

(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2010-49152

(P2010-49152A)

(43) 公開日 平成22年3月4日(2010.3.4)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02B 7/28 (2006.01)	G02B 7/11 N	2H011
G02B 7/36 (2006.01)	G02B 7/11 D	2H051
G03B 13/36 (2006.01)	G03B 3/00 A	2H151
H04N 5/232 (2006.01)	H04N 5/232 H	5C122

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2008-215106 (P2008-215106)	(71) 出願人	000004112
(22) 出願日	平成20年8月25日 (2008.8.25)		株式会社ニコン
			東京都千代田区丸の内3丁目2番3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	岩根 透
			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
		Fターム(参考)	2H011 BA31 BB02
			2H051 BA47 BA53 CB02 CB09 CB22
			CE14 DA08
			2H151 BA47 BA53 CB02 CB09 CB22
			CE14 DA08

最終頁に続く

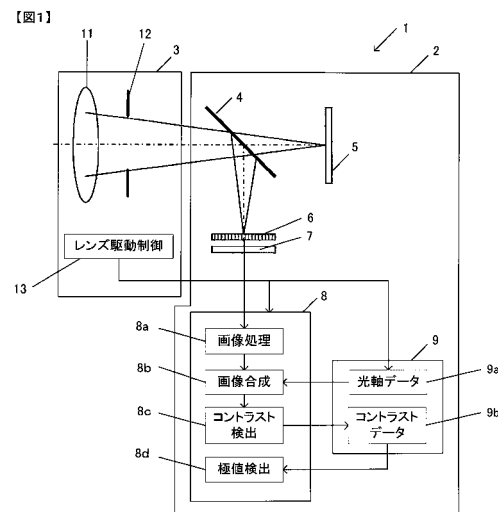
(54) 【発明の名称】 焦点情報検出装置

(57) 【要約】

【課題】 1枚の撮像画像から撮像画像のあらゆる位置における撮影光学系の焦点情報を検出する。

【解決手段】 複数のマイクロレンズを平面上に配列したマイクロレンズアレイ6を撮影光学系3の予定焦点面近傍に配置するとともに、複数の光電変換素子を平面上に配列した光電変換素子アレイ7をマイクロレンズアレイ6の背後に配置し、撮影光学系3を透過した被写体からの光束をマイクロレンズアレイ6を介して光電変換素子アレイ7で受光し、光電変換素子アレイ7により撮像した画像に基づいて撮影光学系3の焦点情報を検出する焦点情報検出装置であって、光電変換素子アレイ7による撮像画像に基づいて、予定焦点面近傍の複数の焦点面における画像を合成する画像合成手段8bと、画像合成手段8bによる各焦点面の合成画像からコントラストを抽出した画像を生成するコントラスト検出手段8cと、コントラスト検出手段8cによる各焦点面のコントラスト画像に基づいて、撮像画像の任意の位置の焦点位置を推定する焦点推定手段8dとを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数のマイクロレンズを平面上に配列したマイクロレンズアレイを撮影光学系の予定焦点面近傍に配置するとともに、複数の光電変換素子を平面上に配列した光電変換素子アレイを前記マイクロレンズアレイの背後に配置し、前記撮影光学系を透過した被写体からの光束を前記マイクロレンズアレイを介して前記光電変換素子アレイで受光し、前記光電変換素子アレイにより撮像した画像に基づいて前記撮影光学系の焦点情報を検出する焦点情報検出装置であって、

前記光電変換素子アレイによる前記撮像画像に基づいて、前記予定焦点面近傍の複数の焦点面における画像を合成する画像合成手段と、

前記画像合成手段による各焦点面の前記合成画像からコントラストを抽出した画像を生成するコントラスト検出手段と、

前記コントラスト検出手段による各焦点面の前記コントラスト画像に基づいて、前記撮像画像の任意の位置の焦点位置を推定する焦点推定手段とを備えることを特徴とする焦点情報検出装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の焦点情報検出装置において、

前記焦点推定手段は、前記各焦点面の前記コントラスト画像から前記撮像画像の任意の位置における離散的なコントラストを検出し、これらの離散的なコントラストを補間してコントラストが極値を示す焦点面の位置を前記撮像画像の任意の位置における焦点位置とすることを特徴とする焦点情報検出装置。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の焦点情報検出装置において、

前記コントラスト検出手段は、前記合成画像にラプラシアン・フィルタ処理を施して前記コントラスト画像を生成することを特徴とする焦点情報検出装置。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の焦点情報検出装置において、

前記画像合成手段は、前記マイクロレンズアレイ上のマイクロレンズごとに、注目するマイクロレンズ直下の光電変換素子の出力と、当該マイクロレンズの周辺の各マイクロレンズに対応する偏心位置の光電変換素子の出力とを積算し、積算値を当該マイクロレンズ位置の画素出力とする演算を前記マイクロレンズアレイ上のすべてのマイクロレンズに対して行い、前記合成画像を生成することを特徴とする焦点情報検出装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は結像光学系の焦点情報を検出する装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

マイクロレンズを二次元状に配列したマイクロレンズアレイと、光電変換素子を二次元状に配列した光電変換素子アレイとを用いて撮影光学系により結像された被写体像を撮像し、撮像画像の任意の奥行き位置に焦点の合った画像を合成するようにした画像合成カメラが知られている（例えば、非特許文献 1 参照）。

【非特許文献 1】 Light Field Photograph with a Hand-held Plenoptic Camera, Stanford Tech Report CTSR 2005-02

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

しかしながら、上述した従来の画像合成カメラは、撮像画像の任意の奥行き位置に焦点の合った画像を合成するもので、撮像画像のあらゆる位置における撮影光学系の焦点情報を検出するものではない。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0004】

(1) 請求項1の発明は、複数のマイクロレンズを平面上に配列したマイクロレンズアレイを撮影光学系の予定焦点面近傍に配置するとともに、複数の光電変換素子を平面上に配列した光電変換素子アレイをマイクロレンズアレイの背後に配置し、撮影光学系を透過した被写体からの光束をマイクロレンズアレイを介して光電変換素子アレイで受光し、光電変換素子アレイにより撮像した画像に基づいて撮影光学系の焦点情報を検出する焦点情報検出装置であって、光電変換素子アレイによる撮像画像に基づいて、予定焦点面近傍の複数の焦点面における画像を合成する画像合成手段と、画像合成手段による各焦点面の合成画像からコントラストを抽出した画像を生成するコントラスト検出手段と、コントラスト

10

(2) 請求項2の発明は、請求項1に記載の焦点情報検出装置において、焦点推定手段は、各焦点面のコントラスト画像から撮像画像の任意の位置における離散的なコントラストを検出し、これらの離散的なコントラストを補間してコントラストが極値を示す焦点面の位置を撮像画像の任意の位置における焦点位置とする。

(3) 請求項3の発明は、請求項1または請求項2に記載の焦点情報検出装置において、コントラスト検出手段は、合成画像にラプラシアン・フィルタ処理を施してコントラスト画像を生成する。

(4) 請求項4の発明は、請求項1～3のいずれか一項に記載の焦点情報検出装置において、画像合成手段は、マイクロレンズアレイ上のマイクロレンズごとに、注目するマイクロレンズ直下の光電変換素子の出力と、当該マイクロレンズの周辺の各マイクロレンズに対応する偏心位置の光電変換素子の出力とを積算し、積算値を当該マイクロレンズ位置の画素出力とする演算をマイクロレンズアレイ上のすべてのマイクロレンズに対して行い、合成画像を生成する。

20

【発明の効果】

【0005】

本発明によれば、1枚の撮像画像から撮像画像のあらゆる位置における撮影光学系の焦点情報を検出することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【0006】

本発明の焦点検出装置を一眼レフデジタルカメラに適用した一実施の形態を説明する。図1は一実施の形態のカメラの構成を示す図であり、この図により一実施の形態の構成について説明する。なお、図1では本発明に直接関係のあるカメラの装置および機器のみを図示する。一実施の形態のカメラ1は、カメラボディ2に交換レンズ3が装着される。

【0007】

カメラボディ2は、ハーフミラー4、撮像素子5、マイクロレンズアレイ6、光電変換素子アレイ7、ボディ駆動制御装置8、メモリ9などを備えている。ハーフミラー4は半透過鏡であり、交換レンズ3を透過した被写体からの光束の一部はハーフミラー4を透過して撮像素子5へ導かれるとともに、被写体からの光束の他の一部はハーフミラー4を反射してマイクロレンズアレイ6および光電変換素子アレイ7へ導かれる。撮像素子5は交換レンズ3により結像された被写体像を撮像する。この撮像素子5による撮像動作については本願発明と直接関係がないので説明を省略する。

40

【0008】

マイクロレンズアレイ6は、微小なマイクロレンズを平面状に稠密に配列したものである。また、光電変換素子アレイ7は、微小な光電変換素子を平面上に稠密に配列したエリアセンサーである。図2は、マイクロレンズアレイ6と光電変換素子アレイ7の一部を拡大した正面図である。マイクロレンズの配列は図2に示すようなハニカム状配列(六方稠密配列)であってもよいし、正方配列であってもよい。マイクロレンズアレイ6のレンズ頂点面は撮像素子5の撮像面(交換レンズ3の予定焦点面)とほぼ共役な位置関係になっ

50

ており、交換レンズ 3 を透過しハーフミラー 4 により反射された被写体からの光束の一部は、マイクロレンズアレイ 6 を透過して光電変換素子アレイ 7 へ導かれ、光電変換素子アレイ 7 により被写体像が撮像される。光電変換素子アレイ 7 により被写体像を観察することによって、撮像素子 5 の光学状態、すなわち交換レンズ 3 の焦点調節状態をモニターすることができる。

【 0 0 0 9 】

図 2 において、光電変換素子アレイ 7 の各格子は光電変換素子すなわち画素であり、平面上に正方配列された画素の上にマイクロレンズアレイ 6 の各マイクロレンズの外径が投影されて描かれている。マイクロレンズアレイ 6 の各マイクロレンズは、光電変換素子アレイ 7 の複数の光電変換素子すなわち画素を被覆する構造になっている。光電変換素子アレイ 7 の受光面は、マイクロレンズアレイ 6 のマイクロレンズの焦点位置に配置されている。

10

【 0 0 1 0 】

図 1 において、ボディ駆動制御装置 8 はマイクロコンピュータとメモリや A / D コンバーターなどのコンピューター周辺部品から構成され、カメラ 1 の種々の演算制御やシーケンス制御を実行する。ボディ駆動制御装置 8 は後述するレンズ駆動制御装置 1 3 と通信を行い、フォーカシングレンズ 1 1 のレンズ駆動量や絞り 1 2 の開口量などの情報を送信するとともに、交換レンズ 3 の焦点距離や撮影距離などの情報を受信する。

【 0 0 1 1 】

ボディ駆動制御装置 8 には、マイクロコンピュータのソフトウェア形態により画像処理部 8 a、画像合成部 8 b、コントラスト検出部 8 c および極値検出部 8 d が構成されている。画像処理部 8 a は、光電変換素子 7 の各画素出力を入力して撮像画像に各種の処理を施す。画像合成部 8 b は、マイクロレンズアレイ 6 のレンズ頂点面を中心とする交換レンズ 3 の光軸に直交する複数の面において被写体像を合成する。コントラスト検出部 8 c は、画像合成部 8 b により合成された複数の被写体像のそれぞれにおいてコントラストを検出する。極値検出部 8 d は、撮像画像上の任意の位置におけるコントラストの極値、すなわち合焦位置を検出する。なお、画像合成部 8 b、コントラスト検出部 8 c および極値検出部 8 d の詳細については後述する。

20

【 0 0 1 2 】

メモリ 9 は種々のデータや画像を記憶する。光軸データメモリ 9 a は、マイクロレンズアレイ 6 を構成する各マイクロレンズの光軸の、光電変換素子アレイ 7 上における位置データを記憶するメモリである。このマイクロレンズの光軸位置データは、光電変換素子アレイ 7 の画素位置の座標を小数レベルまで展開したものである。つまり、画素単位よりも小さい値まで光軸位置を正確に表したものである。コントラストデータメモリ 9 b は、詳細を後述するが、各焦点面のコントラスト抽出画像を記憶するメモリである。

30

【 0 0 1 3 】

交換レンズ 3 は、フォーカシングレンズ 1 1、絞り 1 2、レンズ駆動制御装置 1 3 などを備えている。レンズ駆動制御装置 1 3 はマイクロコンピュータとメモリなどの周辺部品を備え、フォーカシングレンズ 1 1 の焦点調節制御、絞り 1 2 の開口制御などを行うとともに、ボディ駆動制御装置 8 と通信を行い、交換レンズ 3 の焦点距離や撮影距離などの情報を送信するとともに、フォーカシングレンズ 1 1 のレンズ駆動量や絞り 1 2 の開口量などの情報を受信する。

40

【 0 0 1 4 】

《 画像合成 》

次に、撮像画像に基づいて任意の焦点面における画像を合成する方法を説明する。交換レンズ 3 は撮像素子 5 の撮像面（予定焦点面）に被写体像を結像する。この被写体像の内、例えば人物の顔が撮像素子 5 の撮像面において合焦状態にあれば、画像中の人物の顔にピントが合っている。このとき、撮像素子 5 の撮像面（予定焦点面）と共役な位置関係にあるマイクロレンズアレイ 6 のレンズ頂点面においても、画像中の人物の顔にピントが合っていることになる。もし、画像中の人物の顔が撮像素子 5 の撮像面の前方または後方に

50

において合焦状態にあれば、人物の顔はいわゆる前ピンまたは後ピンの状態にあり、マイクロレンズアレイ 6 側においてはレンズ頂点面の前側（ハーフミラー 4 側）または後側に人物の顔にピントの合った面、すなわち焦点面があることになる。

【0015】

マイクロレンズアレイ 6 のレンズ頂点面またはその前後の、交換レンズ 3 の光軸に直交するいずれかの面において、画像中の人物の顔部分のピントが合っている場合には、その面において人物の顔部分のコントラストが極値を示していることになる。このことから、マイクロレンズアレイ 6 のレンズ頂点面を中心としてその前後に、交換レンズ 3 の光軸に沿って等間隔に複数の面（以下、焦点面という）を設定し、光電変換素子 7 による 1 枚の撮像画像に基づいて上記各焦点面における被写体像を合成により生成するとともに、各焦点面の合成画像のコントラストを検出し、複数の焦点面の合成画像の中から画像中の人物の顔部分のコントラストが極値を示す焦点面を抽出すれば、その焦点面は人物の顔部分にピントが合った面ということが出来る。さらに、人物の顔部分にピントがあった焦点面とマイクロレンズアレイ 6 のレンズ頂点面（予定焦点面）との間の距離がデフォーカス量となる。

10

【0016】

図 3 は、一実施の形態の画像合成法を説明するためのマイクロレンズアレイ 6 と光電変換素子アレイ 7 の部分断面図である。マイクロレンズアレイ 6 のレンズ頂点面から交換レンズ 3 の光軸に沿って距離 x 離れた焦点面における像は、以下のようにして合成することが出来る。ここで、 $x = 0$ がレンズ頂点面を、 $x > 0$ がレンズ頂点面より前側（ハーフミラー 4 側）の面を、 $x < 0$ がレンズ頂点面より後側の面をそれぞれ表すものとする。

20

【0017】

図 3 において、レンズ頂点面からハーフミラー 4 側の距離 x_1 の位置に焦点面 S_1 があり、距離 x_2 ($< x_1$) の位置に焦点面 S_2 があるとする。さらに、マイクロレンズアレイ 6 上のマイクロレンズ 6 b とマイクロレンズ 6 d に注目したとき、マイクロレンズ 6 b の光軸が焦点面 S_1 と交わる点を P_1 とし、マイクロレンズ 6 d の光軸が焦点面 S_2 と交わる点を P_2 とする。

【0018】

焦点面 S_1 上の点 P_1 を通りマイクロレンズアレイ 6 を介して光電変換素子アレイ 7 へ向かう光束は、直下のマイクロレンズ 6 b の光軸に沿って光電変換素子 7 b へ導かれるとともに、隣接するマイクロレンズ 6 a、6 c においては、これらのレンズ 6 a、6 c の光軸から距離 y_1 だけ偏心した位置の光電変換素子 7 a、7 d へ導かれる。一方、焦点面 S_2 上の点 P_2 を通りマイクロレンズアレイ 6 を介して光電変換素子アレイ 7 へ向かう光束は、直下のマイクロレンズ 6 d の光軸に沿って光電変換素子 7 e へ導かれるとともに、隣接するマイクロレンズ 6 c、6 e においては、これらのレンズ 6 c、6 e の光軸から距離 y_2 だけ偏心した位置の光電変換素子 7 c、7 f へ導かれる。ここで、 $x_2 < x_1$ であるから、 $y_2 > y_1$ の関係がある。

30

【0019】

マイクロレンズアレイ 6 上のマイクロレンズどうしの配置間隔を d とし、マイクロレンズアレイ 6 のレンズ頂点面から光電変換素子アレイ 7 の受光面までの距離、ないしはマイクロレンズの焦点距離を f とすると、レンズ頂点面からの距離 x 、偏心量 y の間には次のような関係がある。

40

$$x / (f \cdot d) = 1 / y \quad \cdots (1)$$

【0020】

図 3 では、注目するマイクロレンズ 6 b に直接隣接するマイクロレンズ 6 a と 6 c、および注目するマイクロレンズ 6 d に直接隣接するマイクロレンズ 6 c と 6 e についてのみ説明したが、注目するマイクロレンズ 6 b、6 d を中心とする周辺のすべてのマイクロレンズに対して上記 (1) 式に示す関係が成立する。しかし、偏心量 y はマイクロレンズが被覆する範囲を超えることができないので、 $y < d / 2$ とすると、上記 (1) 式は、

$$Abs(x) < 2 f \quad \cdots (2)$$

50

の範囲で成立することになる。なお、(2)式において、 $Abs(x)$ は x の絶対値を返す関数である。

【0021】

ここで、交換レンズ3により焦点面 S_1 上に結像された像は、マイクロレンズアレイ6により光電変換素子アレイ7の受光面に再結像される。マイクロレンズ6bに注目したとき、その光軸上にある点 P_1 の像は、マイクロレンズ6bにより直下の光電変換素子7bへ投影されるとともに、隣接するマイクロレンズ6aと6cによりそれらの光軸から偏心量 y_1 の位置にある光電変換素子7aと7dへそれぞれ投影される。図示を省略するが、注目するマイクロレンズ6bの周りの直接および間接的に隣接するすべてのマイクロレンズによって、偏心量 y_1 が $d/2$ より小さい範囲内にあるすべての光電変換素子へ投影される。

10

【0022】

これらの光電変換素子の出力をすべて加算し、注目するマイクロレンズ6bの位置における画素出力とする。この処理を、マイクロレンズアレイ6上のマイクロレンズ6bを含むすべてのマイクロレンズに対して実行し、各マイクロレンズ位置における画素出力として平面上に展開すれば像を合成することができ、この合成像は交換レンズ3により焦点面 S_1 上に結像された像に相当する。

【0023】

同様に、交換レンズ3により焦点面 S_2 上に結像された像は、マイクロレンズアレイ6により光電変換素子アレイ7の受光面に再結像される。マイクロレンズ6dに注目したとき、その光軸上にある点 P_2 の像は、マイクロレンズ6dにより直下の光電変換素子7eへ投影されるとともに、隣接するマイクロレンズ6cと6eによりそれらの光軸から偏心量 y_2 の位置にある光電変換素子7cと7fへそれぞれ投影される。図示を省略するが、注目するマイクロレンズ6dの周りの直接および間接的に隣接するすべてのマイクロレンズによって、偏心量 y_2 が $d/2$ より小さい範囲内にあるすべての光電変換素子へ投影される。

20

【0024】

これらの光電変換素子の出力をすべて加算し、注目するマイクロレンズ6dの位置における画素出力とする。この処理を、マイクロレンズアレイ6上のマイクロレンズ6dを含むすべてのマイクロレンズに対して実行し、各マイクロレンズ位置における画素出力として平面上に展開すれば像を合成することができ、この合成像は交換レンズ3により焦点面 S_2 上に結像された像に相当する。

30

【0025】

なお、 $x < 0$ の焦点面における像も上記と同様な合成方法により像を得ることができる。また、焦点面 S がレンズ頂点面にある場合、つまりレンズ頂点面から焦点面までの距離 $x = 0$ の場合には、焦点面 S 上の点 P を通り光電変換素子アレイ7へ向かう光束は、点 P の直下にあるマイクロレンズのみを透過することになり、当該マイクロレンズの直下にある光電変換素子の出力のみが得られる。つまり、この場合には、当該マイクロレンズに隣接するすべてのマイクロレンズの光軸から偏心量 y の位置にある光電変換素子の出力を加算して像を合成することはできない。この場合は、各マイクロレンズ直下の各光電変換素子の出力を画素出力として平面上に展開した像が得られる。

40

【0026】

以上説明した画像合成方法を要約すると、マイクロレンズアレイ6のレンズ頂点面から距離 x だけ離れた焦点面 S における交換レンズ3の像は、マイクロレンズごとにマイクロレンズ直下の光電変換素子出力と周辺マイクロレンズによる偏心位置((1)式により算出)の光電変換素子出力を積算して画素出力とし、これらの画素出力をマイクロレンズ位置の画素出力として平面上に展開することによって合成することができる。

【0027】

焦点面 S は、マイクロレンズアレイ6のレンズ頂点面を基準($x = 0$)として所定間隔 m ごとに $(2n + 1)$ 面設定する。

50

- nm, (-n+1)m, ..., -1m, 0, +1m, ..., (n-1)m, nm ... (3)

なお、焦点面 S の間隔 m と面数についてはカメラ 1 および交換レンズ 3 の仕様、焦点情報の検出精度等に基づいて適宜決定すればよい。

【0028】

《コントラスト検出》

次に、各焦点面の合成画像に対してフィルター処理を施し、コントラストを抽出した画像を生成する。この一実施の形態では、各焦点面の合成画像に図 4(a) に示すようなラプラシアン・フィルター処理を施してコントラスト抽出画像を得る。図 4(a) に示すラプラシアン・フィルターはコントラストを 8 方向で捉えるものであるが、例えばコントラストを 4 方向で捉える図 4(b) に示すラプラシアン・フィルターを用いてもよい。各焦点面のコントラスト抽出画像はコントラストデータメモリ 9b に格納される。

10

【0029】

図 5(a) は焦点面が異なる一連の 5 枚のコントラスト抽出画像を示す。これらの画像は、光電変換素子アレイ 7 により撮像された 1 枚の画像に基づいて生成されたものであるが、同じものを映したものでありながら近点から遠点に向かうある焦点面におけるいわゆるピントの状態を表していることになる。図 5(b) は、これらのコントラスト抽出画像の同一座標 P0 の画素のコントラスト変化を示す。

【0030】

なお、図 5(b) では、コントラスト変化を便宜的に曲線で表しているが、同一画素のコントラストは各焦点面ごとに離散的に得られる。このコントラスト変化により、位置 P0 の画素のコントラストがどの焦点面において極値を示すかを知ることができる。コントラストはガウシアンで変化すると考えられることから、コントラスト抽出画像の組から得られる離散的なコントラスト変化を補完し、その頂点を予測すれば精密にコントラストの極値の位置を知ることができる。こうして求められたコントラストの極値の位置は、その画素座標における合焦位置を表している。

20

【0031】

《コントラストの極値検出》

一連のコントラスト抽出画像の同一画素におけるコントラストを比較し、最もコントラストが高い焦点面の画像を選択し、さらにこの焦点面の前後の焦点面における同一画素のコントラストを検出する。これらの 3 つの焦点面の同一画素のコントラストに基づいて、その画素のコントラストが極値となる正確な焦点面位置を推定する。

30

【0032】

図 6 は異なる焦点面のある注目画素におけるコントラスト変化の一例を示し、横軸が焦点面の位置を、縦軸がコントラストをそれぞれ表す。異なる焦点面の注目する画素におけるコントラスト変化は、図に示すようにガウス形状の曲線になる。なお、図 6 では注目画素のコントラスト変化を便宜的に曲線で表しているが、実際には各焦点面ごとに離散的に得られる。各焦点面を示す y 軸と平行な直線（便宜的にそれぞれ $x = S_1$ 、 $x = S_0$ 、 $x = S_2$ とする）とコントラスト変化を示す曲線との交点が各焦点面におけるコントラストを表す。

40

【0033】

図 6 において、焦点面 S_0 の注目画素において最大のコントラスト q_0 が得られ、その前後の焦点面 S_1 と S_2 の注目画素においてコントラスト q_1 と q_2 ($q_1 > q_2$) が得られたとすると、三点内挿の手法によりコントラストの極値を示す焦点位置を検出する。まず、図中の座標 (S_0, q_0) と座標 (S_2, q_2) を結ぶ直線 L_1 を描き、この直線の傾き k を求める。次に、図中の座標 (S_1, q_1) を通り、かつ傾き ($-k$) を持つ直線 L_2 を描く。これら 2 つの直線 L_1 と L_2 の交点を求め、この交点の横軸座標をコントラストの極値を示す焦点位置とする。この焦点位置は、注目画素の合焦位置すなわちピント位置である。

【0034】

50

以上のコントラストの極値検出処理を一連のコントラスト抽出画像におけるすべての画素に対して実行すれば、元になる撮像画像全体の焦点状態を、焦点位置曲面として表すことができる。

【0035】

ただし、実際にはコントラストを持つような被写体は画像全体にあまねく存在している訳ではなく、画素によってはすべての焦点面にも感知し得るコントラストが存在しないこともあり得る。そこで、注目画素における最大のコントラストが所定の値より低い場合には、上述した内挿処理を行わず、その近傍で検出された焦点位置に基づいてその画素に対する焦点位置を推定する。例えば画像の一部の青空の部分にはコントラストはないが、この部分については焦点位置が特定できるので、ほぼ同一焦点を持つ閉曲面を構成して領域を被覆するような方法により、その焦点位置を決定することができる。

10

【0036】

上述した実施の形態とその変形例によれば以下のような作用効果を奏することができる。まず、複数のマイクロレンズを平面上に配列したマイクロレンズアレイ6を交換レンズ3の予定焦点面近傍に配置するとともに、複数の光電変換素子を平面上に配列した光電変換素子アレイ7をマイクロレンズアレイ6の背後に配置し、交換レンズ3を透過した被写体からの光束をマイクロレンズアレイ6を介して光電変換素子アレイ7で受光し、光電変換素子アレイ7により撮像した画像に基づいて交換レンズ3の焦点情報を検出する焦点情報検出装置において、光電変換素子アレイ7による撮像画像に基づいて、予定焦点面近傍の複数の焦点面における画像を合成する画像合成部8bと、画像合成部8bによる各焦点面の合成画像からコントラストを抽出した画像を生成するコントラスト検出部8cと、コントラスト検出部8cによる各焦点面のコントラスト画像に基づいて、撮像画像の任意の位置の焦点位置を推定する極値検出部8dとを備えるようにしたので、1枚の撮像画像から撮像画像のあらゆる位置における交換レンズ3の焦点情報を検出することができる。特に、撮影画面内の数十点の焦点検出位置において瞳分割位相差検出方式により焦点検出を行う従来の方法では、焦点検出光学系の複雑化あるいは相関演算等のマイクロコンピュータ処理の増大により、実際にはすべての焦点検出位置において同時に焦点検出を行うのは困難であり、検出結果を得る焦点検出位置は数点に限定されるが、上述した一実施の形態によれば、1枚の撮像画像を処理することによって撮影画面内のあらゆる位置における焦点検出が可能となる。

20

30

【0037】

また、一実施の形態によれば、各焦点面のコントラスト画像から撮像画像の任意の位置における離散的なコントラストを検出し、これらの離散的なコントラストを補間してコントラストが極値を示す焦点面の位置を撮像画像の任意の位置における焦点位置とするようにしたので、上記効果に加え、画素単位で焦点位置を正確に検出することができる。

【0038】

さらに、一実施の形態によれば、合成画像にラプラシアン・フィルタ処理を施してコントラスト画像を生成するようにしたので、各焦点面のコントラスト画像を正確に生成することができる。

【0039】

40

さらにまた、一実施の形態によれば、マイクロレンズアレイ6上のマイクロレンズごとに、注目するマイクロレンズ直下の光電変換素子の出力と、当該マイクロレンズの周辺各マイクロレンズに対応する偏心位置の光電変換素子の出力とを積算し、積算値を当該マイクロレンズ位置の画素出力とする演算を、マイクロレンズアレイ6上のすべてのマイクロレンズに対して行い、合成画像を生成するようにしたので、1枚の撮像画像から任意の焦点面の合成画像を容易に生成することができる。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】一実施の形態の構成を示す図

【図2】マイクロレンズアレイと光電変換素子アレイの一部を拡大した正面図

50

【図 3】一実施の形態の画像合成法を説明するためのマイクロレンズアレイと光電変換素子アレイの部分断面図

【図 4】ラプラシアンフィルターの一例を示す図

【図 5】焦点面が異なる一連のコントラスト抽出画像と、それらの画像上の同一画素のコントラストを変化を示す図

【図 6】コントラストの極値を求める方法を説明するための図

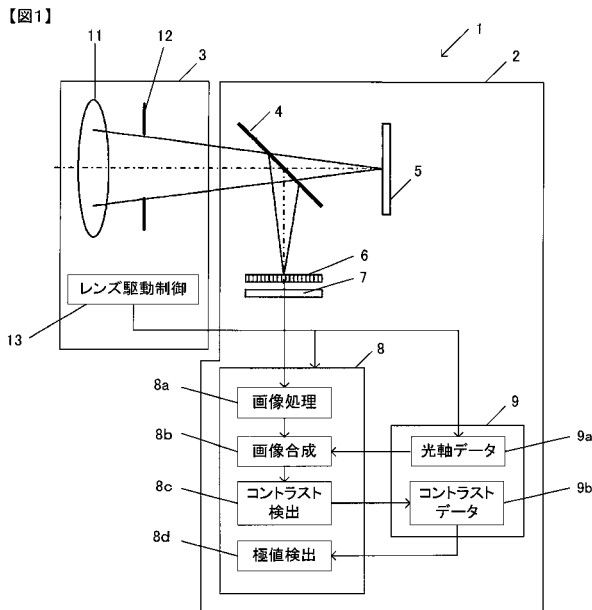
【符号の説明】

【 0 0 4 1 】

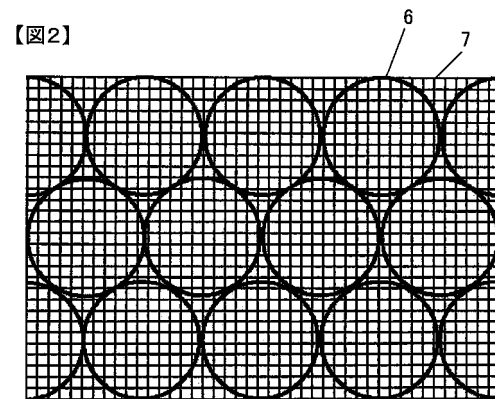
3 ; 交換レンズ、6 ; マイクロレンズアレイ、7 ; 光電変換素子アレイ、8 ; ボディ駆動制御装置、8 b ; 画像合成部、8 c ; コントラスト検出部、8 d ; 極値検出部

10

【 図 1 】



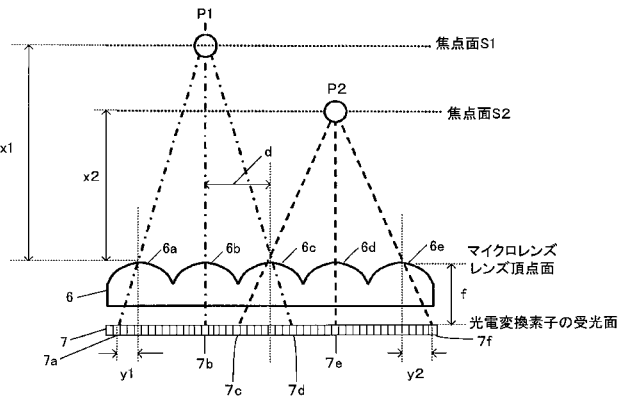
【 図 2 】



【 図 3 】

【 図 4 】

【図3】



【図4】

$$\begin{matrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -8 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix}$$

(a)

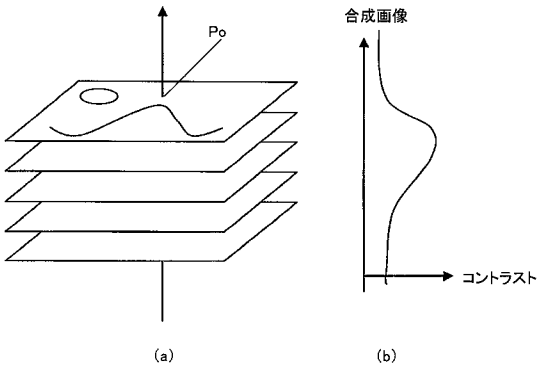
$$\begin{matrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{matrix}$$

(b)

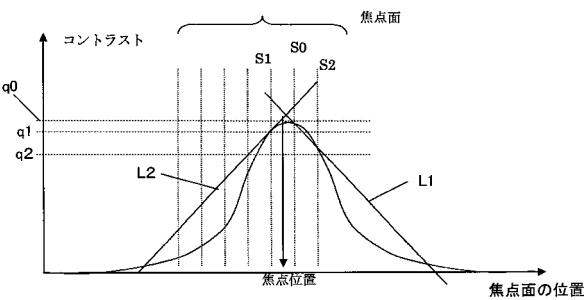
【 図 5 】

【 図 6 】

【図5】



【図6】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5C122 EA42 FB05 FD01 FD06 FH11 HB06