

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7309383号

(P7309383)

(45)発行日 令和5年7月18日(2023.7.18)

(24)登録日 令和5年7月7日(2023.7.7)

(51)国際特許分類

F I

G 0 3 B 17/18 (2021.01)

G 0 3 B 17/18

G 0 3 B 17/14 (2021.01)

G 0 3 B 17/14

G 0 2 B 7/34 (2021.01)

G 0 2 B 7/34

G 0 3 B 13/36 (2021.01)

G 0 3 B 13/36

H 0 4 N 23/63 (2023.01)

H 0 4 N 23/63 3 0 0

請求項の数 12 (全17頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2019-31396(P2019-31396)

(22)出願日 平成31年2月25日(2019.2.25)

(65)公開番号 特開2020-134859(P2020-134859
A)

(43)公開日 令和2年8月31日(2020.8.31)

審査請求日 令和4年2月24日(2022.2.24)

(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 100114775

弁理士 高岡 亮一

(74)代理人 100121511

弁理士 小田 直

(74)代理人 100208580

弁理士 三好 玲奈

(72)発明者 高宮 英秋

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 岡田 弘

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 撮像装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ズーム機能を有し、ズーム状態に応じてF値が所定範囲内で変化する光学系を固定設置又は着脱可能な撮像装置であって、

前記光学系を介した光学像を撮像する撮像手段と、

前記光学系の前記ズーム状態に応じて前記F値が前記所定範囲内で変化する場合に、被写体のデフォーカス量が前記光学系の前記所定範囲内の最小F値と最小許容錯乱円径の積に基づき算出される所定の第1の閾値より小さい場合に合焦状態と判断する判断手段と、

前記判断手段によって合焦状態と判断されたときに第1の合焦表示をする合焦表示手段とを有し、

前記判断手段は、前記第1の閾値よりも大きい第2の閾値を有し、被写体のデフォーカス量が前記第1の閾値以上で前記第2の閾値より小さいと判断する第2の合焦判断を行うとともに、前記第2の合焦判断がされたときには、前記合焦表示手段は前記第1の合焦表示とは異なる第2の合焦表示をすることを特徴とする撮像装置。

【請求項2】

前記光学系を含むレンズ鏡筒は、マニュアルで前記光学系を駆動して被写体に合焦させるための合焦動作を行う操作部を含むことを特徴とする請求項1に記載の撮像装置。

【請求項3】

前記光学系は、撮像装置に対して着脱可能なズームレンズユニットを含み、前記撮像装置は前記ズームレンズユニットから前記最小F値に関する情報を取得するための通信手段

を有することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記撮像手段は、位相差検出方式によって前記被写体のデフォーカス量を検出するデフォーカス量検出手段を含むことを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の撮像装置。

【請求項 5】

更に、自動的に合焦動作を行うオートフォーカス手段を有することを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の撮像装置。

【請求項 6】

前記オートフォーカス手段は、前記判断手段によって合焦状態と判断された後に、前記光学系の F 値が変化することによって合焦状態でなくなった場合に、自動的に合焦手段を動作させることを特徴とする請求項 5 に記載の撮像装置。

10

【請求項 7】

前記第 1 の合焦表示または前記第 2 の合焦表示がなされなかった場合に表示される他の表示を有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 8】

前記第 1 の合焦表示と前記第 2 の合焦表示とは色が同じであり、前記他の表示とは色が異なることを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 9】

前記第 1 の閾値は $(\text{最小 F 値} / \text{現在の F 値}) \times \text{現在の F 値} \times \text{許容錯乱円径}$ に基づき算出される値であることを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の撮像装置。

20

【請求項 10】

前記第 2 の閾値は 許容錯乱円径 と現在の F 値の積に基づき算出される値であることを特徴とする請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の撮像装置。

【請求項 11】

請求項 1 ～ 10 のうちいずれか一項に記載の撮像装置の各手段としてコンピュータを機能させるためのコンピュータプログラム。

【請求項 12】

請求項 11 に記載のコンピュータプログラムを記憶したコンピュータで読み取り可能な記憶媒体。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、合焦表示が可能な撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

静止画の撮影を行う際は、従来から広く知られているオートフォーカス（以下 A F ）の機能を用いてピント調整を行い撮影することが一般的である。しかし、動画の撮影を行う際は、自動でピントを合わせるための A F 調整動作も動画の一部として記録されてしまうため、A F を使わずにマニュアルフォーカス（以下 M F ）にてピント調整を行う場合がある。

40

【0003】

このように M F にてピント調整を行うことによって、任意の場所に任意の速度でピントを合わせていく映像を撮影することが可能となる。しかし、ピントを合わせる際に、どこが合焦位置かを判別することは、カメラの背面などにあるディスプレイ上では確認が困難なことがある。このような課題を解決するために、M F 時のアシストをするための提案が特許文献 1 においてなされている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

50

【文献】特開 2018 - 155904 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 によれば、ユーザーが MF を行う際に、残りのデフォーカス量に応じて所望の動作でピントを合わせる映像を得ることができる。しかし、そのようにしてピントを合わせた状態から、たとえばズーム動作を行うと、撮像装置の表示上、合焦を示す合焦表示が表示されていても、合焦から非合焦へと表示が変わってしまうことがある。これらの原因としては、合焦表示を表示させるためのデフォーカス量の閾値に F 値を用いている場合において、ユーザーが行ったズーム動作により F 値が変化してしまうことが原因である。

10

【0006】

例えばユーザーが、ある撮像装置と光学系の組み合わせにおいて、開放 F 値が F 5.6 のズーム状態において、MF によりピントを合わせたとする。この時の撮像装置上の合焦表示は、開放 F 値である 5.6 に所望の係数をかけ合わせて算出される。次に、その状態においてユーザーがズーム動作を行い、開放 F 値が 2.8 のズーム状態に設定したとする。すると、その時の合焦表示は開放 F 値 2.8 を用いて算出されるため、ズーム動作前とズーム動作後と比較すると、合焦表示を行うためのデフォーカス量の閾値が 2 倍も異なることになる。また、もしズーム動作前の状態で MF を行ったときの残りデフォーカス量が、デフォーカス量閾値をわずかに下回るような値だったとする。すると、前述したようにズーム動作を行ったあとデフォーカス量閾値が半分になるような条件においては、合焦表示が非合焦となってしまう。

20

本発明は、上記のような問題を解決し、ユーザーが MF などにてピントを合わせた後、ズーミング動作などを行った場合においても適切な合焦表示が可能な撮像装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、本発明の撮像装置は、
ズーム機能を有し、ズーム状態に応じて F 値が所定範囲内で変化する光学系を固定設置又は着脱可能な撮像装置であって、

前記光学系を介した光学像を撮像する撮像手段と、

30

前記光学系の前記ズーム状態に応じて前記 F 値が前記所定範囲内で変化する場合に、被写体のデフォーカス量が前記光学系の前記所定範囲内の最小 F 値と最小許容錯乱円径の積に基づき算出される所定の第 1 の閾値より小さい場合に合焦状態と判断する判断手段と、

前記判断手段によって合焦状態と判断されたときに第 1 の合焦表示をする合焦表示手段とを有し、

前記判断手段は、前記第 1 の閾値よりも大きい第 2 の閾値を有し、被写体のデフォーカス量が前記第 1 の閾値以上で前記第 2 の閾値より小さいと判断する第 2 の合焦判断を行うとともに、前記第 2 の合焦判断がされたときには、前記合焦表示手段は前記第 1 の合焦表示とは異なる第 2 の合焦表示をすることを特徴とする。

【発明の効果】

40

【0008】

本発明によれば、ユーザーが MF などにてピントを合わせた後、ズーミング動作などを行った場合においても適切な合焦表示を維持することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図 1】本発明の実施例における撮像装置のブロック図である。

【図 2】本発明の実施例における画素配列の概略図である。

【図 3】本発明の実施例における画素の概略平面図と概略断面図である。

【図 4】本発明の実施例における画素と瞳分割の概略説明図である。

【図 5】本発明の実施例における撮像素子と瞳分割の概略説明図である。

50

【図 6】本発明の実施例における第 1 焦点検出信号と第 2 焦点検出信号のデフォーカス量と像ずれ量の概略関係を示す図である。

【図 7】本発明の実施例における焦点検出処理のフローチャートである。

【図 8】本発明の実施例における第 1 焦点検出信号と第 2 焦点検出信号の瞳ずれによるシェーディングの概略説明図である。

【図 9】本発明の実施例におけるフィルター周波数帯域例を示す図である。

【図 10】本発明の実施例 1 における合焦表示例を示す図である。

【図 11】本発明の実施例 2 における合焦表示例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

10

以下、図を用いて、本発明の実施形態における撮像装置について説明する。その際、全ての図において同一の機能を有するものは同一の数字を付け、その繰り返しの説明は省略する。

【実施例 1】

【0011】

実施例 1 では、MF 時にピント調整をアシストするためのインジケータを表示する上で、デフォーカス量を検出するために撮像面位相差検出方式を採用している。以下に本実施例で用いる撮像面位相差検出方式について説明する。

なお、本実施例ではフォーカス量を検出するために前記撮像面位相差検出方式を用いた例を示すが、この方式に限定されることはなく、デフォーカス量を検出できるものであれば他の方式を用いても良い。フォーカス量を検出するために位相差検出方式の撮像素子を、例えば記録用または表示用の画像を生成するための撮像素子とは別に設けても良い。

20

【0012】

図 1 は実施例 1 の撮像装置（カメラ）100 のブロック図を示している。同図において、101 は結像光学系に配置された第 1 レンズ群で、光軸方向に進退可能に保持される。102 は絞り兼用シャッタで、その開口径を調節することで撮影時の光量調節を行なうほか、静止画撮影時には露光秒時調節用シャッタとしての機能するように構成されている。103 は第 2 レンズ群である。そして前記絞り兼用シャッタ 102 及び第 2 レンズ群 103 は一体となって光軸方向に進退し、前記第 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）を行う。本実施例の結像光学系はズーム状態に応じて F 値が所定の範囲内（最小 F 値から最大 F 値の間）で変化する。

30

なお、図 1 における結像光学系を含むレンズ鏡筒（101～103、105～107、111、112、114）は撮像装置に固定設置されたものであっても良いし、撮像装置に対して着脱可能なズームレンズユニットに搭載されたものであっても良い。ズームレンズユニットの場合には、結像光学系の例えば最小 F 値に関する情報を撮像装置側に送信するための通信用の接点と送信回路が交換レンズ側に設けられる。また、撮像装置側には前記の最小 F 値に関する情報を受信するための通信用の端子と受信回路が設けられる。なお、受信回路は通信手段として機能する。

【0013】

105 は第 3 レンズ群で、光軸方向の進退により、焦点調節を行なう。106 は光学的ローパスフィルタで、撮影画像の偽色やモアレを軽減するための光学素子である。107 は 2 次元 CMOS フォトセンサーと周辺回路からなる撮像素子であり、結像光学系の結像面に配置される。そして結像光学系を介した光学像を光電変換することによって撮像信号を生成する。

40

【0014】

111 はズームアクチュエータで、不図示のカム筒を回動することで、第 1 レンズ群 101～第 3 レンズ群 105 を光軸方向に進退駆動し、変倍動作を行なう。112 は絞りシャッタアクチュエータで、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共に、静止画撮影時の露光時間制御を行なう。114 はフォーカスアクチュエータで、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なう。

50

【 0 0 1 5 】

1 1 5 は撮影時の被写体照明用電子フラッシュで、キセノン管を用いた閃光照明装置や連続発光可能な L E D を備えた照明装置などを用いる。1 1 6 は A F 補助光手段で、所定の開口パターンを有したマスクの像を、投光レンズを介して被写界に投影し、暗い被写体あるいは低コントラスト被写体に対する焦点検出能力を向上させる。

【 0 0 1 6 】

1 2 1 はカメラ本体の種々の制御を司るコンピュータとしてのカメラ内 C P U で、演算部、R O M、R A M、A / D コンバータ、D / A コンバータ、通信インターフェイス回路等を有する。また、R O M に記憶された所定のコンピュータプログラムに基づいて、カメラが有する各種回路を駆動し、A F、撮影、画像処理と記録等の一連の動作を実行する。

10

1 2 2 は電子フラッシュ制御回路で、撮影動作に同期して照明手段 1 1 5 を点灯制御する。1 2 3 は補助光駆動回路で、焦点検出動作に同期して A F 補助光手段 1 1 6 を点灯制御する。1 2 4 は撮像素子駆動回路で、撮像素子 1 0 7 の撮像動作を制御するとともに、取得した画像信号を A / D 変換して C P U 1 2 1 に送信する。1 2 5 は画像処理回路で、撮像素子 1 0 7 が取得した画像の 変換、カラー補間、J P E G 圧縮等の処理を行なう。

【 0 0 1 7 】

1 2 6 はフォーカス駆動回路で、焦点検出結果に基づいてフォーカスアクチュエータ 1 1 4 を駆動制御し、第 3 レンズ群 1 0 5 を光軸方向に進退駆動して焦点調節を行なう。即ち、フォーカス駆動回路 1 2 6 はフォーカスアクチュエータ 1 1 4 と共に、前記光学系を駆動して被写体に合焦させるための合焦動作を行う合焦手段として機能する。1 2 8 は絞りシャッター駆動回路で、絞りシャッターアクチュエータ 1 1 2 を駆動制御して絞り兼用シャッター 1 0 2 の開口を制御する。1 2 9 はズーム駆動回路で、撮影者のズーム操作に応じてズームアクチュエータ 1 1 1 を駆動する。

20

1 3 1 は L C D や有機 E L 等の表示器で、カメラの撮影モードに関する情報、撮影前のプレビュー画像、撮影後の確認用画像、焦点検出時の合焦状態表示画像等を表示する。1 3 2 は操作スイッチ群で、電源スイッチ、リリース（撮影トリガ）スイッチ、ズーム操作スイッチ、撮影モード選択スイッチ、マニュアルフォーカス操作部材等で構成される。マニュアルフォーカス操作部材は、マニュアルで前記光学系を駆動して被写体に合焦させるための合焦動作を行う合焦手段として機能する。1 3 3 は着脱可能なフラッシュメモリで、撮影済み画像を記録する。なお、本実施例では合焦手段として基本的にマニュアルフォーカスの例を用いて説明するが自動的に合焦手段を動作させるオートフォーカス手段のみで合焦動作をするものや、マニュアルフォーカスとオートフォーカスの組み合わせで合焦動作をするものも含む。

30

実施例 1 における撮像素子 1 0 7 の内部の撮像素素と焦点検出画素の配列の概略図を図 2 に示す。

【 0 0 1 8 】

図 2 は、実施例 1 の撮像素子 1 0 7 としての 2 次元 C M O S センサーの撮像素素の配列を 4 列 × 4 行の範囲で示したものである。なお、各撮像素素は左右 2 つの焦点検出画素に分離されているので、図 2 では焦点検出画素の配列としては 8 列 × 4 行の配列が示されている。

40

図 2 に点線で示した 2 列 × 2 行の 4 個の撮像素素群 2 0 0 においては、左上の位置に R（赤）の分光感度を有する撮像素素 2 0 0 R、G（緑）の分光感度を有する撮像素素 2 0 0 G が右上と左下に配置されている。また、B（青）の分光感度を有する撮像素素 2 0 0 B が右下に配置されている。各分光感度はそれぞれ R、G、B のカラーフィルターを各撮像素素の前に配置することによって得られる。さらに、上記撮像素素群 2 0 0 が水平垂直方向に繰り返し配列されている。なお、各撮像素素には第 1 焦点検出画素 2 0 1 と第 2 焦点検出画素 2 0 2 が左右に配列されている。

【 0 0 1 9 】

図 2 に示した 4 列 × 4 行の撮像素素（8 列 × 4 行の焦点検出画素）を撮像素子の撮像面上に多数配置し、撮像画像や焦点検出信号の取得を可能としている。実施例 1 の撮像素子

50

は、撮像素子の周期 P が $4\ \mu\text{m}$ 、撮像素子数 N が横 $5\ 5\ 7\ 5$ 列 \times 縦 $3\ 7\ 2\ 5$ 行 = 約 $2\ 0\ 7\ 5$ 万個配置されているものとする。また、焦点検出画素の列方向周期 P_{AF} が $2\ \mu\text{m}$ 、焦点検出画素数 N_{AF} が横 $1\ 1\ 1\ 5\ 0$ 列 \times 縦 $3\ 7\ 2\ 5$ 行 = 約 $4\ 1\ 5\ 0$ 万個配置されているものとする。

図 2 に示した撮像素子の 1 つの撮像素子 $2\ 0\ 0\ G$ を、撮像素子の受光面側 (+ z 側) から見た平面図を図 3 (A) に示し、図 3 (A) の $a - a$ 断面を - y 側から見た断面図を図 3 (B) に示す。

【0020】

図 3 に示すように、実施例 1 の画素 $2\ 0\ 0\ G$ では、各画素の受光側に入射光を集光するためのマイクロレンズ $3\ 0\ 5$ が形成され、 x 方向に 2 分割された光電変換部 $3\ 0\ 1$ と光電変換部 $3\ 0\ 2$ が形成されている。光電変換部 $3\ 0\ 1$ と光電変換部 $3\ 0\ 2$ が、それぞれ、第 1 焦点検出画素 $2\ 0\ 1$ と第 2 焦点検出画素 $2\ 0\ 2$ に対応する。

光電変換部 $3\ 0\ 1$ と光電変換部 $3\ 0\ 2$ は、 p 型層と n 型層の間にイントリンシック層を挟んだ $p\ i\ n$ 構造フォトダイオードとしても良いし、必要に応じて、イントリンシック層を省略し、 $p\ n$ 接合フォトダイオードとしても良い。

【0021】

各画素において、マイクロレンズ $3\ 0\ 5$ と、光電変換部 $3\ 0\ 1$ および光電変換部 $3\ 0\ 2$ との間に、カラーフィルター $3\ 0\ 6$ が形成される。また、必要に応じて、撮像素子内の各撮像素子毎にカラーフィルターの分光透過率を変えても良いし、一部の撮像素子についてはカラーフィルターを省略しても良い。

図 3 に示した撮像素子 $2\ 0\ 0\ G$ に入射した光は、マイクロレンズ $3\ 0\ 5$ により集光され、カラーフィルター $3\ 0\ 6$ で分光されたのち、光電変換部 $3\ 0\ 1$ と光電変換部 $3\ 0\ 2$ で受光される。

【0022】

光電変換部 $3\ 0\ 1$ と光電変換部 $3\ 0\ 2$ では、受光量に応じて電子とホールが対生成し、空乏層で分離された後、負電荷の電子は n 型層に蓄積され、一方、ホールは定電圧源 (不図示) に接続された p 型層 $3\ 0\ 0$ を通じて撮像素子外部へ排出される。

光電変換部 $3\ 0\ 1$ と光電変換部 $3\ 0\ 2$ の n 型層に蓄積された電子は、転送ゲートを介して、不図示の静電容量部 ($F\ D$) に転送され、電圧信号に変換される。

次に、図 3 (A) に示した画素構造の $a - a$ 断面を + y 側から見た断面図と結像光学系の射出瞳面の関係を図 4 に示す。図 4 では、射出瞳面の座標軸と対応を取るために、断面図の x 軸と y 軸を図 3 に対して反転させている。

【0023】

図 4 で、 $5\ 0\ 0$ は撮像素子 $2\ 0\ 0\ G$ 全体によって受光可能な瞳領域であり、第 1 瞳部分領域 $5\ 0\ 1$ と第 2 瞳部分領域 $5\ 0\ 2$ を含む。第 1 瞳部分領域 $5\ 0\ 1$ は、感度重心が光軸に対して - x 方向に偏心している光電変換部 $3\ 0\ 1$ の受光面と、マイクロレンズによって対応付けられており、第 1 焦点検出画素 $2\ 0\ 1$ で受光可能な瞳領域を表している。第 1 焦点検出画素 $2\ 0\ 1$ に対応する第 1 瞳部分領域 $5\ 0\ 1$ は、瞳面上で + X 側に重心が偏心している。

図 4 で、第 2 瞳部分領域 $5\ 0\ 2$ は、重心が + x 方向に偏心している光電変換部 $3\ 0\ 2$ の受光面と、マイクロレンズによって対応付けられており、第 2 焦点検出画素 $2\ 0\ 2$ で受光可能な瞳領域を表している。第 2 焦点検出画素 $2\ 0\ 2$ の第 2 瞳部分領域 $5\ 0\ 2$ は、瞳面上で - X 側に重心が偏心している。

【0024】

また、図 4 において、 $4\ 0\ 0$ は絞り開口等によって決まる結像光学系の射出瞳を表す。射出瞳 $4\ 0\ 0$ の外側の光はけられる。

また、図 4 で、光電変換部 $3\ 0\ 1$ と光電変換部 $3\ 0\ 2$ (第 1 焦点検出画素 $2\ 0\ 1$ と第 2 焦点検出画素 $2\ 0\ 2$) によって撮像素子 $2\ 0\ 0\ G$ が構成されている。

次に実施例 1 の撮像素子と瞳分割との対応関係を示した概略図を図 5 に示す。第 1 瞳部分領域 $5\ 0\ 1$ と第 2 瞳部分領域 $5\ 0\ 2$ をそれぞれ通過した光束は、撮像素子の各撮像素子

10

20

30

40

50

のマイクロレンズ305に、それぞれ、異なる角度で入射する。そして、分割された第1焦点検出画素201（光電変換部301）と第2焦点検出画素202（光電変換部302）でそれぞれ受光される。なお、実施例1では、瞳領域が水平方向に2つに瞳分割されているが、必要に応じて、垂直方向に瞳分割を行っても良い。

【0025】

本実施例の撮像素子は、結像光学系の第1瞳部分領域を通過する光束を受光する第1焦点検出画素と、第1瞳部分領域と異なる結像光学系の第2瞳部分領域を通過する光束を受光する第2焦点検出画素とが図2に示すように撮像面に複数配列されている。また実施例1の撮像素子では、それぞれの撮像画素が第1焦点検出画素と第2焦点検出画素から構成されているので、各撮像画素は、結像光学系の第1瞳部分領域と第2瞳部分領域を合わせた瞳領域500を通過する光束を受光する。しかし、撮像面内において、撮像画素と焦点検出画素とを別々の構成とし、撮像面内の別々の位置に配置してもよい。

10

【0026】

即ち、例えば、撮像面内にマトリックス状に撮像画素を多数配置するとともに、それらの撮像画素の一部を、前記第1焦点検出画素や第2焦点検出画素に置き換えて分散配置する構成としても良い。

実施例1では、撮像素子の各撮像画素内の第1焦点検出画素201の受光信号を集めて第1焦点信号を生成し、各撮像画素の第2焦点検出画素202の受光信号を集めて第2焦点信号を生成して焦点検出を行う。また、撮像素子の各撮像画素毎に、第1焦点検出画素201と第2焦点検出画素202の信号を加算することで、有効な撮像画素数Nの解像度の撮像信号（画像信号）を生成する。

20

【0027】

次に、実施例1の撮像素子により取得される第1焦点検出信号と第2焦点検出信号のデフォーカス量と像ずれ量の関係について説明する。

図6に、第1焦点検出信号と第2焦点検出信号のデフォーカス量と第1焦点検出信号と第2焦点検出信号間の像ずれ量の概略関係図を示す。撮像面800に実施例1の撮像素子（不図示）が配置され、図4、図5と同様に、結像光学系の射出瞳が、第1瞳部分領域501と第2瞳部分領域502に2分割される。

デフォーカス量 d は、被写体の結像位置から撮像面までの距離を大きさ $|d|$ として定義される。また、被写体の結像位置が撮像面より被写体側にある前ピン状態を負符号（ $d < 0$ ）、被写体の結像位置が撮像面より被写体の反対側にある後ピン状態を正符号（ $d > 0$ ）として定義される。被写体の結像位置が撮像面（合焦位置）にある合焦状態は $d = 0$ である。図6で、被写体801は合焦状態（ $d = 0$ ）の例を示しており、被写体802は前ピン状態（ $d < 0$ ）の例を示している。前ピン状態（ $d < 0$ ）と後ピン状態（ $d > 0$ ）を合わせて、デフォーカス状態（ $|d| > 0$ ）とする。

30

【0028】

前ピン状態（ $d < 0$ ）では、被写体802からの光束のうち、第1瞳部分領域501（第2瞳部分領域502）を通過した光束は、一度、集光した後、光束の重心位置 G_1 （ G_2 ）を中心として幅 1 （ 2 ）に広がり、撮像面800でボケた像となる。ボケた像は、撮像素子に配列された各画素を構成する第1焦点検出画素201（第2焦点検出画素202）により受光され、第1焦点検出信号（第2焦点検出信号）が生成される。よって、第1焦点検出信号（第2焦点検出信号）は、撮像面800上の重心位置 G_1 （ G_2 ）に、被写体802が幅 1 （ 2 ）にボケた被写体像として記録される。被写体像のボケ幅 1 （ 2 ）は、デフォーカス量 d の大きさ $|d|$ が増加するのに伴い、概ね、比例して増加していく。同様に、第1焦点検出信号と第2焦点検出信号間の被写体像の像ずれ量 p （ $=$ 光束の重心位置の差（ $G_1 - G_2$ ）の大きさ $|p|$ ）も、デフォーカス量 d の大きさ $|d|$ が増加するのに伴い、概ね、比例して増加していく。後ピン状態（ $d > 0$ ）でも、第1焦点検出信号と第2焦点検出信号間の被写体像の像ずれ方向が前ピン状態と反対となるが、同様である。

40

【0029】

50

したがって、本実施例では、第1焦点検出信号と第2焦点検出信号、もしくは、第1焦点検出信号と第2焦点検出信号を加算した撮像信号のデフォーカス量の大きさが増加するのに伴い、第1焦点検出信号と第2焦点検出信号間の像ずれ量の大きさが増加する。

次に焦点検出方法について説明する。前記撮像面位相差方式は、第1焦点検出信号と第2焦点検出信号を相対的にシフトさせて信号の一致度を表す相関量（第1評価値）を計算し、相関（信号の一致度）が良くなるシフト量から像ずれ量を検出する。撮像信号のデフォーカス量の大きさが増加するのに伴い、第1焦点検出信号と第2焦点検出信号間の像ずれ量の大きさが増加する関係性から、像ずれ量を検出デフォーカス量に変換して焦点検出を行う。

【0030】

図7に、実施例1の焦点検出処理のフローチャートを示す。なお、図7の動作は、実施例1の焦点検出信号生成手段、撮像素子107、画像処理回路125とCPU121等によって実行される。

ステップS110で、撮像素子の有効画素領域の中から焦点調節を行う焦点検出領域を設定する。焦点検出信号生成手段により、焦点検出領域の第1焦点検出画素の受光信号から第1焦点検出信号を生成し、焦点検出領域の第2焦点検出画素の受光信号から第2焦点検出信号を取得する。

【0031】

ステップS120で、第1焦点検出信号と第2焦点検出信号に、それぞれ、信号データ量を抑制するために列方向に3画素加算処理を行い、さらに、RGB信号を輝度Y信号にするためにベイヤ（RGB）加算処理を行う。これら2つの加算処理を合わせて第1画素加算処理とする。

ステップS130では、第1焦点検出信号と第2焦点検出信号に、それぞれ、シェーディング補正処理（光学歪補正処理）を行う。

以下、第1焦点検出信号と第2焦点検出信号の瞳ずれによるシェーディングについて説明する。図8に、撮像素子の撮像面中央から離れた周辺像高における第1焦点検出画素201の第1瞳部分領域501、第2焦点検出画素202の第2瞳部分領域502、および結像光学系の射出瞳400の関係を示す。

【0032】

図8（A）は、結像光学系の射出瞳距離D1と撮像素子の設定瞳距離Dsが同じ場合である。この場合は、第1瞳部分領域501と第2瞳部分領域502により、結像光学系の射出瞳400が、概ね、均等に瞳分割される。

これに対して、図8（B）に示した結像光学系の射出瞳距離D1が撮像素子の設定瞳距離Dsより短い場合、撮像素子の周辺像高では、結像光学系の射出瞳と撮像素子の入射瞳の瞳ずれを生じ、結像光学系の射出瞳400が、不均一に瞳分割されてしまう。同様に、図8（C）に示した結像光学系の射出瞳距離D1が撮像素子の設定瞳距離Dsより長い場合、撮像素子の周辺像高では、結像光学系の射出瞳と撮像素子の入射瞳の瞳ずれを生じ、結像光学系の射出瞳400が、不均一に瞳分割されてしまう。周辺像高で瞳分割が不均一になるのに伴い、第1焦点検出信号と第2焦点検出信号の強度も不均一になり、第1焦点検出信号と第2焦点検出信号のいずれか一方の強度が大きくなり、他方の強度が小さくなるシェーディングが生じる。

【0033】

図7のステップS130では、焦点検出領域の像高（撮像面中央からの距離）と、結像光学系のF値、射出瞳距離D1に応じて、第1焦点検出信号の第1シェーディング補正係数と、第2焦点検出信号の第2シェーディング補正係数を夫々予め生成しておく。第1シェーディング補正係数を第1焦点検出信号に乗算し、第2シェーディング補正係数を第2焦点検出信号に乗算して、第1焦点検出信号と第2焦点検出信号のシェーディング補正処理（光学補正処理）を行う。

位相差方式の第1焦点検出では、第1焦点検出信号と第2焦点検出信号の位相の相関（信号の位相の一致度）を基に、第1検出デフォーカス量の検出を行う。瞳ずれによるシェ

10

20

30

40

50

ーディングが生じると第1焦点検出信号と第2焦点検出信号の位相の相関（信号の位相の一致度）が低下する場合がある。よって、位相差方式の第1焦点検出では、第1焦点検出信号と第2焦点検出信号の位相の相関（信号の位相の一致度）を改善し、焦点検出性能を良好とするために、シェーディング補正処理（光学補正処理）を行うことが望ましい。

【0034】

図7のステップS140では、第1焦点検出信号と第2焦点検出信号に、第1フィルター処理を行う。図9は実施例におけるフィルター周波数帯域例を示す図であり、実施例1の第1フィルター処理の通過帯域例を、図9の実線で示す。実施例1では、位相差方式の第1焦点検出により、大デフォーカス状態での焦点検出を行えるようにするため、第1フィルター処理の通過帯域は低周波帯域を含むように構成される。必要に応じて、大デフォーカス状態から小デフォーカス状態まで焦点調節を行う際に、デフォーカス状態に応じて、第1焦点検出時の第1フィルター処理の通過帯域を、図9の1点鎖線のように、より高周波帯域に調整しても良い。

10

次に、図7のステップS150では、第1フィルター処理後の第1焦点検出信号と第2焦点検出信号の位相を相対的に瞳分割方向にシフトさせる第1シフト処理を行い、信号の一致度を表す相関量（第1評価値）を算出する。

【0035】

第1フィルター処理後のk番目の画素の第1焦点検出信号をA(k)、第2焦点検出信号をB(k)、焦点検出領域に対応する番号kの範囲（画素範囲）をWとする。第1シフト処理によるシフト量をs1、シフト量s1のシフト範囲をΓ1として、相関量CORは、（数1）により算出される。

20

【0036】

【数1】

$$COR(s_1) = \sum_{k \in W} |A(k) - B(k - s_1)|, \quad s_1 \in \Gamma 1$$

【0037】

シフト量s1の第1シフト処理により、k番目の第1焦点検出信号A(k)とk-s1番目の第2焦点検出信号B(k-s1)を対応させ減算し、シフト減算信号を生成する。生成されたシフト減算信号の絶対値を計算し、焦点検出領域に対応する範囲W内で番号kの和を取り、相関量COR(s1)を算出する。必要に応じて、各行毎に算出された相関量を、各シフト量毎に、複数行に渡って加算しても良い。

30

ステップS160では、相関量から、サブピクセル演算により、相関量が最小値となる実数値のシフト量を算出して像ずれ量p1とする。像ずれ量p1に、焦点検出領域の像高と、撮像レンズ（結像光学系）のF値、射出瞳距離に応じた変換係数K1をかけて、検出デフォーカス量(Def)を検出する。即ち、このときCPU121は位相差検出方式によって前記被写体のデフォーカス量を検出するデフォーカス量検出手段として機能する。

次に、MF時などのインジケータとして合焦位置までのデフォーカス量を表示する方法について説明する。

40

なお、図10にデフォーカス量や合焦表示をするための表示形態の例を示す。

【0038】

ステップS161では、検出デフォーカス量(Def)が所定閾値T1より小さいか判断（第1の合焦判断）しYesならステップS162で図10の10-4の表示を行う。NoならステップS163に進む。ここで例えばT1 = (最小F値 / 現在のF値) × Fとする。即ち、T1は許容錯乱円径とF値の積に基づき決まる値であるとともに、現在のF値の逆数と最小F値との積に基づき決まる値である。

このとき、CPU121はMFによる合焦動作に際して、被写体のデフォーカス量が前記光学系の前記所定範囲内の最小F値に基づく所定閾値T1より小さい場合に合焦状態と

50

判断する判断手段として機能する。また、表示器 131 は合焦状態と判断されたときに 10 - 4 の表示（第 1 の合焦表示）をする合焦表示手段として機能している。

【0039】

ステップ S163 では、検出デフォーカス量（Def）が所定の閾値 T2（第 2 の閾値）より小さいか判断（第 2 の合焦判断）する。即ち、検出デフォーカス量（Def）が前記所定閾値 T1（第 1 の閾値）以上であって、所定の閾値 T2（第 2 の閾値）より小さいか判断（第 2 の合焦判断）する。ステップ S163 で Yes ならステップ S164 で図 10 の 10 - 3 の表示（第 2 の合焦表示）を行う。ステップ S163 で No ならステップ S165 に進む。ここで例えば $T2 = F$ とする。

ステップ S165 では、検出デフォーカス量（Def）が所定の閾値 T3 より小さいか判断し Yes ならステップ S166 で、他の表示としての 10 - 2 の表示を行う。No ならステップ S167 で、更に他の表示としての 10 - 1 の表示を行う。ここで例えば $T2 = 3F$ とする。

なおここで、 $T4 > T3 > T2 > T1$ の関係が成り立つ。

【0040】

ここで示すインジケータは、ユーザーがマニュアルで設定したフォーカス位置に対して、前述した撮像面位相差方式によって算出されたデフォーカス量を、撮像装置の表示器 131 に表示させた例である。

10 - 1 は、デフォーカス量 Def1 が T3 以上のときの表示であり、10 - 2 は、デフォーカス量 Def1 が T2 以上で T3 より小さいときの表示である。10 - 3 は、デフォーカス量 Def1 が T1 以上で T2 より小さいときの表示であり、合焦状態をしめしている。10 - 4 は、デフォーカス量 Def1 が T1 より小さいときの表示であり、10 - 3 の表示よりも、さらにデフォーカス量が小さく、真のピント位置に近いことを示している。

このように本実施例においては、合焦であることを示す表示を 2 種類用いることを特徴とする。

次に、なぜ合焦であることを示す表示が 2 種類必要となるかを説明する。

まず、本実施例においては、合焦状態を示す指標として F 値の関数値を用いる。

【0041】

種々の光学性能を有した撮像用レンズを用いて撮像を行う場合、該撮像用レンズの F 値に応じて、被写界深度が決まってくる。そのため、単位を mm としたデフォーカス量で合焦か否かを判定すると、その時の F 値によってボケ方が異なってくる。撮像装置としては、単位を mm としたデフォーカス量よりも、ボケ方で合焦しているか否かを判定したほうがユーザーの感覚に沿っている。

例えば、F 値が 2.8 であり、許容錯乱円径が μm だったとしたときに、例えば合焦閾値 T2 を $1F$ 、つまり $2.8 \times \mu m$ 、といったように定義する。

【0042】

この時、前記撮像用レンズがズームレンズなどの場合、Wide 側での開放 F 値と、Tele 側での開放 F 値が異なる撮像用レンズが多く存在するが、Wide 側が F2.8、Tele 側が F5.6 がそれぞれの開放 F 値であった場合を想定する。その際、ユーザーが Tele 側にて前記 MF を用いてピントを合わせたとする。

【0043】

この時、10 - 1 ~ 10 - 3 までの表示形式による合焦表示を行う撮像装置においては、Tele 側で前記 $1F$ に入って合焦表示が表示されたとしても、デフォーカス量が $1F$ 以下であることが確認されているだけである。従って、 $0F$ 付近まで追い込めているかどうかは表示だけでは定かではない。そして、ユーザーがそのまま Wide までズーム動作を行ったとすると、前述したように F 値の関数の合焦閾値を用いている場合、Wide で F 値が 2.8 となり、 $1F$ が示すデフォーカス量も変わってくる。従って、ユーザーがフォーカス動作を全く行っていないにもかかわらず、合焦表示から外れて、10 - 1 や 10 - 2 のような非合焦表示に戻ってしまうことがある。

10

20

30

40

50

本実施例では上記のような問題を鑑み、ユーザーがズーム動作を行っても合焦表示を維持できるようにするために、本実施例では合焦閾値、および合焦表示を２種類用意している。

【００４４】

前述のように、第一の合焦閾値、および第一の合焦表示は、撮像用レンズの全ズーム状態において、もっとも明るいＦ値を用いる。先ほど例に示した撮像用レンズであれば、WideのF2.8の値を用いる。該撮像用レンズのWideからMiddle、Teleまで一貫して、F2.8を用いて算出した1Fの値で第二の合焦閾値を決定する。この第一の合焦閾値としてのT1は前述のように例えば $T1 = (\text{最小}F\text{値} / \text{現在の}F\text{値}) \times F$ とする。

10

本実施例では10-4をこの第一の合焦表示に用いる。

【００４５】

第二の合焦閾値、および第二の合焦表示は、ユーザーが撮像を行っている際に設定しているズーム状態、フォーカス状態における現在のＦ値を用いた閾値1Fを用いる。前記撮像用レンズを例とすると、WideにおいてはF2.8であり、TeleにおいてはF5.6を用いる。またMiddle状態などにおいても、それぞれの開放Ｆ値などを元に設定すればよい。本実施例では10-3をこの第二の合焦表示に用いるとする。

【００４６】

このように合焦表示を２段階にした撮像装置にて、ユーザーがMFやズーム動作を行う場合、例えばTele側だけで撮像を続ける場合は、10-3に示した第二の合焦表示が表示されるところまでMFでピントを合わせる。そうすれば、1F以下のボケ量が保障され、ボケを視認できない解像度レベルの映像を撮像し続けることができる。

20

一方、TeleからWideまでズーム動作を伴うような撮像を行いたい場合は、10-4に示した第一の合焦表示までMFでピントを合わせこんでおく。そうすれば、そのあとズーム動作を行っても合焦表示から非合焦表示に切り替わってしまうことなく撮像を続けることができる。そしてWideにズームしたあともボケを視認できないほどのピント精度が実現できていることをインジケータで示すことができる。

【実施例２】

【００４７】

次に本発明の実施例２について説明する。

30

実施例１では、ピントが所定の合焦閾値以内に入っていることを示す合焦表示を２種類使い、現在のＦ値の状態において合焦閾値以内である第二の合焦表示と、どのＦ値状態でも合焦閾値以内であることを保障する第一の合焦表示を使い分ける方法を示した。

本実施例２においては合焦表示が１種類のままだでも、ズーム動作後に合焦表示から外れずに撮影ができる手法について説明する。

【００４８】

本実施例では、図11の11-1～11-3に示す範囲でデフォーカス量を表示する。これらの表示は、従来の表示方法と変わらないが、それぞれの合焦閾値を実施例１と同様の手法にて設定する。即ち、図11の表示11-1、11-2は図10の表示10-1、10-2にそれぞれ対応し、表示11-3は表示10-4に対応する。また、図11の表示を行うためのフローチャートは、図7におけるフローチャートのステップS163、S164を省略したものとする。そして、ステップS162、S166、S167ではそれぞれ11-3、11-2、11-1を表示する。従って11-3の表示で用いる合焦閾値は、実施例１で示した第一の合焦閾値としてのT1、即ち、例えば $T1 = (\text{最小}F\text{値} / \text{現在の}F\text{値}) \times F$ とする。

40

具体的には、各ズーム状態における合焦表示のための合焦閾値を、実施例１で示したような撮像用レンズの全ズーム状態における最小Ｆ値を用いて算出する。実施例１で示した撮像用レンズの例を用いると、WideにおけるF2.8が最小Ｆ値となる。従って、例えばTele側の合焦表示はF2.8を用いて算出した合焦閾値、つまりTeleにおけるF5.6を元に算出すると0.5F以下のデフォーカス量になったときに、11-3

50

に示した合焦表示を表示する。

このようにすることによって、MFにてピントを合わせたあと、撮像用レンズをどのステートに変更しても、合焦表示が途切れることなく表示し続けることが可能となる。

【実施例 3】

【0049】

実施例 1、実施例 2 においては、ユーザーが MF にてピント合わせを行った後にいかなるズーム動作等をして合焦表示が途切れずに撮影しつづけることができる。更に例えば、MF にてピント合わせを行った後にズーミング動作等により F 値が変化したときに、実施例 1 にて示した第一の合焦閾値を超えてしまっても、合焦表示を維持し続けるようにしても良い。この場合、ユーザーがズーミング動作を終了したあと、第一の合焦閾値を超えても合焦表示を表示しつづける。しかし、そこでユーザーが画面を見てピントのズレに気づいて MF をし直そうとしたときに、その状態における F 値に基づいた合焦閾値を用いた合焦表示の判定を行うものとする。このようにすることによって、ズーミング動作後も合焦表示を維持しつつ、ピントのズレに気づいたときのみ、その状態における正しい合焦閾値に基づいた合焦表示を表示し直すことができる。

【実施例 4】

【0050】

また他の例としては、ユーザーが MF にてピント合わせを行い一旦第 1 の合焦閾値に基づき合焦状態となったあと、例えば前記光学系の F 値が変化することによって実施例 1 にて示した第一の合焦閾値を超えたとする。その場合に、第二の合焦閾値以下となるようにオートフォーカスにて自動でピント調整を行うようにしても良い。

またそれ以外にも、前記第一の合焦表示 (10 - 4) と前記第二の合焦表示 (10 - 3) は、撮像装置にてユーザーに対して表示を行う際に、同じ色にて表示されてもよい。そして他の表示 (10 - 1、102) とは異なる色で表示するようにする。それによって、たとえばある程度デフォーカス量があるときは、デフォーカス量を灰色などで表示し、第一の合焦表示、第二の合焦表示は緑色にする。このように第一および第二の合焦表示を同じ色で表示することにより、ズーミング動作などを行って、合焦表示が第二の合焦表示から第一の合焦表示に変化しても、合焦表示の色が変化しない。従って、ユーザーに対し合焦から外れていないことを示すことができる。

【0051】

以上示した方法を用いることにより、ズーミング動作等を行っても合焦表示が途切れることなく撮影を続けることが可能となる。

上記の実施例では撮像面位相差方式を用いた場合を示したが、それ以外の方式を用いた場合でも本件は適用することができる。例えば、ビデオカメラなどで用いられる外測方式の焦点検出手段や、その他、合焦位置までのデフォーカス量が算出できる焦点検出手段であれば、本件は適用可能である。

またさらに、本実施例では図 10、図 11 に示したような形状のインジケータにて表示を行う形態を示したが、この形状になんら限定されることはなく、デフォーカス量を図示する形状のものであれば全てに適用できる。

【0052】

なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の主旨に基づき種々の変形が可能であり、それらを本発明の範囲から除外するものではない。

また、本実施例における制御の一部または全部を上記した実施例の機能を実現するコンピュータプログラムをネットワーク又は各種記憶媒体を介して撮像装置や撮像制御装置に供給するようにしてもよい。そしてその撮像装置や撮像制御装置におけるコンピュータ (又は CPU や MPU 等) がプログラムを読み出して実行するようにしてもよい。その場合、そのプログラム、及び該プログラムを記憶した記憶媒体は本発明を構成することとなる。

【符号の説明】

【0053】

100 カメラ

10

20

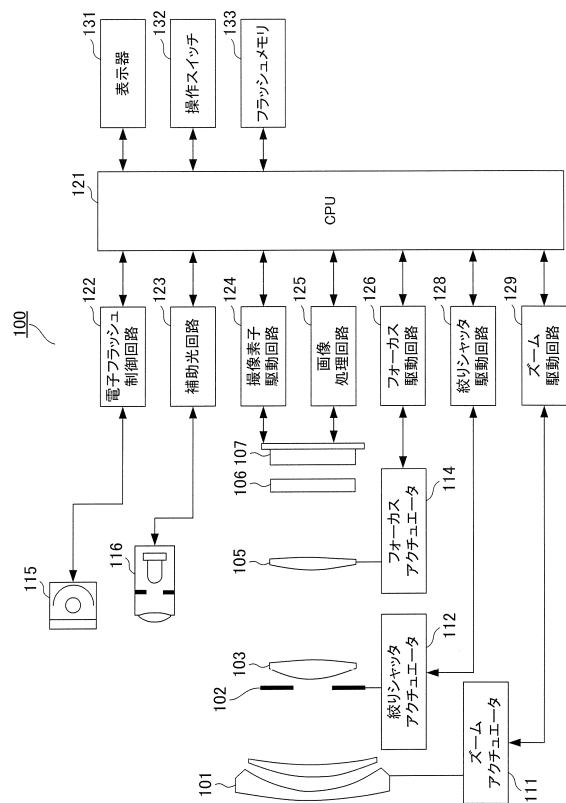
30

40

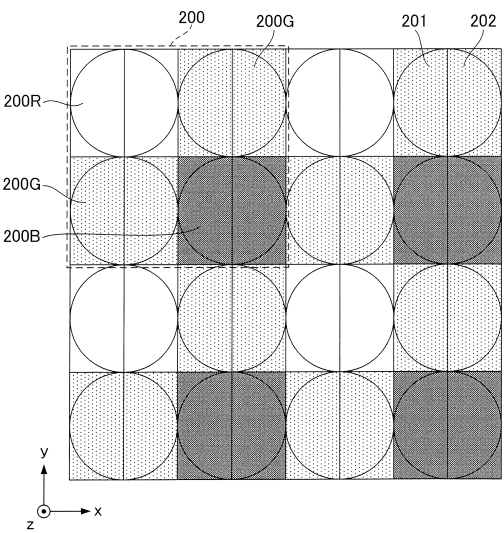
50

1 0 7 撮像素子
1 2 1 C P U

【図面】
【図 1】



【図 2】



10

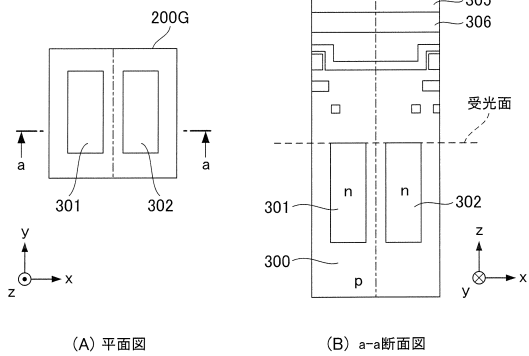
20

30

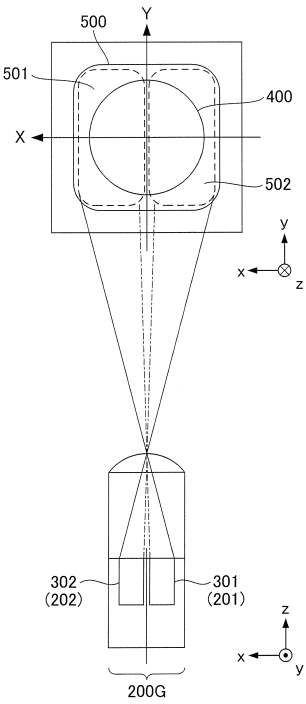
40

50

【図 3】



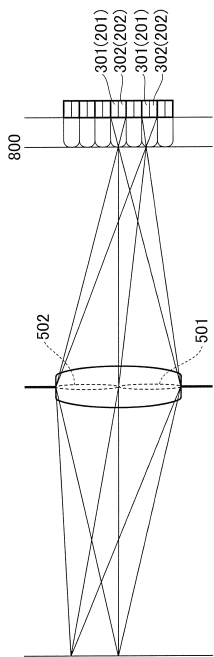
【図 4】



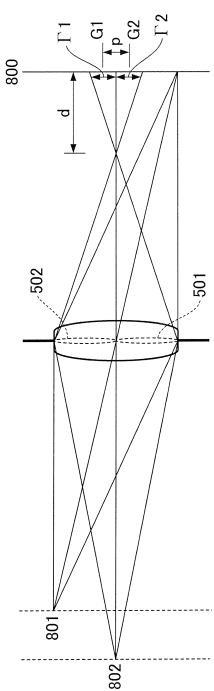
10

20

【図 5】



【図 6】

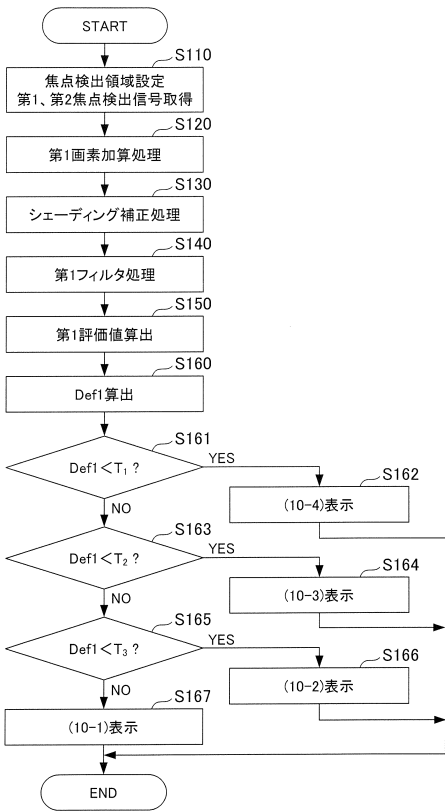


30

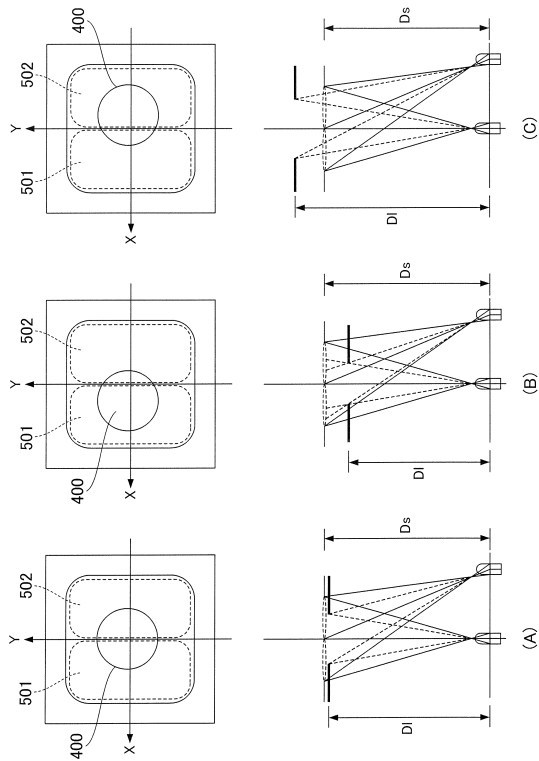
40

50

【図 7】



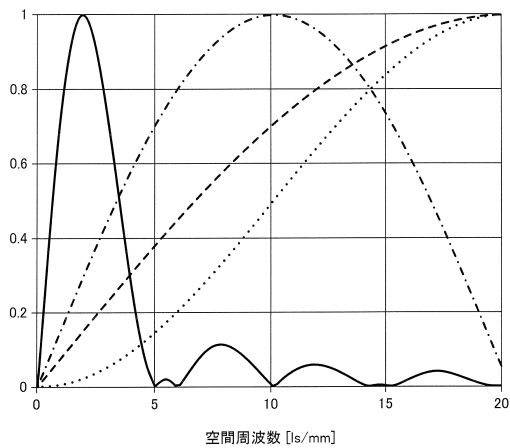
【図 8】



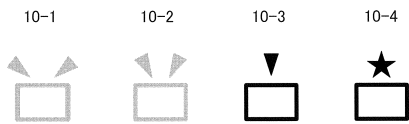
10

20

【図 9】




【図 10】

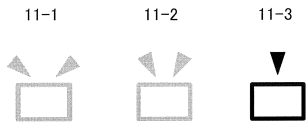


30

40

50

【 1 1 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

<i>H 0 4 N</i>	<i>23/69 (2023.01)</i>	<i>H 0 4 N</i>	23/69
<i>H 0 4 N</i>	<i>23/66 (2023.01)</i>	<i>H 0 4 N</i>	23/66
<i>H 0 4 N</i>	<i>23/67 (2023.01)</i>	<i>H 0 4 N</i>	23/67

(56)参考文献

特開 2 0 0 9 - 2 2 9 9 8 3 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 2 1 5 5 7 4 (J P , A)
特開 2 0 1 8 - 1 5 5 9 0 4 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 2 7 6 1 1 5 (J P , A)
特開 2 0 1 5 - 1 9 4 6 4 8 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

G 0 3 B 1 7 / 1 8 - 1 7 / 2 0
G 0 3 B 1 7 / 3 6
G 0 2 B 7 / 2 8 - 7 / 4 0
H 0 4 N 5 / 2 2 2 - 5 / 2 5 7
H 0 4 N 2 3 / 0 0
H 0 4 N 2 3 / 4 0 - 2 3 / 7 6
H 0 4 N 2 3 / 9 0 - 2 3 / 9 5 9