S1、S6 の出力により表現可能である。一方、分割瞳 PB、PC は、単独の分割画素の出力では表現することができない。このため本実施例では、分割画素 S1 ~ S6 の出力の差分をとる（B = S3 - S1（または B = S2 - S4）、C = S4 - S6（または C = S5 - S3））ことにより、分割瞳 PB、PC をそれぞれ表現する。

20

【0032】

続いて、図 5 を参照して、分割画素 S1 ~ S6 の画素配列について説明する。図 5 は、分割画素 S1 ~ S6（焦点検出画素）および撮影画素の画素配列図であり、撮像素子 107 に含まれる画素群の一部を拡大して示している。本実施例において、撮影レンズ（撮影光学系）の予定結像面の近傍に配置される撮像素子 107 の画素配列として、ベイヤー配列が採用されている。ベイヤー配列の撮像素子 107 は、R（赤）、G（緑）、B（青）の三種類のフィルタを有し、RGB の 4 つの画素（撮影画素）が規則的に配列されている。これらの撮影画素の中に、焦点検出を行うための分割画素 S1 ~ S6（焦点検出画素）が混在して配置されている。

30

【0033】

本実施例では、図 5 および図 10 に示されるように、ベイヤー配列の基本単位である四つの画素のうち三つの画素として、焦点検出画素（分割画素 12a ~ 12c）を隣接して配置している。図 10 の構成において、焦点検出画素を構成するユニット（一組の分割画素 12a ~ 12c（S1 ~ S6））は、横方向にベイヤー配列 4 単位ごとに間隔をあけて配置され、各分割画素の出力信号を読み出すように構成されている。分割画素 S1 ~ S6 の出力信号は、分割画素 S1 ~ S6 ごとに独立して分割画素ごとに一次元の出力信号となる。そして、撮像装置 100 の CPU121 は、撮影レンズ（撮影光学系）の互いに異なる二つの瞳（二つの分割瞳領域）を介して得られた光学像に対応する出力信号の像ズレ量を相関演算し、撮影レンズのピント位置（デフォーカス量）を算出することができる。

40

【0034】

本実施例において、撮像装置 100 の CPU121 は、撮影レンズの光束状態に応じて、分割画素 S1 ~ S6 の出力または出力の差分を任意に選択することにより、撮影レンズに適した焦点検出を行うことができる。例えば、撮影レンズの Fno（絞り値）が明るい（小さい）場合、基線長の長い分割画素 S1、S6 の出力信号（画素値）に基づいて像ズレの相関演算を行い、撮影レンズのデフォーカス量を算出する。一方、撮影レンズの Fno が暗い（大きい）場合、基線長の短い分割画素 S2、S4 の出力信号の差分「S2 - S4」と、分割画素 S5、S3 の出力信号の差分「S5 - S3」とに基づいて像ズレの相関演算を行い、撮影レンズのデフォーカス量を算出する。

50

【0035】

また、本実施例の撮像装置100は、撮影レンズの射出瞳位置に適した焦点検出を行うこともできる。例えば、撮影レンズの瞳が近い場合、分割画素S1の出力信号および分割画素S4、S6の差分信号「S4-S6」に基づいて像ズレの相関演算を行い、撮影レンズのデフォーカス量を算出する。一方、撮影レンズの瞳が遠い場合、分割画素S3、S1の差分信号「S3-S1」および分割画素S6の出力信号に基づいて像ズレの相関演算を行い、撮影レンズのデフォーカス量を算出する。

【0036】

このように本実施例において、撮像素子107は、第1の面積比率で分割された第1の画素群（例えば、分割画素12b）、および、第1の面積比率とは異なる第2の面積比率で分割された第2の画素群（例えば、分割画素12a）を含む。また、CPU121（焦点検出手段）は、第1の画素群に含まれる第1の画素（例えば、分割画素S1）の出力信号と第2の画素群に含まれる第2の画素（例えば、分割画素S3）の出力信号との差分に基づいて焦点検出を行う。10

【0037】

好ましくは、撮像素子107は、第3の面積比率で分割された第3の画素群（例えば、分割画素12c）を更に含む。第1の画素群は、第1の面積比率が1:3である第1の分割画素（分割画素S1）および第2の分割画素（分割画素S2）を有する。第2の画素群は、第2の面積比率が1:1である第3の分割画素（分割画素S3）および第4の分割画素（分割画素S4）を有する。第3の画素群は、第3の面積比率が3:1である第5の分割画素（分割画素S5）および第6の分割画素（分割画素S6）を有する。20

【0038】

好ましくは、CPU121は、第1の分割画素の出力信号を第1の瞳分割信号（分割瞳PS1からの焦点検出信号）として取得可能である。またCPU121は、第3の分割画素の出力信号と第1の分割画素の出力信号との差分（S3-S1）、または、第2の分割画素の出力信号と第4の分割画素の出力信号との差分（S2-S4）を第2の瞳分割信号（分割瞳PS2からの焦点検出信号）として取得する。またCPU121は、第4の分割画素の出力信号と第6の分割画素の出力信号との差分（S4-S6）、または、第5の分割画素の出力信号と第3の分割画素の出力信号との差分（S5-S3）を第3の瞳分割信号（分割瞳PS3からの焦点検出信号）として取得する。またCPU121は、第6の分割画素の出力信号を第4の瞳分割信号（分割瞳PS4からの焦点検出信号）として取得する。より好ましくは、CPU121は、第1の瞳分割信号、第2の瞳分割信号、第3の瞳分割信号、および、第4の瞳分割信号の少なくとも二つに基づいて焦点検出を行う。30

【0039】

好ましくは、CPU121は、絞り値（F値：Fno）または瞳位置（射出瞳位置）に応じて選択された、第1の瞳分割信号、第2の瞳分割信号、第3の瞳分割信号、および、第4の瞳分割信号の少なくとも二つに基づいて焦点検出を行う。より好ましくは、CPU121は、絞り値が所定の絞り値以下である場合、第1の瞳分割信号および第4の瞳分割信号に基づいて焦点検出を行う。一方、CPU121は、絞り値が所定の絞り値よりも大きい場合、第2の瞳分割信号および第3の瞳分割信号に基づいて焦点検出を行う。また、より好ましくは、CPU121は、瞳位置が所定の瞳位置よりも撮像素子107に近い場合、第1の瞳分割信号および第3の瞳分割信号に基づいて焦点検出を行う。一方、CPU121は、瞳位置が所定の瞳位置よりも撮像素子107から遠い場合、第2の瞳分割信号および第4の瞳分割信号に基づいて焦点検出を行う。40

【0040】

以上のように、本実施例の構成によれば、通常の撮影画素を互いに異なる面積で分割した複数の分割画素の差分信号を利用することにより、多分割による画素回路の複雑化を低減しつつ多分割画素を採用した場合と同様の瞳分割が可能となる。

【実施例2】

【0041】

次に、図6および図7を参照して、本発明の実施例2における撮像素子について説明する。図6は、本実施例における撮像素子の画素配列図である。図7は、比較例としての五分割画素A～Eの平面図である。

【0042】

図6に示されるように、本実施例の撮像素子は、分割画素12d、12eを含む。分割画素12dは、撮影画素を三つに分割した分割画素S1～S3により構成される。分割画素12eは、撮影画素を三つに分割した分割画素S4～S6により構成される。分割画素S1、S3、S5の面積は互いに等しい。分割画素S4、S6の面積は互いに等しく、分割画素S1、S3、S5のそれぞれの二倍の面積を有する。分割画素S2の面積は、分割画素S1、S3、S5のそれぞれの三倍の面積を有する。このように本実施例の焦点検出画素は、撮影画素を三つに分割した三分割画素である。10

【0043】

本実施例のように三分割画素の焦点検出画素を有する場合、図7に示される五分割画素を採用した場合と同様に効果が得られる。すなわち、分割画素S1～S6の出力信号（画素値）を単独で、または、これらの分割画素のうち特定の二つの出力信号を差分して用いると、 $A = S_1$ 、 $B = S_4 - S_1$ 、 $C = S_5$ 、 $D = S_6 - S_3$ 、 $E = S_3$ が成立する。このため本実施例の分割画素S1～S6を利用して、図7に示される分割画素A～Eの出力信号と同等の信号を取得することができる。

【0044】

このように本実施例において、撮像素子107は、第1の面積比率で分割された第1の画素群（例えば、分割画素12d）、および、第1の面積比率とは異なる第2の面積比率で分割された第2の画素群（例えば、分割画素12e）を含む。CPU121（焦点検出手段）は、第1の画素群に含まれる第1の画素（例えば、分割画素S1）の出力信号と第2の画素群に含まれる第2の画素（例えば、分割画素S4）の出力信号との差分に基づいて焦点検出を行う。20

【0045】

好ましくは、第1の画素群は、第1の面積比率が1：3：1である第1の分割画素（分割画素S1）、第2の分割画素（分割画素S2）、および、第3の分割画素（分割画素S3）を有する。第2の画素群は、第2の面積比率が2：1：2である第4の分割画素（分割画素S4）、第5の分割画素（分割画素S5）、および、第6の分割画素（分割画素S6）を有する。30

【0046】

好ましくは、CPU121は、第1の分割画素の出力信号を第1の瞳分割信号として取得する。また、第4の分割画素の出力信号と第1の分割画素の出力信号との差分を第2の瞳分割信号として取得する。また、第5の分割画素の出力信号を第3の瞳分割信号として取得する。また、第6の分割画素の出力信号と第3の分割画素の出力信号との差分を第4の瞳分割信号として取得する。また、第3の分割画素の出力信号を第5の瞳分割信号として取得する。より好ましくは、CPU121は、第1の瞳分割信号、第2の瞳分割信号、第3の瞳分割信号、第4の瞳分割信号、および、第5の瞳分割信号の少なくとも二つに基づいて焦点検出を行う。また、より好ましくは、CPU121は、絞り値または瞳位置に応じて選択された、第1の瞳分割信号、第2の瞳分割信号、第3の瞳分割信号、第4の瞳分割信号、および、第5の瞳分割信号の少なくとも二つに基づいて焦点検出を行う。40

【実施例3】

【0047】

次に、図8を参照して、本発明の実施例3における撮像素子について説明する。図8は、本実施例における撮像素子107の画素配列の説明図であり、撮像素子107の撮像面の中心（撮影レンズの光軸）に対して上下方向の領域1071および左右方向の領域1072における分割画素の配列を示している。

【0048】

本実施例において、差分計算の対象となる分割画素12a～12c（焦点検出画素）は50

、互いに隣接して配置され、かつ、撮像素子 107（撮像面）の同心円方向（撮像面の中心を基準とした円周方向）に沿って（放射状方向と直交するように）配置されている。

【0049】

差分計算の対象となる分割画素 S1 ~ S6 は、撮像面のうち互いに近接した位置であるほうが、略同一の光束であるとみなすことができる。このため、差分計算の対象となる分割画素は互いにより近くなるように配置することが好ましい。より好ましくは、分割画素は互いに隣接して配置されている。また、分割画素が同じ距離だけ異なる場合でも、撮像素子の放射状方向（同心円の径方向）への像高変化による収差の変動よりも、同心円方向への収差の変動のほうが小さい。このため分割画素は、影響のより少ない同心円方向に沿って配置されることが好ましい。このように本実施例において、好ましくは、差分計算を行う分割画素を含む画素群は、同心円方向に沿って、かつ、互いに近接するように配置される。10

【実施例 4】

【0050】

次に、図 9 を参照して、本発明の実施例 4 における撮像素子について説明する。図 9 は、本実施例における撮像素子の画素配列の説明図であり、撮像素子 107 の撮像面の中心（撮影レンズの光軸）に対して対角方向の領域 1073 における分割画素 12f、12g、12h の配列を示している。

【0051】

分割画素 12f は、面積比率が 1 : 1 の分割画素 S31、S41 を有する。分割画素 12g は、面積比率が 3 : 1 の分割画素 S51、S61 を有する。分割画素 12h は、面積比率が 1 : 3 の分割画素 S11、S21 を有する。このように本実施例の分割画素 12f ~ 12h は、実施例 1 の分割画素 12a ~ 12c と同様の面積比率で分割された分割画素を有するが、実施例 1 とは異なり、撮像面の斜め方向（対角方向）に分割されている。20

【0052】

撮像素子 107（撮像面）の角領域（4 隅方向の領域）においては、撮影レンズの光束がヴィニッティング（けられ）により放射方向への余裕が少なくなる場合がある。この場合、同心円方向の光束のほうが放射方向の光束よりも余裕があるため、同心円方向への画素分割が有効である。このため、本実施例の分割画素 S11 ~ S61 は、撮像面の中心に対して対角方向の領域 1703 において同心円方向に沿って配置され、かつ、撮像面の対角方向に分割されて配置されている。このように焦点検出画素は、実施例 3 のように縦方向や横方向だけでなく、斜め方向（対角方向）にも分割することができる。30

【0053】

[その他の実施形態]

本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。すなわち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア（プログラム）を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ（又は CPU や MPU 等）がプログラムを読み出して実行する処理である。この場合、撮像装置の制御方法の手順が記述されたコンピュータで実行可能なプログラムおよびそのプログラムを記憶した記憶媒体は本発明を構成する。40

【0054】

各実施例において、好ましくは、第 1 の画素群および第 2 の画素群は、互いに隣接して配置されている。また好ましくは、第 1 の画素群および第 2 の画素群は、撮像素子 107 の撮像面の中心を基準とした円周方向（同心円方向）に沿って配置されている。また好ましくは、第 1 の画素群および第 2 の画素群は、撮像素子 107 の撮像面の中心を基準として第 1 の方向に位置する領域において、第 1 の方向と直交する第 2 の方向（横方向、縦方向、または、）に沿って配置されている。例えば第 1 の方向が撮像面の中心を基準として縦方向、横方向、または、斜め方向（第 1 の斜め方向）であるとき、第 2 の方向はそれぞれ、横方向、縦方向、または、斜め方向（第 1 の斜め方向と略直交する第 2 の斜め方向）となる。50

【0055】

各実施例の撮像装置（焦点検出装置）によれば、多数の分割画素やマスクを必要とすることなく、撮影レンズに対応する瞳分割を行うことができる。このため各実施例によれば、簡易に十分な光量を確保可能な、瞳分割方式の焦点検出を行う撮像装置、撮像装置の制御方法、プログラム、および、記憶媒体を提供することができる。

【0056】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【符号の説明】

【0057】

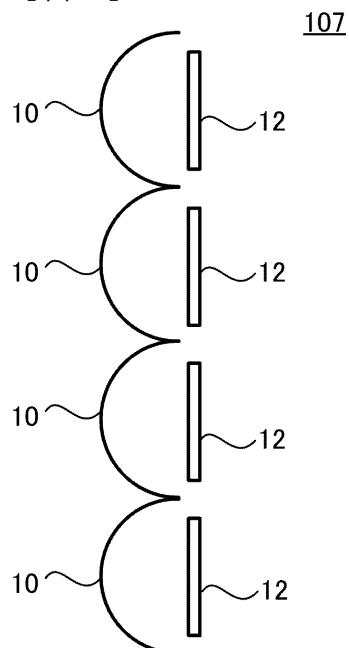
100 撮像装置

107 撮像素子

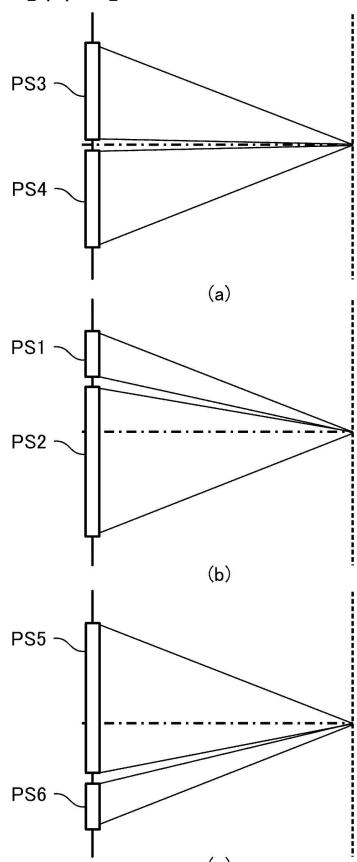
121 C P U (焦点検出手段)

10

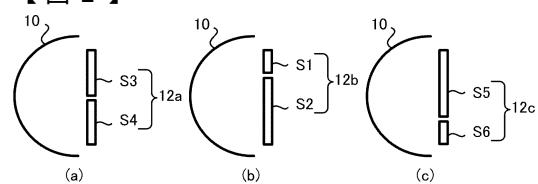
【図1】



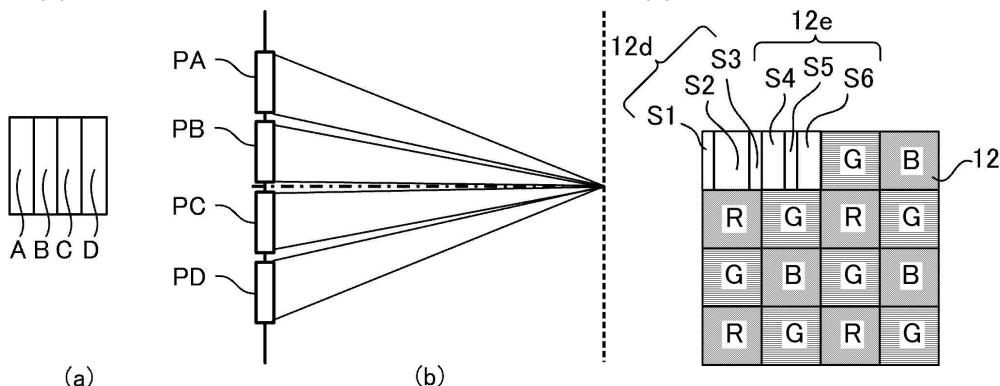
【図3】



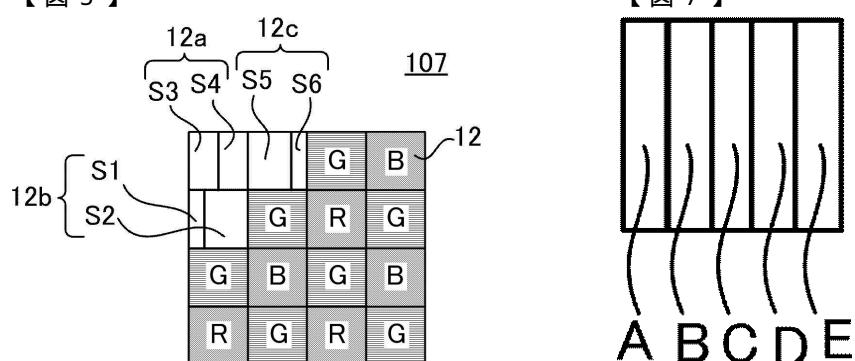
【図2】



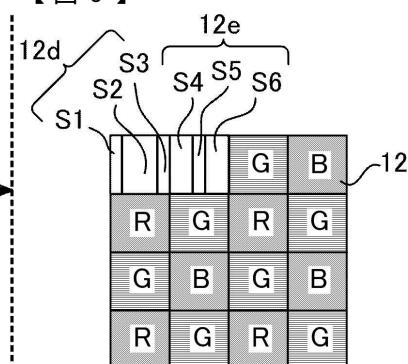
【図4】



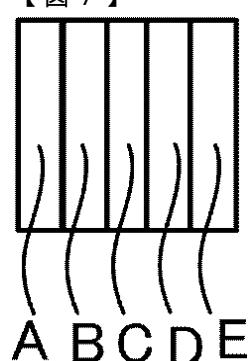
【図5】



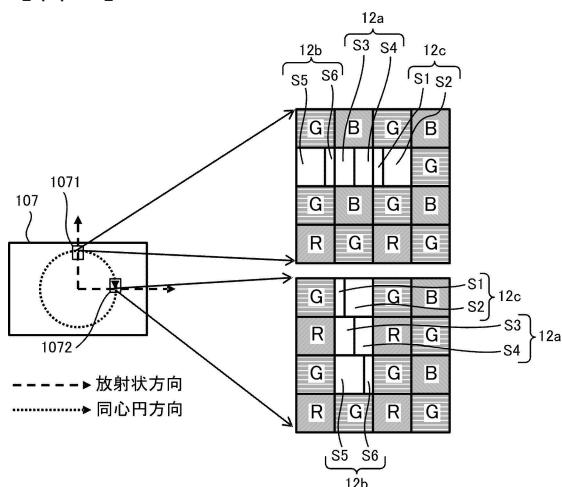
【図6】



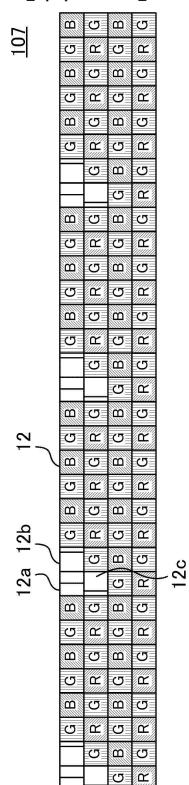
【図7】



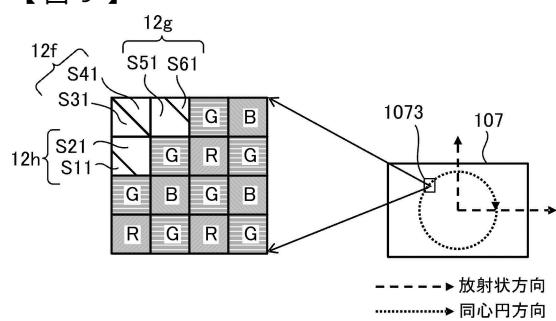
【図8】



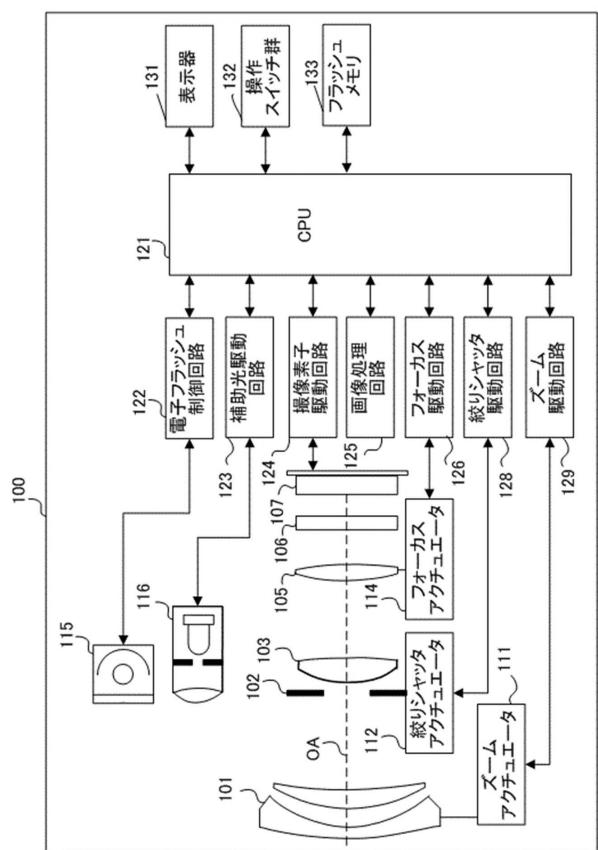
【図10】



【図9】



【図 1 1】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2008-015353(JP,A)
特開2012-235444(JP,A)
特開2007-184840(JP,A)
特開2013-007898(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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