

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6173549号
(P6173549)

(45) 発行日 平成29年8月2日(2017.8.2)

(24) 登録日 平成29年7月14日(2017.7.14)

(51) Int.Cl.	F 1
G02B 7/34 (2006.01)	G02B 7/34
G03B 13/36 (2006.01)	G03B 13/36
G01C 3/06 (2006.01)	G01C 3/06 120P
H04N 5/232 (2006.01)	H04N 5/232 120

請求項の数 16 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2016-197732 (P2016-197732)	(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
(22) 出願日	平成28年10月6日 (2016.10.6)	(74) 代理人	100085006 弁理士 世良 和信
(62) 分割の表示	特願2013-210114 (P2013-210114) の分割	(74) 代理人	100100549 弁理士 川口 嘉之
原出願日	平成25年10月7日 (2013.10.7)	(74) 代理人	100131532 弁理士 坂井 浩一郎
(65) 公開番号	特開2017-21052 (P2017-21052A)	(74) 代理人	100125357 弁理士 中村 剛
(43) 公開日	平成29年1月26日 (2017.1.26)	(74) 代理人	100131392 弁理士 丹羽 武司
審査請求日	平成28年11月1日 (2016.11.1)	(74) 代理人	100155871 弁理士 森廣 亮太
早期審査対象出願			

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像データ処理装置、距離算出装置、撮像装置および画像データ処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

結像光学系の第1の瞳領域を通過する第1の光束に基づく第1の画像データと、前記結像光学系の前記第1の瞳領域と異なり且つ第1の方向に偏心している第2の瞳領域を通過する第2の光束に基づく第2の画像データと、を取得する画像データ取得手段と、

前記第1の方向に沿った前記第1の画像データと前記第2の画像データの少なくとも一部の比である画像データ比を算出する画像データ比算出手段と、

前記画像データ比に基づいて前記第1の方向における補正関数を算出する補正関数算出手段と、

前記補正関数に基づき、前記第1の画像データと前記第2の画像データの少なくとも一方を補正する補正手段と、

を備える、画像データ処理装置。

【請求項 2】

前記画像データ比算出手段は、前記第1の画像データに含まれる第1の部分画像データと前記第2の画像データに含まれる第2の部分画像データとの比を算出し、前記画像データ比を算出する、

請求項1に記載の画像データ処理装置。

【請求項 3】

前記補正関数算出手段は、前記画像データ比に対して微分フィルタを作用させた微分画像データ比の絶対値が所定の第1の閾値以下である位置の前記画像データ比に含まれるデ

ータのみを用いて、前記補正関数を算出する、
請求項1または2に記載の画像データ処理装置。

【請求項4】

前記補正関数はN次関数（Nは自然数）である、
請求項1から3のいずれか1項に記載の画像データ処理装置。

【請求項5】

前記補正関数と前記画像データ比との相関を示す相関度を算出し、
前記相関度が、第2の閾値以上か否かを判別し、
前記補正関数と前記画像データ比との相関度が前記第2の閾値よりも低いと判別された
場合には、次数Nの値をより大きくして前記補正関数算出手段による前記補正関数の算出
を再度行う、
10

請求項4に記載の画像データ処理装置。

【請求項6】

前記補正関数と前記画像データ比との前記相関度が前記第2の閾値よりも低いと判別された場合には、前記相関度の値に応じて前記補正関数の算出を再実行する際の次数Nを設定する、
15

請求項5に記載の画像データ処理装置。

【請求項7】

撮影条件と対応付けて予め定められた既定の補正関数を記憶する補正関数格納手段と、
前記第1の画像データと前記第2の画像データを取得した際の撮影条件を取得する撮影条件
取得手段と、
20

を更に備え、

前記補正手段は、前記撮影条件取得手段によって取得した撮影条件に対応する前記既定の補正関数が前記補正関数格納手段に記憶されている場合には、当該記憶されている補正関数を用いて補正を行い、そうでない場合には、前記補正関数算出手段によって算出された補正関数を用いて補正を行う、
15

請求項1から6のいずれか1項に記載の画像データ処理装置。

【請求項8】

前記第1の瞳領域の面積のほうが前記第2の瞳領域の面積よりも広く、
30

前記第1の瞳領域が前記第2の瞳領域を含んでいる、

請求項1から7のいずれか1項に記載の画像データ処理装置。

【請求項9】

請求項1から7のいずれか1項に記載の画像データ処理装置と、

前記補正手段により補正された画像データを用いて、前記第1の画像データと、前記第2の画像データと、の相対的な位置ズレ量である像ズレ量を算出する距離算出手段と、
25

を備える距離算出装置。

【請求項10】

請求項8に記載の画像データ処理装置と、

前記補正手段により補正された画像データを用いて、前記第2の画像データと、前記第1の画像データと前記第2の画像データとの差分データである第3の画像データと、の相対的な位置ズレ量である像ズレ量を算出する距離算出手段と、
30

を備える距離算出装置。

【請求項11】

前記距離算出手段は、前記像ズレ量に基づき、デフォーカス量又は被写体までの距離を算出する、
35

請求項9または10に記載の距離算出装置。

【請求項12】

結像光学系と、

前記結像光学系の第1の瞳領域を通過する第1の光束に基づく第1の画像データと前記結像光学系の第2の瞳領域を通過する第2の光束に基づく第2の画像データを取得する撮
40

像素子と、

請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の画像データ処理装置、または、請求項 9 から 1 1 のいずれか 1 項に記載の距離算出装置と、
を備える撮像装置。

【請求項 1 3】

前記撮像素子は、前記第 1 の光束を光電変換して前記第 1 の画像データを生成する第 1 の光電変換部と前記第 2 の光束を光電変換して前記第 2 の画像データを生成する第 2 の光電変換部とを備える測距画素と、前記第 1 および第 2 の光束を光電変換して撮影画像データを生成する第 3 の光電変換部を備える撮影画素とを含む、

請求項 1 2 に記載の撮像装置。

10

【請求項 1 4】

前記撮像素子は、前記第 1 の光束を光電変換して前記第 1 の画像データを生成する第 1 の光電変換部を備える第 1 の測距画素と、前記第 2 の光束を光電変換して前記第 2 の画像データを生成する第 2 の光電変換部を備える第 2 の測距画素と、前記第 1 および第 2 の光束を光電変換して撮影画像データを生成する第 3 の光電変換部を備える撮影画素とを含む、

請求項 1 2 に記載の撮像装置。

【請求項 1 5】

結像光学系の第 1 の瞳領域を通過する第 1 の光束に基づく第 1 の画像データと、前記結像光学系の前記第 1 の瞳領域と異なり且つ第 1 の方向に偏心している第 2 の瞳領域を通過する第 2 の光束に基づく第 2 の画像データと、を取得する画像データ取得工程と、

20

前記第 1 の方向に沿った前記第 1 の画像データと前記第 2 の画像データの少なくとも一部の比である画像データ比を算出する画像データ比算出工程と、

前記画像データ比に基づいて前記第 1 の方向における補正関数を算出する補正関数算出工程と、

前記補正関数に基づき、前記第 1 の画像データと前記第 2 の画像データの少なくとも一方を補正する補正工程と、

を含む、画像データ処理方法。

【請求項 1 6】

請求項 1 5 に記載の画像データ処理方法の各ステップをコンピュータに実行させるためのコンピュータプログラム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、画像データ処理装置、距離算出装置、撮像装置および画像データ処理方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラにおいて、撮像素子の一部あるいは全部の画素に測距機能を有する画素（以下、「測距画素」ともいう。）を配置し、位相差方式で被写体までの距離を検出するようにした固体撮像素子が特許文献 1 に提案されている。測距画素は、複数の光電変換部を備え、撮影レンズの瞳上の異なる領域を通過した光束が、異なる光電変換部に導かれるように構成される。

40

【0 0 0 3】

各測距画素に含まれる光電変換部により生成された電気信号により、異なる瞳領域を通過した光束により生成される光像（以下、それぞれ「A 像」、「B 像」ともいい、両像をまとめて「A B 像」ともいう。）に基づく画像データ（以降、A 像に基づく画像を A 画像、B 像に基づく画像を B 画像と呼ぶ。）を取得する。この A 画像と B 画像の相対的な位置ズレ量である像ズレ量（視差ともいう）を算出する。

【0 0 0 4】

50

像ズレ量の算出には、テンプレートマッチングと呼ばれる領域ベースの対応点探索技術が多く用いられる。テンプレートマッチングでは、A画像またはB画像を基準画像として設定し、基準画像とは異なる他方の画像を参照画像として設定する。基準画像上に、注目点を中心とする基準領域（基準ウィンドウともいう）を設定すると共に、参照画像上にて注目点と対応する参照点に対しても参照領域（参照ウィンドウともいう）を設定する。参照点を順次移動させながら、基準領域内の画像と参照領域内の画像の相関が最も高くなる参照点を探索し、注目点と参照点の相対的な位置ズレ量を用いて像ズレ量の算出を行う。一般に、探索領域のサイズを小さくすると、局所演算に起因する像ズレ量の算出誤差が発生するため、比較的大きな領域サイズ（例えば、9画素×9画素など）が用いられている。

10

【0005】

この像ズレ量を、変換係数を介してデフォーカス量に変換することで、被写体までの距離を算出できる。これによると、従来のコントラスト方式とは異なり、距離を測定するためにレンズを動かす必要が無いため、高速高精度な測距が可能となる。

【0006】

ここで、測定の際の距離精度は、像ズレ量を正確に求めることで向上する。像ズレ量の誤差が発生する要因として、光量バランスの崩れが挙げられる。光量バランスの崩れとは、撮影レンズのレンズ枠などによる光束のケラレや測距画素感度の角度特性などにより、A像とB像の光量比が像高に応じて変化する現象である。

【0007】

特許文献2では、撮影レンズ及び像素子を組み立てた後に均一照明を与えることで、A像とB像の光量比が一定になる補正係数を算出し、像ズレ量算出時にこの補正係数を用いて画像データを補正する方法が提案されている。

20

【0008】

また、特許文献3では、光量バランスの崩れを、A像とB像の光量比を考慮した相互相関演算を行うことで補正する方法が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特許第4027113号公報

30

【特許文献2】特開平2-181108号公報

【特許文献3】特開2009-258231号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

特許文献2にて開示された焦点検出方法では、結像光学系及び像素子を組み立てた後に補正係数を計測するため、製造誤差の影響を受けることなくA像とB像の光量比を補正し、像ズレ量の算出誤差を低減させることができる。

【0011】

しかし、近年のデジタルカメラには光学式手ぶれ補正機能が搭載され、撮影レンズの光軸が、補正係数算出時と実際の撮影時とで異なる可能性がある。すなわち、予め取得した補正係数を用いる場合には、必ずしもA像とB像の光量バランスの崩れを良好に補正できるとは限らず、像ズレ量の算出精度が低下する恐れがある。また、撮影レンズと像素子を組み立てた後に補正係数を算出することは、調整工程が増えるために、製造コストが高くなる恐れもある。

40

【0012】

特許文献3にて開示された焦点検出方法では、探索領域内の画像と参照領域内の画像の相関度を算出する際に、A像とB像の光量比を考慮することにより光量バランスの崩れを補正し、像ズレ量の算出誤差を低減させることで測距精度を向上させている。

【0013】

50

テンプレートマッチングにおいては、隣接する注目点間にて、設定される基準領域の範囲に重複領域が存在する。特許文献3にて開示された焦点検出方法では、相関度の算出毎にA像とB像の光量バランスの崩れを補正しているために、重複領域において光量比の補正を複数回行うことになり、従来の相関度算出に比べて演算量が多くなる。演算量の増加は、処理時間の増大や演算回路の大規模化による高コスト化の恐れがある。また、基準領域内に含まれるA像とB像のみを考慮して光量バランスの崩れを補正しているため、光ショットノイズなどに代表されるノイズの影響により、精度良く光量バランスを補正できない恐れがある。

【0014】

そこで本発明は、少ない演算量にて、A像とB像の光量バランスの崩れを補正することを目的とする。 10

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明に係る画像データ処理装置は、結像光学系の第1の瞳領域を通過する第1の光束に基づく第1の画像データと、前記結像光学系の前記第1の瞳領域と異なり且つ第1の方向に偏心している第2の瞳領域を通過する第2の光束に基づく第2の画像データと、を取得する画像データ取得手段と、前記第1の方向に沿った前記第1の画像データと前記第2の画像データの少なくとも一部の比である画像データ比を算出する画像データ比算出手段と、前記画像データ比に基づいて前記第1の方向における補正関数を算出する補正関数算出手段と、前記補正関数に基づき、前記第1の画像データと前記第2の画像データの少なくとも一方を補正する補正手段と、を備える。 20

【0016】

本発明に係る画像データ処理方法は、結像光学系の第1の瞳領域を通過する第1の光束に基づく第1の画像データと、前記結像光学系の前記第1の瞳領域と異なり且つ第1の方向に偏心している第2の瞳領域を通過する第2の光束に基づく第2の画像データと、を取得する画像データ取得工程と、前記第1の方向に沿った前記第1の画像データと前記第2の画像データの少なくとも一部の比である画像データ比を算出する画像データ比算出工程と、前記画像データ比に基づいて前記第1の方向における補正関数を算出する補正関数算出工程と、前記補正関数に基づき、前記第1の画像データと前記第2の画像データの少なくとも一方を補正する補正工程と、を含む。 30

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、少ない演算量にて、像ズレ量を高精度に算出することができ、高精度な距離算出が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】実施形態1に係るデジタルカメラの構成図

【図2】実施形態1における光電変換部が受光する光束を説明する図

【図3】実施形態1における距離算出手順のフローチャート

【図4】実施形態1における像ズレ量の算出方法を説明する図

【図5】実施形態1における変換係数の算出方法を説明する図

【図6】光電変換部の受光光量を説明する図

【図7】実施形態1における光量バランス補正処理のフローチャート

【図8】実施形態1における光量バランス補正処理を説明する図

【図9】実施形態1の変形例に係る光量バランス補正処理のフローチャート

【図10】実施形態1の変形例に係る光量バランス補正処理のフローチャート

【図11】実施形態1の変形例に係る光量バランス補正処理のフローチャート

【図12】実施形態1の変形例に係る撮像素子の構成図

【図13】実施形態2に係るデジタルカメラの構成図

【図14】実施形態2における光量バランス補正処理のフローチャート

10

20

30

40

50

【図15】デジタルカメラの動作例を示すフローチャート

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下の説明では、本発明の距離算出装置を備えた撮像装置の一例として、デジタルカメラを用いて説明するが、本発明の適用はこれに限定されるものではない。例えば、本発明の距離算出装置はデジタル距離計測器などにも適用することができる。

【0020】

尚、図を参照した説明においては、図番は異なっても原則として同一部位を示す部位には、同一の符号を付すこととし、なるべく重複した説明は避ける。

【0021】

10

【第1の実施形態】

以下、図を参照しながら本発明の第一の実施形態について詳細に説明する。

【0022】

<デジタルカメラの構成>

図1(A)は、本実施形態にかかるデジタルカメラ100の構成を示す図である。デジタルカメラ100は、結像光学系120、撮像素子101、距離算出部102、画像生成部(不図示)、レンズ駆動制御部(不図示)が、カメラ筐体130の内部に配置されて構成される。距離算出装置110は、結像光学系120、撮像素子101、距離算出部102から構成される。距離算出部102は論理回路を用いて構成することができる。距離算出部102の別の形態として中央演算処理装置(CPU)と演算処理プログラムを格納するメモリとから構成してもよい。

20

【0023】

結像光学系120は、デジタルカメラ100の撮影レンズであり、被写体の像を撮像面である撮像素子101に形成する機能を有する。結像光学系120は複数のレンズ群(不図示)、絞り(不図示)、光学式手ぶれ補正機構(不図示)から構成され、撮像素子101から所定距離離れた位置に射出瞳103を有する。光学式手ぶれ補正機構は、ジャイロ機構を備えた補正レンズから構成され、手ぶれを打ち消す方向に補正レンズを動作させることで、光軸のぶれを補正している。尚、図1(A)中の140は結像光学系120の光軸である。本実施形態ではz軸を光軸140と平行とする。さらに、x軸とy軸は互いに垂直であり、且つ光軸140と垂直とする。

30

【0024】

ここで、このデジタルカメラ100の動作例について説明しておく。ただし、以下は、あくまで一例であり本発明を限定するものではない。図15はデジタルカメラ100のメイン電源が入り、シャッターボタン(不図示)が所謂半押しされた後の動作フローを説明する図である。まず、ステップ1501にて結像光学系120の情報(焦点距離、絞り値など)を読み出し、メモリ部(不図示)に保存する。次に、ステップ1502、1503、1504の処理を行い、焦点調節を行う。すなわち、ステップ1502では、撮像素子101から出力される画像データに基づき、図3を用いて後述する被写体距離算出手順を用いてデフォーカス量を算出する。ステップ1503では、算出したデフォーカス量に基づき、結像光学系120が合焦状態かどうか判別する。合焦していない場合は、ステップ1504にて、レンズ駆動制御部によりデフォーカス量に基づき結像光学系120を合焦位置へ駆動したのち、ステップ1502へ戻る。ステップ1503にて合焦していると判定された場合は、ステップ1505にて、シャッターボタン(不図示)の操作によりシャッターがリリーズ(所謂全押し)されたか否かの判定を行う。リリーズされていないと判定された場合は、ステップ1502へ戻り、上述の処理を繰り返す。ステップ1505にてシャッターがリリーズされたと判定された場合には、撮像素子101から画像データを読み出し、メモリ部(不図示)に保存する。メモリ部に保存された画像データに現像処理を施すことで、観賞用画像を生成することができる。また、メモリ部に保存された画像データに、図3を用いて後述する被写体距離算出手順を適用することで、観賞用画像と対応した被写体距離画像(被写体距離分布)を生成することができる。

40

50

【0025】

<撮像素子の構成>

撮像素子101はC M O S (相補型金属酸化膜半導体)やC C D (電荷結合素子)から構成される。結像光学系120を介して撮像素子101上に結像した被写体像は、撮像素子101により光電変換され、被写体像に基づく画像データを生成する。以下、本実施形態の撮像素子101について、図1(B)を用いてより詳細に説明する。

【0026】

図1(B)は、撮像素子101のx y断面図である。撮像素子101は、2行×2列の画素群150を複数配列することで構成される。画素群150は、対角方向に緑画素150G1及び150G2、他の2画素に赤画素150R及び青画素150Bが配置され、構成されている。

【0027】

<距離計測の原理説明>

本実施形態の画素群150を構成する各画素は、画素中の受光層(図2中の203)にx y断面にて対称な断面形状を有する2つの光電変換部(161:第1の光電変換部、162:第2の光電変換部)が並置されている。撮像素子101内の第1の光電変換部及び第2の光電変換部が受光する光束について、図2を用いて説明する。

【0028】

図2は、結像光学系120の射出瞳103と、撮像素子101中に配置される画素の代表例として緑画素150G1についてのみ示した概略図である。図2に示した画素150G1は、カラーフィルタ201、マイクロレンズ202、受光層203から構成され、受光層203内に第1の光電変換部161と第2の光電変換部162が含まれている。マイクロレンズ202は、射出瞳103と受光層203が共役関係になるように配置されている。その結果、図2に示すように、射出瞳103内の第1の瞳領域261を通過した光束210は第1の光電変換部161に入射し、第2の瞳領域262を通過した光束220は第2の光電変換部162に入射する。

【0029】

各画素に設けられる複数の第1の光電変換部161は、受光した光束を光電変換して第1の画像データを生成する。また同様に、各画素に設けられる複数の第2の光電変換部162は、受光した光束を光電変換して第2の画像データを生成する。第1の画像データから第1の瞳領域を主に通過した光束が撮像素子101上に形成する像(A像)の強度分布を得ることができ、第2の画像データから第2の瞳領域を主に通過した光束が撮像素子101上に形成する像(B像)の強度分布を得ることができる。従って、第1の画像データと第2画像データの相対的な位置ズレ量は、A像とB像の像ズレ量となる。この像ズレ量を後述の手法により算出し、変換係数を介して像ズレ量をデフォーカス量に変換することで、被写体までの距離を算出することができる。

【0030】

<距離算出手順の説明>

以下、本実施形態の距離算出部102が行う距離算出手順について、図3を参照しながら詳細に説明する。

【0031】

ステップS1では、撮像素子101によって第1の画像データ及び第2の画像データを取得し、距離算出部102に伝送する(画像取得処理)。

【0032】

ステップS2では、第1の画像データと第2の画像データに基づき、光量バランスの崩れを補正する光量バランス補正処理を行う。ステップS2における光量バランス補正処理については、図7を用いて後述する。

【0033】

ステップS3では、第1の画像データと第2の画像データに基づき、像ズレ量の算出を行う。像ズレ量の算出方法について、図4を用いて説明する。図4は像ズレ量の算出方法

10

20

30

40

50

を説明する図であり、第1の画像データ401、第2の画像データ402、撮影被写体400を示している。第1の画像データに対して、注目点410を設定し、注目点410を中心に基準領域420を設定する。一方、第2の画像データに対して、注目点410と対応する位置に参照点411を設定し、参照点411を中心に参照領域421を設定する。参照点411を所定の像ズレ量探索範囲内で順次移動させながら、基準領域420内の第1の画像データと参照領域421内の第2の画像データの相関値を算出し、最も相関の高い参照点411を注目点410の対応点とする。像ズレ量探索範囲は、距離算出を行いたい最大距離と最小距離から決めればよい。例えば最大距離は無限遠と設定し、最小距離は結像光学系120の最小撮影距離と設定し、最大距離と最小距離からそれぞれ求まる最大像ズレ量と最小像ズレ量の範囲を像ズレ量探索範囲とすればよい。注目点410と対応点間の相対的な位置シフト量が像ズレ量となる。注目点410を順次移動させながら対応点の探索を行うことで、第1の画像データ内の各データ位置（各画素位置）における像ズレ量を算出することができる。相関値の算出方法は公知の手法を用いることができ、例えば、基準領域内の各画素データと参照領域内の各画素データの差の2乗和を評価値とするSSDと呼ばれる手法を用いることができる。

【0034】

ステップS4では、変換係数を介して像ズレ量を像側デフォーカス量に変換している（デフォーカス量算出処理）。変換係数の算出方法について図5を用いて説明する。図5（A）は、画素における受光感度の入射角度依存性を示している。横軸は画素へ入射する光の入射角度（xz面に射影した光線とz軸とが成す角度）、縦軸は受光感度を示している。実線501は、第1の光電変換部161の受光感度を示し、破線502は、第2の光電変換部162の受光感度を示している。この受光感度を、射出瞳103に投影し、射出瞳103上の受光感度分布として表現したのが図5（B）である。色が濃くなるほど受光感度が高いことを示している。図5（B）には、第1の光電変換部の受光感度分布の重心位置511と、第2の光電変換部の受光感度分布の重心位置512が示されている。重心位置511と重心位置512間の距離513は基線長と呼ばれ、像ズレ量を像側デフォーカス量に変換するための変換係数として用いられる。像ズレ量をr、基線長をw、撮像素子101から射出瞳103までの瞳距離をLとしたとき像側デフォーカス量Lは、数式1を用いて像ズレ量を像側デフォーカス量に変換することができる。

【数1】

$$\Delta L = \frac{r \cdot L}{w - r} \quad \dots \quad (\text{数式1})$$

なお、数式1以外の方法を用いて像ズレ量を像側デフォーカス量に変換してもよい。例えば、数式1にて基線長wが像ズレ量rに比べて十分大きいとの仮定に基づき、数式2によりゲイン値Gainを算出し、数式3に基づき像ズレ量を像側デフォーカス量に変換してもよい。

【数2】

$$Gain = \frac{L}{w} \quad \dots \quad (\text{数式2})$$

【数3】

$$\Delta L = Gain \cdot r \quad \dots \quad (\text{数式3})$$

数式3を用いることで像ズレ量から像側デフォーカス量への変換を容易に行うことができ、被写体距離の算出に係る演算量を削減することができる。また、像ズレ量から像側デフォーカス量への変換に、変換用のルックアップテーブルを用いてもよい。この場合にも

10

20

30

40

50

、被写体距離の算出に係る演算量を削減することができる。

【0035】

なお、図2において、第1の瞳領域261はxが負の領域とし、第2の瞳領域262はxが正の領域とし、完全に分離した領域であるものとして説明した。しかしながら、実際には受光層203に到達する光は、光の回折現象により一定の拡がりを有するため、図5(B)に受光感度分布を示すように第1の瞳領域261と第2の瞳領域262は重複した領域を有することになる。本実施形態においては、便宜的に第1の瞳領域261と第2の瞳領域262を明確に区分した形で説明する。

【0036】

ステップS5では、ステップS4にて算出した像側デフォーカス量を、結像光学系の結像関係に基づき被写体距離への変換を行う(被写体距離算出処理)。なお、被写体距離への変換は、他の手法によって行っててもよい。例えば、像側のデフォーカス量を物体側のデフォーカス量に変換し、結像光学系120の焦点距離に基づき算出される物体側のピント位置と物体側のデフォーカス量の和により被写体までの距離を算出してもよい。物体側のデフォーカス量は、像側のデフォーカス量と結像光学系120の縦倍率を用いて算出できる。

10

【0037】

本実施形態の距離算出手順では、ステップS4にて像ズレ量を像側のデフォーカス量に変換した後、ステップS5にて像側のデフォーカス量を被写体距離に変換している。しかし、前述の通り、像側のデフォーカス量と物体側のデフォーカス量または像側のデフォーカス量と被写体距離は、結像光学系120の結像関係を用いて変換可能である。従って、本実施形態のステップS4及び/またはステップS5を用いず、像ズレ量を直接物体側デフォーカス量または被写体距離へ変換しても構わない。いずれの場合においても、像ズレ量を正確に算出することで、精度良くデフォーカス量(像側及び/または物体側)や被写体距離を算出することができる。

20

【0038】

なお、本実施形態中では、ステップS5により像側のデフォーカス量を被写体距離に変換しているが、必ずしもステップS5を行う必要は無く、ステップS4にて距離算出手順を終了しても構わない。観賞用画像中の被写体のボケ量は像側のデフォーカス量に依存し、像側のデフォーカス量が大きい被写体ほど、よりボケた画像が撮影される。このような画像に対して画像処理によってピント位置を調整するリフォーカス処理では、被写体距離への変換を行う必要はなく、像側のデフォーカス量があれば十分である。

30

【0039】

<光量バランスの崩れが発生する要因>

次に、光量バランスの崩れが発生する要因について説明する。

【0040】

第1の光電変換部161が受光する光量1と、第2の光電変換部162が受光する光量2は、結像光学系120のヴィネッティング(口径蝕)により像高に依存して変化し、一般に撮像素子101の周辺領域ほど受光光量は低下する。図6(A)は、第1の光電変換部161が受光する光束と第2の光電変換部162が受光する光束のヴィネッティングを説明するための図である。第1の光電変換部161は、結像光学系120の射出瞳103上の第1の瞳領域261を通過した光束を受光し、第2の光電変換部162は、結像光学系120の射出瞳103上の第2の瞳領域262を通過した光束を受光する。

40

【0041】

中心像高601に位置する第1の光電変換部161と第2の光電変換部162が受光する光束621と光束622に対しては、光軸140に対して対称にヴィネッティングが発生する。したがって、光量1と光量2の比は1になる(光量バランスの崩れは生じない)。

【0042】

これに対し、周辺像高602に位置する第1の光電変換部161と第2の光電変換部1

50

62が受光する光束631と光束632に対しては、有効絞り610により光軸140に対して非対称にヴィネッティングが発生する。したがって、光量1と光量2の比が1とはならない（光量バランスの崩れが生じる）。

【0043】

また、光量バランスの崩れは、第1の光電変換部161と第2の光電変換部162が図5（A）に示すように入射角度依存性の高い感度特性を有することによっても発生する。図6（B）は、図5（A）と同様に画素の受光感度入射角度特性を示しており、中心像高601と周辺像高602が受光する光束の角度範囲を説明するための図である。

【0044】

中心像高601においては、光束621と光束622から構成される光束の主光線は、光軸と平行であるため、第1の光電変換部161と第2の光電変換部162は角度範囲603の光束を受光する。角度範囲603内では、第1の光電変換部161の受光感度を示す実線501の積分値（角度範囲603内の積分値）と第2の光電変換部162の受光感度を示す破線502の積分値（角度範囲603内の積分値）の比は1となる。すなわち、光量バランスの崩れは発生しない。

【0045】

これに対し、周辺像高602においては、光束631と光束632から構成される光束の主光線は、光軸とは平行とならず、第1の光電変換部161と第2の光電変換部162は角度範囲604の光束を受光する。角度範囲604内では、第1の光電変換部161の受光感度を示す実線501の積分値（角度範囲604内の積分値）と第2の光電変換部162の受光感度を示す破線502の積分値（角度範囲604内の積分値）の比は1とはならない。すなわち、光量バランスの崩れが生じる。

【0046】

本実施形態のデジタルカメラ100においては、結像光学系120のヴィネッティングと光電変換部の入射角度依存性との影響により、周辺像高において光量1と光量2の比が1とはならない光量バランスの崩れが発生する。

【0047】

ステップS3の像ズレ量の算出処理においては、基準領域420と参照領域421間の相関（すなわち類似度）を評価しているため、光量バランスが崩れた場合には、誤った参照点411にて相関が高いと判定し、算出される像ズレ量に誤差が生じてしまう。

【0048】

<光量バランス補正処理についての詳細説明>

以降、第1の画像データと第2の画像データの光量バランスの崩れを補正する処理（光量バランス補正処理）について、図7及び図8を参照しながら詳細に説明する。図7は本実施形態における光量バランス補正処理のフローチャートであり、図8は本実施形態における光量バランス補正処理を説明する図である。

【0049】

ステップS2-1では、第1の画像データから第1の部分画像データを抽出し、第2の画像データから第2の部分画像データを抽出する処理を行う。図8（A）に示すように、第1の画像データ801から第1のデータ範囲821に含まれる第1の画像データを抽出し、第1の部分画像データ811とする。同様に、第2の画像データ802から第2のデータ範囲822に含まれる第2の画像データを抽出し、第2の部分画像データ812とする。第2のデータ範囲は、第1の画像データ内の第1のデータ範囲と対応する位置（第1の画像データ内の第1のデータ範囲の位置と、第2の画像データ内の第2のデータ範囲の位置は、相対的に同じ位置）に設定する。図8（B）は、光量バランスの崩れが生じないときの第1の画像データを第1の参考画像データ（実線803）として示し、光量バランスの崩れが生じないときの第2の画像データを第2の参考画像データ（破線804）として示している。なお、横軸はx方向の像高（画素位置）を示し、図8（A）中の一部の範囲830についてのみ示している。図8（B）においては、光量バランスの崩れが無いため、第1の参考画像データと第2の参考画像データは、x方向に相対的に位置がシフトし

10

20

30

40

50

た画像データとなっている。一方、図8(C)には、図8(A)中の範囲830に含まれる第1の部分画像データと第2の部分画像データを示す。図8(B)と図8(C)の比較から、光量バランスの崩れにより、第1の部分画像データのデータ値が低下していることが分かる。光量バランスの崩れを補正せずに、ステップS3の像ズレ量算出処理を行うと、誤った参照点にて相関が高いと判定し、算出される像ズレ量に誤差が生じることになる。

【0050】

本実施形態では、第1のデータ範囲821を第1の画像データ801の一部範囲に限定しているが、第1のデータ範囲821を第1の画像データ801の全域に設定しても構わない。望ましくは、第1のデータ範囲821を第1の画像データ801の全域にすることで、後述のステップS2-3における補正関数の算出に用いるデータ数を多くすることができ、近似誤差を低減することができる。

10

【0051】

ステップS2-2では、第1の部分画像データと第2の部分画像データの比である画像データ比の算出をする処理(画像データ比算出処理)を行う。第1の部分画像データをPimg1(xp, yp)、第2の部分画像データをPimg2(xp, yp)、画像データ比をRimg(xp, yp)としたとき、画像データ比Rimgは、数式4に従い算出することができる。

【数4】

$$Rimg(xp, yp) = \frac{Pimg1(xp, yp)}{Pimg2(xp, yp)} \quad \dots \quad (\text{数式4})$$

20

なお、xpは部分画像データ中のx方向と対応する方向の座標値を示し、ypは部分画像データ中のy方向と対応する方向の座標値を示している。

【0052】

ステップS2-3では、画像データ比Rimgを近似した補正関数Fnの算出処理を行う。本実施形態では、最小二乗法により補正関数Fnを算出する。すなわち、像高(xおよび/またはy)を変数とするN次多項式(N次関数)の係数を最小二乗近似により算出し、これらの係数を有し像高(画素位置)を変数とするN次関数で表される補正関数Fnを採用する。なお、補正関数Fnの算出は最小二乗法以外にもスプライン法を用いることもできる。また、Nは1以上の自然数であれば任意の値で構わない。Nの値を大きくするほど補正関数算出処理の計算量が多くなるので、必要な精度と計算量とを比較して適切なNを採用すればよい。N=5でも十分な精度の光量バランスの補正が行えるので、Nとしては5以下の自然数を採用するようにしてもよい。なお、画像データ比Rimgは奇関数となるので、Nとして奇数の自然数を採用することが計算量の観点から好ましい。

30

【0053】

より具体的にN=1とした時を例に説明する。本実施形態の撮像素子101では、第1の光電変換部161と第2の光電変換部162がx方向に並置されている。従って、本実施形態の距離算出装置110においては、A像(第1の画像データを構成する被写体像)とB像(第2の画像データを構成する被写体像)の相対的な位置ズレ(像ズレ)はx方向に発生する。以上を考慮すると、光量バランスの崩れはx方向に主として発生する。従って、本実施形態においては補正関数Fnをx方向の関数として数式5のように表わせる。

40

【数5】

$$Fn(x, y) = a(y)x + b(y) \quad \dots \quad (\text{数式5})$$

RimgとFnの差分二乗和が最小となるように、a(y)とb(y)を、y座標毎に算出すればよい。また、係数a(y)とb(y)をy座標毎に算出するのではなく、y座標に依存しない定数として算出しても構わない。

50

【0054】

補正関数の別の形態としては、補正関数 F_n を x 方向と y 方向の関数として表しても構わない。例えば補正関数を3次関数で表現する場合には、数式6のように表し、各係数を公知の最小二乗法を用いて算出すればよい。なお、この場合も、補正関数 F_n を y 座標に依存しない形式で算出しても構わない。

【数6】

$$Fn(x, y) = a_1x^3 + a_2x^2y + a_3xy^2 + a_4y^3 + b_1x^2 + b_2xy + b_3y^2 + c_1x + c_2y + d \quad \dots \quad (\text{数式6})$$

最小二乗法の手法としては公知の手法を用いることができ、例えばQR分解法や特異値分解を用いることができる。また、光ショットノイズ等のノイズの影響を低減するために、画像データ比 R_{img} に公知の平滑化フィルタを施してから補正関数 F_n を算出しても構わない。平滑化フィルタとしては、移動平均フィルタやガウシアンフィルタを用いることができる。

【0055】

図8(D)はステップS2-2及びステップS2-3を説明するための図である。図8(D)中の実線831は、数式4に従い算出した範囲830内の画像データ比 R_{img} を示しており、破線841は $N = 3$ としてステップS2-3にて算出した範囲830内の補正関数 F_n である。なお、横軸は x 方向の像高である。画像データ比はバラつきを持ったデータ列となるが、画像データ比を N 次関数で近似することで、バラつきの影響を低減した補正関数を得ることができる。

【0056】

ステップS2-4では、補正関数 F_n を用いて第1の画像データを補正する処理を行う。第1の補正画像データは、補正関数 F_n を用いて第1の画像データを補正した画像データであり、以下では、 $C_{img1}(x, y)$ と表す。また同様に、第1の画像データは $I_{img1}(x, y)$ と表す。本実施形態では、第1の補正画像データ C_{img1} を、数式7に示すように、第1の画像データ I_{img1} と補正関数 F_n の逆数に1を加えた関数 ($1 + 1/F_n$: 第1の画像データ補正関数)との乗算処理を行って算出している。

【数7】

$$C_{img1}(x, y) = I_{img1}(x, y) \times \left\{ 1 + \frac{1}{F_n(x, y)} \right\} \quad \dots \quad (\text{数式7})$$

【0057】

ステップS2-5では、補正関数 F_n を用いて第2の画像データを補正する処理を行う。第2の補正画像データは、補正関数 F_n を用いて第2の画像データを補正した画像データであり、以下では、 $C_{img2}(x, y)$ と表す。また同様に、第2の画像データは $I_{img2}(x, y)$ と表す。本実施形態では、第2の補正画像データ C_{img2} を、数式8に示すように、第2の画像データ I_{img2} と補正関数 F_n に1を加えた関数 ($1 + F_n$: 第2の画像データ補正関数)の乗算処理を行って算出している。

【数8】

$$C_{img2}(x, y) = I_{img2}(x, y) \times \left\{ 1 + F_n(x, y) \right\} \quad \dots \quad (\text{数式8})$$

【0058】

図8(E)は、ステップS2-4及びステップS2-5を説明するための図である。図8(E)中の実線851は、数式7に従い算出した範囲830内の第1の補正画像データ C_{img1} を示しており、破線852は数式8に従い算出した範囲830内の第2の補正画像データ C_{img2} を示している。なお、横軸は x 方向の像高である。図8(E)と図8(B)の比較から、本実施形態の光量バランス補正処理を用いることで、光量バランスの崩れを補正することができる。ステップS3(図3)では、このように光量バランスが補正された第1の補正画像データ C_{img1} と第2の補正画像データ C_{img2} を用いて

10

20

30

40

50

像ズレ量が算出される。

【0059】

上述ステップS2-1からステップS2-5の光量バランス補正処理では、第1の画像データと第2の画像データから抽出した第1の部分画像データと第2の部分画像データの比(画像データ比)に基づき、補正関数を算出している。局所領域のみに着目した場合、画像データ比は、第1の画像データと第2の画像データの光量バランスの崩れの他に、被写体距離に依存した像ズレに起因した比となる。しかしながら、撮影された画像内には、複数の被写体(人物と背景など)が配置される。各被写体は異なる距離に配置されており、さらに様々な空間周波数成分を持つことに起因して本実施形態の画像データ比はバラつきを持ったデータ列となる。本実施形態の光量バランス補正処理では、画像データ比を近似した補正関数を算出することで、画像データ比に含まれる被写体距離に依存した像ズレの影響を緩和している。その結果、予め光量バランスを補正するためのデータを取得することなく、第1の画像データと第2の画像データとにに基づき、光量バランスの崩れを補正している。また、局所領域ではなく、画像データ比内の広い領域に着目して画像データ比を近似した補正関数を算出してもよい。こうすることで、画像データ比に含まれる被写体距離に依存した像ズレの影響だけではなく、第1の画像データ及び第2の画像データに含まれるノイズの影響を緩和することができる。画像データ比に含まれる被写体距離に依存した像ズレの影響を緩和するためには、第1のデータ範囲を、前述したステップS3の像ズレ量算出処理にて用いた基準領域420よりも広い範囲にすることが望ましい。またより望ましくは、第1のデータ範囲を、基準領域420と所定の像ズレ量探索範囲を合わせた範囲よりも広くとることが望ましい。いずれの場合においても、局所演算に起因するノイズの影響を低減することができる。1020

【0060】

本実施形態の光量バランス補正処理は、第1の画像データ及び第2の画像データに基づき補正関数を算出しているため、予め補正用のデータを取得する必要がない。従って、光学式手ぶれ補正機構により、結像光学系120の光軸が所定の位置からずれた場合においても、光量バランスの崩れを補正することができる。また、デジタルカメラ100を組み立てた後に、光量バランスを補正するための補正係数を計測する必要が無いため、製造時の調整工程を削減することができ、より低成本にデジタルカメラ100を製造することができる。30

【0061】

ステップS3の像ズレ量算出処理では、注目点410を順次移動させながら対応点探索を行う際に、隣接する注目点の間では基準領域が重複する。本実施形態の被写体算出手順では、ステップS2にて光量バランスを補正した後に、ステップS3の像ズレ量算出処理を行っているため、重複する領域の光量バランス補正を複数回行うことなく、被写体距離の算出を行うことができる。その為、少ない演算量で被写体距離の算出を行うことができる。

【0062】

本実施形態の被写体距離算出手順では、第1の補正画像データと第2の補正画像データに基づき、ステップS3(図3)にて像ズレ量算出処理を行うことで、光量バランスの崩れに起因する像ズレ量の誤算出を低減している。40

【0063】

<光量バランス補正処理の変形例>

光量バランス補正処理の具体的な詳細は、上記で説明した方法から変更することができる。例えば、補正関数に基づく補正画像データの算出方法や、補正関数自体の算出方法を変形することができる。まず、補正関数に基づく補正画像データ算出処理の変形例を説明し、次に、補正関数算出処理の変形例を説明する。

【0064】

(補正画像データ算出方法の変形例)

本実施形態の光量バランス補正処理では、ステップS2-4にて第1の画像データを補

50

正し、ステップ S 2 - 5 にて第 2 の画像データを補正している。本実施形態の光量バランス補正処理の変形例として、第 1 の画像データ補正処理による第 1 の画像データの補正のみを行い、第 2 の画像データ補正処理を省略してもよい。この場合の第 1 の画像データ補正処理では、第 1 の補正画像データ C_{img1} を、数式 9 に示すように、第 1 の画像データ I_{img1} と補正関数 F_n の逆数との乗算処理によって算出する。

【数 9】

$$C_{img1}(x, y) = \frac{Img1(x, y)}{Fn(x, y)} \quad \dots \quad (\text{数式 9})$$

【0065】

ステップ S 2 - 4, S 2 - 5 の処理の代わりに、上記第 1 の画像データ補正処理（数式 9）により第 1 の補正画像データを算出する場合には、第 1 の補正画像データと第 2 の画像データ（補正なし）に基づき、ステップ S 3 にて像ズレ量算出処理を行う。上記第 1 の画像データ補正処理（数式 9）は、第 1 の画像データの光量を、第 2 の画像データに合わせることで、光量バランスの崩れを補正している。

【0066】

また、本実施形態の変形例として、第 2 の画像データ補正処理による第 2 の画像データの補正のみを行い、第 1 の画像データ補正処理を省略してもよい。この場合の第 2 の画像データ補正処理では、第 2 の補正画像データ C_{img2} を、数式 10 に示すように、第 2 の画像データと補正関数 F_n との乗算処理によって算出する。

【数 10】

$$C_{img2}(x, y) = Img2(x, y) \times Fn(x, y) \quad \dots \quad (\text{数式 10})$$

【0067】

ステップ S 2 - 4, S 2 - 5 の処理の代わりに、上記第 2 の画像データ補正処理（数式 10）により第 2 の補正画像データを算出する場合には、第 1 の画像データ（補正なし）と第 2 の補正画像データに基づき、ステップ S 3 にて像ズレ量算出処理を行う。上記第 2 の画像データ補正処理（数式 10）は、第 2 の画像データの光量を、第 1 の画像データに合わせることで、光量バランスの崩れを補正している。

【0068】

上記変形例では、第 1 の画像データと第 2 の画像データのいずれか一方のみを補正し、他方の光量に合わせることで、光量バランスの崩れを補正している。いずれか一方の画像データのみ光量バランス補正処理を行うことで、光量バランスの補正に必要な演算量をより削減することができる。

【0069】

（補正関数算出方法の変形例 1）

以下では、図 7 を用いて説明した光量バランス補正処理とは一部が異なる光量バランス補正処理の別の形態について図 9 を用いて説明する。図 9 中のステップ S 2 - 1 からステップ S 2 - 5 は、図 7 を用いた説明と重複するため、以下では、新たに追加した処理であるステップ S 2 - 7 からステップ S 2 - 9 について説明する。

【0070】

ステップ S 2 - 7 は、補正関数 F_n と画像データ比 R_{img} の類似度を示す相関度を算出する処理（相関度算出処理）である。相関度は、2 つのデータ間の相関の度合いを表す値であればよく、例えば補正関数 F_n と画像データ比 R_{img} の共分散を、それぞれの標準偏差で割った値である相関係数を用いることができる。ステップ S 2 - 3 の説明と同様に、本実施形態の距離算出装置 110 においては、 x 方向に像ズレが発生することを考慮すると、相関係数は、 y 座標毎に算出しても構わない。

【0071】

ステップ S 2 - 8 は、ステップ S 2 - 7 にて算出した相関度と所定の相関度判別閾値を比較し、相関度の高低を判別する処理（相関度判別処理）である。補正関数 F_n と画像データ

10

20

30

40

50

ータ比 R_{img} の相関度が相関度判別閾値（第2の閾値に相当）より小さいと判別された場合には、ステップ S 2 - 9 の処理へ進み、相関度判別閾値以上（第2の閾値以上）であると判別された場合には、ステップ S 2 - 4 の処理へと進む。

【0072】

ステップ S 2 - 9 は、補正関数 F_n の次数を繰り上げるための処理を行う。ステップ S 2 - 8 にて相関度が低いと判別された場合には、補正関数 F_n の近似誤差が大きいと推定される。従って、ステップ S 2 - 9 にて補正関数 F_n の次数 N をより大きい値に変更した後に、ステップ S 2 - 3 の補正関数 F_n の算出処理を再度行う。例えば、 N を $N + 1$ へ繰り上げる処理を行う。ここで、 N の増加量は固定値（例えば、1 や 2）であってもよいが、ステップ S 2 - 7 にて算出した相関度に応じて、次数の繰り上げ幅を変えることが望ましい。相関度に応じて増加量を変えることで、補正関数 F_n の近似誤差を小さくするために必要なステップ S 2 - 3 の実行回数を少なくすることができ、演算量を低減することができる。このような手法の具体例として、以下のような方法を採用可能である。ステップ S 2 - 8 の相関度を判別する閾値の 1 / 2 よりも相関度が小さい場合には、次数 N を 4 つ繰り上げる（例えば、次数 N が 1 である場合には、次数 N を 5 に変更して、ステップ S 2 - 3 を再実行する）。一方、相関度が、ステップ S 2 - 8 の相関度を判別する閾値の 1 / 2 以上であり、且つ閾値より小さい場合には、次数 N を 2 つ繰り上げる（例えば、次数 N が 1 である場合には、次数 N を 3 に変更して、ステップ S 2 - 3 を再実行する）。

10

【0073】

上記ステップ S 2 - 7 からステップ S 2 - 9 の処理をさらに行うことで、補正関数の近似誤差が低減し、より精度良く第1の画像データと第2の画像データの光量バランスを補正することができる。その結果、本実施形態の被写体距離算出手順における被写体距離算出誤差を低減することができる。

20

【0074】

（補正関数算出方法の変形例 2）

以下では、図7を用いて説明した光量バランス補正処理とは一部が異なる光量バランス補正処理の別の形態について図10を用いて説明する。図10中のステップ S 2 - 1 からステップ S 2 - 5 は、図7を用いた説明と重複するため、以下では、新たに追加した処理であるステップ S 2 - 10 について説明する。

30

【0075】

ステップ S 2 - 10 では、画像データ比 R_{img} から、光ショットノイズ等のノイズの影響や被写体距離に起因する像ズレの影響が大きいエラー値を除去する処理（近似点算出用データ生成処理）を、次のように行う。まず、画像データ比 R_{img} に微分フィルタを施して、微分画像データ比を算出する。そして、微分画像データ比の絶対値が所定の近似点判別閾値以下（第1の閾値以下）のデータ位置と対応する画像データ比内のデータ列のみを抽出し、新たに画像データ比を生成する。

【0076】

上記ステップ S 2 - 10 の処理をさらに行うことで、補正関数の近似誤差が低減し、より精度良く第1の画像データと第2の画像データの光量バランスを補正することができる。その結果、本実施形態の被写体距離算出手順における被写体距離算出誤差を低減することができる。また、図10に記載のステップ S 2 - 3 においては、スプライン法（スプライン補間）により補正関数を算出してもよい。すなわち、エラー値を除去した後の画像データ比を、 x 方向に複数の領域に区分し、 N 次のスプライン曲線を表す N 次多項式を補正関数 F_n としても構わない。

40

【0077】

なお、図7を用いて説明した光量バランス補正処理に、図9に記載のステップ S 2 - 7 からステップ S 2 - 9 および図10に記載のステップ S 2 - 10 の処理の両方を行うようにしても構わない。その際は、図11に示すフローで処理を行うようにしてもよい。すなわち、ステップ S 2 - 9 の代わりに、補正関数 F_n の次数を繰り上げる他に、近似点判別閾値の変更を追加したステップ S 2 - 9' を行っても構わない。ステップ S 2 - 9' を行

50

った後は、ステップ S 2 - 1 0 またはステップ S 2 - 3 のいずれかの処理へと戻る。

【 0 0 7 8 】

図 1 0 及び図 1 1 を用いて説明した光量バランス補正処理においては、画像データ比に対して微分フィルタを作用させることで、エラー値を検出し、除去している。エラー値は、画像データ取得時に生じる各種ノイズ（光ショットノイズ等）や像ズレに起因して生じるため、エラー値を除去することで、より精度よく補正関数を生成できる。その結果、第 1 の画像データと第 2 の画像データの光量バランスを良好に補正することができ、精度よく被写体距離を算出することができる。

【 0 0 7 9 】

< 撮像素子 1 0 1 の別の形態 >

10

本実施形態における撮像素子 1 0 1 の別の形態として、図 1 2 (A) に示すように、2 種類の画素群 1 5 0 , 1 2 5 0 を市松格子状に配列した構成としてもよい。画素群 1 5 0 は、第 1 の光電変換部 1 6 1 と第 2 の光電変換部 1 6 2 を x 方向に配列した画素群である。画素群 1 5 0 から得られる画像データに上記の距離算出処理を適用することで、x 方向に輝度変化する被写体の距離を算出することができる。画素群 1 2 5 0 は、第 1 の光電変換部 1 6 1 と第 2 の光電変換部 1 6 2 を y 方向に配列した画素群 1 2 5 0 に配列した画素群である。画素群 1 2 5 0 から得られる画像データに上記の距離算出処理を適用することで、y 方向に輝度変化する被写体の距離を算出することができる。

【 0 0 8 0 】

また、撮像素子 1 0 1 の別の形態として、図 1 2 (B) に示すように、2 種類の測距画素群を採用してもよい。第 1 の測距画素群は、第 1 の光電変換部 (1 6 1) のみを有する画素（緑画素 1 5 0 G 1 、赤画素 1 5 0 R 1 、青画素 1 5 0 B 1 ）から構成される画素群である。第 2 の測距画素群は、第 2 の光電変換部 1 6 2 のみを有する画素（緑画素 1 5 0 G 2 、赤画素 1 5 0 R 2 、青画素 1 5 0 B 2 ）から構成される画素群である。図 1 2 (B) に示すように第 1 の光電変換部 1 6 1 の面積を第 2 の光電変換部 1 6 2 よりも広くとる。各画素中の複数の第 1 の光電変換部 1 6 1 にて生成される画像データと各画素中の複数の第 2 の光電変換部 1 6 2 にて生成される画像データの差分データを前述の第 1 の画像データとして、被写体までの距離を算出することができる。

20

【 0 0 8 1 】

第 1 の光電変換部 1 6 1 により生成された画像データと第 2 の光電変換部 1 6 2 により生成された画像データとの間に、被写体の距離に応じた相対的な位置ズレが生じればよく、いずれの形態であっても被写体までの距離を算出することができる。

30

【 0 0 8 2 】

また、撮像素子 1 0 1 の別の形態として、図 1 2 (B) に示す第 1 の測距画素群の第 1 の光電変換部 (1 6 1) は、結像光学系の第 1 の瞳領域を通過する第 1 の光束のみを受光するように構成してもよい。この場合、第 1 の光電変換部 1 6 1 にて生成される画像データが第 1 の画像データとなる。

【 0 0 8 3 】

尚、測距画素を撮像素子 1 0 1 の全面に配置する必要はなく、測距画素を撮像素子 1 0 1 の一部領域にのみ配置し、他の領域については通常の撮像画素を配置する構成にしてもよい。撮影画素は、結像光学系 1 2 0 の射出瞳全体を通過する光束（第 1 および第 2 の光束）を受光および光電変換して撮影画像データを生成する光電変換部（第 3 の光電変換部）を備える。この場合、観賞用画像は、撮影画素から得られる画像データ（撮影画像データ）のみから生成してもよいし、撮影画素および測距画素から得られる画像データから生成してもよい。測距画素に比べて撮影画素は光電変換部の体積が大きいために S/N 比の高い像信号を取得することができる。測距画素が占める領域と撮像用画素が占める領域の面積比を必要に応じて設定することで、被写体距離の算出精度と観賞用画像の画質を両立することができる。

40

【 0 0 8 4 】

[第 2 の実施形態]

50

以下、図を参照しながら本発明の第二の実施形態について詳細に説明する。

【0085】

以下の説明では、本発明の距離算出装置を備えた撮像装置の一例として、デジタルカメラを用いて説明するが、本発明の適用はこれに限定されるものではない。例えば、本発明の距離算出装置はデジタル距離計測器に適用することができる。

【0086】

尚、図を参照した説明においては、図番は異なっても原則として同一部位を示す部位には、同一の符号を付すこととし、なるべく重複した説明は避ける。

【0087】

図13において、1300は本実施形態の距離算出装置1310を備えたデジタルカメラである。デジタルカメラ1300は、結像光学系120、撮像素子101、距離算出部102、画像生成部(不図示)、レンズ駆動制御部(不図示)、補正関数格納メモリ部1301、撮影条件取得部1302が、カメラ筐体130の内部に配置され、構成される。距離算出装置1310は、結像光学系120、撮像素子101、距離算出部102、補正関数格納メモリ部1301、撮影条件取得部1302から構成される。

【0088】

補正関数格納メモリ部1301には、過去の撮影時に算出した補正関数が撮影時の撮影条件と対応付けて格納されている。

【0089】

結像光学系120は、デジタルカメラ1300の撮影レンズであり、被写体の像を撮像面である撮像素子101に形成する機能を有する。結像光学系120は複数のレンズ群(不図示)、絞り(不図示)、光学式手ぶれ補正機構(不図示)から構成され、撮像素子101から所定距離離れた位置に射出瞳103を有する。光学式手ぶれ補正機構は、ジャイロ機構を備えた補正レンズから構成され、手ぶれを打ち消す方向に補正レンズを動作させることで、光軸のぶれを補正している。撮影条件取得部1302は、結像光学系120の焦点距離情報、絞り値情報、光軸のぶれを補正した量(設定値からの光軸のシフト量)などの撮影条件情報を取得している。

【0090】

<光量バランス補正処理についての詳細説明>

以降、本実施形態の光量バランス補正処理について、図14を参照しながら詳細に説明する。なお、図14中のステップS2-1からステップS2-5は、図7を用いた説明と重複するため、以降の説明ではステップS2-11からステップS2-14について説明する。

【0091】

ステップS2-11では、撮影条件取得部1302から撮影条件情報を取得する処理を行う。

【0092】

ステップS2-12は、撮影条件情報から、既に補正関数格納メモリ部1301に格納されている補正関数Fnを使用可能か判別する処理である。第1の画像データ及び第2の画像データを取得した時の撮影条件と、補正関数格納メモリ部1301に格納されている補正関数Fnを生成した時の撮影条件が異なる場合には、新たに補正関数Fnを生成する必要があるとして、ステップS2-1の処理へ進む。一方、撮影条件が、補正関数格納メモリ部1301に格納されている補正関数Fnを生成した時の撮影条件が略同一の場合には、ステップS2-13へ進む。撮影条件情報としては、例えば、焦点距離、絞り値、光軸のシフト量を用いることができる。

【0093】

ステップS2-13は、補正関数格納メモリ部1301から補正関数Fnを読みだす処理を行う。

【0094】

ステップS2-14は、ステップS2-3を経て算出した補正関数Fnを、補正関数格

10

20

30

40

50

納メモリ部 1301 へ撮影条件と共に格納する処理を行う。

【0095】

本実施形態の距離算出装置 1310 は、距離算出部 102 内において、図 14 を用いて説明した光量バランス補正処理を行っている。これによると、過去に同一の撮影条件がある場合には、その時に生成した補正関数を読み出し、再利用することで、補正関数の算出にかかる処理を低減し、より短時間での被写体距離算出を可能としている。

【0096】

なお、本実施形態では、図 14 の光量バランス補正処理を用いたが、図 9 や図 10 を用いて説明した光量バランス補正処理に、上述のステップ S2-11 からステップ S2-14 の処理を加えた処理としても構わない。いずれの場合においても、補正関数を再利用することでより短時間での被写体距離算出を行うことができる。

10

【0097】

上述した第 1 および第 2 の実施形態における距離算出装置の具体的な実装は、ソフトウェア（プログラム）による実装と、ハードウェアにより実装のいずれも可能である。例えば、撮像装置や画像処理装置に内蔵されたコンピュータ（マイコン、CPU、MPU、FPGA 等）のメモリにコンピュータプログラムを格納し、当該コンピュータプログラムをコンピュータに実行させて、各処理を実現させてもよい。また、本発明の全部または一部の処理を論理回路により実現する ASIC 等の専用プロセッサを設けることも好ましい。また、本発明は、クラウド環境におけるサーバーにも適用可能である。

【0098】

20

また、例えば、記憶装置に記録されたプログラムを読み込み実行することで前述した実施形態の機能を実現するシステムや装置のコンピュータによって実行されるステップからなる方法によっても、本発明を実施することができる。この目的のために、上記プログラムは、例えば、ネットワークを通じて、又は、上記記憶装置となり得る様々なタイプの記録媒体（つまり、非一時的にデータを保持するコンピュータ読取可能な記録媒体）から、上記コンピュータに提供される。よって、上記コンピュータ（CPU、MPU 等のデバイスを含む）、上記方法、上記プログラム（プログラムコード、プログラムプロダクトを含む）、上記プログラムを非一時的に保持するコンピュータ読取可能な記録媒体は、いずれも本発明の範疇に含まれる。

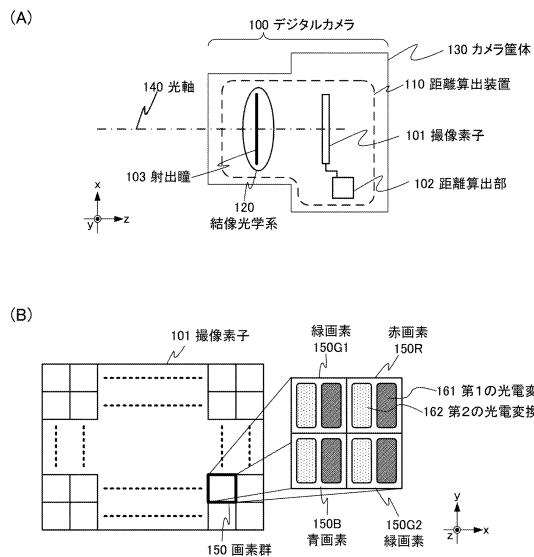
【符号の説明】

30

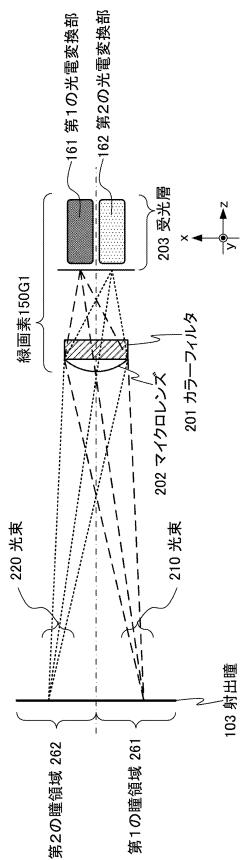
【0099】

- 102 距離算出部
- 103 射出瞳
- 110 距離算出装置
- 120 結像光学系

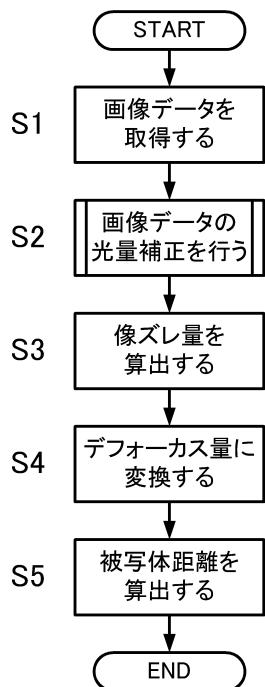
【図1】



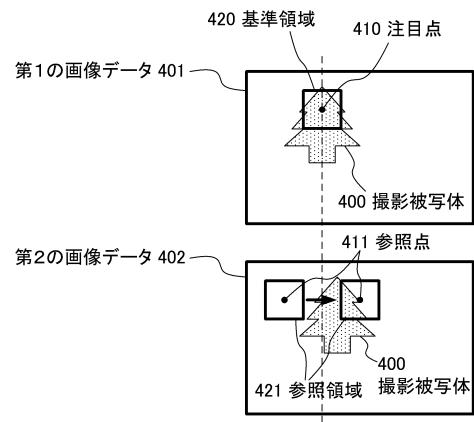
【図2】



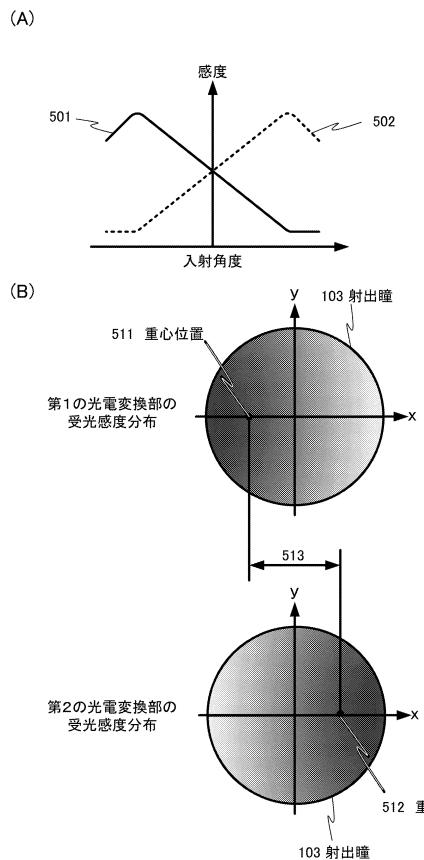
【図3】



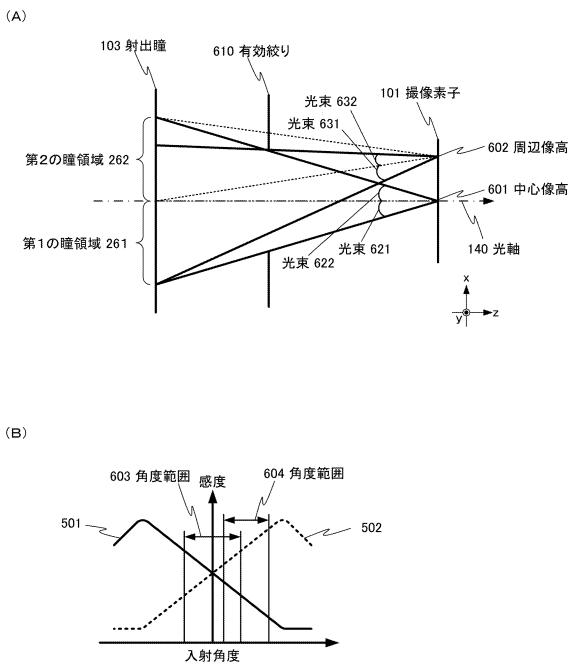
【図4】



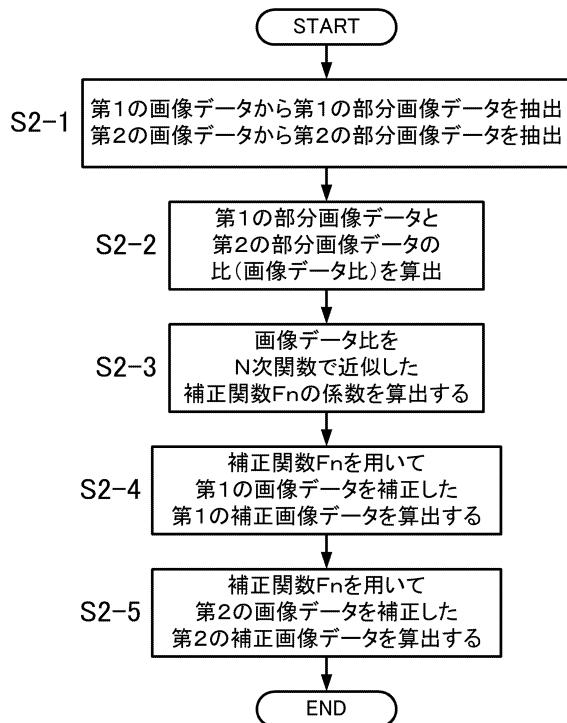
【図5】



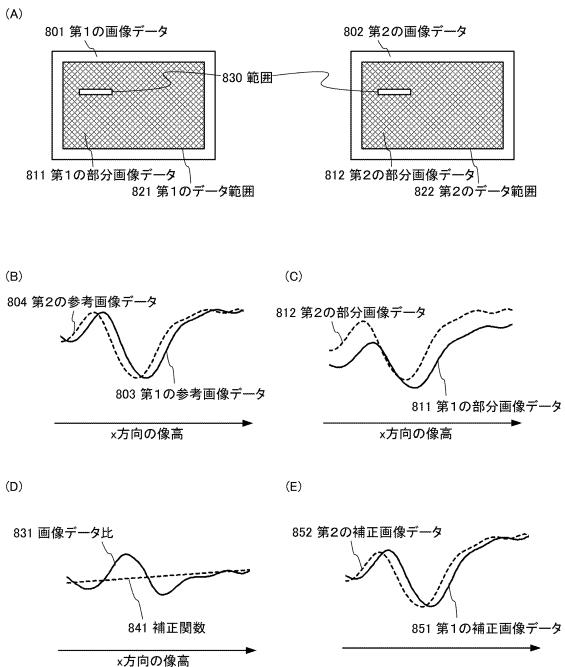
【図6】



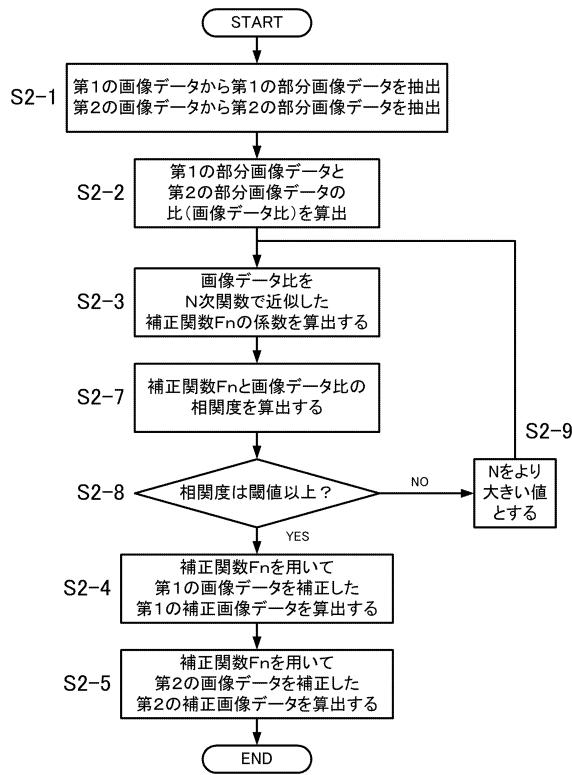
【図7】



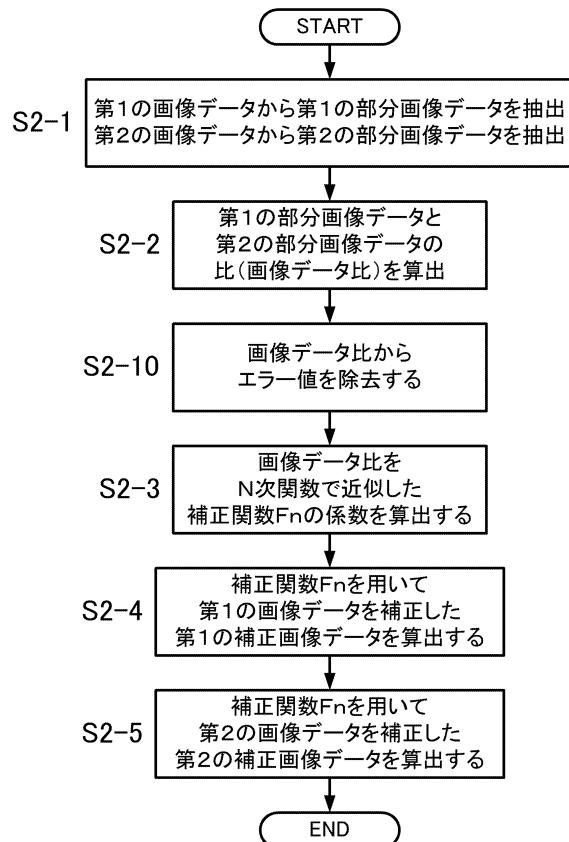
【図8】



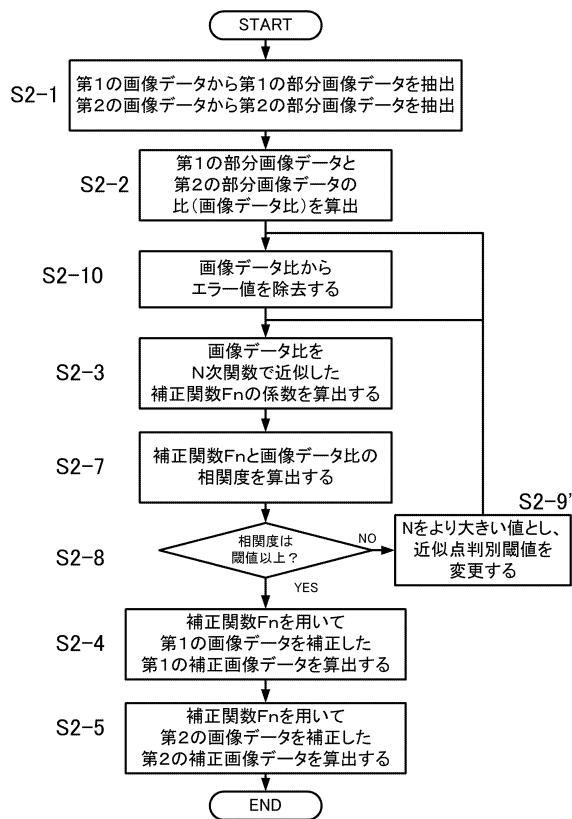
【図9】



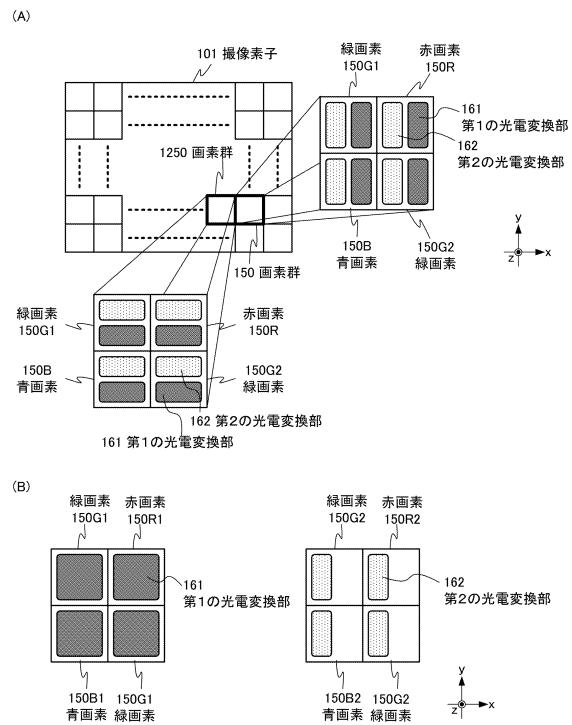
【図10】



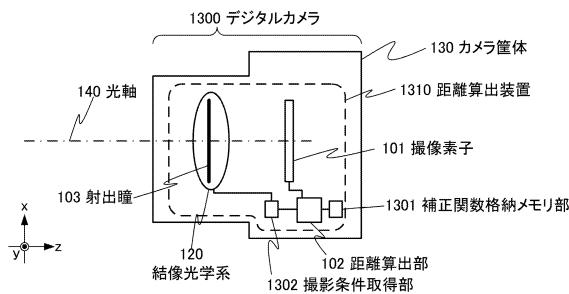
【図11】



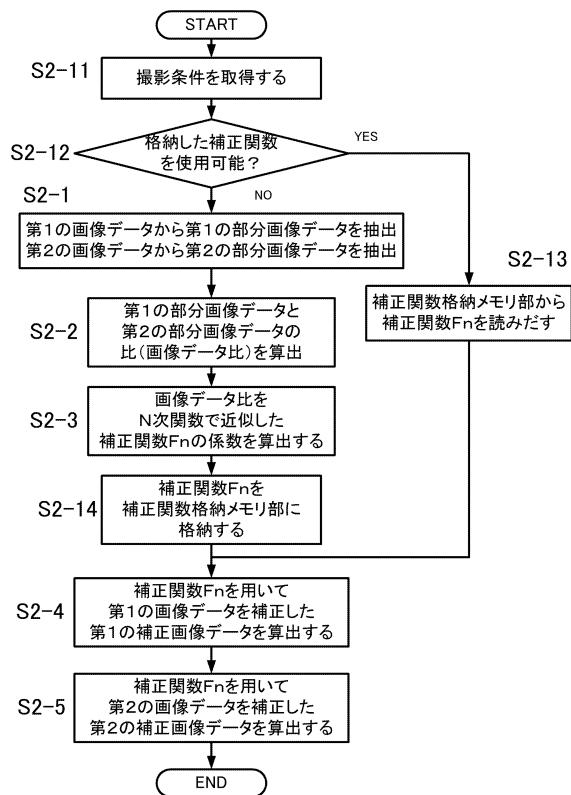
【図12】



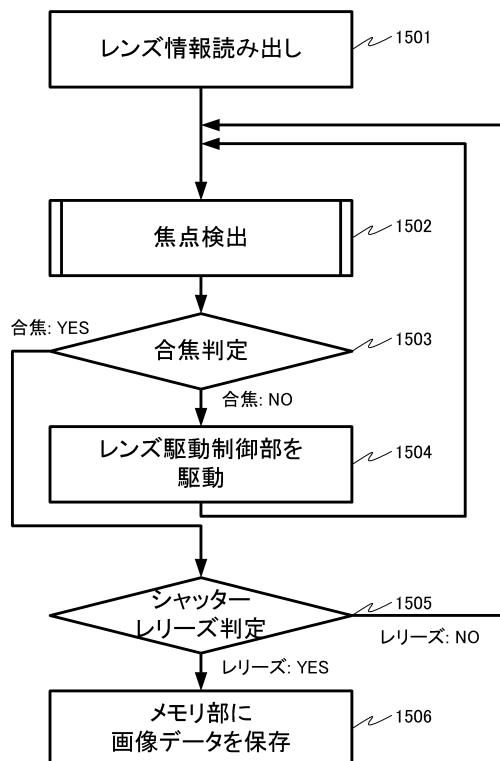
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 野林 和哉

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 登丸 久寿

(56)参考文献 特開2010-145544 (JP, A)

特開2013-190471 (JP, A)

特開2007-189312 (JP, A)

特開2012-008424 (JP, A)

特開2011-176714 (JP, A)

特開2004-191629 (JP, A)

特開2013-083999 (JP, A)

特開2009-258231 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 7/34

G01C 3/06

G03B 13/36

H04N 5/232