

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-202922
(P2014-202922A)

(43) 公開日 平成26年10月27日(2014.10.27)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G02B 7/28 (2006.01)	G02B 7/11	2 H 011
G02B 7/34 (2006.01)	G02B 7/11	2 H 151
G02B 7/36 (2006.01)	G02B 7/11	5 C 122
G03B 13/36 (2006.01)	G03B 3/00	A
HO4N 5/232 (2006.01)	HO4N 5/232	H

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2013-79064 (P2013-79064)	(71) 出願人	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25年4月5日 (2013.4.5)	(74) 代理人	100114775 弁理士 高岡 亮一
		(72) 発明者	佐々木 憲一 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
		F ターム (参考)	2H011 AA01 BA23 BA33 BB06 2H151 BA02 BA47 CB22 CB26 CD11 CD30 DA03 DA10 DB01 5C122 DA03 DA04 EA31 EA37 FB03 FD01 FD06 FD07 HA88 HB01

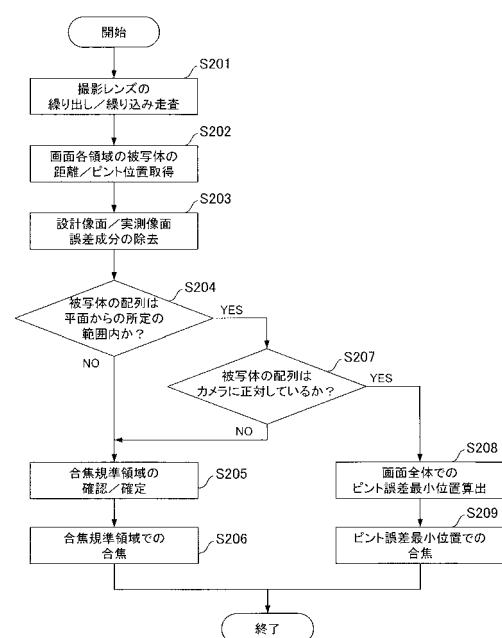
(54) 【発明の名称】撮像装置およびその制御方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】像面弯曲による影響を被写体の距離情報から除去して複数の被写体の配列状態を判別した結果に応じて焦点調節を行う。

【解決手段】撮像装置は、S 2 0 2 で撮像領域に対応する撮影画面を複数に区分した分割領域ごとに、それぞれ対応する被写体までの被写体距離とピント位置情報を取得する。撮像装置は、S 2 0 3 で撮影距離に応じた像面弯曲量のデータを取得し、被写体距離や焦点ずれ量から像面弯曲成分を除去する。S 2 0 4 , S 2 0 7 で、撮像装置と正対する等距離の複数の被写体が判別される。複数の被写体が撮像装置から等距離にあり、かつそれらの配列が撮像装置に正対している場合、S 2 0 8 に進み、それ以外の場合、S 2 0 5 に進む。S 2 0 8 にて、撮影画面全体で焦点ずれ量の誤差が最小となる合焦位置が算出される。またS 2 0 5 にて、合焦規準領域が選択されて当該領域に対応する被写体に対し、優先的な合焦動作が行われる。

【選択図】図 7



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

撮影距離に依存する像面彎曲量をもつ撮像光学系を用いる撮像装置であって、
前記撮像光学系を構成するフォーカスレンズおよびその駆動手段と、
前記撮像光学系を介して被写体を撮像する撮像手段と、
前記撮影距離に応じた前記像面彎曲量のデータを記憶している記憶手段と、
前記撮像手段の撮像領域に対応する撮影画面を複数の領域に分割した分割領域ごとに被写体までの距離情報を算出する算出手段と、

前記撮影距離に対応する前記像面彎曲量のデータを前記記憶手段から取得し、前記算出手段から取得した距離情報から当該データを除去することにより、前記分割領域ごとに被写体までの距離情報を補正するとともに焦点ずれ量から合焦状態を判定し、前記駆動手段によりフォーカスレンズの移動を制御する制御手段を備え、

前記制御手段は、前記分割領域にそれぞれ対応する複数の被写体と前記撮像装置との距離の差が閾値以下で当該複数の被写体が配列している配列状態である場合、前記分割領域にてそれぞれ算出した前記焦点ずれ量から合焦位置を算出して前記フォーカスレンズの移動を制御する第1の制御を行い、

前記分割領域にそれぞれ対応する複数の被写体が前記配列状態でない場合、前記分割領域から選択した領域について算出した前記焦点ずれ量から合焦位置を算出して前記フォーカスレンズの移動を制御する第2の制御を行うことを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記記憶手段は、前記撮像光学系を構成するレンズの製造誤差に依存する、非対称な成分を含む像面変形量のデータを記憶しており、

前記制御手段は、前記像面変形量のデータを前記記憶手段から取得し、前記算出手段から取得した距離情報から当該データを除去することにより、前記分割領域ごとに被写体までの距離情報を補正す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】

前記制御手段は前記第1の制御において、前記分割領域ごとに得られる前記焦点ずれ量の総和の絶対値、または、前記焦点ずれ量の自乗の総和が最小になる前記合焦位置を算出して前記フォーカスレンズの移動を制御す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】

前記制御手段は前記第2の制御において、前記分割領域のうち、主被写体に対応する領域を決定し、当該領域を合焦規準として前記フォーカスレンズの移動を制御し、前記主被写体に対する優先的な合焦動作を行うことを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載の撮像装置。

【請求項 5】

前記主被写体に対応する領域は、撮影画面の中心部を含む前記分割領域、または前記複数の分割領域から選択された領域、または前記複数の分割領域のうち前記主被写体の顔領域を含む領域であることを特徴とする請求項4に記載の撮像装置。

【請求項 6】

前記制御手段は、前記分割領域にそれぞれ対応する複数の被写体までの距離が閾値より大きい場合、各被写体までの距離を等距離とみなし、且つ各被写体が前記撮像装置に正対して配列していると判断し、無限遠に対応する前記像面彎曲量のデータを前記記憶手段から取得して各被写体までの距離情報を補正し、前記第1の制御を行うことを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載の撮像装置。

【請求項 7】

前記制御手段は、前記分割領域にそれぞれ対応する複数の被写体までの距離情報を用いて前記合焦位置を調整した像面が焦点深度内に収まっている場合に、各被写体までの距離が等距離であると判断することを特徴とする請求項6に記載の撮像装置。

【請求項 8】

10

20

30

40

50

前記制御手段は、前記分割領域にそれぞれ対応する複数の被写体が同一の平面上に配列しており、且つ前記撮像装置に正対していないと判断した場合、前記撮像手段により撮像される画像に対して台形歪み補正を行うことを特徴とする請求項1から7のいずれか1項に記載の撮像装置。

【請求項9】

前記制御手段は、前記分割領域にそれぞれ対応する複数の被写体が同一の平面上に配列しており、且つ前記撮像装置に正対していると判断した場合、絞り制御により被写界深度を深く設定することを特徴とする請求項1から8のいずれか1項に記載の撮像装置。

【請求項10】

前記制御手段は前記第1の制御において、前記分割領域にてそれぞれ算出した前記焦点ずれ量に対して重み付け係数を乗算し、合焦状態からのずれの総和の絶対値、または、合焦状態からのずれの自乗の総和が最小になる前記合焦位置を算出することを特徴とする請求項1から9のいずれか1項に記載の撮像装置。

【請求項11】

撮影距離に依存する像面彎曲量をもつ撮像光学系と、
前記撮像光学系を構成するフォーカスレンズおよびその駆動手段と、
前記撮像光学系を介して被写体を撮像する撮像手段と、
前記撮影距離に応じた前記像面彎曲量のデータを記憶する記憶手段と、
前記撮像手段の撮像領域に対応する撮影画面を複数の領域に分割した分割領域ごとに被写体までの距離情報を算出する算出手段と、

前記撮影距離に対応する前記像面彎曲量のデータを前記記憶手段から取得し、前記算出手段から取得した距離情報を当該データを除去することにより、前記分割領域ごとに被写体までの距離情報を補正するとともに焦点ずれ量から合焦状態を判定し、前記駆動手段によりフォーカスレンズの移動を制御する制御手段を備える撮像装置にて実行される制御方法であって、

前記制御手段により、

前記分割領域にそれぞれ対応する複数の被写体と前記撮像装置との距離の差が閾値以下で当該複数の被写体が配列している配列状態であるか否かを判断するステップと、

前記複数の被写体が前記配列状態であると判断された場合、前記分割領域にてそれぞれ算出した前記焦点ずれ量から合焦位置を算出して前記フォーカスレンズの移動を制御する第1の制御を行うステップと、

前記分割領域にそれぞれ対応する複数の被写体が前記配列状態でないと判断された場合、前記分割領域から選択した領域について算出した前記焦点ずれ量から合焦位置を算出して前記フォーカスレンズの移動を制御する第2の制御を行うステップを有することを特徴とする撮像装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮影距離に依存して像面彎曲量が変動する撮像光学系を有する撮像装置の自動焦点調節技術に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、コンパクトデジタルカメラ等の撮像装置では、小型化、薄型化、ズームレンズの高倍率化等が要求される結果、撮影レンズの光学設計上で残存収差を抑制することは、一層困難になっている。一般に撮像光学系は、被写体の距離等の撮影条件が変わると収差変動が生じ、性能が変化する。これを所定の範囲内に納めるようにバランスをとった設計が

10

20

30

40

50

行われる。例えばズームレンズは、使用が想定される全ての撮影距離に於いて十分な収差補正を考慮して設計される。

【0003】

一方、撮影光学系の大きさ、明るさ、ズーム倍率等の仕様や、収差補正の度合いについては、設計自由度とトレードオフの関係にある。設計自由度を高めることは、設計仕様、レンズ枚数や厚さ、口径、硝材選択等の制限により、容易でない。例えば、補正されるべき収差のうち、像面彎曲は撮影距離に応じて変動する。装置の小型化等が進むと、残存する収差量を無視し得ない状況となる。また、至近撮影距離ではアンダー方向の像面彎曲が起き易い等、マクロ撮像領域にて画像が影響を受ける場合や、特定のミドルズームポジションで設計上、局所的に像面彎曲が大きくなる場合等がある。また、望遠側でオーバー側の像面彎曲が生ずる場合等がある。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来の撮像装置には、レンズ設計上の像面彎曲成分の距離変動、及び製造誤差に依る像面の軸非対称な変形の影響を緩和し、各種の被写体に対して最適な合焦状態で撮影するために解決すべき課題がある。つまり、複数の被写体までの距離情報を取得する際、像面に纏わる誤差成分を取り除く必要がある。誤差成分を含んだ距離情報に用いて、各被写体の配列判定や正対判定を行ったのでは、最適な合焦状態での撮影に支障を来す可能性がある。

20

本発明の目的は、撮像装置において、像面彎曲による影響を被写体の距離情報から除去して複数の被写体の配列状態を判別し、判別結果に応じて焦点調節を行うことである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記課題を解決するために、本発明に係る装置は、撮影距離に依存する像面彎曲量をもつ撮影光学系を用いる撮像装置であって、前記撮影光学系を構成するフォーカスレンズおよびその駆動手段と、前記撮影光学系を介して被写体を撮像する撮像手段と、前記撮影距離に応じた前記像面彎曲量のデータを記憶している記憶手段と、前記撮像手段の撮像領域に対応する撮影画面を複数の領域に分割した分割領域ごとに被写体までの距離情報を算出する算出手段と、前記撮影距離に対応する前記像面彎曲量のデータを前記記憶手段から取得し、前記算出手段から取得した距離情報から当該データを除去することにより、前記分割領域ごとに被写体までの距離情報を補正するとともに焦点ずれ量から合焦状態を判定し、前記駆動手段によりフォーカスレンズの移動を制御する制御手段を備える。前記制御手段は、前記分割領域にそれぞれ対応する複数の被写体と前記撮像装置との距離の差が閾値以下で当該複数の被写体が配列している配列状態である場合、前記分割領域にてそれぞれ算出した前記焦点ずれ量から合焦位置を算出して前記フォーカスレンズの移動を制御する第1の制御を行い、前記分割領域にそれぞれ対応する複数の被写体が前記配列状態でない場合、前記分割領域から選択した領域について算出した前記焦点ずれ量から合焦位置を算出して前記フォーカスレンズの移動を制御する第2の制御を行う。

30

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、像面彎曲による影響を被写体の距離情報から除去して複数の被写体の配列状態を判別し、判別結果に応じて焦点調節を行うことができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本発明の実施形態に係る撮像装置の構成例を示すブロック図である。

【図2】撮像装置における処理の流れを示すフローチャートである。

【図3】撮像部における像面状態の説明図である。

【図4】図4乃至図7と併せて本発明の第1実施形態を説明するために、各被写体と像面との位置関係を示す図(A)および像面状態の説明図(B)である。

50

【図5】撮像素子上の分割領域の説明図である。

【図6】複数の被写体と像面状態の説明図である。

【図7】焦点調節処理の流れを示すフローチャートである。

【図8】本発明の第2実施形態において、像面状態を示す説明図である。

【図9】本発明の第2実施形態における処理の流れを示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、添付図面を参照して本発明の各実施形態について詳細に説明する。

本発明の詳細な説明に入る前に、本発明の各実施形態に係る撮像装置に共通する構成を説明する。撮像装置は、デジタルカメラ等の所謂電子カメラである。図1は撮像装置の構成例を示すブロック図である。

撮像光学系101は、レンズ群および絞りを備える。メカニカルシャッタ(図1にはメカシャッタと表記する)102は、撮像素子103の露光制御に使用する。撮像素子103は、CCD(電荷結合素子)やCMOS(相補型金属酸化膜半導体)等を用いたイメージセンサである。CDS(相関二重サンプリング)回路104は、撮像素子103の出力に対してアナログ信号処理を行う。A/D変換器105は、アナログ信号をデジタル信号に変換する。タイミング信号発生回路106は、撮像素子103、CDS回路104、およびA/D変換器105を動作させる信号を発生させる。駆動回路107は、撮像光学系101、メカニカルシャッタ102、および撮像素子103をそれぞれ駆動する。信号処理回路108は、撮影画像のデータに必要な信号処理を行う。画像メモリ109は、信号処理された画像データを記憶する。撮像装置には、取り外し可能な記録媒体110が設けられている。記録回路111は、信号処理された画像データを記録媒体110に記録する。画像表示装置112は、信号処理された画像データに従って画像を表示する。表示回路113は画像表示装置112に画像を表示させる制御を行う。

【0009】

システム制御部114はCPU(中央演算処理装置)を備え、撮像装置全体を制御する。不揮発性メモリ(ROM)115は、システム制御部114により実行される制御手順を記載したプログラムを記憶する。この他、CPUがプログラムを実行する際に使用されるパラメータやテーブル等の制御データ、および、各種の補正データが不揮発性メモリ115に記憶される。揮発性メモリ(RAM)116には、不揮発性メモリ115に記憶されたプログラム、制御データおよび補正データが転送後に記憶される。

以下、メカニカルシャッタ102を使用した撮影動作について説明する。撮影動作に先立ち、撮像装置の電源投入時等のシステム制御部114の動作開始時において、不揮発性メモリ115から必要なプログラム、制御データおよび補正データを揮発性メモリ116に転送して記憶しておくものとする。また、これらのプログラムやデータは、システム制御部114が撮像装置を制御する際に使用する。必要に応じて、追加のプログラムやデータを不揮発性メモリ115から揮発性メモリ116に転送する処理が実行され、またシステム制御部114は不揮発性メモリ115内のデータを直接読み出して使用する。

【0010】

まず、撮像光学系101は、システム制御部114からの制御信号に従って、絞りとレンズを駆動して、適切な明るさに設定された被写体像を撮像素子103上に結像させる。次に、メカニカルシャッタ102は、システム制御部114からの制御信号に従う露光時間となるように、撮像素子103の動作に合わせて撮像素子103を遮光する。この時、撮像素子103が電子シャッタ機能を有する場合には、メカニカルシャッタ102との併用により、必要な露光時間を確保してもよい。撮像素子103は、システム制御部114により制御されるタイミング信号発生回路106が発生する駆動パルスに従って動作する。撮像素子103は被写体像を光電変換により電気信号に変換してアナログ画像信号として出力する。撮像素子103の出力するアナログ画像信号は、CDS回路104で処理される。システム制御部114により制御されるタイミング信号発生回路106が発生する動作パルスに従い、CDS回路104はクロック同期性ノイズを除去し、A/D変換器1

10

20

30

40

50

05はデジタル画像信号に変換する。次に、システム制御部114により制御される信号処理回路108は、デジタル画像信号に対して、色変換、ホワイトバランス、ガンマ補正等の画像処理、解像度変換処理、画像圧縮処理等を行う。画像メモリ109は、信号処理中のデジタル画像信号を一時的に記憶する。また、画像メモリ109は、信号処理されたデジタル画像信号のデータを記憶する。信号処理回路108で信号処理された画像データや、画像メモリ109に記憶されている画像データは、記録回路111において記録媒体110に適したデータに変換される。このデータは、例えば階層構造を持つファイルシステムのデータであり、フォーマット変換後のデータは記録媒体110に記録される。また、画像データは、信号処理回路108で解像度変換処理を施された後、表示回路113において画像表示装置112に適した信号（例えばNTSC方式のアナログ信号等）に変換される。変換後の信号に従って画像表示装置112は画像を表示する。

10

【0011】

信号処理回路108では、システム制御部114からの制御信号に従い、信号処理を行わずにデジタル画像信号をそのまま画像メモリ109や記録回路111に出力してもよい。また、信号処理回路108は、システム制御部114から要求があった場合、信号処理の過程で生じたデジタル画像信号や画像データに関連する情報をシステム制御部114に出力する。この情報は、例えば、画像の空間周波数、指定領域での部分画像データの平均値、圧縮画像のデータ量等の情報、あるいは、それらから抽出された情報である。記録回路111は、システム制御部114からの要求に応じて、記録媒体110の種類や残容量等の情報を返信する。

20

次に記録媒体110に画像データが記録されている場合の再生動作について説明する。システム制御部114からの制御信号により記録回路111は、記録媒体110から画像データを読み出す。システム制御部114からの制御信号により信号処理回路108は、画像データが圧縮画像であった場合、画像伸長処理を行い、画像メモリ109に記憶させる。画像メモリ109から読み出された画像データは、信号処理回路108で解像度変換処理が施される。その後、表示回路113は画像表示装置112に適した信号への変換処理を実行し、画像表示装置112は画像を表示する。

20

【0012】

以下に、各実施形態に係る撮像装置において共通する処理の流れを説明する。図2は処理例を示すフローチャートであり、処理の主体はシステム制御部114（図1参照）である。

30

まず、S301でシステム制御部114は、操作部（不図示）に含まれるメインスイッチ（電源スイッチ）の状態を検出し、オン状態であればS302へ処理を進める。メインスイッチがオフ状態の場合、待機状態でS301の判定を繰り返す。S302でシステム制御部114は、記録回路111の装着部に装着された記録媒体110の残容量を調べる。記録媒体110の残容量が、例えば画質設定等から定まる撮影画像データサイズよりも大きい場合、S305へ進み、そうでなければS303へ進む。S303でシステム制御部114は、記録媒体110の残容量が不充分であることを警告してS301に戻る。警告処理では、画像表示装置112にメッセージを表示するか、または図示しない音声出力部から音声を出力するか、またはその両方が行われる。

40

【0013】

S305でシステム制御部114は、画像表示装置112に測距領域（焦点検出領域）を表示させる制御を行う。撮影した画像データは、一時記憶部である画像メモリ109へ保存され、表示回路113により表示用画像信号を生成して画像表示装置112で表示させる表示処理が連続的に実行される。この表示処理において、通常撮影時に設定された測距領域が画像と併せて画面上に表示される。

S306でシステム制御部114は、レリーズ釦の操作状態を調べる。レリーズ釦が半押し状態であればS308へ進み、そうでなければS307へ進む。本実施形態の撮像装置は、レリーズ釦の半押し操作により、自動焦点調節動作（AF）や自動露出制御動作（AE）等、画像記録処理に先立つ処理が開始する。S307でシステム制御部114はメ

50

インスイッチの状態を調べる。メインスイッチがオン状態であれば S 3 0 5 へ戻り、オフ状態であれば S 3 0 1 へ戻る。

【 0 0 1 4 】

S 3 0 8 でシステム制御部 1 1 4 は、A / D 変換器 1 0 5 の出力するデータを取得して被写体輝度を検出する。その後、S 3 1 0 で A F 处理が実行される。S 3 0 8 の検出結果から被写体輝度が所定値よりも低いと判定された場合には、図示しない光源を発光させる制御が行われる。つまり A F 補助光が被写体に向けて所定時間に亘って投光され、A F 处理が行われる。そして、フォーカスレンズの移動により合焦動作が終了すると、S 3 1 1 でシステム制御部 1 1 4 は、レリーズ釦が全押し状態であるかどうかを調べる。レリーズ釦が全押し状態であれば S 3 1 3 へ処理を進め、そうでなければ S 3 1 2 へ進む。本実施形態の撮像装置は、レリーズ釦の全押しにより撮影処理 (S 3 1 3) を開始する。S 3 1 2 でシステム制御部 1 1 4 は、レリーズ釦が半押し状態かどうかを調べる。レリーズ釦が半押し状態であれば S 3 1 1 へ処理を戻し、そうでなければ S 3 0 5 へ処理を戻す。S 3 1 4 では、S 3 0 2 と同様に記録媒体 1 1 0 の残容量が判定される。次の撮影に必要な残容量が記録媒体 1 1 0 にあると判定された場合、S 3 1 5 へ処理を進め、そうでなければ S 3 0 3 へ移行する。S 3 1 5 でシステム制御部 1 1 4 は、レリーズ釦が全押し状態であるかどうかを調べる。レリーズ釦が全押し状態でなければ S 3 1 2 へ進む。レリーズ釦が全押し状態である場合、S 3 1 5 の判定処理が繰り返される。

10

【 0 0 1 5 】

ところで、撮像光学系 1 0 1 による撮影画面にて、例えば画面中心に対応する被写体に対して合焦した状態では、画像の周辺部のピントがずれた状態となり得る。つまり、画面中心に映し出される像に対応する第 1 被写体までの距離と同じ距離にある第 2 被写体に対してピントがずれた状態になる場合や、逆に、第 1 被写体とは異なる距離にある第 3 被写体に対してピントが合う場合がある。特にマクロ撮像領域 (接近撮影) では、レンズの像面弯曲が急激に大きくなるため、影響は大きくなる。そのため、このような特性の撮影レンズでは、以下の対応が採られてきた。

20

撮影距離に依存する撮影レンズの像面弯曲特性と、被写体までの距離との関係は、レンズの設計値から予測される。このため、撮影距離が判明すれば、像面弯曲による画面周辺部のピントずれは予測可能である。従って、像面弯曲が大きくなる撮影距離では、A F (オートフォーカス) 制御にて所定のオフセット量を設定し、意図的にピントをずらして調整する方法が採られてきた (その詳細については図 3 (C) を参照して説明する)。これにより、画面周辺部のピントずれは緩和されるが、反面で画面中心部は最良のピント位置からずれることになる。近軸領域では周辺域に比較してレンズの結像性能は高く、多少のデフォーカスによる画質劣化に対して余裕があるので影響は少ないとみなされる。尚、ピント位置のオフセット設定は、A F 時に取得される被写体までの距離情報に基づいて、予めレンズ設計上で予測される像面弯曲量から設定される。この結果、画面周辺の暈け具合が改善された画像が得られる。

30

【 0 0 1 6 】

しかしながら、この方法では、画面中心に対応する被写体に対しては、意図的にピントをずらしているので、撮影時の F 値が明るい場合等の条件によっては、撮像レンズが本来有する結像性能を十分に発揮することができない。更には、書画等の平面的な被写体、或いはカメラから等距離に配列された被写体群で形成される平面に対し、カメラの撮像素子を正対させて撮影する場合が前提とされる。仮に建物の壁面やポスター等のように、実際に平面である被写体を撮影する場合でも、被写体がカメラと正対しているとは限らない。寧ろ正対していない方が一般的である。

40

また、マクロ撮影では、被写体が平面的でない構図にて撮影する場合も多い。例えば昆虫や草花等をマクロ撮影する一般的な場合、画面中心に対応する位置に主被写体があり、周囲が背景である構図等では、画面周辺部は元来被写界深度外であって、その暈けの度合は撮影者の作画意図上、問題にならないこともある。このような場合、画面中心部と周辺部のバランスだけで合焦位置を決定する方法は好ましくない。

50

一般的に略無限遠とみなせる所定距離よりもカメラに近い被写体を撮影する場合、撮影画面内の被写体の配置は平面的でもなく、カメラに正対していない場合の方が多いことが予想される。更に、遠景のような所定距離以上に離れた被写体を撮影する場合には、撮影画面内の個々の被写体はカメラからそれぞれ異なる距離にあったとしても、殆ど全て無限遠にあるのと等価になる。この場合、如何に立体的な被写体配置であったとしても全てカメラから等距離で正対した配置と見なせるため、別な取り扱いが必要となる。

以下では、このような場合に好適なAF処理を実現する撮像装置およびその制御方法について詳述する。

【0017】

[第1実施形態]

10

以下では、本発明の第1実施形態を説明する。本実施形態では、ズームレンズの広角端等で生じやすいケースを説明する。近距離においてアンダー方向の像面彎曲が大きくなる撮影レンズにて、マクロ領域を含む近距離の撮影で被写体の状態に合わせてAFにオフセット量を設定し、ピント状態を最適に調節する例である。

本実施形態における撮影レンズでは、例えば撮影距離10メートル程度から無限遠にかけての距離範囲、所謂中遠距離にて、撮影画面内の各被写体までの距離に拘わらず、像面はほぼ撮像素子に平行な平面となる。図3(A)では、撮影レンズ12と撮像素子の受光面10との関係を示す。受光面10は光軸に直交する線分で表す。一方、撮影レンズ12は、撮影距離が数十mm程度の場合、図3(B)に例示すように、撮像素子に正対した平面上の被写体を結像した像面が、アンダー側に大きく倒れる像面彎曲を示す。図3の左側をアンダー側とし、右側をオーバー側とする。

20

【0018】

図3(B)は、AF動作により撮影画面の中心部分で、撮像素子の受光面10上に合焦している状態を示している。例えば、撮影レンズ12を用いて至近距離にて、書画等の平面被写体を撮影すると、撮影された書画の像は、像面13に示すようにアンダー側に彎曲した空中像となる。撮像光学系の焦点深度範囲11内に収まっている像部分と、像面13の周辺で焦点深度範囲11の外に逸脱している像部分(周辺領域14参照)がある。画面の周辺領域14では像がアンダー側(撮影レンズ12側)に彎曲し、許容レベルを超えたピント外れを起こしており、即ち像が暈けている。

30

このような場合、画面中心のピント位置に対し、像面彎曲にて像面が倒れている方向(図3(B)ではアンダー側)とは反対方向(オーバー側)にピント位置をずらすオフセット動作が行われる。これを図3(C)に示す。同図にてオフセットを矢印15で示す。この結果、図3(B)にて焦点深度範囲11から逸脱していた、画面の周辺領域14での像部分が焦点深度範囲に収まるので、周辺域での暈けが少ない画像が得られる。しかし、画面中心部についてもピントがずれてしまう。このため、画面中心部の像部分は、焦点深度内ではあるが撮影レンズ12の最良の性能を得られるピント位置ではなくなる。

【0019】

本実施形態では、図5に示すように、撮影画面を複数の領域(以下、分割領域という)に分割し、分割領域ごとにピント位置を個別に検出する。図5の例は、撮像素子103の撮像領域に対応する画面を $N \times N$ 個(例えば $N = 5$)の25領域に分割した場合である。尚、より一般的には $N \times M$ 個の領域に区分けすることができる。例えば、信号処理回路108およびシステム制御部114内のAF処理部がコントラスト検出方式で焦点評価値を用いて焦点調節を行うものとする。この場合、焦点評価値は信号処理回路108が処理した撮像信号から高周波成分を抽出することで算出され、そのピークが得られる位置へフォーカスレンズを移動させる制御が行われる。フォーカスレンズの繰り出し/繰り込み量の絶対値を制御しつつ焦点評価値を取得してレンズ位置情報と対応付ける処理が行われる。これにより画面上の各分割領域での被写体のピント位置をそれぞれ判断することができる。分割領域に対し、例えば領域ごとにそれぞれの領域内での焦点評価値を平均して代表値とすることもできる。また、被写体像の境界が複数の分割領域に跨がってしまうことによる影響を受け難くするために、当該分割領域内の更に狭い領域での焦点評価値をもって、

40

50

当該分割領域の代表値として取り扱うこともできる。なお、コントラスト検出方式ではなく、撮像素子上に位相差検出素子を複数配置し、これらの位相差検出素子により相関検出される像ずれから焦点ずれ量（デフォーカス量）を算出してAF動作（位相差検知方式AF）を行ってもよい。

【0020】

上記のように画面におけるそれぞれの分割領域で被写体のピント位置情報が取得される。ピント位置情報は被写体にピントが合った状態での合焦位置や当該位置からのずれ量の情報を含む。この情報に基づき、撮影レンズの結像倍率計算が実行されて、撮像装置から被写体までの距離の情報（以下、被写体距離という）が得られる。しかしながら被写体を近距離撮影する場合、ピント位置情報には像面弯曲と像面変形の影響が含まれている。例えば、各分割領域での被写体距離からその像高の概略的な撮影倍率が判るので、当該像高における撮像倍率に対応する像面弯曲と像面変形が一義的に判明する。一例として、撮影レンズの設計値に基づく像面弯曲量と、製造時に実測した像面変形量を、像高（動径方向）及び被写体距離及び方位角方向とともにデータテーブルとして所定の記憶部に保持する方法がある。

10

【0021】

図5に示す h は、画面中心を原点位置として任意の分割領域ARの中心位置までの距離（動径距離）を表している。方位角 θ は、画面中心を通る垂直方向の基準軸に対してなす角度を表している。任意の分割領域ARに対応する像高 h 、方位角 θ に於いて被写体距離は、撮影レンズの繰り出し／繰り込み量から判明する。被写体距離が決まると結像倍率 (h, θ) が決まる。これに対応する像面弯曲及び非対称な像面変形を $\Delta \text{img}(h, \theta)$ とするとき、被写体距離のずれ $\Delta \text{obj}(h, \theta)$ は、下式で求まる。

20

【数1】

$$\Delta \text{obj}(h, \theta) = \frac{\Delta \text{img}(h, \theta)}{\beta(h, \theta)^2} \quad (1)$$

(1)式から算出される成分を、符号を考慮して被写体距離から減算して除去することにより、正確な被写体距離が判明する。換言すれば、像面弯曲成分や像面変形分を何ら考慮せずに、光軸上での撮影倍率のみで距離判定を行ったのでは、像面変形分等の誤差が発生し、正確な被写体距離は得られない。これについて図4(A)を参照して説明する。

30

【0022】

図4(A)は、複数の被写体18, 20, 22と、撮影レンズ12と、複数の被写体像19, 21, 23との関係を模式的に示す。被写体22は光軸上に位置し、他の被写体18, 20は、撮影レンズ12から被写体距離Lに位置する平面（P参照）上に位置する場合を想定する。被写体18に対応する像19、被写体20に対応する像21、被写体22に対応する像23をそれぞれ示す。被写体距離Lにて、設計上の像面13を点線で誇張して示している。像面13には、アンダー側の像面弯曲及び撮影レンズ12の製造誤差に起因する非対称な像面変形が同時に発生している。像19に対応する像高、及び方位角方向では、像面弯曲および像面変形の各成分の合成により、距離16で示すデフォーカス量が発生する。同様に、像21では距離17で示すデフォーカスが発生する。距離16と距離17のそれぞれの値については、非対称な像面変形の影響により、同じ像高であっても異なる。一方で、被写体18, 20は、実際には同一の平面上に存在している。同一の平面とは、光軸に対して直交し、被写体18, 20, 22の各中心を通る平面（図4(A)のP参照）である。

40

【0023】

像面の変位量は、前述のように各被写体のピント位置情報に含まれて検出され、ピント位置情報から被写体距離、即ち被写体群の距離分布が得られる。しかしながら、この情報に含まれる像面の誤差成分を除去しないと正しい情報は得られない。すなわち、単純に一律の撮影倍率を使用して計算すると、図4(A)に示す虚被写体18F, 20Fまでの距離が算出されてしまうことになる。被写体20は虚被写体20Fの位置に存在し、被写体18は虚被写体18Fの位置に存在するというように、誤った位置判定が行われてしまう

50

。そこで、前記の式から算出した、像面彎曲および像面変形の各成分の合成値を、被写体距離から減算して除去する処理が実行される。これにより、正確な被写体距離が判明する。図4(A)の例では、被写体18および20共に、被写体距離がLに等しいことが判明する。これらの被写体はいずれも同一平面上に位置し、且つ、カメラに対して正対していることが判る。

尚、図4(A)では、被写体像として光軸上の像23と画面周辺部の2像19, 21だけを例示した。実際には図5に示すように、例えば25分割された画面全体に写り込む被写体像に対して、前記と同様の処理および判定が実行される。画面上の各分割領域に対する被写体距離には、撮影倍率計算に伴う誤差、製造誤差要因による測定誤差等、種々の誤差成分が存在する。このため、同一平面上に位置する各被写体までの距離が厳密に一致しなくとも、所定の範囲内に収まっているれば、各被写体の位置が殆ど同じ平面上であって、且つ正対しているとみなして差し支えない。

【0024】

複数の被写体と撮像装置との距離の差が閾値以下で当該複数の被写体が配列している第1の配列状態は、例えば、各被写体が略同一平面上にあって、且つカメラに対して正対していると判断される配列状態である。この場合、システム制御部114は第1の制御により以下の処理を行う。

説明を単純化するために、図4(B)を参照する。図4(B)は、図4(A)に示す撮像素子の受光面10の付近を示している。図4(A)の被写体像に対する、撮像素子の相対的な位置を決める処理が実行される。言換すると、AF処理によりピント合わせの位置が決まると、夫々の像についてのデフォーカス量が決まる。図4(B)の例では、受光面10からの距離25が像19のデフォーカス量を示す。また距離26は像23のデフォーカス量を示し、距離27は像21のデフォーカス量を示す。これらのデフォーカス量の総和の絶対値、またはデフォーカス量の自乗の総和が最小になるように焦点位置調整が行われる。

或いは、撮影画面内での位置に応じて予め決定された重み付け係数 K_i ($i=1, 2, \dots$)を、上記デフォーカス量またはずれ量に乗算することにより、加重計算処理が行われる。重み付け係数 K_i を使用する理由は、例えば画像の中心部を重視する処理が挙げられる。画像中心を優先して焦点状態を調整したいという要求がある場合、重視したい領域のずれ量を大きめに見積もる重み付け処理が行われる。これは、重視したい領域でのピントずれを優先的に小さくするためである。勿論、重み付け係数の配置の如何によっては、優先的にピントずれを小さくしたい領域を、画面中心以外の位置に設定しても構わない。尚、製造誤差による非対称な像面変形成分が無視できる程度に、製造誤差が抑えられている場合には、光軸に関して対称な像面彎曲成分のみを考慮すればよい。その場合、前記した $img(h, \theta)$ は、一つの方位角 θ の値を光軸回りに回転させて使用すればよいので、 h のみの関数 $img(h)$ でよい。

【0025】

但し、前述した処理が有効なのは、複数の被写体が略同一平面上にあり、且つ被写体の配置が撮像素子に正対している場合に限られる。一方で、像面彎曲成分および像面変形成分を考慮したのち、画面内の各分割領域での被写体距離が相互に略等しくない場合に対処する必要がある。このように状況については、複数の被写体が同一平面上に存在しない第1の場合と、各被写体が同一平面上にあったとしても、カメラと正対していない第2の場合がある。以下では、このような、複数の被写体と撮像装置との距離の差が閾値を超えて当該複数の被写体が配列している第2の配列状態について、図6を参照して説明する。

図6は第2の場合を例示し、被写体18, 20が光軸上の被写体22と同じ平面Q上に位置するものとする。但し、平面Qは光軸に対して傾斜した面であり、各被写体はカメラと正対していない。図6には、撮影レンズ12から被写体18までの距離L18、および被写体20までの距離L20を示す。撮影レンズ12には、図4(A)の場合と同様に、アンダー側の像面彎曲が存在する。像面彎曲成分と、製造誤差に起因する非対称な像面変形成分を除去し、被写体距離を算出する処理が行われる。その結果、被写体距離L18と

L 2 0 は互いに等しくない。尚、被写体像の夫々の像高と被写体距離から、各被写体がカメラに正対していない同一平面上に位置するか否かを判別可能である。この場合、前記の焦点位置調整によって、各被写体のデフォーカス量の総和の絶対値、若しくは自乗の総和を最小にする処理は意味をなさない。当該処理を実行しても、撮影画面内の各分割領域に於いてピントがずれている両端の領域の中間にピントが合うだけである。つまり、画面内の全ての、またはより多くの領域が焦点深度範囲 1 1 内に収まるとは限らないのである。また、本来ピントを合わせたい被写体の像が何れかの分割領域にあったとしても、その位置から大きくピントをずらしてまで画面全体で平均的にピントを合わせることには意味がないためである。

【0026】

従って、このような場合、システム制御部 1 1 4 は第 2 の制御により、本来ピントを合わせたい被写体に最優先でピントを合わせる処理を行う。すなわち、画面内の各分割領域のうち、何れかの領域を合焦規準として当該領域での像にピントを合わせる処理が行われる。この合焦規準とする領域は、撮影の目的となる主被写体が存在する領域である。この領域を決定するための最も単純な方法は、画面の中心に固定する方法である。つまり、合焦規準とする領域は撮影画面の中心を含む領域に設定される。撮影者が構図を決める際に、画面中心に主被写体が位置するように操作することは、一般的に良く行われるからである。他の方法は、撮影者が任意に指定する方法である。例えば、液晶ビューファインダ等の表示画面上にタッチパネルを装備したカメラ等において、撮影者が表示画面上に映し出された主被写体の画像を手指等で選択することで、合焦規準の領域が決定される。または、被写体の自動検出処理により、カメラが人の顔等の特徴的部位を自動的に検出して判定する場合、当該部位の画像を含む領域（顔領域）が合焦規準の領域として決定される。図 6 の例において、被写体 1 8 を主被写体とする場合、撮像素子の受光面 1 0 上にて、被写体 1 8 の像 1 9 にピントが合っている。よって、それ以外の被写体 2 0 , 2 2 にはピントが合っておらず、それらの像 2 1 , 2 3 の位置は焦点深度近傍または焦点深度範囲外であり、暈けた状態となる。

以上に説明した処理は、画面内の各分割領域にて撮像される各被写体が、同一平面上に位置していない場合においても適用される。

【0027】

次に、図 7 のフローチャートを参照して、本実施形態における焦点調節処理の流れを説明する。以下の処理はシステム制御部 1 1 4 により実行される制御プログラムに従って実現される。

S 2 0 1 で撮影レンズの繰り出しありおよび繰り込み動作の制御が行われる。システム制御部 1 1 4 は駆動回路 1 0 7 に制御信号を出力して、撮像光学系 1 0 1 の可動レンズの駆動制御を行う。次の S 2 0 2 でシステム制御部 1 1 4 は、撮影画面内の各分割領域（図 5 の A R 参照）について、領域ごとの被写体距離やピント位置情報を取得する。コントラスト検出方式の場合、システム制御部 1 1 4 は、信号処理回路 1 0 8 から取得される焦点評価値に基づいて A F 処理を実行する。また瞳分割式の位相差検出の場合、システム制御部 1 1 4 は撮像素子 1 0 3 の位相差検出用像素子から取得される像信号に基づいて焦点ずれ量を算出して A F 処理を実行する。但し、S 2 0 2 の段階で取得される、分割領域ごとの被写体距離は、前記の誤差成分を含んでいる。そこで、S 2 0 3 では前記（1）式から被写体距離のずれ h_{obj} を算出し、被写体距離を補正する処理が行われる。本処理では、像面弯曲成分と、製造誤差に起因する非対称な像面変形成分が除去される。これにより、撮影画面上の各分割領域にて撮像される被写体までの距離情報、像面情報と併せて、各被写体の正しい配列状態を把握することができる。配列状態は、図 4 (A) に例示するように複数の被写体が同一平面 P 上に位置する状態や、図 6 に例示するように、同一平面 Q 上であってもカメラに正対していない状態を含む。

【0028】

次に S 2 0 4 でシステム制御部 1 1 4 は、被写体の配列状態判定を行う。本処理では、複数の被写体が、被写体距離に対応する同一の平面から所定の範囲内にあるか否かが判定

10

20

30

40

50

される。この被写体距離は、S 203で誤差成分が除去された補正後の距離情報である。また、所定の範囲は、判定基準値として予め設定された閾値により規定される。例えば、図5の分割領域にそれぞれ対応する複数の被写体までの距離情報を用いて合焦位置を調整した像面が焦点深度内に収まっている場合、各被写体までの被写体距離を等距離とみなすことができる。S 204で複数の被写体が、被写体距離に対応する同一の平面から所定の範囲内にあると判定された場合、S 207に処理を進める。また、複数の被写体が、被写体距離に対応する同一の平面から所定の範囲内にないと判定された場合、S 205に処理を進める。

S 207でシステム制御部114は正対判定を行う。判定の結果、複数の被写体の配列状態が、カメラに正対している状態である場合、S 208に処理を進め、そうでない場合、S 205に処理を進める。

S 205でシステム制御部114は、合焦規準とする領域の確認および確定処理を行う。確認処理は、例えば、撮影の目的となる主被写体の位置に対応する画像領域を画面上に表示し、撮影者に確認を促す処理である。また、確定処理は、撮影者の操作指示に従って領域を選択する処理、または、一定時間以上に亘って操作指示がない場合、被写体の顔領域等を自動で選択する処理である。S 206でシステム制御部114は、合焦規準として確定した領域に従って焦点位置を調整する。

【0029】

一方、S 208でシステム制御部114は、撮影画面の各分割領域のデフォーカス量の総和の絶対値、または、デフォーカス量の自乗の総和を算出し、次のS 209では、算出した値が最小になるように焦点位置調整を行う。その際、前記の重み付け係数を用いた加重計算を行ってもよい。S 206、S 209の処理の後、前記した一連の処理が終了する。

本実施形態によれば、撮影画面上の分割領域にて撮影される夫々の被写体までの距離情報について、像面彎曲および像面変形による誤差成分を取り除くことで、正確なピント位置情報および被写体の配列状態の情報を取得することができる。このように、撮影画面上にて撮影される各被写体の距離情報から、像面の位置に応じた誤差成分を除去した情報に基づいて各被写体に対して最適な合焦状態をもった画像を撮影できる。

なお、本実施形態では、像面彎曲がアンダー側である場合について説明したが、像面彎曲がオーバー側の場合、あるいは、像面彎曲が像高に応じてオーバー側とアンダー側にそれぞれ変化する場合でも同様に適用可能である。このことは後述する実施形態でも同様である。

【0030】

[第2実施形態]

次に本発明の第2実施形態を説明する。第2実施形態では、遠景等の、離れた被写体を撮影する場合に、ズームレンズの望遠端等で使用する例を説明する。なお、冗長な説明を回避するため、第1実施形態との相違点を主として説明する。このような説明の省略は後述の実施形態でも同様である。

図8(A)は、レンズ設計上の制約から望遠端の無限遠側で像面彎曲がオーバー側に発生する例を説明する図である。同図ではAF処理により、画面の中心部分の像が撮像素子103の受光面10上に合焦している状態を示している。この撮影レンズ12では、例えば10メートル程度から無限遠の遠距離にて、像面彎曲がオーバー側に発生する。撮像光学系101の焦点深度範囲を距離11として示す。このとき、撮影される像面13では、撮影画面の周辺部分が焦点深度範囲11の外に逸脱している。この場合に得られる画像は、例えば画面の周辺領域14の部分に示すように、画面端部にて許容レベルを超えたピント外れを起こしており、暈けた像となる。

【0031】

第1実施形態の場合との相違点は、遠距離側で像面彎曲が発生する点である。各被写体距離が一定の距離を超えた場合、像面内の全ての被写体は略無限遠と等価であるとみなして差し支えない。従って、各被写体はカメラに対して同一平面上にあり、且つカメラに対

して正対しているとみなすことができる。画面内の各分割領域の撮影距離が上記条件を満たす場合、実際の個々の被写体の相互の距離差に拘わらず、像面彎曲、及び、撮影レンズ12の製造誤差による非対称な像面変形のみの影響として、画面内の局所的なデフォーカス分布が現れる。この対策として、デフォーカス量、即ちずれの総和の絶対値、または、合焦状態からのずれの自乗の総和が最小になるように焦点位置調整を行うことで、その影響を緩和することが可能である。調整後の状態を図8(B)に示す。図8(B)の例では、周辺領域14が焦点深度範囲11内に収まっている。

或いは、撮影画面内の位置に応じて予め決定した重み付け係数を上記ずれ量に乗算した後に前記と同様の処理を行ってもよい。重み付け係数を用いた演算処理を行う理由は、第1実施形態にて説明した通りである。また、製造誤差による非対称な像面変形成分を無視できる程度に、製造誤差が抑えられている場合、光軸に関して対称な像面彎曲成分のみを考慮すればよい。

【0032】

図9は、本実施形態における処理の流れを部分的に説明するフローチャートである。S401およびS402は図7のS201およびS202の処理と同様である。また、S208およびS209については図7で既に説明済みである。よって、S403の判定処理を説明する。

S403でシステム制御部114は、被写体距離が無限遠と等価であるかどうか、すなわち、各分割領域での被写体距離を所定の距離と比較し、当該距離以下である場合、図7のS203に処理を進める。さらにS204乃至S209の処理が実行される。所定の距離とは、予め設定された判定基準値(閾値)であり、システム制御部114がメモリ等から参照する。S403で各分割領域での被写体距離が所定の距離を超えていたと判定された場合には、S208に処理を進める。第1実施形態で説明した近距離の場合と同じ処理が実行される。つまり、被写体距離を無限遠と等価に取り扱える場合には、分割領域ごとに對応する各被写体に関して相互の遠近関係に拘わらず、正対した平面上に配列した被写体として取り扱い、S208、S209の処理が実行される。

本実施形態によれば、撮像装置から遠距離に位置する各被写体に対して合焦位置を調整して、適正な画像データを生成できる。

【0033】

〔第3実施形態〕

次に本発明の第3実施形態を説明する。本実施形態に係る撮像装置は、前記の方法を用いて、画面上の分割領域にそれぞれ対応する複数の被写体が同一平面上に配列しているかどうかを判断する。システム制御部114は、複数の被写体が同一平面上に配列しており、且つ撮像装置と正対していないと判断した場合に、被写体が書画等の平面被写体であると判断し、自動的に台形補正を行う。台形補正(台形歪み補正)とは、本来四角形(長方形、正方形)であるものが台形歪みにより変形した状態を、四角形に復元するために台形歪みを補正することである。

例えば書画を撮影対象とする場合、書画の記載内容を正確に読み取ることが要求される。このような場合、自動判定により台形歪みを補正することで、書画を正対せずに撮影しても正しく本来の目的を達成することができる。書画については正確に正対して撮影することが好ましいが、簡単に構図を合わせただけで撮影しても自動的に対応できることが利点である。但し、書画撮影の目的でなく、撮影者の作画意図により斜め撮影を行う場合もあるため、この機能を使用しない設定を選択することができる。

本実施形態によれば、平面被写体に対して斜め撮影を行う場合に、適正な画像データを生成できる。

【0034】

〔第4実施形態〕

次に本発明の第4実施形態を説明する。

本実施形態に係る撮像装置は、前記の方法を用いて、画面上の分割領域にそれぞれ対応する複数の被写体が同一平面上に配列していると判断され、且つ撮像装置と正対している

と判断される場合、露出条件を変更する。この場合、システム制御部 114 は、露出条件に影響の少ない範囲内で撮像光学系 101 の絞り値を変更し、絞り気味に制御する。この結果、画面周辺の焦点深度が深くなるので、像面弯曲と像面変形の影響を少なくすることができます。

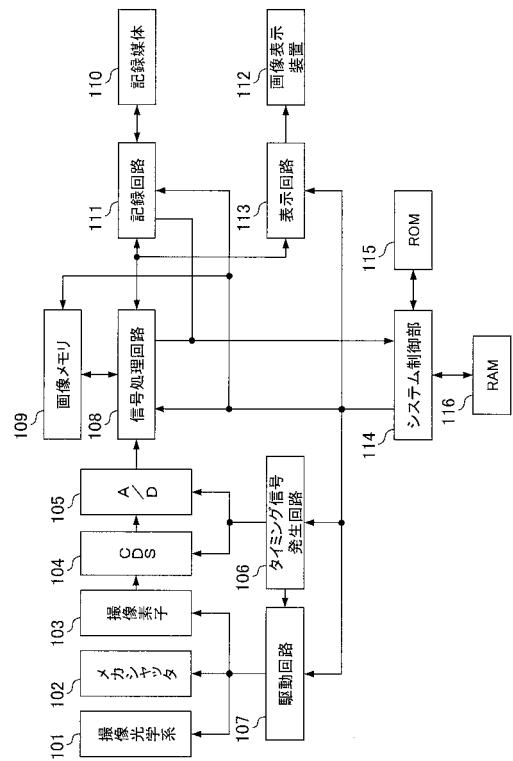
【符号の説明】

【0035】

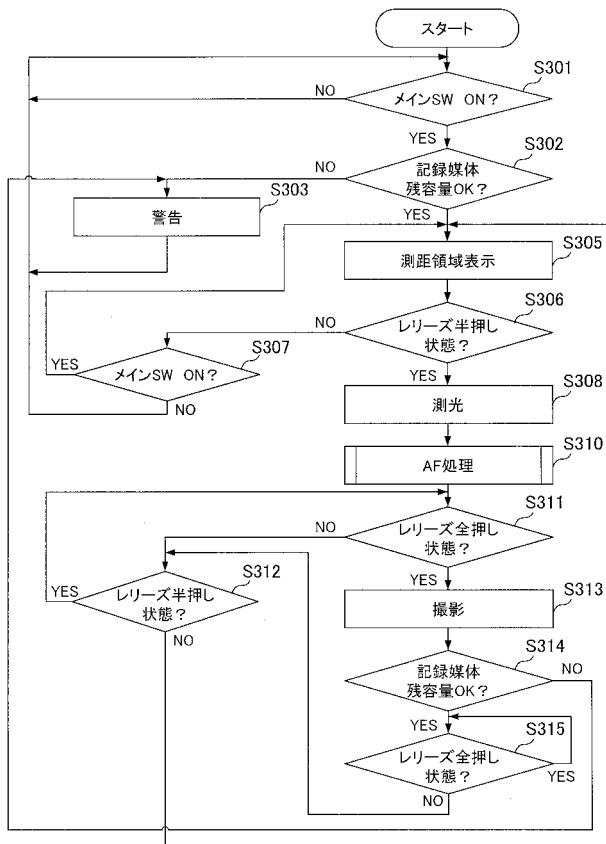
- 101 撮像光学系
- 103 撮像素子
- 107 駆動回路
- 108 信号処理回路
- 114 システム制御部

10

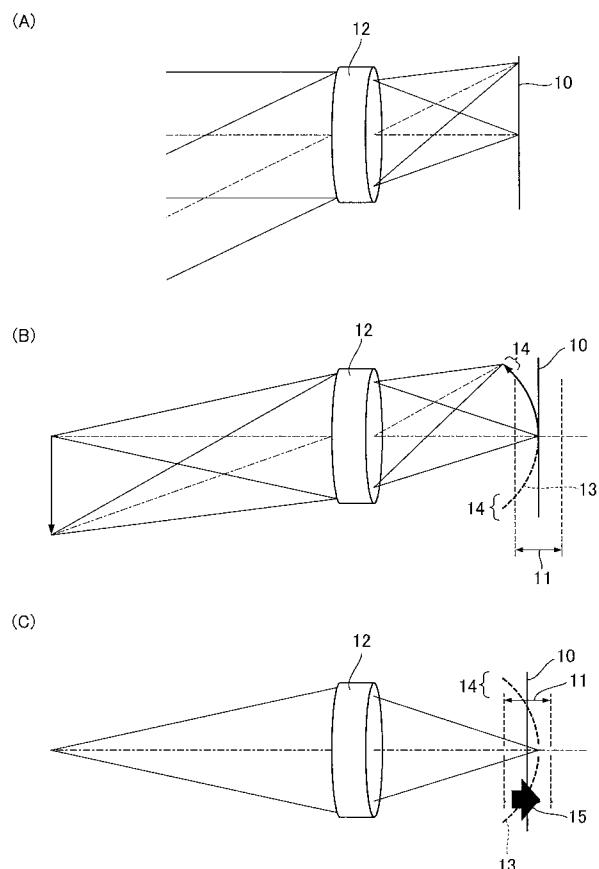
【図1】



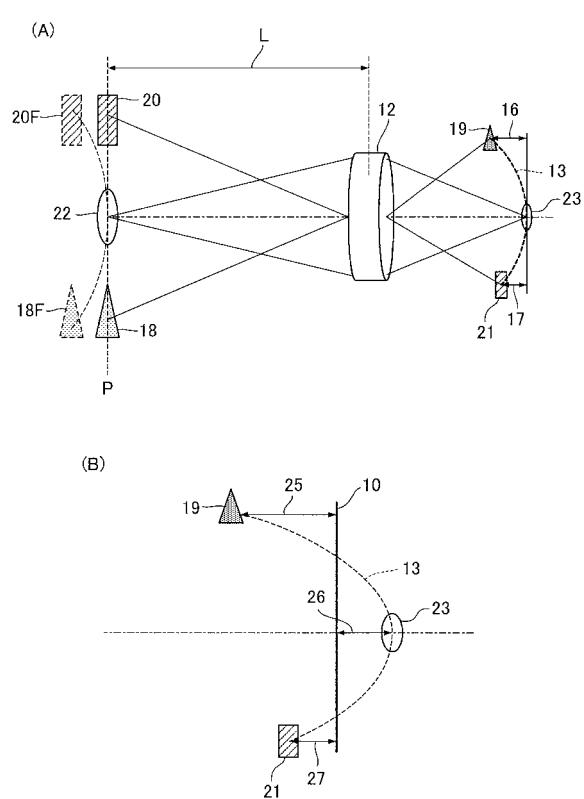
【図2】



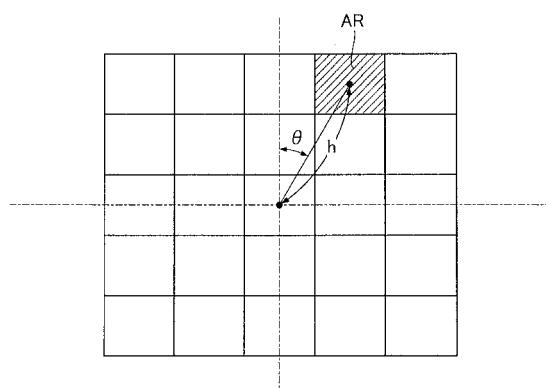
【図3】



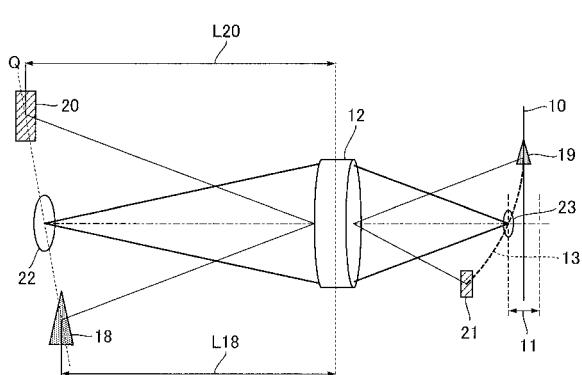
【図4】



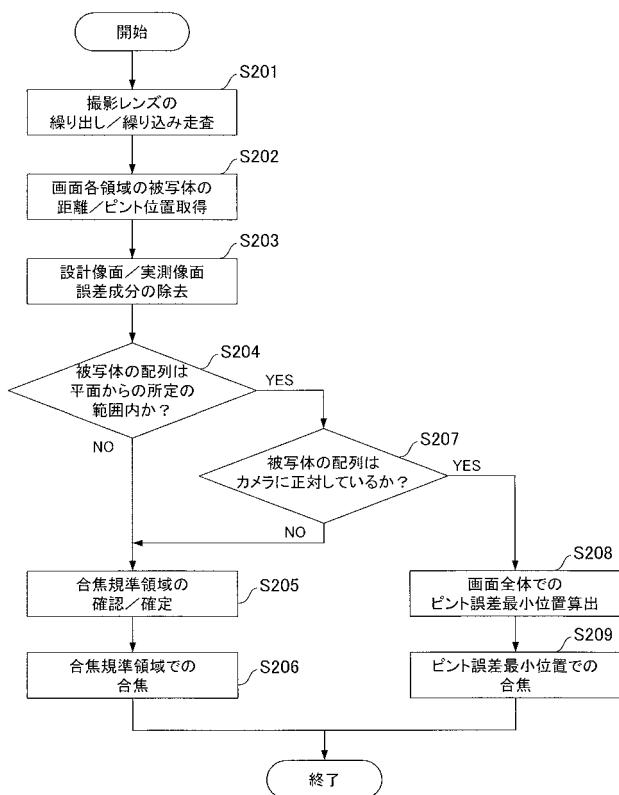
【図5】



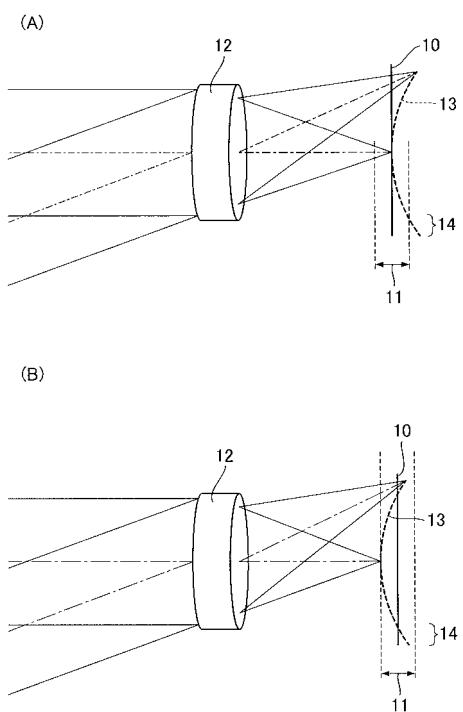
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

