

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5212396号
(P5212396)

(45) 発行日 平成25年6月19日 (2013. 6. 19)

(24) 登録日 平成25年3月8日 (2013. 3. 8)

(51) Int. Cl.

F 1

G O 2 B 7/28 (2006. 01)

G O 2 B 7/11 N

G O 3 B 13/36 (2006. 01)

G O 3 B 3/00 A

G O 2 B 7/34 (2006. 01)

G O 2 B 7/11 C

H O 4 N 5/232 (2006. 01)

H O 4 N 5/232 H

H O 4 N 101/00 (2006. 01)

H O 4 N 101:00

請求項の数 2 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2010-27296 (P2010-27296)
 (22) 出願日 平成22年2月10日 (2010. 2. 10)
 (65) 公開番号 特開2011-164370 (P2011-164370A)
 (43) 公開日 平成23年8月25日 (2011. 8. 25)
 審査請求日 平成23年8月5日 (2011. 8. 5)

(73) 特許権者 000004112
 株式会社ニコン
 東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
 (74) 代理人 100084412
 弁理士 永井 冬紀
 (74) 代理人 100078189
 弁理士 渡辺 隆男
 (72) 発明者 塚田 信一
 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
 式会社ニコン内
 審査官 齋藤 卓司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 焦点検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光学系の射出瞳において瞳分割された光束による一対の像の像ずれを検出する焦点検出画素列の並び方向において、前記一対の像の像ずれ量を演算してデフォーカス量を求めるデフォーカス量算出手段と、

前記光学系の光軸から前記焦点検出画素列までの距離を表す像高に応じた補正情報を、前記光学系のズームポジション毎に、または前記光学系の距離ポジション毎にあらかじめ記憶する記憶手段と、

前記記憶手段から読み出した補正情報を基に、前記光学系の光軸に直交して該光軸から放射状に向かう第1方向における前記光学系の像面湾曲成分および該第1方向に直交する第2方向における前記光学系の像面湾曲成分を算出する第1算出手段と、

前記第1方向と前記第2方向とがなす角度の1/2の角度をなす所定方向と、前記焦点検出画素列の並び方向との角度に基づいて、前記第1算出手段で算出された前記第1方向の像面湾曲成分または前記第2方向の像面湾曲成分の補正値を算出する第2算出手段と、

前記デフォーカス量算出手段によって求められた前記デフォーカス量を、前記第2算出手段で算出された補正値に基づき補正する補正手段とを備えることを特徴とする焦点検出装置。

【請求項 2】

請求項1に記載の焦点検出装置において、

前記第2算出手段は、前記所定方向と前記焦点検出画素列の並び方向との角度が45度

より大きい場合は、前記第 1 算出手段で算出された前記第 2 方向の像面湾曲成分に基づいて前記補正値を算出し、前記所定方向と前記焦点検出画素列の並び方向との角度が 45 度より小さい場合は、前記第 1 算出手段で算出された前記第 1 方向の像面湾曲成分に基づいて、前記補正値を算出することを特徴とする焦点検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、焦点検出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

撮影光学系の異なる領域を通過した一对の焦点検出用光束によって得られる一对の像の位相差（いわゆる像ずれ）に基づいて、該撮影光学系による焦点調節状態を検出する焦点検出装置が知られている。このような位相差検出方式の焦点検出装置において、撮影光学系が有する像面湾曲に起因して、位相差検出方向によって検出結果が異なることが知られている（特許文献 1 参照）。具体的には、撮影光学系の光軸から放射状に伸びる直線方向（タンジェンシャル方向）に検出される位相差と、該光軸を中心とする同心円上でタンジェンシャル方向と直交する方向（ラジアル方向）に検出される位相差とが異なる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2009 - 128843 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来技術では、直交する 2 方向についての位相差情報に加えて該 2 方向についてのコントラスト情報をそれぞれ検出し、2 方向についての位相差情報に対して該 2 方向のコントラスト比を用いて重み付けを行うことにより、ピント合わせが行われる。この場合、焦点検出用の領域において 2 方向の位相差情報およびコントラスト情報の取得が必要になるという問題があった。

【課題を解決するための手段】

【0005】

請求項 1 に記載の焦点検出装置は、光学系の射出瞳において瞳分割された光束による一对の像の像ずれを検出する焦点検出画素列の並び方向において、一对の像の像ずれ量を演算してデフォーカス量を求めるデフォーカス量算出手段と、光学系の光軸から焦点検出画素列までの距離を表す像高に応じた補正情報を、光学系のズームポジション毎に、または光学系の距離ポジション毎にあらかじめ記憶する記憶手段と、記憶手段から読み出した補正情報を基に、光学系の光軸に直交して該光軸から放射状に向かう第 1 方向における前記光学系の像面湾曲成分および該第 1 方向に直交する第 2 方向における前記光学系の像面湾曲成分を算出する第 1 算出手段と、第 1 方向と第 2 方向とがなす角度の 1/2 の角度をなす所定方向と、焦点検出画素列の並び方向との角度に基づいて、第 1 算出手段で算出された第 1 方向の像面湾曲成分または第 2 方向の像面湾曲成分の補正値を算出する第 2 算出手段と、デフォーカス量算出手段によって求められたデフォーカス量を、第 2 算出手段で算出された補正値に基づき補正する補正手段とを備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0006】

本発明による焦点検出装置によれば、1 方向について検出した位相差情報に基づいて適切に焦点検出を行える。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図 1】本発明の一実施の形態による焦点検出装置を搭載する電子カメラの要部構成を説

10

20

30

40

50

明するブロック図である。

【図2】撮像素子に形成されているフォーカス検出用の画素列の位置を説明する図である。

【図3】焦点検出用画素および該領域の周囲の撮像用画素を拡大した図である。

【図4】焦点検出用画素のみを拡大した図である。

【図5】撮像用画素のみを拡大した図である。

【図6】像面湾曲Rおよび像面湾曲Tを例示する図である。

【図7】相対角度 θ の値と焦点検出用画素の並ぶ方向との関係を例示する図である。

【図8】補正值 $H(r, \theta)$ を例示する図である。

【図9】焦点検出処理の流れについて説明するフローチャートである。

10

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、図面を参照して本発明を実施するための形態について説明する。図1は、本発明の一実施の形態による焦点検出装置を搭載する電子カメラの要部構成を説明するブロック図である。電子カメラは、CPU4によって制御される。

【0009】

撮影レンズ1は、撮像素子2の撮像面上に被写体像を結像させる。撮像素子2は、たとえば、CMOSイメージセンサによって構成される。撮像素子2は被写体像を撮像し、アナログ画像信号を画像信号処理回路3へ出力する。画像信号処理回路3は、AFE(Analog Front End)回路と、A/D変換回路と、信号処理回路とを含む。

20

【0010】

AFE回路は、アナログ画像信号に対して相関二重サンプリングやゲイン調整などのアナログ処理を行う。A/D変換回路は、アナログ処理後の画像信号をデジタル画像データに変換する。信号処理回路は、デジタル画像データに対して画像処理を施す。画像処理には、たとえば、変換処理、輪郭強調処理、フィルタ処理やホワイトバランス調整処理、フォーマット変換処理、画像圧縮・伸張処理などが含まれる。

【0011】

CPU4は、カメラ内の各ブロックから出力される信号を入力して所定の演算を行い、演算結果に基づく制御信号を各ブロックへ出力する。CPU4はさらに、撮影レンズ1による焦点位置の調節状態(デフォーカス量)を算出するための位相差演算を行う。位相差演算の詳細については後述する。

30

【0012】

LCDモニタ5は、CPU4からの指示に応じて撮像画像を表示したり、操作メニューを表示したりする。電源スイッチ6は、電源ボタン(不図示)の押下操作に連動してオン/オフし、オン操作信号またはオフ操作信号をCPU4へ送出する。

【0013】

リリーススイッチ7は、リリースボタン(不図示)の押下操作に連動してオン/オフする。リリーススイッチ7は、リリースボタンが半押し操作されると半押し操作信号をCPU4へ出力し、リリースボタンが全押し操作されると全押し操作信号をCPU4へ出力する。

40

【0014】

レンズ駆動制御回路8は、CPU4からの指示に応じてレンズ駆動信号(レンズ駆動方向およびレンズ駆動量を指示する信号)を駆動機構9へ出力する。駆動機構9は、レンズ駆動信号に応じて撮影レンズ1を構成するフォーカスレンズを光軸方向へ進退移動させる。これにより、電子カメラのピント調節が行われる。

【0015】

不揮発性メモリ10は、撮影レンズ1の光学特性を示す情報を記憶する。CPU4は、不揮発性メモリ10から読み出した情報に基づいて、上記レンズ駆動量の補正を行う。レンズ駆動量の補正の詳細については後述する。

【0016】

50

< 焦点調節処理 >

CPU4が行うオートフォーカス（自動焦点調節）処理について詳細に説明する。本実施形態の撮像素子2は、フォーカス検出用の画素列（焦点検出用画素と呼ぶ）を有する。この撮像素子2は、特開2007-317951号公報に記載されている撮像素子と同様のものである。CPU4は、焦点検出用画素からの画素出力データを用いて位相差検出演算を行うことにより、焦点検出処理を行う。

【0017】

図2は、撮像素子2に形成されているフォーカス検出用の画素列の位置を説明する図である。図2において、撮像素子2の有効撮像領域のうち長方形で示す5箇所の領域101～105の長手方向に、それぞれ焦点検出用画素が直線状に配列される。すなわち、領域101～105の内側には焦点検出用画素が形成され、領域101～105の外側には撮像用画素が形成されている。

10

【0018】

図3は、一例として、水平方向に並ぶ領域102の焦点検出用画素および該領域102の周囲の撮像用画素を拡大した図である。図4は、焦点検出用画素のみを拡大した図であり、図5は、撮像用画素のみを拡大した図である。

【0019】

図4において、焦点検出用画素311および312は、それぞれマイクロレンズ10と一对の光電変換部12および光電変換部13を備える。両光電変換部12、13は、それぞれが半円形状をしており、マイクロレンズ10の中央に対して左右対称に配置される。光電変換部12にはG色の色フィルタが形成され、他方の光電変換部13にはR色の色フィルタが形成されている。焦点検出用画素311と焦点検出用画素312では、色フィルタが形成される位置が逆である。

20

【0020】

同様に、焦点検出用画素313および314は、それぞれマイクロレンズ10と一对の光電変換部14および光電変換部15を備える。両光電変換部14、15は、それぞれが半円形状をしており、マイクロレンズ10の中央に対して左右対称に配置される。光電変換部14にはG色の色フィルタが形成され、他方の光電変換部15にはB色の色フィルタが形成されている。焦点検出用画素313と焦点検出用画素314では、色フィルタが形成される位置が逆である。

30

【0021】

焦点検出用画素311および312は、一对の光電変換部12および13の並び方向（この場合は水平方向）に交互に形成される。また、焦点検出用画素313および314は、一对の光電変換部14および15の並び方向（同水平方向）に交互に形成される。

【0022】

なお、垂直方向に並ぶ領域104（または105）に対応する焦点検出用画素の場合、半円形状をした光電変換部12、13は、マイクロレンズ10の中央に対して上下対称に配置される。この場合の焦点検出用画素311および312は、一对の光電変換部12および13の並び方向（垂直方向）に交互に形成される。また、焦点検出用画素313および314は、一对の光電変換部14および15の並び方向（同垂直方向）に交互に形成される。

40

【0023】

図5において、撮像用画素310は、マイクロレンズ10と光電変換部11を備える。各光電変換部11には、バイヤー配列されたG色、B色、R色のうちいずれか1色の色フィルタが形成される。撮像用画素310は、形成される色フィルタの色が隣接画素との間で異なることを除き、各画素共通である。

【0024】

上述した構成を有することにより、焦点検出用画素は、特開2007-317951号公報に記載されるように、それぞれ瞳分割された光束が入射されることになる。具体的には、焦点検出用画素311のG色成分について着目すれば、マイクロレンズ10の右側略

50

半面が遮光されているのと等価である。右半面からの光束が入らない光電変換部 1 2 には、左方向からの光束（A 成分と呼ぶ）が入射される。一方、焦点検出用画素 3 1 2 の G 色成分について着目すれば、マイクロレンズ 1 0 の左側略半面が遮光されているのと等価である。左半面からの光束が入らない光電変換部 1 2 には、右方向からの光束（B 成分と呼ぶ）が入射される。

【 0 0 2 5 】

この結果、A 成分の光束が入射される画素 3 1 1 から成る画素群から得られる画素出力（A 成分のデータ列）は、撮影レンズ 1 の射出瞳の片半分から入射された光束による像を表し、B 成分の光束が入射される画素 3 1 2 から成る画素群から得られる画素出力（B 成分のデータ列）は、上記射出瞳の他の半分から入射された光束による像を表す。

10

【 0 0 2 6 】

C P U 4 は、A 成分のデータ列および B 成分のデータ列の相対的な位置関係をずらしながら、2 つのデータ列間の像ずれ量（シフト量と呼ぶ）と、A 成分のデータ列と B 成分のデータ列との相関度を演算する。相関値が最小となる（相関値が小さいほど 2 つのデータ列の相関度が高い）シフト量を求める演算は、公知の位相差検出演算による。

【 0 0 2 7 】

C P U 4 は、相関値を最小にするシフト量に所定係数を掛けることにより、デフォーカス量（被写体像面と予定焦点面とのずれ）を求める。

【 0 0 2 8 】

< デフォーカス量の補正 >

20

C P U 4 は、不揮発性メモリ 1 0 から読み出した情報を用いて、以下のようにデフォーカス量を補正する。次式（1）は、ラジアル方向の湾曲 R を像高 r の関数として近似した数式である。また、次式（2）は、タンジェンシャル方向の湾曲 T を像高 r の関数として近似した数式である。

$$R(r) = a_4 \times r^4 + a_2 \times r^2 \quad (1)$$

$$T(r) = b_4 \times r^4 + b_2 \times r^2 \quad (2)$$

ただし、r は像高（像面における光軸からの距離）である。ラジアル方向の像面湾曲 R は、光軸を中心とする同心円の接線方向の湾曲成分に相当する。タンジェンシャル方向の像面湾曲 T は、ラジアル方向と直交し、光軸から放射状に伸びる直線方向の湾曲成分に相当する。

30

【 0 0 2 9 】

上式（1）および上式（2）によれば、像面湾曲 R および像面湾曲 T は、ともに光軸上において 0 であり、像高 r が増加するほど大きくなる。図 6 は、像面湾曲 R および像面湾曲 T を例示する図である。図 6 において横軸は像高 r を表し、縦軸は像面湾曲を表す。また、破線 6 1 は像面湾曲 R を表し、一点鎖線 6 2 は像面湾曲 T を表す。図 6 の例では、像高 r の増加に対する像面湾曲 T の変化率の方が、像高 r の増加に対する像面湾曲 R の変化率よりも大きい。

【 0 0 3 0 】

図 6 に例示した像面湾曲 R および像面湾曲 T の存在により、フォーカス検出用の領域 1 0 2 ~ 1 0 5（図 2）において焦点検出用画素の並ぶ方向（すなわち、上述した A 成分および B 成分のデータ列間でシフト量を検出する方向）が異なると、像高 r が同じであっても検出されるシフト量が異なることになる。たとえば、領域 1 0 2 ~ 1 0 5（図 2）に含まれる焦点検出用画素の並び方向はいずれもラジアル方向であるので、各領域 1 0 2 ~ 1 0 5 の画素出力データによって得られるシフト量は、いずれも像面湾曲 R の影響を受ける。

40

【 0 0 3 1 】

もし、焦点検出用画素がタンジェンシャル方向に並んでいると仮定すると、タンジェンシャル方向に並ぶ画素出力データによって得られるシフト量はいずれも像面湾曲 T の影響を受けるようになる。このため、図 6 の破線 6 1 と一点鎖線 6 2 とで示される像面湾曲の差分がシフト量の検出誤差として現れる。このことは、検出したシフト量をそのまま用い

50

て焦点調節を行うと、焦点検出用画素が並ぶ方向（シフト量を検出する方向）によって焦点調節後のピント位置が異なることを意味する。

【 0 0 3 2 】

そこで、本実施形態では、焦点検出用画素の並び方向（シフト量を検出する方向）および像面湾曲 R 、像面湾曲 T に依存する誤差を低減するように、位相差検出演算によって得られたデフォーカス量を、焦点検出用画素が所定方向に並ぶ場合（シフト量を所定方向に検出する場合）のデフォーカス量へ補正する。

【 0 0 3 3 】

本実施形態では、上記補正のための所定方向を以下のように定める。すなわち、焦点検出用画素の並び方向（シフト量を検出する方向）を、タンジェンシャル方向を基準にした
10 相対角度（単位deg）で表すものとし、上記所定方向を $\theta = 45$ (deg) と定める。 45 (deg) は、タンジェンシャル方向（ $\theta = 0$ (deg)）とラジアル方向（ $\theta = 90$ (deg)）の半分の角度に相当する方向である。

【 0 0 3 4 】

$\theta = 45$ (deg) の場合のデフォーカス量へ補正するための補正值 H は、像高 r および相対角度 θ の関数として次式（3）および次式（4）のように近似できる。式（3）および式（4）は、それぞれ複数の撮影レンズを用いてそれぞれピント位置を算出したデータ群を統計処理して得た近似式である。

【 0 0 3 5 】

$$H(r, \theta) = R(r) \times \sin(2 \times (\theta - 45)) \quad (3)$$

20

ただし、 $\theta = 45$ (deg) である。

$$H(r, \theta) = T(r) \times \sin(2 \times (45 - \theta)) \quad (4)$$

ただし、 $\theta < 45$ (deg) である。

【 0 0 3 6 】

上式（3）および上式（4）において、 r は像高（像面における光軸からの距離）である。像面湾曲 $R(r)$ は上式（1）で得られるラジアル方向のもの、像面湾曲 $T(r)$ は上式（2）で得られるタンジェンシャル方向のものである。

【 0 0 3 7 】

図7は、相対角度 θ の値と焦点検出用画素の並び方向（シフト量を検出する方向）との関係を例示する図である。点Oは、撮影レンズ1の光軸に相当する位置であり、撮像素子2の撮像面の中央を表す。図2の場合と共通の領域105に対応する焦点検出用画素の並び方向は、タンジェンシャル方向を基準にすると $\theta = 90$ (deg) である。領域106に対応する焦点検出用画素の並び方向は、タンジェンシャル方向を基準にすると $\theta = 60$ (deg) である。領域107に対応する焦点検出用画素の並び方向は、タンジェンシャル方向を基準にすると $\theta = 45$ (deg) である。
30

【 0 0 3 8 】

同様に、領域104Bに対応する焦点検出用画素の並び方向は、タンジェンシャル方向を基準にすると $\theta = 0$ (deg) 方向である。領域108に対応する焦点検出用画素の並び方向は、タンジェンシャル方向を基準にすると $\theta = 30$ (deg) である。領域109に対応する焦点検出用画素の並び方向は、タンジェンシャル方向を基準にすると $\theta = 45$ (deg) である。
40

【 0 0 3 9 】

図7に示すように、焦点検出用画素の並び方向（シフト量を検出する方向）はカメラの仕様（撮像素子2において焦点検出用画素が配される方向、位置）により多様な角度があり得る。本実施形態のようにデフォーカス量を補正すると、どの方向にシフト量を検出する場合でも、焦点調節後のピント位置を揃えることが可能になる。

【 0 0 4 0 】

上式（3）および上式（4）によって得られる補正值 $H(r, \theta)$ は、それぞれ $\theta = 45$ (deg) における像面湾曲との差分に相当する。したがって、位相差検出演算によって得られたデフォーカス量に対し、相対角度 θ の値に応じて選択した上式（3）または上式（4
50

による補正值 $H(r, \theta)$ を加算することにより、補正後のデフォーカス量が得られる。
 なお、図 6 において実線 63 で示す曲線は、 $\theta = 45 \text{ (deg)}$ における像面湾曲に相当する。

【0041】

図 8 は、上式 (3) および上式 (4) によって得られる補正值 $H(r, \theta)$ を例示する図である。図 8 において横軸は像高 r を表し、縦軸は像面湾曲の差分を表す。破線 81 は像面湾曲 R と $\theta = 45 \text{ (deg)}$ における像面湾曲との差分 (図 6 における曲線 61 と曲線 63 の差) を表し、一点鎖線 82 は像面湾曲 T と $\theta = 45 \text{ (deg)}$ における像面湾曲との差分 (図 6 における曲線 62 と曲線 63 の差) を表す。図 8 によれば、 $\theta = 45 \text{ (deg)}$ の場合において補正值 $H(r, \theta)$ は正の値を有し、 $\theta < 45 \text{ (deg)}$ の場合において補正值 $H(r, \theta)$ は負の値を有する。

10

【0042】

本実施形態では、不揮発性メモリ 10 に、上式 (1) ~ 上式 (4) を示す情報をあらかじめ記憶させておく。通常、撮像素子 2 の撮像面の中央が撮影レンズ 1 の光軸に相当する。CPU 4 は、撮像面の中央から焦点検出用画素までの距離に相当する像高 r を、上式 (1) および上式 (2) へそれぞれ代入してラジアル方向の像面湾曲 $R(r)$ と、タンジェンシャル方向の像面湾曲 $T(r)$ とを得る。

【0043】

焦点調節用に採用する領域 (いわゆる AF エリア) を撮影画面内の複数箇所に有する場合、各 AF エリアにおける画素並び方向 (すなわちシフト量を検出する方向) に基づく相対角度 θ 、および各 AF エリアにおける像高 r を示す情報も、あらかじめ不揮発性メモリ 10 にそれぞれ記憶させておく。CPU 4 は、焦点調節に用いる AF エリアが設定された場合、その AF エリアに対応する相対角度 θ と像高 r とを示すデータを不揮発性メモリ 10 から読み出し、読み出した相対角度 θ と像高 r とを上式 (3) または上式 (4) へ代入して補正值 $H(r, \theta)$ を得る。

20

【0044】

CPU 4 は、位相差検出演算によって得られたデフォーカス量に補正值 $H(r, \theta)$ を加えて補正すると、補正後のデフォーカス量をレンズ駆動制御回路 8 へ指示を送り、補正後のデフォーカス量に相当するレンズ駆動量だけフォーカスレンズを駆動させる。

【0045】

以上説明した焦点検出処理の流れについて、図 9 に例示するフローチャートを参照して説明する。CPU 4 は、たとえばリリースボタンが半押し操作された場合に図 9 による処理を起動させる。

30

【0046】

図 9 のステップ S10 において、CPU 4 は、不揮発性メモリ 10 から撮影レンズ 1 の像面湾曲特性を示すデータ (湾曲データ) を読み出してステップ S10 へ進む。具体的には、上式 (1) および上式 (2) を構成する係数 a_4 、 a_2 、 b_4 、および b_2 をそれぞれ読み出す。

【0047】

ステップ S20 において、CPU 4 は、設定されている AF エリアに対応する像高 r および相対角度 θ を示すデータを不揮発性メモリ 10 からさらに読み出すとともに、像高 r を上式 (1) および上式 (2) へ代入して像面湾曲 $R(r)$ および像面湾曲 $T(r)$ を求める。そして、算出した像面湾曲 $R(r)$ または $T(r)$ を、相対角度 θ に応じて上式 (3) または上式 (4) へ代入して補正值 $H(r, \theta)$ を算出し、ステップ S30 へ進む。

40

【0048】

ステップ S30 において、CPU 4 は、設定されている AF エリア内の焦点検出用画素からの画素出力データを用いて位相差検出演算を行い、シフト量を求める。そして、このシフト量に所定係数を掛けてデフォーカス量 def を算出し、ステップ S40 へ進む。

【0049】

ステップ S40 において、CPU 4 は、デフォーカス量 def に補正值 $H(r, \theta)$ を加え

50

、レンズ駆動量DとしてステップS50へ進む。ステップS50において、CPU4は、レンズ駆動制御回路8へ指示を送り、レンズ駆動量Dに基づいてフォーカスレンズを駆動させてピント合わせを行い、ステップS60へ進む。

【0050】

ステップS60において、CPU4は、AF終了か否かを判定する。CPU4は、AFエリアを変更する操作が行われた場合にステップS60を否定判定してステップS10へ戻り、上述した処理を繰り返す。CPU4は、AFエリアを変更する操作が行われない場合には、ステップS60を肯定判定して図9による処理を終了する。

【0051】

以上説明した実施形態によれば、次の作用効果が得られる。

10

(1) 撮影レンズ1の異なる領域を通過した一对の光束による一对の像のシフト量を検出し、該シフト量に基づいてデフォーカス量を検出するとともに、該デフォーカス量を、撮影レンズ1の光軸に直交して該光軸から放射状に向かうタンジェンシャル方向と該タンジェンシャル方向に直交するラジアル方向との間の所定方向に対応させる補正をCPU4で行うようにした。これにより、シフト量を2方向についてそれぞれ検出したり、2方向についてのコントラスト情報を取得することなく、適切に焦点検出できるようになる。

【0052】

一般に、被写体像が光軸外で結像される場合(像高rが0でない場合)は、撮影レンズ1の像面湾曲のために、シフト量を検出する方向がタンジェンシャル方向に近い場合とラジアル方向に近い場合とで検出されるシフト量が異なる。本実施形態では、1方向について検出したシフト量に基づくデフォーカス量を、タンジェンシャル方向とラジアル方向との間の所定方向(たとえば45(deg)方向)に対応させて補正したので、検出方向がタンジェンシャル方向に近い場合も、あるいはラジアル方向に近い場合も、常に所定方向に対応させるように補正できるから、シフト量の検出方向にかかわらず、同じピント位置が得られる。なお、補正方向を一定にする限り、上述した45(deg)方向に限らず他の方向でもよい。

20

【0053】

以上の説明では、撮像素子2に焦点検出用画素を備えた像面位相差検出方式を例に説明した。像面位相差検出方式では、撮像素子2の撮像面の外周部に近い領域に焦点検出用画素が配される場合に高い像高での検出があり得る。本発明は、このような高像高領域の場合において特に有効である。

30

【0054】

(2) CPU4は、一对の像のシフト量検出方向および該一对の像の像高rに基づいて補正を行うので、シフト量の検出方向にかかわらず、かつ、検出位置が光軸に近い場合も、あるいは光軸から離れた場合も、適切に補正を行うことができる。

【0055】

(3) CPU4は、タンジェンシャル方向を基準にシフト量検出方向を表す相対角度、および像高rに応じた補正情報をあらかじめ記憶する不揮発性メモリ10から読み出した補正情報を用いて補正を行うので、相対角度、および像高rを代入するだけで、適切に補正量を得ることができる。

40

【0056】

(4) 所定方向は、タンジェンシャル方向を基準にラジアル方向を表す90(deg)の1/2の角度(=45(deg))にしたので、タンジェンシャル方向あるいはラジアル方向に偏る場合に比べて補正量が抑えられる。

【0057】

(5) 上式(3)および上式(4)から明らかなように、シフト量を検出する方向(焦点検出用画素の並び方向)が=45(deg)の場合に補正量が0になる。本実施形態では、撮像素子2の画素を斜め読みすることは、水平方向に読み込む場合や垂直方向に読み込む場合に比べて読み込み時間が長くなるので、画素並び方向は、水平方向(領域101~103)または垂直方向(104および105)としている。

50

【 0 0 5 8 】

(変形例 1)

撮影レンズ 1 をカメラ本体に対して着脱自在に構成する場合は、不揮発性メモリ 10 をレンズ鏡筒内に実装するとよい。この場合は、不揮発性メモリ 10 に対し、上式 (1) および上式 (2) を示す情報をあらかじめ記憶させておく。像面湾曲は撮影レンズ 1 の光学特性を示すものであるので、撮影レンズ 1 ごとに異なった値を有する。レンズ鏡筒内の不揮発性メモリ 10 に記憶させておくことにより、撮影レンズ 1 と記憶内容とを 1 : 1 に対応させることができる。これにより、撮影レンズ 1 を異なるカメラ本体と組み合わせる場合にも、適切にデフォーカス量を補正できる。

【 0 0 5 9 】

一方、A F エリアにおける画素並び方向 (すなわちシフト量を検出する方向) に基づく相対角度 θ や、各 A F エリアにおける像高 r を示す情報は、カメラ本体側のメモリ (たとえば、C P U 4 内の不揮発性メモリ) に記憶させておく。相対角度 θ や像高 r (画素間隔) はカメラ本体側の撮像素子 2 の特性を示すものであるので、撮像素子 2 の焦点検出用画素位置が異なる場合には、カメラ本体ごとに異なった値を有する。カメラ本体側のメモリに記憶させておくことにより、カメラ本体と記憶内容とを 1 : 1 に対応させることができる。

【 0 0 6 0 】

(変形例 2)

撮影レンズ 1 がズームレンズの場合には、上式 (1) および上式 (2) を示す情報は、所定のズームポジションごとに複数組用意して、それぞれ不揮発性メモリ 10 に記憶させるとよい。一般に、複数のズームポジションにおいて像面湾曲特性を同一に揃えるのは困難である。そこで、所定間隔で異なるズームポジションごとに上式 (1) および上式 (2) を示す情報を記憶させておき、ステップ S 10 (図 9) において不揮発性メモリ 10 から撮影レンズ 1 の像面湾曲データを読み出す際に、設定されているズームポジションに応じた像面湾曲データを読み出すようにする。これにより、そのズームポジションにおいて有する像面湾曲特性を考慮して適切にデフォーカス量を補正できる。

【 0 0 6 1 】

(変形例 3)

上式 (1) および上式 (2) を示す情報は、所定の距離ポジションごとに複数組用意して、それぞれ不揮発性メモリ 10 に記憶させるとよい。一般に、ズームレンズの場合は距離ポジションの全域で像面湾曲特性を同一に揃えるのは困難である。そこで、所定間隔で異なる距離ポジションごとに上式 (1) および上式 (2) を示す情報を記憶させておき、ステップ S 10 (図 9) において不揮発性メモリ 10 から撮影レンズ 1 の像面湾曲データを読み出す際に、設定されている距離ポジションに応じた像面湾曲データを読み出すようにする。これにより、その距離ポジションにおいて有する像面湾曲特性を考慮して適切にデフォーカス量を補正できる。

【 0 0 6 2 】

(変形例 4)

上述した像面位相差検出方式の代わりに、撮像素子 2 と別の位相差検出センサを備える焦点検出装置にも本発明を適用できる。この場合は、焦点検出装置が備える位相差検出センサの画素並び方向 (すなわちシフト量を検出する方向) に基づく相対角度 θ' や当該センサの受光面上の像高 r' を示す情報を、不揮発性メモリ 10 に記憶させておく。ここで、相対角度 $\theta' = 45 \text{ (deg)}$ とすれば、補正量は 0 にすることができる。

【 0 0 6 3 】

以上の説明はあくまで一例であり、上記の実施形態の構成に何ら限定されるものではない。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 4 】

1 ... 撮影レンズ

10

20

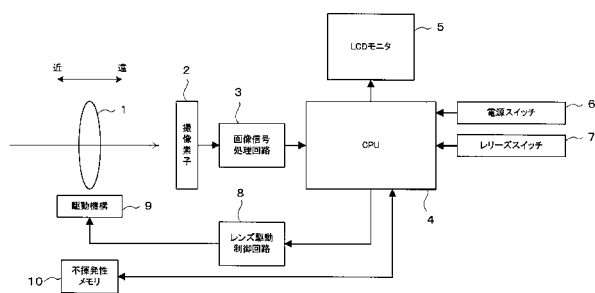
30

40

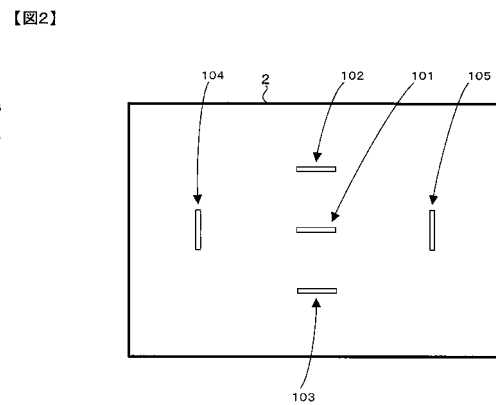
50

- 2 ... 撮像素子
- 4 ... C P U
- 8 ... レンズ駆動制御回路
- 9 ... 駆動機構
- 1 0 ... 不揮発性メモリ

【図 1】

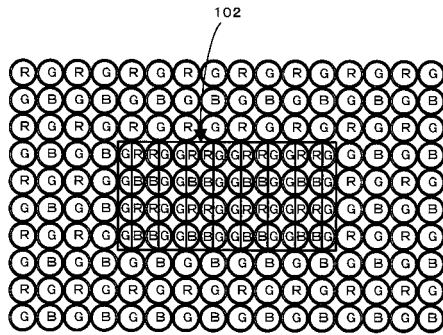


【図 2】



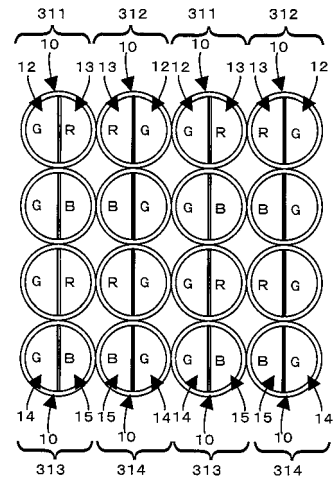
【図3】

【図3】



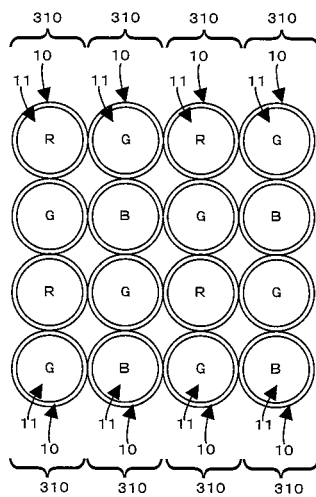
【図4】

【図4】



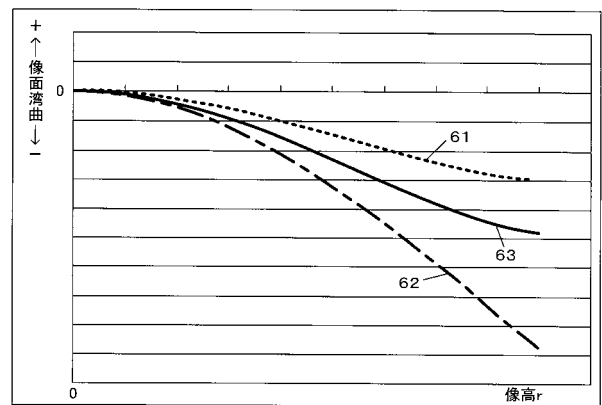
【図5】

【図5】

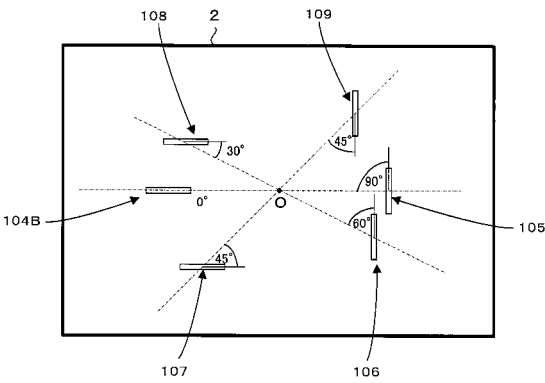


【図6】

【図6】

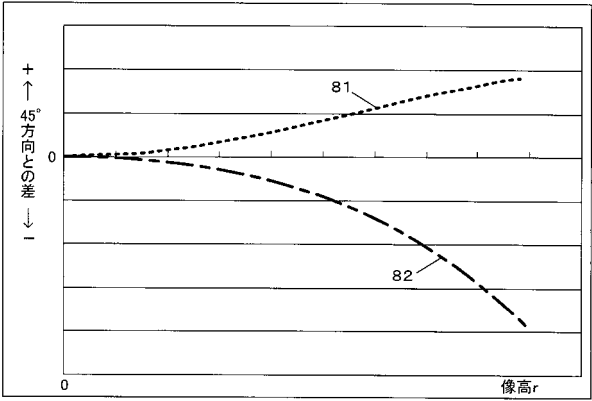


【図 7】



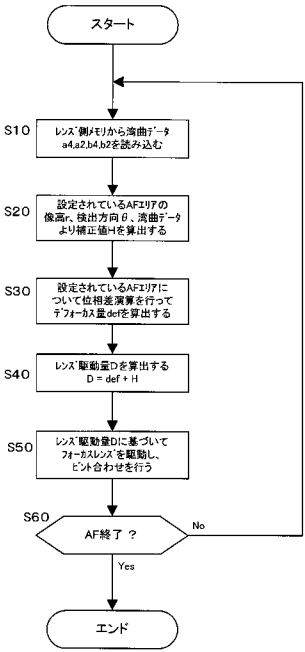
【図 8】

【図8】



【図 9】

【図9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特許第3214099(JP, B2)
特開2009-009005(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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