

(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2014-194502

(P2014-194502A)

(43) 公開日 平成26年10月9日(2014.10.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02B 7/34 (2006.01)	G02B 7/11 C	2H151
H04N 5/232 (2006.01)	H04N 5/232 H	5C122
	H04N 5/232 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2013-71313 (P2013-71313)
 (22) 出願日 平成25年3月29日 (2013. 3. 29)

(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
 (74) 代理人 100110412
 弁理士 藤元 亮輔
 (74) 代理人 100104628
 弁理士 水本 敦也
 (74) 代理人 100121614
 弁理士 平山 倫也
 (72) 発明者 西尾 彰宏
 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) 2H151 BA04 CD01 CD12
 5C122 DA03 DA04 EA31 EA37 FB04
 FC06 FD01 FD07 FF05 HA65
 HA88 HB01 HB06

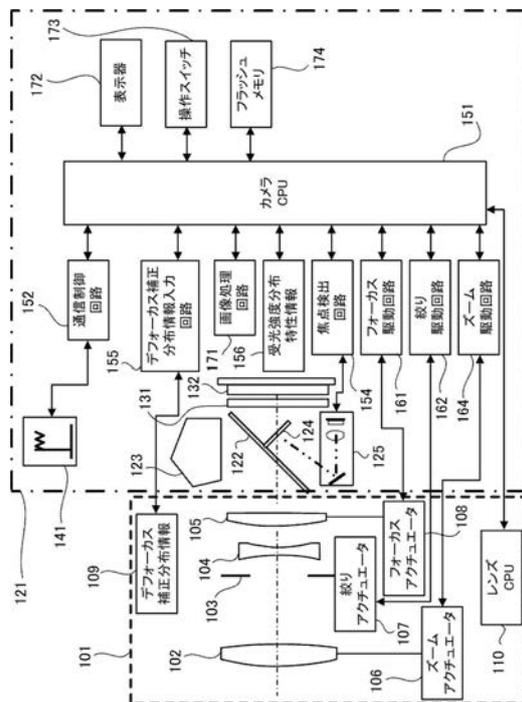
(54) 【発明の名称】 撮像装置および撮像システム

(57) 【要約】

【課題】 撮像素子の撮像面に焦点検出用画素を設けて位相差方式の焦点検出を行う場合に比較的簡単に高い合焦精度を得ること

【解決手段】 位相差方式の焦点検出を行うための焦点検出用画素を有し、撮影光学系が形成する光学像を光電変換する撮像素子132と、前記撮像素子の前記焦点検出用画素による検出結果に基づいて前記撮影光学系をその光軸方向に移動させて焦点調節を行わせるカメラCPU151と、を有し、カメラCPU151は、受光強度分布特性の情報とデフォーカス補正分布の情報を利用して補正量 Z を演算し、その補正量に基づいて前記撮影光学系を前記光軸方向に移動して最良合焦位置を補正する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

位相差方式の焦点検出を行うための焦点検出用画素を有し、撮影光学系が形成する光学像を光電変換する撮像素子と、

前記撮像素子の前記焦点検出用画素による検出結果に基づいて前記撮影光学系をその光軸方向に移動させて焦点調節を行わせる制御手段と、

を有し、

前記制御手段は、前記焦点検出用画素の光線入射角度に対する前記焦点検出用画素からの出力信号強度を表す受光強度分布特性の情報と、前記撮影光学系の収差特性に起因するデフォーカス補正量の分布を表すデフォーカス補正分布の情報と、を利用して補正量を演算し、演算された前記補正量に基づいて前記撮影光学系を前記光軸方向に移動して最良合焦位置を補正することを特徴とする撮像装置。

10

【請求項 2】

前記受光強度分布特性は、前記撮像素子の撮像面と前記撮影光学系の絞りとの間に配置され、前記撮影光学系の光軸に垂直な平面としての仮想面を考え、前記仮想面の光線通過範囲を複数の領域に分割した場合、各領域を通過して前記焦点検出用画素に入射する光線の入射角度に対する前記焦点検出用画素からの出力信号強度であり、

前記デフォーカス補正分布は、前記仮想面の各領域における前記デフォーカス補正量の分布を表し、

前記制御手段は、

20

前記仮想面の各領域について前記受光強度分布特性の値と前記デフォーカス補正分布の値の積を演算し、各領域の演算結果を積分して領域総数で割ることによって前記補正量を算出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】

前記仮想面は前記撮影光学系の入射瞳面であることを特徴とする請求項 2 に記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記制御手段は、前記撮影光学系の F 値を取得し、前記 F 値に基づいて前記光線が入射する前記デフォーカス補正分布を選択し、選択された前記デフォーカス補正分布に基づいて前記補正量を演算することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のうちいずれか 1 項に記載の撮像装置。

30

【請求項 5】

前記受光強度分布特性の情報を保存した第 1 のメモリを更に有し、

前記制御手段は前記第 1 のメモリから前記受光強度分布特性の情報を取得することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のうちいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のうちいずれか 1 項に記載の撮像装置と、当該撮像装置に着脱可能に装着されるレンズユニットからなる撮像システムであって、

前記レンズユニットは前記デフォーカス補正分布の情報を保存する第 2 のメモリを有し、前記制御手段は前記レンズユニットの前記第 2 のメモリから前記デフォーカス補正分布の情報を取得することを特徴とする撮像システム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像装置および撮像システムに関する。

【背景技術】

【0002】

一眼レフカメラシステムにおいて、撮影光学系を通過した光束をサブミラーで反射して焦点検出ユニットに導き、これを利用して焦点検出ユニットにおいて位相差方式の焦点検出を行うことは知られている。また、撮影光学系による撮像素子の撮像面における合焦位

50

置と、焦点検出ユニットの光学系による受光センサの受光面における合焦位置とのズレを補正するベストピント（最良合焦：BP）補正も知られている。この場合の自動焦点調節（AF）では、例えば、焦点検出ユニットの検出結果によってフォーカスレンズを合焦範囲に駆動した後でBP補正量分だけフォーカスレンズを更に駆動する。

【0003】

一方、撮像素子に結像した被写体像をリアルタイムに観察しながら撮影を行なうライブビュー撮影において、特許文献1は、撮像素子の撮像面に焦点検出用画素を設けて位相差方式の焦点検出を行う方法を提案している。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0004】

【特許文献1】特開2004-191629公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

撮像素子の撮像面に焦点検出用画素を設けて位相差方式の焦点検出を行う場合、焦点検出用画素と撮像用画素は結像特性が異なるためにBP補正が必要である。この場合、BP補正值は、撮像素子の仕様や位置による焦点検出画素の受光感度分布特性、撮影光学系に固有な瞳面の収差情報、F値、撮影光学系の製造誤差が起因する瞳面の収差情報など多くのパラメータに依存して変動する。なお、撮像素子の仕様は、焦点検出用画素の構造や配置を含み、撮像素子の位置はカメラ本体の交換レンズ取付位置から撮像素子までの光軸方向の距離を含む。全てのパラメータを考慮したBP補正值を用意して予めレンズユニットに保存するとデータ量が膨大になるため現実的ではない。この一方、適当なBP補正值を使用しないと合焦精度が低下する。

20

【0006】

本発明は、撮像素子の撮像面に焦点検出用画素を設けて位相差方式の焦点検出を行う場合に比較的簡単に高い合焦精度を得ることが可能な撮像装置および撮像システムを提供することを例示的な目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

30

本発明の撮像装置は、位相差方式の焦点検出を行うための焦点検出用画素を有し、撮影光学系が形成する光学像を光電変換する撮像素子と、前記撮像素子の前記焦点検出用画素による検出結果に基づいて前記撮影光学系をその光軸方向に移動させて焦点調節を行わせる制御手段と、を有し、前記制御手段は、前記焦点検出用画素の光線入射角度に対する前記焦点検出用画素からの出力信号強度を表す受光強度分布特性の情報と、前記撮影光学系の収差特性に起因するデフォーカス補正量の分布を表すデフォーカス補正分布の情報と、を利用して補正量を演算し、演算された前記補正量に基づいて前記撮影光学系を前記光軸方向に移動して最良合焦位置を補正することを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

40

本発明によれば、撮像素子の撮像面に焦点検出用画素を設けて位相差方式の焦点検出を行う場合に比較的簡単に高い合焦精度を得ることが可能な撮像装置および撮像システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本実施形態のカメラシステムのブロック図である。

【図2】図1に示す撮像素子に適用可能な画素配列を示す概略拡大平面図である。

【図3】図2に示す撮像素子に結像される光を示す図である。

【図4】位相差方式の焦点検出の原理を説明するためのグラフである。

【図5】図2(a)に示す焦点検出用画素と撮像用画素の受光強度分布特性情報を示す図

50

である。

【図6】図2(b)に示す焦点検出用画素と撮像用画素の受光強度分布特性情報を示す図である。

【図7】図2(c)に示す焦点検出用画素と撮像用画素の受光強度分布特性情報を示す図である。

【図8】B P補正値を算出する方法を説明するためのグラフである。

【図9】B P補正値を算出する方法を説明するためのグラフである。

【図10】図1に示すカメラCPUによる自動焦点調節動作を説明するためのフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

10

【0010】

図1は、本実施形態のカメラシステム（撮像システム）のブロック図である。カメラシステムは、レンズユニット（交換レンズ）101と、レンズユニット101が着脱可能に装着されるカメラユニット（カメラ本体）121から構成される。本実施形態のカメラユニット121は一眼レフカメラであるが、ミラーレスカメラとして構成されてもよい。また、カメラシステムはレンズ一体型のカメラであってもよい。カメラユニット121はデジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラなどを含み、動画や静止画を撮影することが可能である。

【0011】

レンズユニット101は、任意の撮像装置に対して着脱可能に装着され、被写体（物体）の光学像を形成する撮影光学系を収納している。撮影光学系は、一例として、第1レンズ群102、絞り103、第2レンズ群104、第3レンズ群105を有する。

20

【0012】

第1レンズ群102は、撮影光学系の最も被写体側に配置される。絞り103は、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も機能する。第3レンズ群105は、光軸方向の移動により、焦点調節を行なうためのフォーカスレンズ群である。第1レンズ群102から第3レンズ群105までの空気間隔を変化させることにより焦点距離を変化させるようなズーム機能を実現する。なお、撮影光学系の構成は例示的であり、防振レンズなど他のレンズを含んでもよい。また、図1では、各レンズ群は単レンズとして示されているが、実際には一または複数のレンズから構成される。

30

【0013】

106は、ズームアクチュエータであり、第1レンズ群102から第3レンズ群105までを光軸方向に駆動し、ズーム操作を行なう。107は、絞りアクチュエータであり、絞り103の開口径を変化させて光量を調節すると共に、カメラシステムの種類によってはシャッタの役目も有して静止画撮影時の露光時間制御を行なう。108は、フォーカスアクチュエータであり、第3レンズ群105を光軸方向に駆動して焦点調節を行なう。109は、撮影光学系の光学特性に固有となるデフォーカス補正分布情報を格納したメモリ（第2のメモリ）である。デフォーカス補正分布情報は、ベストピント（最良合焦：B P）補正を行うための数値情報であり、撮影光学系の収差特性に起因するデフォーカス補正量の分布を表している。

40

【0014】

なお、撮影光学系の収差としては固有の収差値に加えて製造誤差による収差値も加えてよい。そして固有の収差値によるデフォーカス補正量分布情報と製造誤差によるデフォーカス補正分布情報を別々に持たせて、互いの情報と個別の情報で必要に応じて選択や加算などの加工を行ってもよい。

【0015】

110は、レンズCPU（レンズ制御手段）であり、レンズユニット101の各部の動作を制御すると共にカメラユニット121のカメラCPU151と通信する。レンズCPU110は、カメラユニット121からの要求に応じた情報（例えば、デフォーカス補正

50

分布情報)を送信したり、補助的演算を行って演算結果を送信したりする。

【0016】

カメラユニット121は、撮像装置として機能する。122は反射部材(メインミラー)であり、反射部材122の上部に配置されるファインダーユニット123に撮影光学系を経た光束の一部を反射する。反射部材122は、一般的な一眼レフカメラのようにクイックリターン式の反射部材としてもよく半透過型として固定式としてもよい。反射部材122には、一部半透過領域が形成されている。124は反射部材122を透過した光束を偏向させるための副反射部材(サブミラー)である。

【0017】

125は副反射部材124によって反射された光線から位相差方式で焦点検出を行う焦点検出ユニットである。位相差方式の焦点検出とは、一对の被写体像の像信号の位相差を検出することによって焦点検出をすることをいう。光学素子122~125は被写体像確認をライブビューや外部のファインダーにて行う場合には省略されてもよい。

10

【0018】

131は、光学ローパスフィルタであり、撮影画像の偽色やモアレを軽減する。

【0019】

132は、C-MOSセンサとその周辺回路で構成された撮像素子である。撮像素子132は、撮像用画素と焦点検出用画素を有する。撮像用画素は撮影光学系が形成した被写体の光学像を光電変換する。焦点検出用画素は位相差方式によって焦点検出を行う。これにより、ライブビュー撮影において短時間で焦点検出を行うことができる。なお、焦点検出用画素は、撮像用画素として機能してもよい。

20

【0020】

撮像素子132は、横方向にM画素、縦方向にN画素の受光ピクセルが正方配置され、例えば、ベイヤー配列の原色カラーモザイクフィルタがオンチップで形成された、2次元単板カラーセンサが用いられる。画素列内に一对の焦点検出用画素列を配置して互いの画素列の光電変換信号の相関をとることで位相差を得る。

【0021】

141は無線式通信手段であり、インターネット等のネットワークを通じてサーバーと通信するためのアンテナや信号処理回路で構成される。カメラユニット121は、パーソナルコンピュータ(PC)などに接続されるUSBポートなどを有し、PCなどを介してネットワークに接続されてもよい。

30

【0022】

カメラCPU(カメラ制御手段)151は、カメラ本体の種々の制御を司るために、演算部、ROM、RAM、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。カメラCPU151は、ROMに記憶された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、後述する焦点検出、撮影、画像処理と記録等の一連の動作を実行する。例えば、後述する図10に示す自動焦点調節(AF)方法の少なくとも一部はプログラムとしてROMに記憶されてもよい。

【0023】

152は通信制御回路であり、通信手段141を介して、カメラより撮影画像をサーバーへ送信したり、サーバーから画像や各種情報の受信を行ったりする。カメラCPU151は、後述する受光強度分布特性情報やデフォーカス補正分布情報を通信制御回路152と無線式通信手段141(あるいはUSBポートとUSBケーブルなどの他の手段)を介して、ネットワーク上のサーバーから得てもよい。

40

【0024】

154は、焦点検出回路であり、焦点検出ユニット125による焦点検出情報をカメラCPU151に送信する。

【0025】

155は、デフォーカス補正分布情報入力回路であり、レンズユニット101のメモリ109に保存されているデフォーカス補正分布情報を取得してこれをカメラCPU151

50

に送信する。これにより、カメラCPU151は、撮影光学系の光学収差の影響で変化する最良合焦位置を補正するための合焦位置補正情報を算出する。

【0026】

156は受光強度分布特性情報を保存するメモリ（第1のメモリ）であり、メモリ156は受光強度分布特性情報を出荷時に保存しているが、上述したように、ネットワークなどからダウンロードされて保存してもよい。

【0027】

受光強度分布特性情報は、撮像素子132の焦点検出用画素及び撮像用画素への光線入射角度に対する出力信号強度情報である。例えば、光束が焦点検出用画素に垂直入射した場合に焦点検出用画素から出力される信号の強度と、光束が焦点検出用画素に45°の入射角度で入射した場合に焦点検出用画素から出力される信号の強度は異なる。受光強度分布特性は、特定の入射角度または瞳面上の特定の座標からの光束が画素に入射した場合の画素からの出力信号の強度で正規化されてもよい。また、後述するが、メモリ156には撮影光学系のF値変換と前記受光強度分布特性に応じた基線長情報も一緒に格納されているものとする。

【0028】

本実施形態では、焦点検出ユニット125と焦点検出回路154を介して得た焦点検出結果から自動焦点調節（AF）を行う場合と、撮像素子132の焦点検出用画素による焦点検出結果からAFを行うことができるが、前者のAFは必須ではない。

【0029】

161はフォーカスレンズ駆動回路であり、焦点検出結果に基づいてフォーカスアクチュエータ162を駆動制御する。162は絞り駆動回路であり、絞りアクチュエータ112を駆動制御して絞り103の開口径を調節する。164はズーム駆動回路であり、撮影者のズーム操作に応じてズームアクチュエータ106を駆動する。なお、ズームアクチュエータ106とズーム駆動回路164は、ズーム駆動が手動である場合は省いてもよい。

【0030】

171は画像処理回路であり、撮像素子132が取得した画像の変換、カラー補間、画像圧縮等の処理を行なう。172はLCD等の表示器であり、カメラの撮影モードに関する情報、撮影時のプレビュー画像と撮影後の確認用画像、焦点検出時の合焦状態表示画像、カメラの姿勢情報等を表示する。173は操作スイッチ群であり、電源スイッチ、撮影開始スイッチ、ズーム操作スイッチ、撮影モード選択スイッチ等で構成される。174は着脱可能なフラッシュメモリであり、撮影済み画像を記録する。

【0031】

焦点検出ユニット125には、一对の焦点検出用の光学系が設けられている。各光学系は、撮影光学系の射出瞳範囲の一部の光を取り込んで一对の受光センサに像を形成し、受光センサによって光電変換された信号の相関をとることにより、2つの被写体像の位相差を検出する。デフォーカス補正量（結像位置のズレ量）DEF、位相差（像ズレ量）L、基線長Kの間には次式の関係が成立する。

【0032】

$$K = L / DEF \quad (1)$$

基線長の算出には、撮影光学系及び焦点検出用画素の光学特性と電気特性が必要である。具体的には、撮影光学系の射出瞳形状を導きだすための光線ケラレ情報とその位置に投影される焦点検出用画素の瞳像の関係と焦点検出用画素が射出瞳から受光する際の受光強度分布情報が必要となる。

【0033】

焦点検出ユニット125の光学系は遮光マスクを配置して撮影光学系の光線通過範囲の分離（瞳分離）を行い、焦点検出時にはその遮光範囲内の光線はケラレを生じないように撮影光学系を開放状態として一定以上の明るさ（有効F値）を維持している。基線長情報は変動しないため、撮像装置は、焦点検出用の光学系に固有な基線長情報を記憶すれば足りる。

10

20

30

40

50

【0034】

しかしながら、撮像素子132の撮像素子で位相差方式の焦点検出を行う場合、F値は変動する。そのため基線長情報や撮影光学系固有の収差や製造誤差によるデフォーカス補正量はF値と受光強度分布特性に応じて変化する問題が生じる。

【0035】

以下、図2を参照して、撮像素子132に適用可能な画素配列について説明する。

【0036】

図2(a)は、1つのマイクロレンズに1つの光電変換部を配置する撮像素子の撮像面の画素配列の例を示している。上下方向をY方向、左右方向をX方向とし、これは図2(b)、図2(c)でも同様である。XY方向に行列状に画素が配列されている。200は撮像用画素を表し、201~204は焦点検出用画素を表している。各画素の円の輪郭はマイクロレンズを表し、内部の四角は光電変換部を表している。撮像用画素200が白色であるのは遮光されていないこと示し、焦点検出用画素が一部黒色なのはその部分が遮光されていることを示している。

10

【0037】

Y方向に一列に配置された左側開口部を有する画素群201と右側開口部を有する画素群202はY方向への被写体像を生成する。これらの画素群を一对の焦点検出用画素列としてそこから出力される一对の信号を相関演算して横縞パターン形状の被写体の焦点検出を行う。同様に、X方向に一列に配置された上側開口部を有する画素群203と下側開口部を有する画素群204はX方向への被写体像を生成する。これらの画素群を一对の焦点検出用画素列としてそこから出力される一对の信号を相関演算して縦縞パターン形状の被写体の焦点検出を行う。

20

【0038】

図2(b)は、1つのマイクロレンズに2つの光電変換部を配置する撮像素子の撮像面の画素配列例を示している。XY方向に行列状に画素が配列され、各画素の外側の円はマイクロレンズを表し、その内部の2つの略半円は光電変換素子を表している。

【0039】

X方向に並んだ画素群301の光電変換部302及び303を一对の焦点検出用画素としてそこから出力される一对の信号を相関演算することによってY方向の縞パターンの被写体の焦点検出を行う。また、Y方向に並んだ画素群300の光電変換部304及び305を一对の焦点検出用画素としてそこから出力される一对の信号を相関演算することによってX方向の縞パターンの被写体の焦点検出を行う。撮像用の信号は、光電変換部302と303の電気信号及び光電変換部304と305の電気信号をそれぞれ加算することによって取得する。

30

【0040】

図2(c)は、1つのマイクロレンズに4つの光電変換部を配置する撮像素子の撮像面の画素配列例を示している。4つの光電変換部の電気信号加算方式を変えることにより図2(b)と同様の結果を得る。XY方向に行列状に画素が配列され、各画素の外側の円はマイクロレンズを表し、その内部の4つの正方形は光電変換素子を表している。

【0041】

X方向に並んだ画素群400の光電変換部401と402及び光電変換部403と404の出力信号を加算して、得られた2つの電気信号波形を一对の相関演算することによってY方向の縞パターンの被写体の焦点検出を行う。また、Y方向に並んだ画素群400の光電変換部401と403及び光電変換部402と404の出力信号を加算して、得られた2つの電気信号波形を一对の相関演算することによってX方向の縞パターンの被写体の焦点検出を行う。

40

【0042】

なお、撮像素子をブロックに分けて加算方法を変えてもよく、千鳥配列的に互い違いに加算を変えることで、図2(b)と等価な画素配列を達成することもできる。縦縞パターンと横縞パターンを同時に評価できるので被写体パターンの方向依存をなくすことができ

50

る。また、加算方法は撮影状態に応じて、または、時系列的に全画素において切り替えを行ってもよい。この際、同パターン方向の被写体を焦点検出する焦点検出用画素が密な状態になるため、焦点検出用画素が疎な場合に生ずる細い線分を有する被写体が合焦近傍において被写体検知が行えなくなる問題を回避することができる。撮影用信号は、光電変換部 402 ~ 405 の電気信号を加算すればよい。

【0043】

図3(a)は、撮影光学系BLと撮像素子IPの焦点検出用画素の関係を説明する断面図であり、光軸は一点鎖線で示されている。図3(a)は、一例であり、絞りの位置やレンズの形状など図1とは一致していないが、一致していてもよい。

【0044】

ASは焦点検出用画素である。EPOは撮像素子IPの撮像面と撮影光学系BLの絞りの間に配置され、撮影光学系BLの光軸に垂直な(撮像面に平行な)平面としての仮想面である。仮想面EPOは撮影光学系BLの入射瞳面であってもよい。図3(a)は、光束Dが撮影光学系BLを介して仮想面EPOの光線通過範囲PDを通過した後に焦点検出用画素ASへ入射する状態を示している。なお、図3(a)には示されていないが、図2で述べた一对の焦点検出用画素群が存在している。

【0045】

図3(b)と図3(c)は、撮影光学系BLの射出瞳に対する焦点検出用画素の瞳投影像を示しており、仮想面EPOから撮像素子の焦点検出用画素に入射する光束範囲を示している。図3(b)は、図2(a)に示す焦点検出用画素を使用した場合に対応し、図3(c)は、図2(b)や図2(c)に示す焦点検出用画素を使用した場合に対応する。

【0046】

図3(b)の600、604是一对の焦点検出用画素、601はマイクロレンズ、602は遮光部材、603は光電変換部を示している。Epa0は仮想面EPO上で焦点検出用画素600に入射する光線範囲を示し、Epb0は仮想面EPO上で焦点検出用画素604に入射する光線範囲を示している。

【0047】

図3(c)の画素700は一つのマイクロレンズ701を介して受光する複数の光電変換部702及び703を有する。光電変換部702及び703は、マイクロレンズ701の光軸外の有効範囲を通過した光束を受光し、それぞれが撮影光学系BLの射出瞳の異なる領域の光束を受光する。Epa0は仮想面EPO上で光電変換部702に入射する光線範囲を示し、Epb0は仮想面EPO上で光電変換部703に入射する光線範囲を示している。

【0048】

なお、図2(c)が適用される場合には、光電変換部702、703が光電変換部403、404に対応し、光電変換部401と402は光電変換部702と703の紙面に垂直な奥行き方向に配置される。

【0049】

図4は、位相差方式の焦点検出において焦点検出用画素から得られる、一对の被写体像(A像とB像)の信号波形AIO、BIOを示している。横軸Xは画素配置座標を表し、縦軸は光電変換信号強度を表している。信号波形は補間処理されている。位相差Lが相関距離(像ズレ量)であり、数式1からデフォーカス補正量を算出する。

【0050】

図5は、図2(a)に示す焦点検出用画素の受光強度分布特性情報を示し、図6は、図2(b)に示す焦点検出用画素の受光強度分布特性情報を示し、図7は、図2(c)に示す焦点検出用画素の受光強度分布特性情報を示している。

【0051】

この場合の「受光強度分布特性」は、仮想面EPOの光線通過範囲PDを、光軸を原点とした複数の領域に分割した場合に、各領域を通過して焦点検出用画素に入射する光線の焦点検出用画素への入射角度に対する画素の受光感度比(光電変換信号強度比)である。

10

20

30

40

50

図5～図7において、XY座標は仮想面EPOに設定され、各軸とも光軸に直交する。LAとLBはA像用及びB像用焦点検出用画素の受光強度分布特性を示している。(a)と(b)は3次元の強度グラフを示し、XY座標の位置に対する正規化された出力信号強度が示されている。(c)は奥行き方向(Y座標)の中央断面のグラフを示し、L0は撮像用画素の受光強度分布特性を示しており、横軸はX座標(Y座標は0)で縦軸は正規化された出力信号強度である。

【0052】

図5は、図3(b)に示すスリット形状の遮光部材602によって、撮像用画素の受光強度分布特性の一部分を切り出したような特性を有する。図6は、図3(c)に示すように、一つの撮像画素中に複数の光電変換部を有し、LA及びLBは一部または複数を合成した光電変換強度と等価である。このため、LAとLBを加算した受光強度分布特性は撮像画素の受光強度分布特性L0と同等となる。図7は、図6においてマイクロレンズが製造工程においてX方向に偏心を生じたためにLAとLBの受光強度分布特性に非対称な性質が生じている場合を示している。また、前記瞳分割された受光強度分布特性LAとLBから撮影光学系のF値に応じた基線長情報を予めメモリ156に記憶しておく。

10

【0053】

表1は、仮想面EPOの光線通過範囲PDを複数の領域に分割した場合、各領域を通過して焦点検出用画素に入射する光線の入射角度に対する焦点検出用画素からの出力信号強度である受光強度分布特性の情報を表し、図8(a)に対応する。図8(a)の左側は表1のY=0におけるX断面のグラフであり、図8(a)の右側は表1のグラフである。

20

【0054】

表2は、仮想面EPOの各領域における撮影光学系BLの収差に起因する最良合焦位置のズレ(デフォーカス補正量)の正規化された分布であるデフォーカス補正分布情報を表し、図8(b)に対応する。図8(b)の左側は表2のY=0におけるX断面のグラフであり、図8(b)の右側は表2のグラフである。

【0055】

表3は、表1と表2の同一座標にある数値の積によって得られる情報である。表3では、光線有効範囲外の領域は判り易くするため、空欄としているが、空欄に0を入れてもよい。表3は、図8(c)に対応する。図8(c)の左側は表3のY=0におけるX断面のグラフであり、図8(c)の右側は表3のグラフである。

30

【0056】

【表1】

受光強度分布特性情報

		EPO面上のX座標										
		20	16	12	8	4	0	-4	-8	-12	-16	-20
EPO面上のY座標	20	0.00	0.00	0.00	0.07	0.17	0.20	0.17	0.07	0.00	0.00	0.00
	16	0.00	0.00	0.20	0.36	0.46	0.49	0.46	0.36	0.20	0.00	0.00
	12	0.00	0.20	0.42	0.58	0.68	0.71	0.68	0.58	0.42	0.20	0.00
	8	0.07	0.36	0.58	0.74	0.84	0.87	0.84	0.74	0.58	0.36	0.07
	4	0.17	0.46	0.68	0.84	0.94	0.97	0.94	0.84	0.68	0.46	0.17
	0	0.20	0.49	0.71	0.87	0.97	1.00	0.97	0.87	0.71	0.49	0.20
	-4	0.17	0.46	0.68	0.84	0.94	0.97	0.94	0.84	0.68	0.46	0.17
	-8	0.07	0.36	0.58	0.74	0.84	0.87	0.84	0.74	0.58	0.36	0.07
	-12	0.00	0.20	0.42	0.58	0.68	0.71	0.68	0.58	0.42	0.20	0.00
	-16	0.00	0.00	0.20	0.36	0.46	0.49	0.46	0.36	0.20	0.00	0.00
	-20	0.00	0.00	0.00	0.07	0.17	0.20	0.17	0.07	0.00	0.00	0.00

40

【0057】

【表 2】

デフォーカス補正分布情報

		EP0面上のX座標										
		20	16	12	8	4	0	-4	-8	-12	-16	-20
EP0面上のY座標	20	0.16	0.14	0.07	0.01	-0.03	-0.04	-0.03	0.01	0.07	0.14	0.16
	16	0.14	0.05	-0.04	-0.10	-0.12	-0.12	-0.12	-0.10	-0.04	0.05	0.14
	12	0.07	-0.04	-0.11	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.11	-0.04	0.07
	8	0.01	-0.10	-0.13	-0.12	-0.09	-0.08	-0.09	-0.12	-0.13	-0.10	0.01
	4	-0.03	-0.12	-0.13	-0.09	-0.04	-0.02	-0.04	-0.09	-0.13	-0.12	-0.03
	0	-0.04	-0.12	-0.13	-0.08	-0.02	0.00	-0.02	-0.08	-0.13	-0.12	-0.04
	-4	-0.03	-0.12	-0.13	-0.09	-0.04	-0.02	-0.04	-0.09	-0.13	-0.12	-0.03
	-8	0.01	-0.10	-0.13	-0.12	-0.09	-0.08	-0.09	-0.12	-0.13	-0.10	0.01
	-12	0.07	-0.04	-0.11	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.11	-0.04	0.07
	-16	0.14	0.05	-0.04	-0.10	-0.12	-0.12	-0.12	-0.10	-0.04	0.05	0.14
	-20	0.16	0.14	0.07	0.01	-0.03	-0.04	-0.03	0.01	0.07	0.14	0.16

10

【 0 0 5 8 】

【表 3】

(表1の数値) × (表2の数値)

		EP0面上のX座標										
		20	16	12	8	4	0	-4	-8	-12	-16	-20
EP0面上のY座標	20						-0.01					
	16			-0.01	-0.03	-0.05	-0.06	-0.05	-0.03	-0.01		
	12		-0.01	-0.05	-0.08	-0.09	-0.09	-0.09	-0.08	-0.05	-0.01	
	8		-0.03	-0.08	-0.09	-0.08	-0.07	-0.08	-0.09	-0.08	-0.03	
	4		-0.05	-0.09	-0.08	-0.04	-0.02	-0.04	-0.08	-0.09	-0.05	
	0	-0.01	-0.06	-0.09	-0.07	-0.02	0.00	-0.02	-0.07	-0.09	-0.06	-0.01
	-4		-0.05	-0.09	-0.08	-0.04	-0.02	-0.04	-0.08	-0.09	-0.05	
	-8		-0.03	-0.08	-0.09	-0.08	-0.07	-0.08	-0.09	-0.08	-0.03	
	-12		-0.01	-0.05	-0.08	-0.09	-0.09	-0.09	-0.08	-0.05	-0.01	
	-16			-0.01	-0.03	-0.05	-0.06	-0.05	-0.03	-0.01		
	-20						-0.01					

20

【 0 0 5 9 】

表 3 を用いて最良な合焦補正位置を算出する。仮に X、Y が n × n 分割の平方配列である表 3 の X、Y 方向の各 i、j 番目の領域座標における数値を C (X i、Y j) とし、光線通過範囲 P D の各領域の数値を積分し、光線通過範囲 P D の領域総数を N としたときに合焦位置補正量は次式のようになる。

【 0 0 6 0 】

【数 1】

$$\Delta Z = \sum_{j=m}^n \left(\sum_{i=m}^n (C (X i、Y j)) \right) / N \dots (2)$$

30

40

【 0 0 6 1 】

つまり、仮想面 E P O の各領域について受光強度分布特性の値とデフォーカス補正分布の値の積を演算し、各領域の演算結果を積分して領域総数 N で割ることによって合焦位置補正量を算出する。

【 0 0 6 2 】

レンズユニット 1 0 1 とカメラユニット 1 2 1 の組み合わせが変化しても受光強度分布特性情報と合焦位置補正情報を各ユニットに有するようになれば、B P 補正を簡単に行うことができる。具体的には、撮像素子の画素の受光強度分布特性の情報をカメラユニット 1 2 1 のメモリ 1 5 6 に記憶し、デフォーカス補正分布の情報をレンズユニット 1 0 1 のメモリ 1 0 9 に記憶する。本実施形態では、カメラ CPU 1 5 1 は、メモリ 1 5 6 から受

50

光強度分布特性の情報を取得し、デフォーカス補正分布情報入力回路からデフォーカス補正分布の情報を取得して表3と数式2の演算を行う。レンズCPU110に受光強度分布特性の情報を送信してレンズCPU110に表3と数式2の演算を行わせ、カメラCPU151は、レンズCPU110から演算結果を取得してもよい。

【0063】

本実施形態では表3を表1と表2の数値の積によって取得しているが、どちらかの数値に重み付けしてもよいし、表3を表1と表2の数値の重み付け平均によって取得してもよい。また、数式2の積分にも重み付けしてもよい。

【0064】

上述したように、焦点検出ユニット125による焦点検出においては、F値は有効F値に設定されるが、撮像素子の撮像面で焦点検出が行われる場合にはF値(あるいは絞り値)は変更される。このため、本実施形態では、カメラCPU151は、操作スイッチ173などからF値の情報を取得し、それに基づいて光線が入射する有効領域のデフォーカス補正分布を選択する。具体的には、表2の一部をF値に応じて選択する。そして、選択されたデフォーカス補正分布に対して表3と数式2の演算を行う。

10

【0065】

このように、カメラユニットおよびレンズユニットに受光強度分布特性情報及び合焦位置補正情報を持たせておけば合焦位置補正量を得ることができるため、全てのカメラユニットとレンズユニットの組み合わせ数分の情報を持たせる必要が無くなる。

【0066】

図9は、図8と同様であるが、撮像素子と撮影光学系の製造誤差を有する場合の例である。表4、5、6はそれぞれ図9(a)、図9(b)、図9(c)に対応する。例えば、製造工程で撮像素子のマイクロレンズの偏心や撮影光学系の光学偏心が生じた場合に、図9では、受光強度分布特性とデフォーカス補正分布を測定やシミュレーションを用いて取得している。

20

【0067】

【表4】

受光強度分布特性情報

		EPO面上のX座標										
		20	16	12	8	4	0	-4	-8	-12	-16	-20
EPO面上のY座標	20	0.00	0.00	0.00	0.13	0.19	0.19	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00
	16	0.00	0.10	0.29	0.42	0.48	0.48	0.42	0.29	0.10	0.00	0.00
	12	0.06	0.32	0.51	0.64	0.70	0.70	0.64	0.51	0.32	0.06	0.00
	8	0.22	0.48	0.67	0.80	0.86	0.86	0.80	0.67	0.48	0.22	0.00
	4	0.32	0.58	0.77	0.90	0.96	0.96	0.90	0.77	0.58	0.32	0.00
	0	0.35	0.61	0.80	0.93	0.99	0.99	0.93	0.80	0.61	0.35	0.03
	-4	0.32	0.58	0.77	0.90	0.96	0.96	0.90	0.77	0.58	0.32	0.00
	-8	0.22	0.48	0.67	0.80	0.86	0.86	0.80	0.67	0.48	0.22	0.00
	-12	0.06	0.32	0.51	0.64	0.70	0.70	0.64	0.51	0.32	0.06	0.00
	-16	0.00	0.10	0.29	0.42	0.48	0.48	0.42	0.29	0.10	0.00	0.00
	-20	0.00	0.00	0.00	0.13	0.19	0.19	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00

30

40

【0068】

【表 5】

デフォーカス補正分布情報

		EP0面上のX座標										
		20	16	12	8	4	0	-4	-8	-12	-16	-20
EP0面上のY座標	20	-0.10	0.15	0.16	0.09	0.02	-0.02	-0.04	-0.04	0.00	0.05	0.13
	16	0.12	0.16	0.07	-0.02	-0.09	-0.11	-0.12	-0.12	-0.10	-0.06	0.02
	12	0.17	0.10	-0.02	-0.10	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.12	-0.06
	8	0.16	0.04	-0.08	-0.13	-0.13	-0.10	-0.08	-0.09	-0.11	-0.13	-0.11
	4	0.14	0.00	-0.10	-0.13	-0.10	-0.05	-0.02	-0.03	-0.08	-0.12	-0.13
	0	0.13	-0.01	-0.11	-0.13	-0.09	-0.03	0.00	-0.01	-0.06	-0.12	-0.13
	-4	0.14	0.00	-0.10	-0.13	-0.10	-0.05	-0.02	-0.03	-0.08	-0.12	-0.13
	-8	0.16	0.04	-0.08	-0.13	-0.13	-0.10	-0.08	-0.09	-0.11	-0.13	-0.11
	-12	0.17	0.10	-0.02	-0.10	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.12	-0.06
	-16	0.12	0.16	0.07	-0.02	-0.09	-0.11	-0.12	-0.12	-0.10	-0.06	0.02
	-20	-0.10	0.15	0.16	0.09	0.02	-0.02	-0.04	-0.04	0.00	0.05	0.13

10

【 0 0 6 9 】

【表 6】

(表1の数値) × (表2の数値)

		EP0面上のX座標										
		20	16	12	8	4	0	-4	-8	-12	-16	-20
EP0面上のY座標	20						0.00					
	16			0.02	-0.01	-0.04	-0.06	-0.05	-0.04	-0.01		
	12		0.03	-0.01	-0.06	-0.09	-0.09	-0.08	-0.07	-0.04	-0.01	
	8		0.02	-0.05	-0.10	-0.11	-0.09	-0.06	-0.06	-0.05	-0.03	
	4		0.00	-0.08	-0.12	-0.10	-0.05	-0.02	-0.03	-0.05	-0.04	
	0	0.05	-0.01	-0.09	-0.12	-0.09	-0.03	0.00	-0.01	-0.04	-0.04	0.00
	-4		0.00	-0.08	-0.12	-0.10	-0.05	-0.02	-0.03	-0.05	-0.04	
	-8		0.02	-0.05	-0.10	-0.11	-0.09	-0.06	-0.06	-0.05	-0.03	
	-12		0.03	-0.01	-0.06	-0.09	-0.09	-0.08	-0.07	-0.04	-0.01	
	-16			0.02	-0.01	-0.04	-0.06	-0.05	-0.04	-0.01		
	-20						0.00					

20

【 0 0 7 0 】

30

図 8 に対して図 9 の受光強度分布特性およびデフォーカス補正分布はそれぞれ X 方向にオフセットし、表 6 も表 3 から変化している。このため、数式 2 から求まる合焦位置補正量は図 8 とは異なる。このように、撮像素子や撮影光学系に合焦位置に影響を及ぼす製造誤差が生じても B P 補正を行うことができる。

【 0 0 7 1 】

図 10 は、カメラ CPU 151 の A F 動作を示すフローチャートであり、「S」はステップを表す。ここではライブビュー時に撮像素子の撮像面の焦点検出用画素を用いて焦点検出動作を行う場合を示している。図 10 に示すフローチャートの少なくとも一部は、コンピュータに各ステップの機能を実行させるためのプログラムとして具現化が可能である。

40

【 0 0 7 2 】

撮影者がカメラの電源スイッチをオン操作すると、カメラ CPU 151 はカメラ内の各アクチュエータや撮像素子 132 の動作確認を行ない、メモリ内容や実行プログラムの初期化を行なうと共に、撮影準備動作を実行する。

【 0 0 7 3 】

撮影者がシャッターボタン等を操作すると撮影動作が開始され、カメラ CPU 151 は、撮影光学系のズーム位置やフォーカス位置、F 値の情報を取得する (S 100)。次に、任意または自動操作にて画素上の焦点検出範囲が選択され、カメラ CPU 151 は、その情報を取得する (S 101)。

【 0 0 7 4 】

50

次に、カメラCPU151は、S100及びS101において取得した光学系の情報や焦点検出範囲の情報に基づいて、対象となる一对の焦点検出用画素の出力信号（例えば、図4に示すもの）を取得する（S102）。

【0075】

次に、カメラCPU151は、S102で得られた出力信号の相関演算を行って位相差Lを取得する（S103）。次に、カメラCPU151は、S103で取得した位相差LとS100で得たF値からF値に応じた基線長情報をメモリ156から取得して数式1からデフォーカス量DEFを算出する（S104）。

【0076】

次に、カメラCPU151は、S104で得られたデフォーカス量から合焦とみなせるかどうかを判断する（S105）。カメラCPU151は、合焦していないと判断した場合は（S105のNo）、S104で算出されたデフォーカス量に基づいて第3レンズ群105を駆動する命令をフォーカス駆動回路161を介してレンズユニット101に送信し（S106）、S100に戻る。

10

【0077】

一方、カメラCPU151は、合焦していると判断した場合は（S105のYes）、BP補正を行う。即ち、カメラCPU151は、メモリ156から受光強度分布特性情報を取得し、デフォーカス補正分布情報入力回路155からデフォーカス補正分布情報を取得する（S107）。次に、カメラCPU151は、S100で得たF値からデフォーカス補正分布情報を選択する（S108）。

20

【0078】

次に、カメラCPU151は、表3と数式2の演算を行って合焦位置補正量を取得する（S109）。次に、カメラCPU151は、合焦補正量だけ第3レンズ群105を駆動する命令をフォーカス駆動回路161を介してレンズユニット101に送信し（S110）、焦点検出処理を終了する。これにより、合焦精度を向上することができる。なお、合焦位置補正量は補正量を算出する演算時間を高速に行えれば、S107～S109はS100とS105の間に処理を行ってS105で合焦判定がOKであった場合にフォーカス補正駆動を行うようにしてもよい。

【0079】

本実施形態によれば、焦点検出用画素を利用した位相差方式の焦点検出を有する撮影装置において、撮像素子や撮影光学系の製造誤差成分を補正して合焦精度を向上することができる。

30

【0080】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。例えば、本実施形態では、同一面（仮想面EPO）における受光強度分布特性情報とデフォーカス補正分布情報を利用しているが、異なる平面における受光強度分布特性情報とデフォーカス補正分布情報を利用してもよい。

【産業上の利用可能性】

【0081】

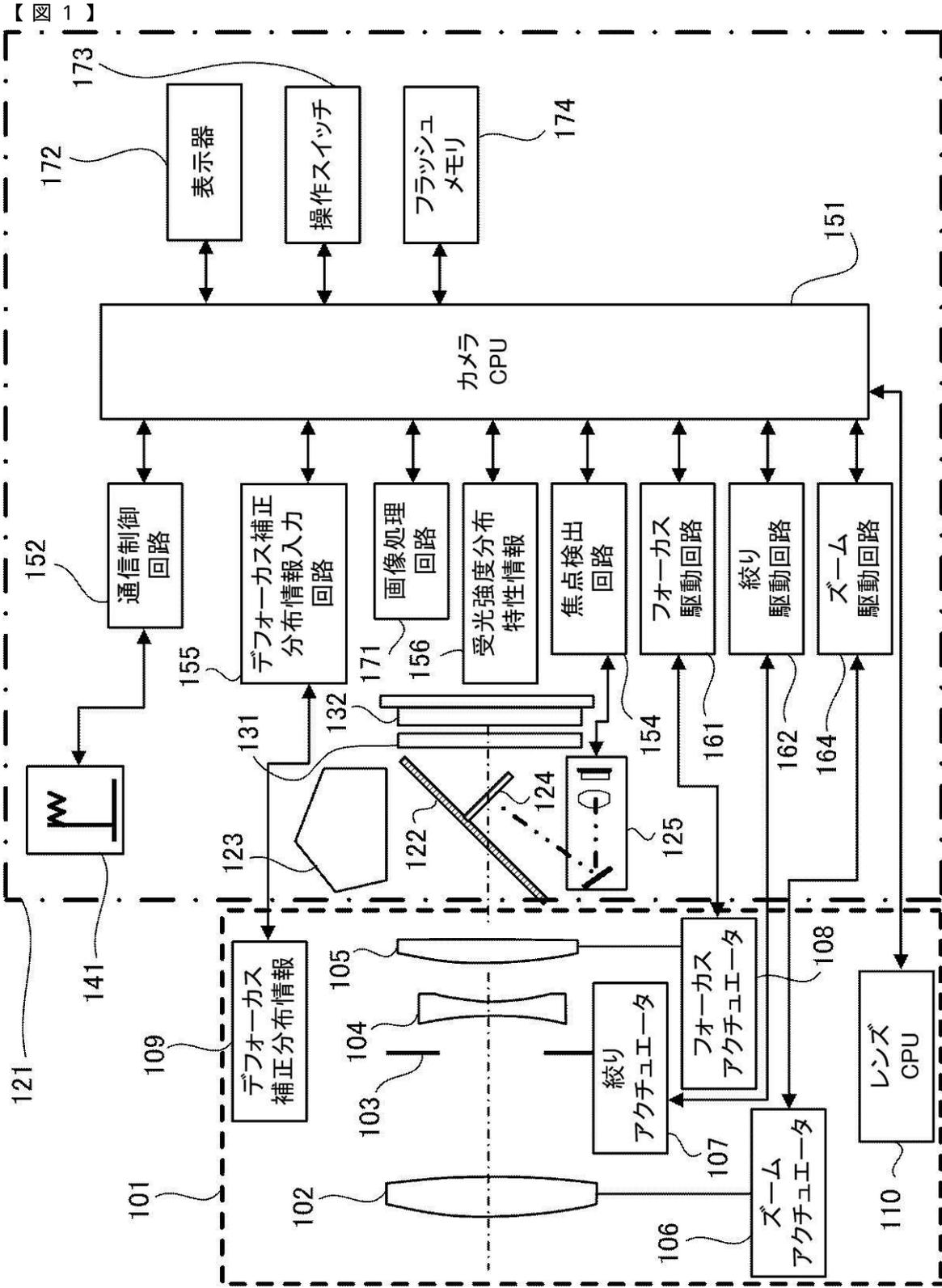
本発明の撮像装置は、一眼レフカメラやコンパクトデジタルカメラの他にビデオカメラ等の撮像装置にも応用できるものである。

40

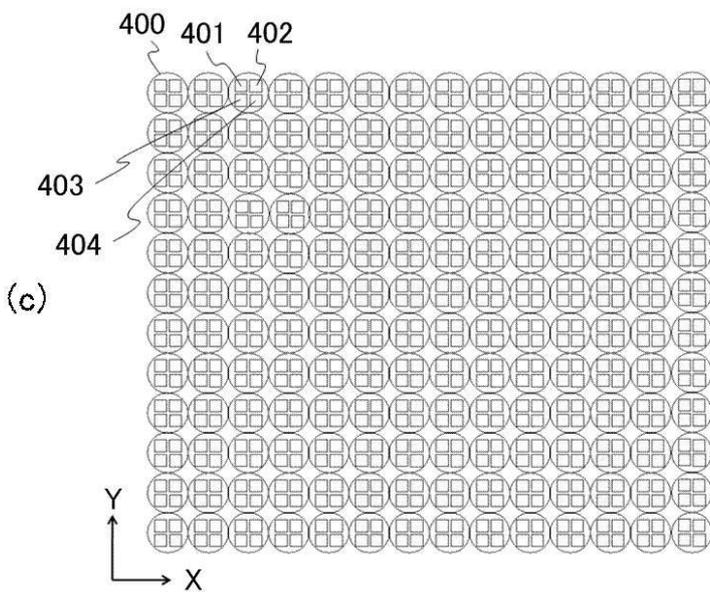
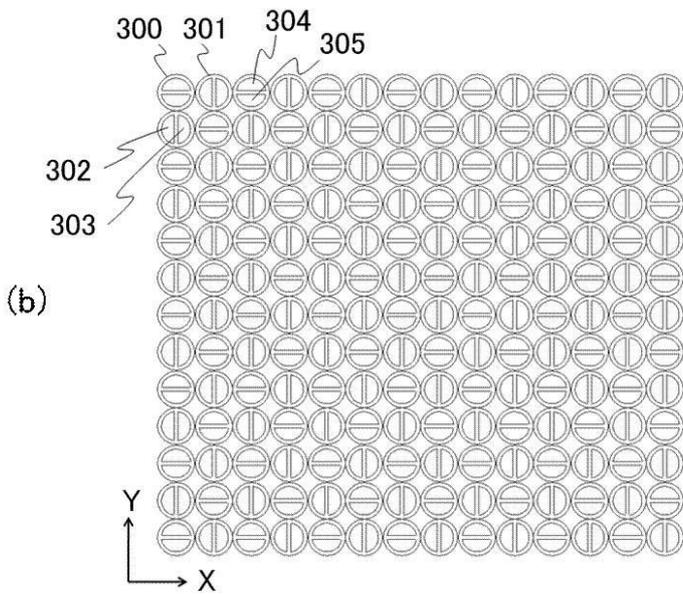
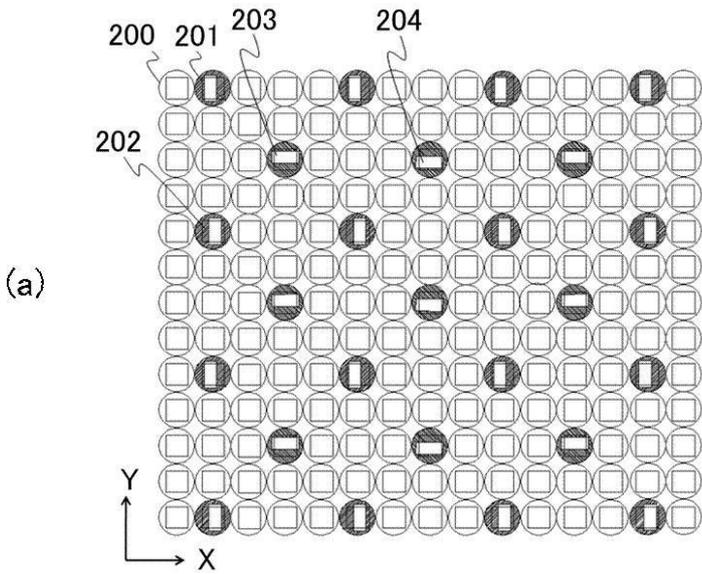
【符号の説明】

【0082】

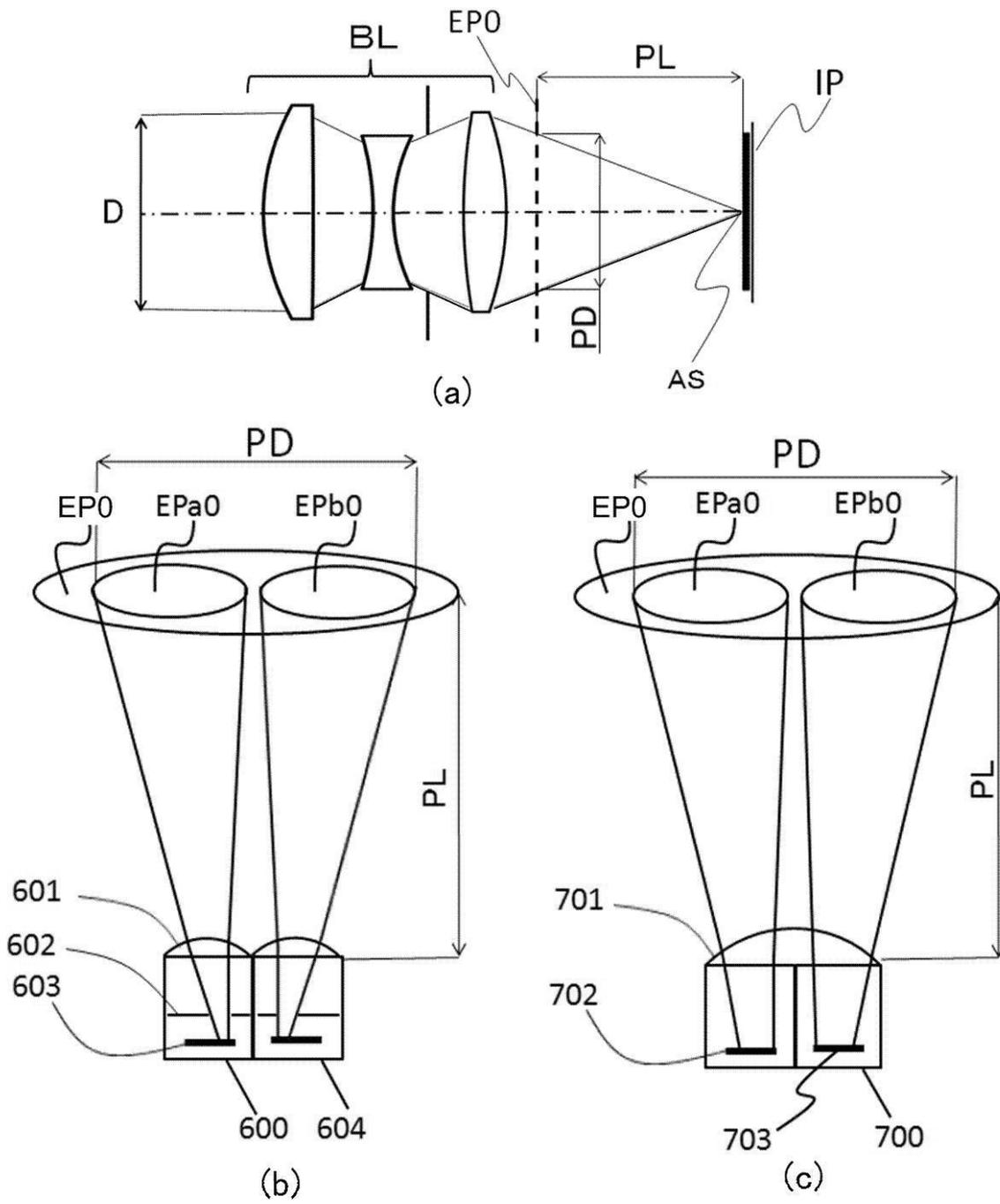
132...撮像素子、201～204、300、400...焦点検出用画素、151...カメラCPU（カメラ制御手段）、Z...合焦位置補正量



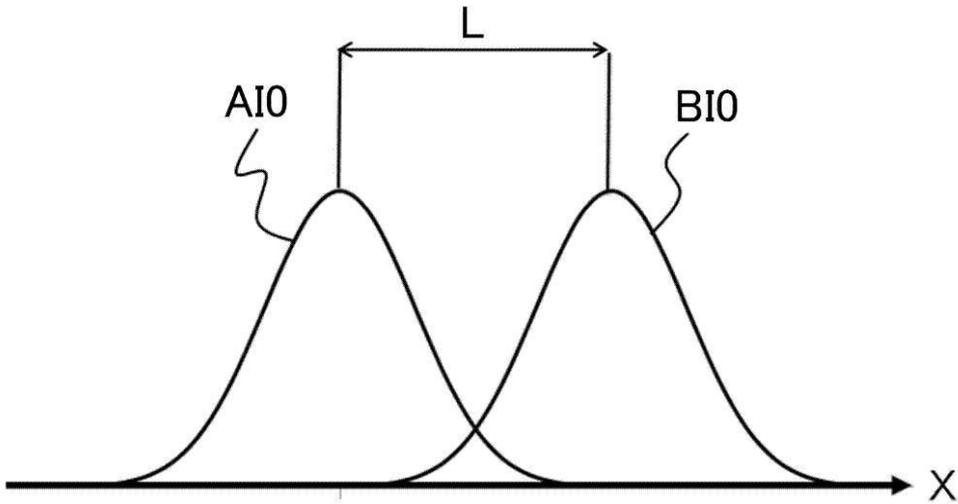
【 図 2 】



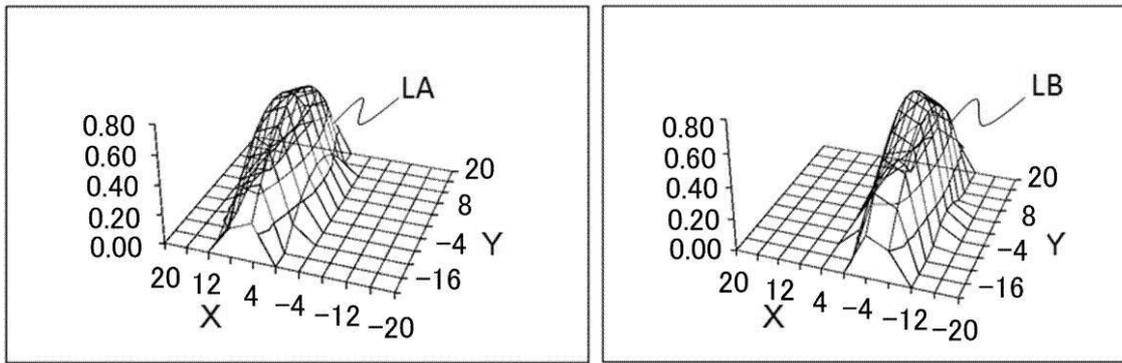
【 図 3 】



【 図 4 】

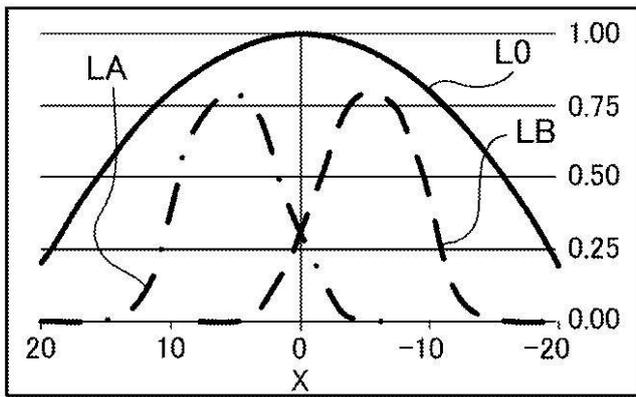


【 図 5 】



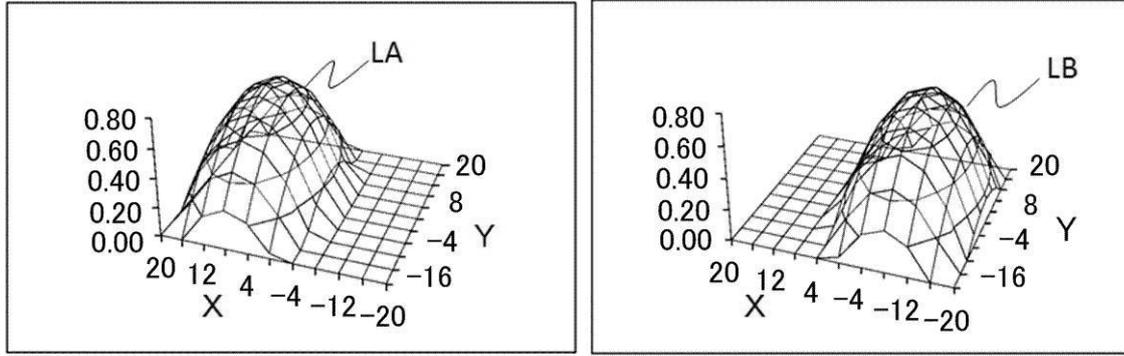
(a)

(b)



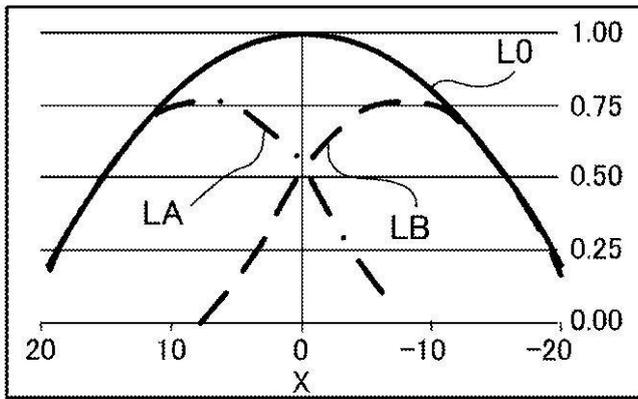
(c)

【 図 6 】



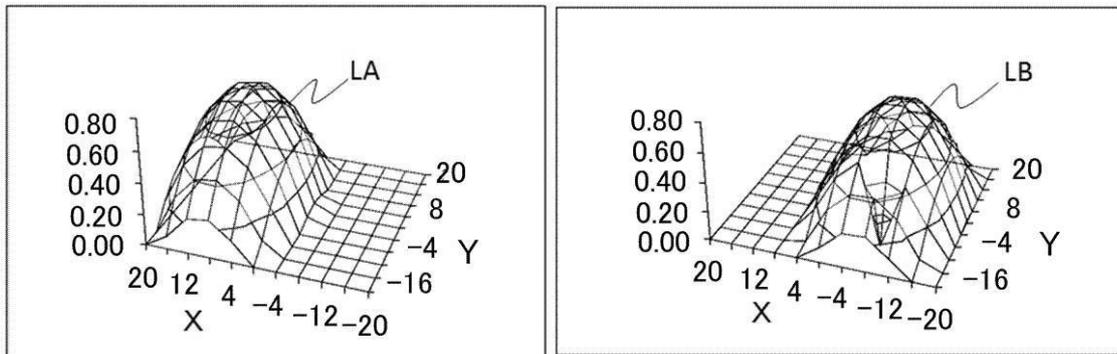
(a)

(b)



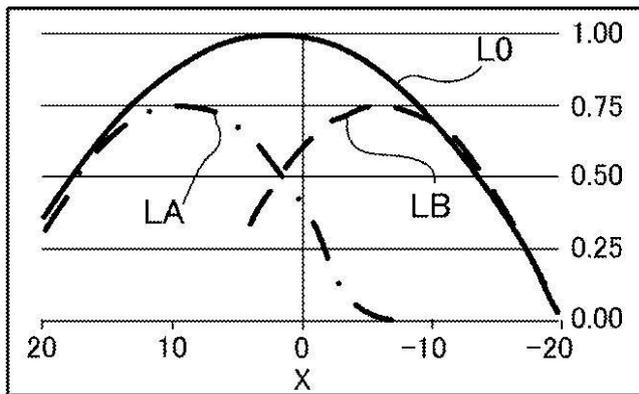
(c)

【 図 7 】



(a)

(b)

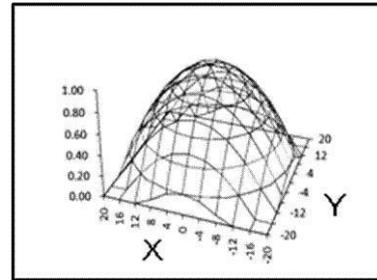
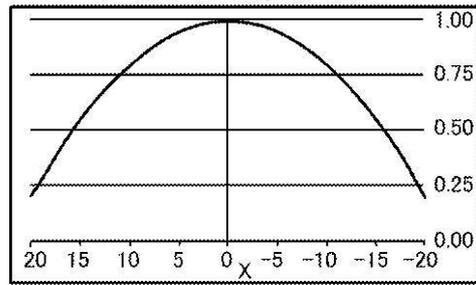


(c)

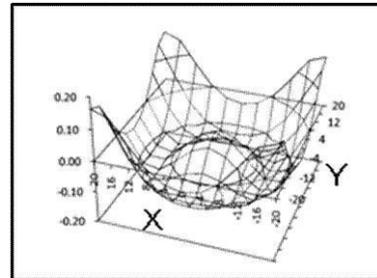
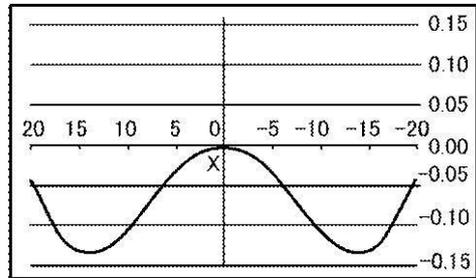
【 図 8 】

Y=0におけるX断面グラフ

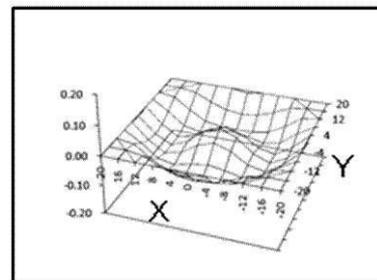
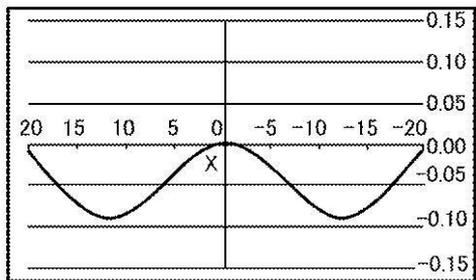
(a)
受光強度分布特性



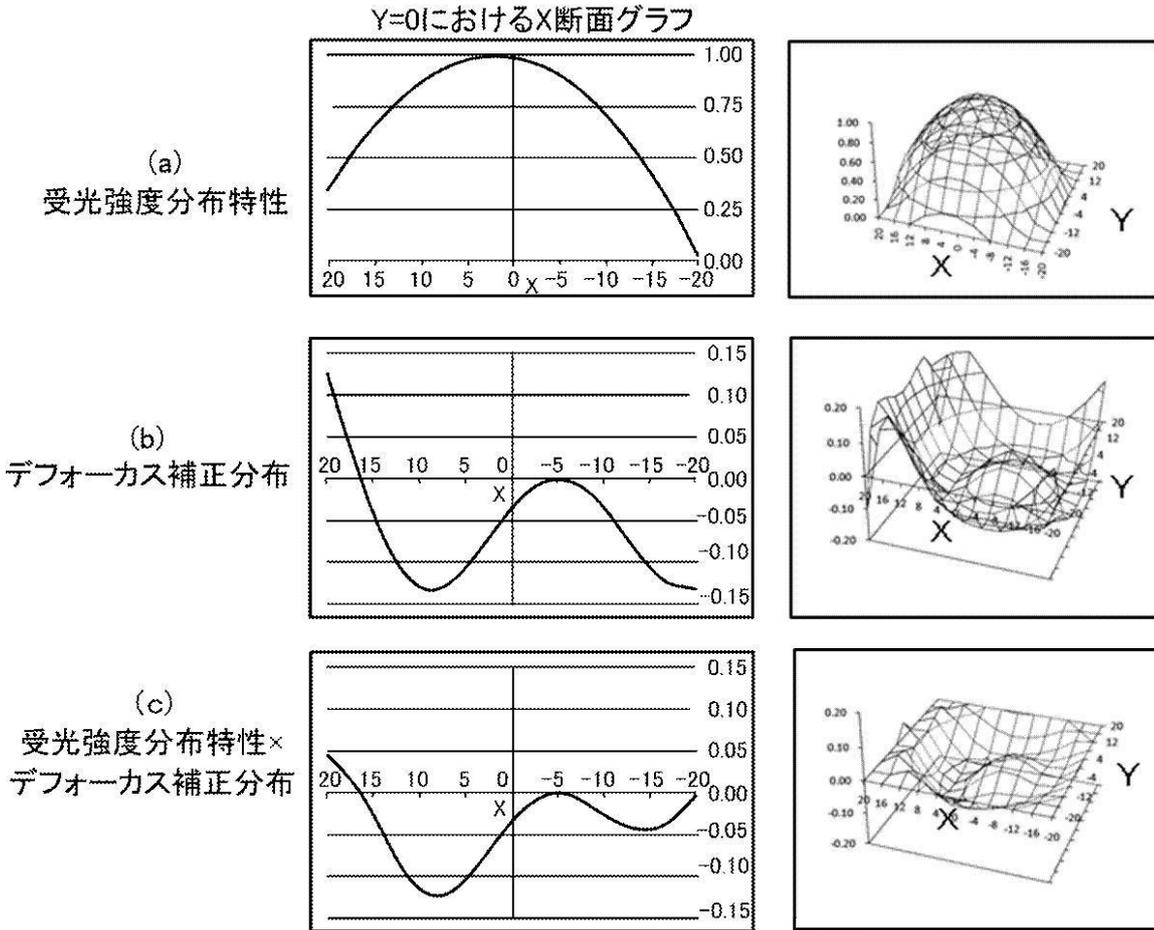
(b)
デフォーカス補正分布



(c)
受光強度分布特性×
デフォーカス補正分布



【 図 9 】



【図10】

