

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6257260号
(P6257260)

(45) 発行日 平成30年1月10日(2018.1.10)

(24) 登録日 平成29年12月15日(2017.12.15)

(51) Int.Cl.	F 1
HO4N 5/225	(2006.01)
HO4N 5/232	(2006.01)
GO3B 17/18	(2006.01)
GO3B 19/07	(2006.01)
GO3B 3/00	(2006.01)
HO4N	5/225
HO4N	5/232
GO3B	17/18
GO3B	19/07
GO3B	3/00

請求項の数 8 (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-217691 (P2013-217691)
 (22) 出願日 平成25年10月18日 (2013.10.18)
 (65) 公開番号 特開2015-80169 (P2015-80169A)
 (43) 公開日 平成27年4月23日 (2015.4.23)
 審査請求日 平成28年10月5日 (2016.10.5)

(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 100125254
 弁理士 別役 重尚
 (72) 発明者 樋口 大輔
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ャノン株式会社内

審査官 鹿野 博嗣

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】撮像装置及びその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

それぞれ撮像素子を含む、焦点距離の異なる複数の光学系と、
 前記撮像素子から出力される画像内の被写体の被写体距離を取得する取得手段と、
 前記複数の光学系に関する情報に基づいて得られる被写体距離の範囲であって、前記撮
 像像素子から出力される画像を用いて撮影後に生成される、前記画像とは異なる合焦位置の
 画像が合焦位置として取り得る範囲に対応する長さのバーを、前記取得手段により取得さ
 れた被写体距離と併せて前記焦点距離の異なる光学系ごとにモニタに表示させる制御手段
 と、
 を有することを特徴とする撮像装置。

10

【請求項 2】

前記撮像素子から出力される画像から、当該画像とは異なる合焦位置の画像を生成する
 生成手段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 3】

前記制御手段は、前記複数の光学系により逐次撮像がなされ、前記撮像素子からの画像
 を前記モニタに逐次表示させているときに、前記範囲に対応する長さのバーおよび前記取
 得手段によって取得された被写体距離を前記モニタに表示させ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】

撮影中の画像に含まれる人物の顔を検出する検出手段を有し、

20

前記取得手段は、前記検出手段により検出された顔の距離を前記被写体距離として取得することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の撮像装置。

【請求項5】

前記取得手段は複数の被写体の被写体距離を取得することが可能であり、

前記制御手段は、取得された前記複数の被写体の被写体距離を前記モニタに表示させることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の撮像装置。

【請求項6】

前記制御手段は、前記モニタにおいて、前記被写体距離を示す情報を、前記バーの長さ方向に沿う、前記被写体距離に対応する位置に表示させることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の撮像装置。

10

【請求項7】

前記モニタには、焦点距離の異なる前記複数の光学系のいずれかにより取得された撮影画像が選択的に表示され、

前記制御手段は、前記モニタに現在表示されている撮影画像の取得元である光学系を告知することを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載の撮像装置。

【請求項8】

それぞれ撮像素子を含む、焦点距離の異なる複数の光学系の前記撮像素子から出力される画像内の被写体の被写体距離を取得する取得工程と、

前記複数の光学系に関する情報に基づいて得られる被写体距離の範囲であって、前記撮像素子から出力される画像を用いて撮影後に生成される、前記画像とは異なる合焦位置の画像が合焦位置として取り得る範囲に対応する長さのバーを、前記取得工程により取得された被写体距離と併せて前記焦点距離の異なる光学系ごとにモニタに表示させる制御工程と、

20

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、撮影後に合焦位置を変更することが可能な画像を生成することができる撮像装置に関する。

【背景技術】

30

【0002】

近年、コンピュテーションアルフォトグラフィ(Computational Photography)という技術を搭載した撮像装置が研究されている。これは、単なる画像の輝度や色のデータのほかに、従来の撮像装置では記録されなかった情報を撮像素子で取り込み、画像データとともに保存することで、画像処理LSIで様々な処理を行うという技術である。

【0003】

従来の撮像装置では記録できなかった上記情報として代表的なものが、被写体からの光の入射角度や奥行きの情報である。これらの情報を使用し、従来では被写体を撮像したときに一意に決定されていたフォーカス、アイリスによる被写界深度、焦点距離などを、後の画像処理で正確に再現することができる。これらの被写体のライトフィールドと呼ばれる光線情報を記録することで、従来の撮像装置では実現できなかった機能を持った撮像装置が提案され始めている。実際に撮影した画像について、後からフォーカス位置(合焦位置)を変更できるようなカメラが発表されている。

40

【0004】

次にライトフィールドの取得について代表的なものとして、多視点で画像を取得する方法について説明する。例えば、1台の撮像装置で焦点距離を変えて複数の画像を取得し、それを1枚の画像としてデータを残すことで、その画像の焦点距離を後から画像処理で自由に変更することができる。また、カメラを水平もしくは垂直に移動させ、画像を複数枚取得することで、その画像の視差から被写体の距離情報を取得することもできる。これら

50

は、単一の撮像装置（撮像素子）を用いるために、動的な被写体に対してライトフィールドを有効に取得することができないデメリットがある。

【0005】

上述したデメリットを補いつつ、多視点で画像を取得するために、撮像素子もしくは撮像装置そのものを複数用いる方法も提案されている（特許文献1）。撮像素子もしくは撮像装置をアレイ状に複数配置することで、取得する画像に同時性を持たせるとともに、複数のデータを取得することでライトフィールドの得られる情報量を増やすこともできる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

10

【特許文献1】特開2008-257686号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、従来の、後から合焦位置を変更できる技術においても、撮影後に合焦可能となる範囲を、撮影中にユーザが知ることができない。そのため、撮影後に合焦位置を変更する段階で、意図した位置に合焦できなかった場合、所望する合焦位置での撮影画像を得るために撮影をやり直さなければならないという問題があった。

【0008】

本発明は上記従来技術の問題を解決するためになされたものであり、その目的は、撮影後に合焦可能な範囲を、被写体距離との関係と共に撮影中に認識させることができるようになることにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するために本発明は、それぞれ撮像素子を含む、焦点距離の異なる複数の光学系と、前記撮像素子から出力される画像内の被写体の被写体距離を取得する取得手段と、前記複数の光学系に関する情報に基づいて得られる被写体距離の範囲であって、前記撮像素子から出力される画像を用いて撮影後に生成される、前記画像とは異なる合焦位置の画像が合焦位置として取り得る範囲に対応する長さのバーを、前記取得手段により取得された被写体距離と併せて前記焦点距離の異なる光学系ごとにモニタに表示させる制御手段と、を有することを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、撮影後に合焦可能な範囲を、被写体距離との関係と共に撮影中に認識させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】カメラの正面図（図（a））、背面図（図（b））である。

【図2】撮影レンズ部の正面図による光学系の配置を示す図である。

【図3】光学系の構造の模式図である。

40

【図4】無限遠にある被写体にピントが合っている場合の光学系の状態図である。

【図5】被写体が有限距離に移動した場合の光学系の状態図である。

【図6】フォーカス群を被写体側に移動させてピントを合わせた場合の光学系の状態図である。

【図7】カメラのブロック図である。

【図8】撮像部及びその関連要素のブロック図である。

【図9】測距原理図（図（a））、撮像画像を光軸方向に見て光軸が一致するように示した図（図（b））である。

【図10】画像出力処理のフローチャートである。

【図11】測距原理図（図（a））、計算上の被写体を仮想の撮像素子面上に射影した図

50

(図(b))である。

【図12】再構成画像信号の記録用フォーマットの概念図である。

【図13】再構成画像信号の通信用フォーマットの概念図である。

【図14】モニタへの出力映像の一例を示す図である。

【図15】モニタへの出力映像の一例を示す図である。

【図16】第2の実施の形態におけるモニタへの出力映像の一例を示す図である。

【図17】モニタへの出力映像の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

10

【0013】

(第1の実施の形態)

まず、本発明の第1の実施の形態に係る撮像装置の全体構成を図1～13を用いて説明する。図1(a)、(b)は、撮像装置としてのカメラ100の正面図、背面図である。

【0014】

カメラ100は、カメラ本体部1の正面側に撮影レンズ保持部3、撮影レンズ部2、グリップ6を有する。カメラ本体部1の上部にシャッタボタン4、ズームレバー5が設けられる。カメラ本体部1の背面側には、撮影中や記録後の画像等を表示するモニタ43、撮影モードを選択するモードダイヤル8、露出補正のためのAEダイヤル9が配設される。撮影レンズ部2は複数(16個)の光学系で構成されている。

20

【0015】

図2は、撮影レンズ部2の正面図による光学系の配置を示す図である。図2における「(白丸)」が、撮影レンズ部2を構成する16個の光学系である。光学系として、焦点距離の異なる4つの種類(ユニット)があり、それらを光学系A、B、C、Dと記す。「」の中の文字は種類を示している。各光学系A、B、C、Dはいずれも4つの光学系からなる。光学系の総数は、4種類×4個=16個である。以降、各光学系(例えば、光学系A)における単一の光学系を指すときには、光学系A1、A2、A3、A4のように番号を付加する。

【0016】

光学系A1、A2、A3、A4の4つの光軸の重心位置が、O'で示す重心に一致するように4つの光学系Aが配置されている。同様に、光学系B、C、Dのそれぞれの光軸の重心位置が、いずれも重心O'で一致するように配置されている。従って、全16個の光学系の重心位置も、重心O'に一致する。

30

【0017】

図3は、光学系A、B、C、Dの構造の模式図である。種類を同じくする光学系の構成は同様である。

【0018】

光学系Aは、物体側すなわち被写体側(カメラ本体部1の正面側)から順に配置された、凹レンズ11a、凸レンズ12a、凸レンズ13a、凹レンズ14aから構成される。結像面には撮像素子15aが配置されている。同様に、光学系Bは、被写体側から凹レンズ11b、凸レンズ12b、凸レンズ13b、凹レンズ14bから構成され、その結像面に撮像素子15bが配置されている。光学系Cは、被写体側から凸レンズ11c、凹レンズ12c、凹レンズ13c、凸レンズ14cから構成され、その結像面に撮像素子15cが配置されている。光学系Dは、被写体側から凸レンズ11d、凹レンズ12d、凹レンズ13d、凸レンズ14dから構成され、その結像面に撮像素子15dが配置されている。

40

【0019】

光学系A、B、C、Dの光軸Oa、Ob、Oc、Odは、カメラ本体部1の前後方向に平行である。凸レンズ14(14a～14d)と撮像素子15(15a～15d)との間に光量調整素子17が配置される。光量調整素子17は、エレクトロ・ルミネッセンス・

50

フィルタ等で構成され、各光学系 A ~ D に共通に設けられて、各光学系 A ~ D に共通の減光率で作用するよう構成されている。

【 0 0 2 0 】

なお、複数の光学系が近接して配置される。そのため、隣の光学系からの不要な光が撮像素子 15 に到達しないように、隣接する光学系の関係において、レンズ間、レンズと撮像素子 15 との間には、光線の有効範囲を限定する開口絞りまたは遮光壁を設けるのが望ましい。

【 0 0 2 1 】

光学系 A、B、C、D の焦点距離をそれぞれ f_a 、 f_b 、 f_c 、 f_d とする。光学系間における焦点距離が、下記数式 1 で示される関係となるように構成されている。

[数 1]

$$f_b / f_a = f_c / f_b = f_d / f_c = 2.0$$

凸レンズ 11a ~ 11d 及び凹レンズ 12a ~ 12d がフォーカス群 F G である。フォーカス群 F G は、撮影時に合焦のために被写体距離に応じて移動する。このフォーカス群 F G の動作について図 4 ~ 図 6 で説明する。

【 0 0 2 2 】

図 4 は、無限遠にある被写体にピントが合っている場合の光学系 A、B、C、D の状態図である。図 5 は、図 4 に示す状態から被写体が有限距離に移動した場合の光学系 A、B、C、D の状態図である。

【 0 0 2 3 】

図 4 の状態では、各光学系における結像位置を黒矢印で示しており、撮像素子 15a ~ 15d に結像していることがわかる。図 5 に示すように、図 4 に示す状態から被写体が有限距離に移動し、フォーカス群 F G が移動していない状態では、結像位置が撮像素子 15a ~ 15d より後方（被写体から遠ざかる側）にずれる。図 5 に示す白矢印が、被写体距離が無限遠であった場合における結像位置（図 4 で黒矢印で示したもの）を示し、黒矢印が有限距離に移動したときの結像位置を示す。

【 0 0 2 4 】

それぞれの光学系 A、B、C、D の焦点距離が異なるため、被写体距離が変化したことによる結像位置の移動量（黒矢印と白矢印との間隔）が異なっている。光学系 A のピント移動量（被写体の移動量に対する結像位置の移動量）を a とする。同様に、光学系 B、C、D のピント移動量を b 、 c 、 d とする。各々のピント移動量の関係は下記数式 2、3、4 で示すものとなる。

[数 2]

$$b / a = (f_b / f_a)^2 = 4$$

[数 3]

$$c / b = (f_c / f_b)^2 = 4$$

[数 4]

$$d / c = (f_d / f_c)^2 = 4$$

図 6 は、図 5 に示す状態から、フォーカス群 F G を被写体側に移動させてピントを合わせた場合の光学系 A、B、C、D の状態図である。図 6 において、白矢印がフォーカス群 F G を移動する前における結像位置（図 5 で黒矢印で示したもの）を示し、黒矢印がフォーカス群 F G を移動した後の結像位置を示す。

【 0 0 2 5 】

フォーカス群 F G における各光学系 A、B、C、D のそれぞれの合成光学系（凸レンズ 11 と凹レンズ 12 の組）の光軸方向の移動量に対する結像位置の移動の敏感度を a 、 b 、 c 、 d とする。敏感度 a は、合成光学系の移動量に対する結像位置の移動量である。各敏感度 a の関係は、下記数式 5、6、7 で表される。

[数 5]

$$b / a = (f_b / f_a)^2 = 4$$

[数 6]

10

20

30

40

50

$$c / b = (f_c / f_b)^2 = 4$$

【数7】

$$d / c = (f_d / f_c)^2 = 4$$

この関係により、被写体距離が変化したとき、ピントを合わせるために必要なフォーカス群F Gの必要移動量が同一となる。これにより、ピント調整のために各光学系を一体で移動させて、それぞれの光学系の結像位置を撮像素子15の位置に一斉に一致させることができる。

【0026】

図7は、カメラ100のブロック図である。

【0027】

カメラ100は、撮影動作を制御するシステム制御部21、撮像部22、転送部23、画像修復部42、現像部24、画像処理部25、多眼画像処理部26、モニタ画像処理部27、距離演算部28、AF/AE評価部29を有する。カメラ100はまた、操作部30、駆動制御部31、駆動ドライバ32、エンコーダ33、露出制御部34、記録エンコード部35、記録部36、通信エンコード部37、通信部38、外部出力部39、手ぶれ検知部40、顔検出部44を有する。

【0028】

システム制御部21は、CPUと、CPUが実行する制御プログラムを格納するROM(いずれも図示せず)を含み、カメラ100全体の処理を制御する。操作部30は、ユーザが撮影に関する指示を与えるために用いられるキーとボタンなどの入力デバイス(シャッターボタン4、ズームレバー5等を含む)を有する。システム制御部21は、これらの入力デバイスの操作に応じたモード遷移やメニュー画面や各種情報などを表示するためのデータをモニタ43へ供給し、そのデータを撮影時/再生時の画像とともにモニタ43に表示させる。

【0029】

図8は、撮像部22及びその関連要素のブロック図である。図7及び図8を参照して撮像部22及び関連要素の動作を詳細に説明する。

【0030】

撮像部22は、上述した光学系A~D、光学系A~Dに対応する撮像素子15及びA/D変換部41、さらには光量調整素子17を含んでいる。画像の撮影時には、ユーザが操作部30から撮影指示を行う。撮影指示がされるとシステム制御部21は撮影指示信号を撮像部22へ送る。

【0031】

システム制御部21からの撮影指示信号は、それぞれの撮像素子15に送られ、所定の期間、露光がなされ、光電変換により電荷が生成される。撮像素子15はCMOS型イメージセンサであり、ローリングシャッタ方式により撮像信号がアナログで所定の読み出しタイミングで読み出され、A/D変換部41にてデジタルデータ列に変換されて転送部23へ供給される。

【0032】

転送部23は、光学系A~Dからの撮像信号につき、後工程の現像と画像処理と、処理部の構成とに応じて、データ出力の順番とタイミングを適宜調整する。図7に示す画像修復部42は、転送部23から転送された画像データに画素毎のノイズや欠陥を補修する画像処理を行い、いわゆるRAWデータとして現像部24へ供給する。現像部24は、RAWデータの各画素について色補間処理により画像信号を生成し、所定のダイナミックレンジの範囲のデジタル撮像信号として画像処理部25へ供給する。色補間処理では、撮像素子15a~15dのカラーフィルタ構造に対応して全画素にRGB情報が割り当てられるように色でコード処理が施される。

【0033】

操作部30のシャッターボタン4が押されると、システム制御部21から画像処理部25に画像処理の指示が出される。画像処理部25は、さらにホワイトバランス補正、ガンマ

10

20

30

40

50

補正、シャープネス補正、彩度補正などの画像処理を行う。

【0034】

次に、図7及び図9を参照して距離マップの作成に関して説明する。図9(a)は、測距原理図である。距離演算部28は、画像処理部25からの同一の焦点距離の異なる光学系の画像信号から距離マップを算出する。距離マップは、各光学系A～Dにつき作成される。

【0035】

図9(a)では、例示として、同じ焦点距離の2つの光学系A1、A2から距離マップを作成する様子を表している。光学系A1、A2の光軸をOa1、Oa2とする。光学系A1、A2に対応する撮像素子15aをそれぞれ撮像素子S1、S2と記す。被写体Pは2つの光学系A1、A2により、それぞれの撮像素子S1、S2における結像位置p1'、p2'に結像し、撮像信号として読み出される。

【0036】

光軸方向において、光学系A1、A2の主点P0の位置から被写体Pまでの距離を被写体距離L、主点P0から撮像素子S1、S2までの距離をfa'とする。2つの光軸Oa1、Oa2の間隔をD、光軸Oa1、Oa2から結像位置p1'、p2'までの距離をそれぞれd1、d2とする。これらには下記数式8の関係が成り立つ。

[数式8]

$$L = D \times f_{a'} / (d_1 + d_2)$$

図9(b)は、撮像素子S1、S2の撮像画像を、光軸方向に見て光軸Oa1、Oa2が一致するように示した図である。上記数式8の(d1 + d2)は、図9(b)に示すように、被写体の結像位置p1'、p2'の撮像画像上での間隔と等しい。

【0037】

異なる光軸の画像から被写体の対応点を検出する、ブロックマッチングの手法などの相關検出式特徴点マッチング手法を用いて、撮像素子上の間隔を計算する。これにより、(d1 + d2)が判明するから、その後、予めメモリ等に記録してある撮影状態の情報(距離fa'、光軸間隔D)を用いて、上記数式8により、距離演算部28は、被写体Pまでの被写体距離Lを取得することができる(取得手段)。

【0038】

このような計算を画面内全体において実行すると距離マップが生成できる。ここでは2つの画像を用いて距離マップを生成する方法を説明したが、物体の影などにより対応点がない画像を補うために2つよりも多くの画像を用いるのが望ましい。

【0039】

算出された距離マップは、システム制御部21を介して、画像処理部25や多眼画像処理部26にフィードバックされ、再構成画像信号に被写体距離に応じたボケを重畠処理するなどの特殊効果を付与する画像処理にも用いられる。図9においては2つの光学系を用いて説明したが、複数の光学系を用いることでオクルージョンの問題や光学系の誤差などに対するロバスト性が向上する。

【0040】

図7に示す多眼画像処理部26は、ユーザが操作部30のズームレバー5で指示した撮影画角の仮想光軸Oa0から撮影した画像に相当するRGB画像を生成する。以下、これを再構成画像信号と呼ぶ。ここで仮想光軸Oa0とは、図2に示した視点の重心O'に仮想の光学系を設定した場合の光軸である(図11(b)も参照)。多眼画像処理部26は、焦点距離が同じである光学系に対応する4つの視点のRGB画像から、仮想光軸Oa0に視点を補正した画像信号を再構成画像信号として生成する(生成手段)。これにより、撮影中の画像から、撮影後に合焦位置を変更できる再構成画像信号が生成される。

【0041】

多眼画像処理部26はさらに、ユーザが指定した撮影画角が光学系A～Dのいずれの焦点距離とも合致しない場合は、指定された画角より一段階だけ広角の焦点距離の光学系で撮影した再構成画像信号から、指定した画角に相当する領域を切り出す。これが電子ズーム

10

20

30

40

50

ム処理である。

【0042】

図10は、多眼画像処理部26により実行される画像出力処理のフローチャートである。

【0043】

まず、多眼画像処理部26は、画像処理部25から画像信号を読み込み（ステップS101）、同一焦点距離の画像をグループ化する（ステップS102）。次に、多眼画像処理部26は、各焦点距離に応じた演算係数を読み込む（ステップS103）。ここで演算係数とは、焦点距離やイメージサイズ、光学系の間隔など、視点を補正するのに必要なデータであり、図12で後述するヘッダ部におけるレンズの指定、レンズの情報、レンズの位置関係の情報が相当する。
10

【0044】

多眼画像処理部26は、演算係数を用いて、視点を補正し、再構成画像信号を生成する（ステップS104）。多眼画像処理部26は、全ての焦点距離に関する処理を終了したか否を判別し（ステップS105）、処理未終了の焦点距離があれば処理をステップS104に戻す。全ての焦点距離に関する処理を終了した場合は、多眼画像処理部26は、システム制御部21からの画角の指示に基づき、切り出しが必要か否かを判別する（ステップS106）。ユーザが指定した撮像画角が光学系A～Dの焦点距離と異なる場合に、切り出しが必要と判別される。
20

【0045】

その判別の結果、多眼画像処理部26は、切り出しが必要でないなら処理をステップS109に進める一方、切り出しが必要である場合は、指示された画角よりも1段広角の再構成画像信号を読み込む（ステップS107）。そして、多眼画像処理部26は、読み込んだ再構成画像信号から指示された画角に応じて画像信号の切り出しを行う（ステップS108）。ステップS109では、多眼画像処理部26は、指示された画角と一致した再構成画像信号を出力し、本処理が終了する。

【0046】

再構成画像は公知の手法で生成可能である。多眼画像処理部26等による再構成画像の生成方法の一例を、図9及び図11を用いて詳細に説明する。

【0047】

図9で前述したように、被写体Pは2つの光学系によりそれぞれの撮像素子S1、S2の結像位置p1'、p2'に結像し、撮像信号として読み出される。距離演算部28はまず、画像の輝度信号分布や色信号分布の相関性に基づき、異なる光学系A1、A2で生成された画像から結像位置p1'、p2'を抽出する。距離演算部28は、上記式8により、主点P0から被写体Pまでの被写体距離Lを求める。
30

【0048】

図11(a)は、測距原理図である。図11(a)に示すように、多眼画像処理部26は、光学系A1、A2による撮像画像の原点（光軸Oa1、Oa2が通る撮像素子S1、S2面上の位置）を基準とした結像位置p1'の座標(x1'、y1')、結像位置p2'の座標(x2'、y2')を求める。そして多眼画像処理部26は、被写体距離L、距離fa'、光軸間隔Dを用いて、撮像系原点でもある重心O'（図11(a)では2つの光学系A1、A2の中点）に対する計算上の被写体P''の座標(x''、y''、L)を求める。
40

【0049】

ここで、光学系の焦点距離の誤差や光学系と撮像素子の位置ずれ等から、図11(a)における逆トレース直線R1''、R2''が、計算上三次元の空間で交差しない場合がある。しかしその場合には、2つの直線が最も接近する位置に仮想の平面を設定し、その平面とそれぞれの逆トレース直線との交点の中点を座標として求めてよい。光学系が2つよりも多いときにはそれぞれの光学系から求められる直線を用いて同様な計算を行う。

【0050】

50

図11(b)は、計算上の被写体 P'' を仮想の撮像素子 S_0 面上に射影した図である。上記求められた計算上の被写体 P'' を、撮像系原点(重心 O')に仮想的に配置した焦点距離 f_a' の光学系 A_0 により仮想の撮像素子 S_0 面上に射影した場合を考える。多眼画像処理部26は、この場合における仮想の撮像素子 S_0 面上の仮想の結像位置 p_0' の座標(x_0' 、 y_0')を求める。多眼画像処理部26は、このような画像処理を画像全体に対して実行し、仮想の光学系 A_0 による仮想光軸 Oa_0 の再構成画像を生成する。

【0051】

図7に示す記録エンコード部35は、多眼画像処理部26から出力された再構成画像信号を所定の信号フォーマットにエンコードする。

【0052】

図12は、再構成画像信号の記録用フォーマットの概念図である。図13は、再構成画像信号の通信用フォーマットの概念図である。

【0053】

図12に示すように、記録用フォーマットは、撮影の情報が格納されているファイルのヘッダ部のほか、画像データ部、距離マップ部からなる。ヘッダ部のデータ構成は、一例として、上記した演算係数(レンズの指定、レンズの情報、レンズの位置関係)のほか、撮影情報、画素構造及び画像形式からなる。

【0054】

ヘッダ部におけるレンズの指定には、カメラ100に設けられた光学系の構成に関する情報(例えば、光学系の数で本実施の形態では16)等が格納されている。レンズの情報には、各光学系の画角情報などが格納されている。レンズの位置関係には、各光学系の光軸の位置関係の情報が格納されている。撮影情報には、ユーザが撮影を指示したときの画角の情報、撮影した場所の経度、緯度の情報、撮影した場所の時刻の情報、撮影したときのカメラの方向の情報が格納されている。画素構造には記録された画像データの縦横の画素数の情報が格納されている。画像形式には、画像の圧縮の有無および圧縮の種類の情報が格納されている。

【0055】

記録用フォーマットにおける画像データ部には、ユーザが指示した画角で生成された再構成画像信号Eが記録され、次に光学系Aで撮像された画像信号(A1、A2、A3、A4)が記録される。その次に光学系Bで撮像された画像信号(B1、B2、B3、B4)が記録され、次に光学系Cで撮像された画像信号(C1、C2、C3、C4)が記録され、次に光学系Dで撮像された画像信号(D1、D2、D3、D4)が記録される。なお、図12では、画像信号(A3、A4、B1～B4、C1～C4、D1～D3)は不図示となっている。

【0056】

記録用フォーマットにおける距離マップ部には、光学系Aで撮像された画像信号からの距離マップ(A)が記録され、以降、光学系B、C、Dでそれぞれ撮像された画像信号からの距離マップ(B、C、D)が記録される。

【0057】

図7に示す記録部36は、記録エンコード部35でエンコードされた再構成画像信号を不図示のメモリカードなどの記録媒体に記録する。通信エンコード部37は、多眼画像処理部26から出力された再構成画像信号を図13に示す通信用フォーマットにエンコードする。

【0058】

図13に示すように、通信用フォーマットは、撮影の情報が格納されているファイルのヘッダ部のほか、画像データ部、距離マップ部からなる。通信時のデータ量を削減するために、画像データ部は、ユーザが指示した画角で生成された再構成画像信号E、光学系Aで撮像され視点を補正した画像信号(A)、光学系B、C、Dで撮像され視点をそれぞれ補正した画像信号(B、C、D)が記録される。これに伴い、ヘッダ部には、記録用フォーマット(図12)のヘッダ部に対してレンズの位置関係が削除され、レンズの指定、レ

10

20

30

40

50

ンズの情報、撮影情報、画素構造、画像形式が格納されている。

【0059】

通信部38は、通信エンコード部37でエンコードされた再構成画像信号を、Wi-Fi等の無線を通じて外部のサーバに送信する。

【0060】

次に、その他の動作について説明する。まず、オートフォーカスの制御に関して図7で説明する。AF/AE評価部29は画像処理部25からの画像信号の輝度成分を評価し、被写体にピントが合っているかどうかを判定する。判定した結果はシステム制御部21に送信される。その判定結果が非合焦である場合は、システム制御部21は、撮像部22のフォーカス群FGを移動させる指示とその移動量及び移動方向とを駆動制御部31に送信する。

10

【0061】

駆動制御部の動作を図8で説明する。駆動制御部31は、システム制御部21からの指示に従い、駆動ドライバ32を制御して不図示のモータを駆動し、フォーカス群FGを合焦の方向に移動させる。フォーカス群FGの移動量はエンコーダ33で検知され、検知した移動量が駆動制御部31にフィードバックされる。駆動制御部31は、エンコーダ33から受けた移動量がシステム制御部21から指示された移動量と一致するまで、フォーカス群FGを移動させる。

【0062】

自動露出の制御に関して図7で説明する。AF/AE評価部29は、画像処理部25からの画像信号の輝度成分を評価し、露出が適切かどうかを判定する。判定した結果はシステム制御部21に送信される。その判定結果が露出不良のときには、システム制御部21は、撮像部22の露出補正量を露出制御部34に送信する。

20

【0063】

露出制御部34の動作を図8で説明する。露出制御部34は、システム制御部21からの指示に従い、各撮像素子15の露光期間や光量調整素子17の可視光の透過率を制御し、露光量を制御する。ここで、撮像素子15と光量調整素子17の制御パターンは、ユーザが操作部30のモードダイヤル8やAEダイヤル9を操作して、公知のAEプログラム線図(不図示)を選択する等により指示する。

【0064】

30

手ぶれ補正の制御に関して図7で説明する。手ぶれ検知部40は、いわゆるジャイロセンサや加速度センサ等で構成され、撮影時の手ぶれ量と手ぶれの方向を検出し、検出結果をシステム制御部21に送信する。システム制御部21は、送信された手ぶれ量及び手ぶれ方向に応じて撮像素子15の撮像信号を読み出す領域を変更する指示を撮像素子15に對して行う。撮像信号を読み出す領域の変更量は、光学系の焦点距離によって異なり、焦点距離が長いほど変更量が大きい。

【0065】

外部出力の制御に関して図7で説明する。外部への画像の出力については、ユーザが操作部30から直接指示したり、カメラシステムのモード遷移に応じて対応したりする場合がある。ユーザからの指示はシステム制御部21に送られ、システム制御部21から外部出力部39に送信される。

40

【0066】

記録されている画像を出力するときには、外部出力部39は、記録部36で記録された画像からユーザが選択したファイルを再生し、再構成画像信号を読み出す。そしてそれをPC(パーソナルコンピュータ)や外部モニタなど出力先の信号フォーマットに変換して映像出力端子から出力する。撮影した画像を直接出力するときには、外部出力部39は、多眼画像処理部26からの再構成画像信号を出力先の信号フォーマットに変換して映像出力端子から出力する。

【0067】

再生画像をモニタ43に表示する制御に関して図7で説明する。モニタ43への画像の

50

表示については、ユーザが直接指示する場合と、再生機器システムのモード遷移に応じて対応する場合とがある。モニタ43には、記録された画像のサムネイル画像が表示され、ユーザがモニタ43を直接タッチして画像を選択できる。サムネイル画像は撮影のときにユーザが指定した画角の画像である。ユーザからの指示はシステム制御部21に送られ、システム制御部21からモニタ画像処理部27に送信される。

【0068】

顔検出部44は、画像処理部25からの画像信号に対して公知の顔検出処理を施し、撮像素子15の撮像画像内に含まれる人物の顔領域を検出する。検出した結果はシステム制御部21に送られる。なお、公知の顔検出処理としては、例えば、画像信号で表される各画素の階調色から肌色領域を抽出し、予め用意する顔の輪郭プレートとのマッチング度で顔を検出する方法がある。また、周知のパターン認識技術を用いて、目、鼻、口等の顔の特徴点を抽出することで顔検出を行う方法等も開示されている。なお、顔検出処理の手法については、上述した手法に限るものではなく、公知の種々の手法を用いることができる。

10

【0069】

本実施の形態では、被写体検出（顔検出部44による顔検出）を用いて、モニタ43に後からフォーカスできる範囲を表示する例を示す。すなわち、再構成画像における合焦可能な範囲を、取得した被写体距離と併せて、撮影中にモニタ43に表示させる。

【0070】

図14、図15は、モニタ43への出力映像の一例を示す図である。

20

【0071】

図14、図15に示すように、撮影中においては、システム制御部21は、モニタ43には、光学系A～Dのうちいずれかによって取得された撮影画像を表示させる。例えば、光学系A～Dのうちユーザが指定した画角のものから取得された撮影画像が選択的に表示される。被写体101、102は、顔検出により検出された被写体である。被写体検出枠113において被写体101の顔が検出され、被写体検出枠114において被写体102の顔が検出されている。図14に対し、図15では、カメラ100からの被写体102の距離が遠くなっている。

【0072】

システム制御部21はさらに、モニタ43に、撮影中の画像に重畠させて、後から（再生時に）フォーカスできる合焦可能範囲を示すフォーカスバー群103を表示させるよう制御する。フォーカスバー群103は、上下方向を長手方向にして並列に配置された4本のフォーカスバー104、105、106、107からなる。フォーカスバー104、105、106、107の長さが、それぞれ、互いに焦点距離の異なる光学系A、B、C、Dの合焦可能範囲を示す。各フォーカスバーの長さは、対応する光学系における後から合焦可能な範囲に対応している。

30

【0073】

図14、図15において、カメラ100から見て、「F」が遠い側、「N」が近い側である。従って、各フォーカスバー104～107のF側端位置（上端位置）が、最も遠い合焦可能位置を示し、N側端位置（下端位置）が、最も近い合焦可能位置を示す。フォーカスバー104を例にとると、縦の長さが光学系Aの合焦可能範囲108を示している。同様に、フォーカスバー105、106、107の縦方向の長さは、光学系B、C、Dのフォーカス可能な範囲を示している。

40

【0074】

システム制御部21はさらに、モニタ43に、距離情報表示111（111A、111B、111C、111D）、112（112A、112B、112C、112D）を、フォーカスバー群103と併せて表示させるよう制御する（制御手段）。距離情報表示111、112は、被写体101、102のそれぞれのカメラ100からの距離（被写体距離）を示す情報であり、フォーカスバー群103の長さ方向における被写体101、102の被写体距離に対応する位置に表示される。

50

【0075】

距離情報表示 111A～111D は、それぞれ光学系 A～D に対応するフォーカスバー 104～107 の長さ方向に沿う位置（延長上も含む）に表示され、いずれもフォーカスバー 104～107 の長さ方向（上下方向）における同一位置に表示される。上下方向における距離情報表示 111、112 の位置は、それぞれカメラ 100 から被写体 101 までの被写体距離 109、110 を示す。被写体距離 109、110 は、上述した被写体距離 L の算出手法により、撮影中に距離演算部 28 により取得される。

【0076】

ただし、各 4 つの距離情報表示 111A～111D、112A～112D のうち、現在表示されている撮影中の画像の取得元である光学系に対応する各 1 つの距離情報表示 111、112 だけは、他の 3 つは異なる表示態様で表示される。一例として、図 14、図 15 に示すように、光学系 B を取得元とする撮影画像が表示されているとき、フォーカスバー 105 に対応する距離情報表示 111B、112B だけが濃い色で表示される。そしてこれら以外の距離情報表示 111A、111C、111D、及び距離情報表示 112A、112C、112D は、薄い色で表示されている。これにより、撮影画像の取得元の光学系が告知される。

10

【0077】

図 14 を参照すると、距離情報表示 111、112 が、フォーカスバー 104～107 のいずれの全長の範囲内に対しても収まっている。これらから、ユーザは、光学系 A～D のいずれの画角においても、撮影後に、被写体 101 と被写体 102 のいずれに対してもフォーカスを合わせることが可能であることがわかる。

20

【0078】

一方、図 15 を参照すると、距離情報表示 111、112 が、フォーカスバー 105～107 の全長の範囲内に対して収まっているが、フォーカスバー 104 に対しては、距離情報表示 111 だけが収まり、距離情報表示 112 は上方に外れている。すなわち、距離情報表示 112 は光学系 A の合焦可能範囲から外れている。これらからユーザは、光学系 B、C、D の画角では、撮影後に被写体 101、102 に対してフォーカスを合わせることが可能であるが、光学系 A の画角では、撮影後に被写体 102 に対してフォーカスを適切に合わせることができないことがわかる。

30

【0079】

このようにして、複数の光学系 A～D ごとに、検出された複数の被写体が、後からフォーカスを合わせられるかどうかをユーザは認識することができる。なお、被写体の数が 3 以上でも同様に考えることができ、被写体数に対応して距離情報表示も増やせばよい。

【0080】

本実施の形態によれば、撮影中の画像から生成された再構成画像における合焦可能な範囲を、被写体距離と併せて、撮影中にモニタ表示するので、撮影後に合焦可能な範囲を、被写体距離との関係と共に撮影中に認識させることができる。これにより、撮影後に意図した被写体にフォーカスが合わずに、撮影をやり直すなどの手間を省くことができる。

【0081】

また、フォーカスバー 104～107 は、焦点距離の異なる複数の光学系（A～D）ごとに表示されるので、各々の光学系について（各画角において）合焦可能な範囲を知ることができる。しかも、フォーカスバーの長さが合焦可能な範囲に対応するので、合焦可能範囲を視覚的に把握しやすい。

40

【0082】

また、距離情報表示 111、112 は、被写体ごとに表示されるので、各々の被写体に対する合焦可否の判断をユーザは行うことができる。しかも距離情報表示 111、112 は、フォーカスバー 104～107 の長さ方向に沿った範囲における、被写体距離に対応する位置に表示されるので、フォーカスバーと距離情報表示との相対的位置関係から、各々の被写体に対する合焦可否を視覚的に認識しやすい。

【0083】

50

また、距離情報表示 111、112 の表示色の濃度によって、現在、モニタ表示されている撮影画像の取得元である光学系を告知するので、モニタ表示される画角についての合焦可能範囲の認識がしやすい。

【0084】

(第2の実施の形態)

第1の実施の形態では、モニタ表示において、被写体距離を顔検出された被写体ごとに表示させた。これに対し、本発明の第2の実施の形態では、撮影中の撮影画像を複数に分割した領域ごとに被写体距離を取得し、分割領域ごとに被写体距離を表示させる。その他の構成は第1の実施の形態と同様である。従って、図14、図15に代えて図16、図17を用いて第2の実施の形態を説明する。

10

【0085】

図16、図17は、モニタ43への出力映像の一例を示す図である。

【0086】

第1の実施の形態では、被写体検出された領域に対して被写体距離を算出していたが、第2の実施の形態では、分割した領域ごとに被写体距離を距離演算部28が算出する。領域213、214は、画面を分割した際に被写体101、102が映っている領域である。領域の分割手法は問わない。

【0087】

図16、図17に示した例では、説明の簡略化のため、被写体が映っている領域213、214に対してのみ被写体距離を算出し、それを距離情報表示111、112としてフォーカスバー群103に併せて表示する例を示す。他の分割領域内の被写体についても同様に考えることができる。モニタ43に表示されるフォーカスバー群103は第1の実施の形態のものと同じである。

20

【0088】

図16では、領域213にいる被写体101と、領域214にいる被写体102は、フォーカスバー群103において、距離情報表示111、112として表示されている。距離情報表示111、112とフォーカスバー群103との相対的な位置関係から、光学系ごと、被写体ごとに合焦可能範囲を視覚的に把握できる点は第1の実施の形態(図14、図15)と同様である。

【0089】

30

本実施の形態によれば、撮影後に合焦可能な範囲を、被写体距離との関係と共に撮影中に認識させることに關し、第1の実施の形態と同様の効果を奏することができる。特に本実施の形態では、各画角において、画面内の各分割領域にいる被写体について、後からフォーカスを合わせられるかどうかをユーザに認識させることが可能となる。さらに、人物以外の、被写体検出できない被写体に対しても、合焦可能範囲を知らせることが可能となる。

【0090】

なお、第1、第2の実施の形態において、撮影後の合焦可能な範囲については、モニタ43には、少なくとも、最も近い合焦可能位置と最も遠い合焦可能位置とがわかるような表示を採用すればよい。従って、フォーカスバー群103のような表示態様に限定されない。このようにバー形式を用いない場合、距離情報表示については、最も近い合焦可能位置と最も遠い合焦可能位置の表示に対して、距離的に相対的な関係となる位置に表示させてもよい。

40

【0091】

なお、現在、モニタ表示されている撮影画像の取得元である光学系を告知する態様として、距離情報表示111、112の色の濃さで区別した。しかしこれに限るものでなく、取得元の光学系とそうでない光学系とで距離情報表示の表示態様を区別すればよい。例えば、表示色や付加するマークで区別してもよい。

【0092】

また、必ずしも距離情報表示(例えば111A～111D)を全ての光学系に対応して

50

表示させる必要はなく、取得元の光学系に対応する距離情報表示（例えば 111A）だけを表示させ、それ以外（例えば 111B～D）は表示させない、という手法も考えられる。あるいは、距離情報表示を廃止し、取得元の光学系に対応するフォーカスバーだけを、それ以外のフォーカスバーとは色等において異なる表示態様となるようにしてもよい。なお、フォーカスバー群 103 の長手方向の設定は上下方向に限定されるものではない。

【0093】

なお、撮影中の画像から、撮影後に合焦位置を変更できる再構成画像を生成する観点からは、平面方向に複数のレンズを配置したレンズアレイを撮像素子 15 の被写体側に配置する構成を採用してもよい。

【0094】

以上、本発明をその好適な実施形態に基づいて詳述してきたが、本発明はこれら特定の実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の様々な形態も本発明に含まれる。

【符号の説明】

【0095】

A、B、C、D 光学系

21 システム制御部

26 多眼画像処理部

28 距離演算部

43 モニタ

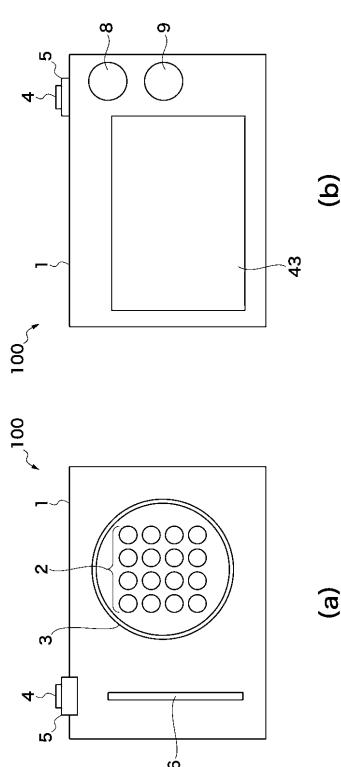
103 フォーカスバー群

111、112 距離情報表示

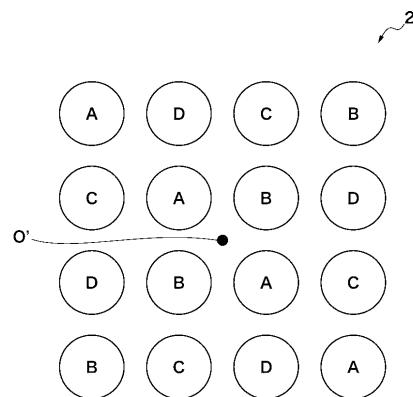
10

20

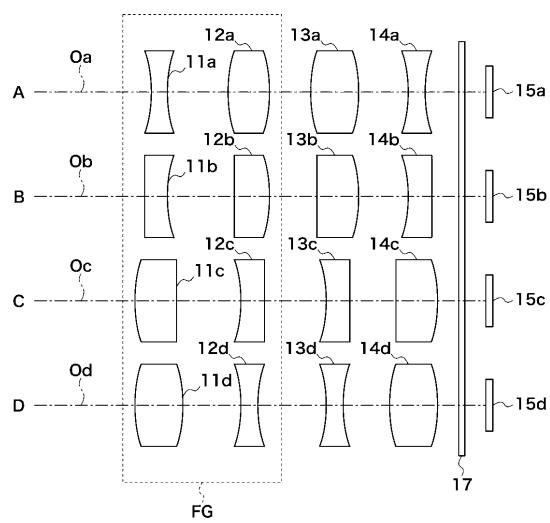
【図1】



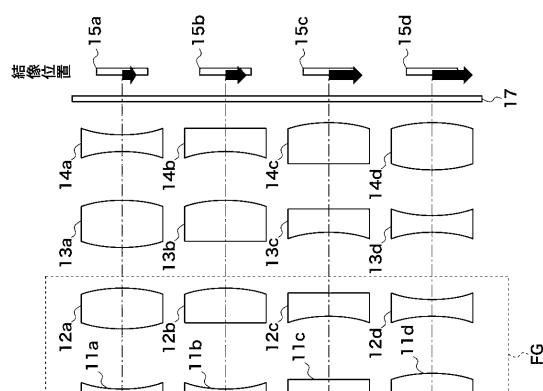
【図2】



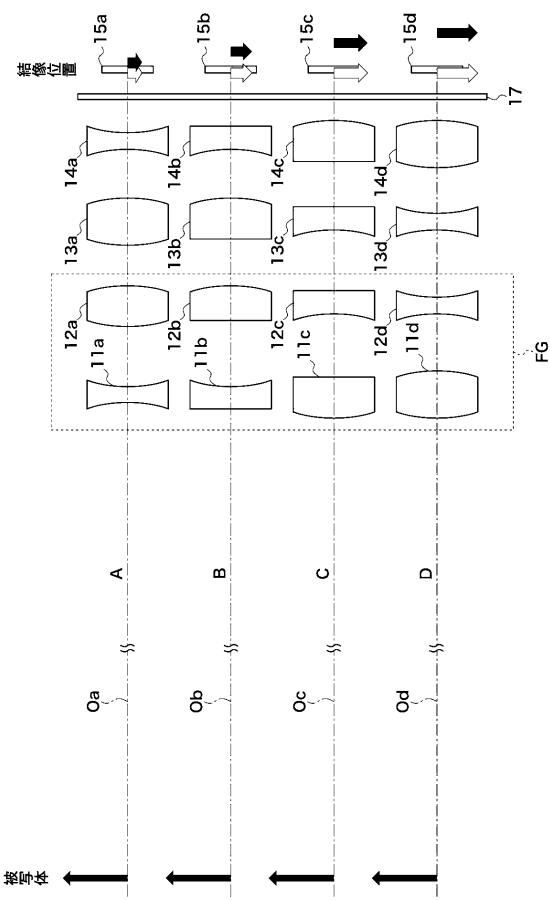
【図3】



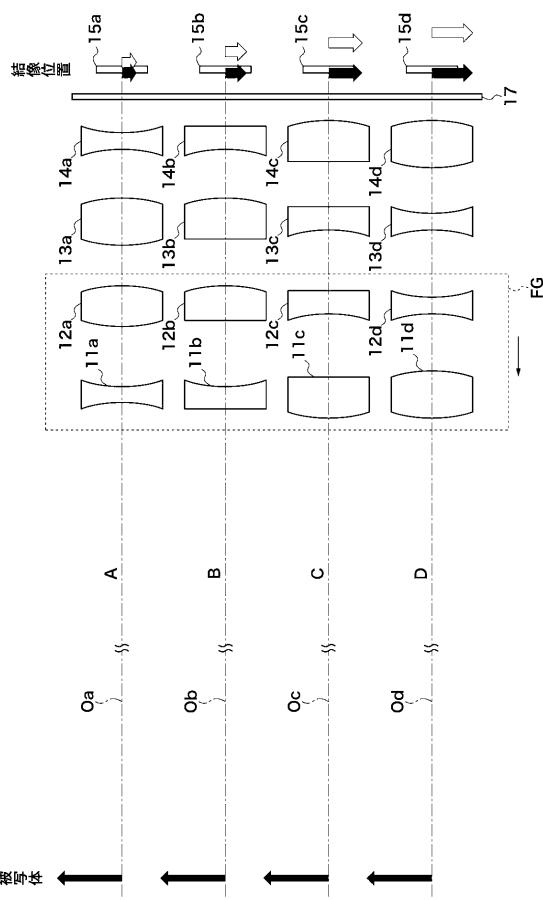
【図4】



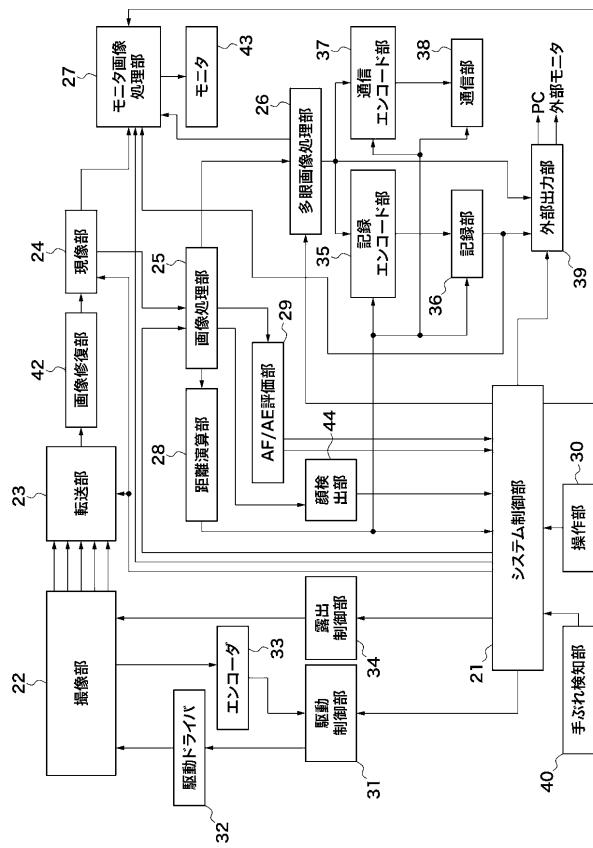
【図5】



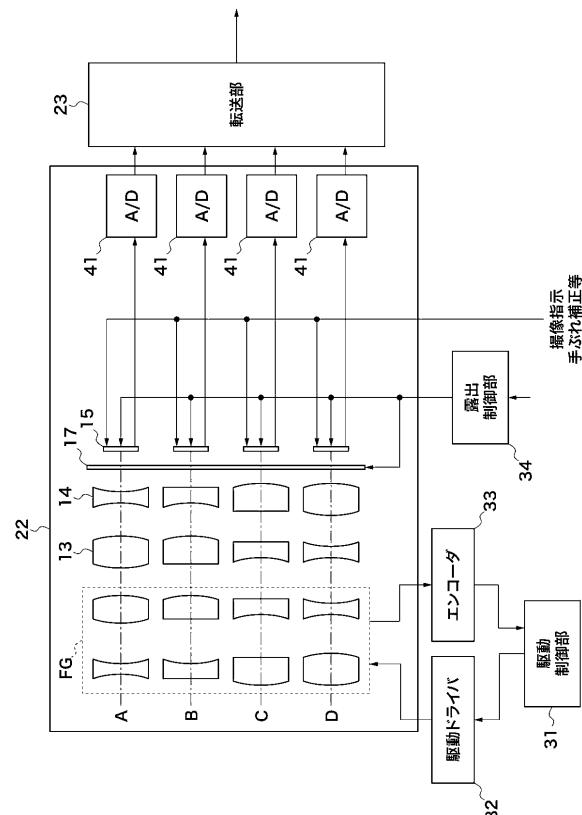
【図6】



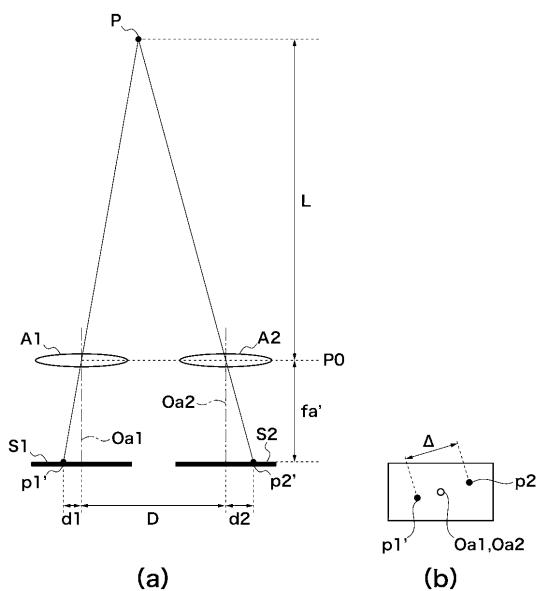
【図7】



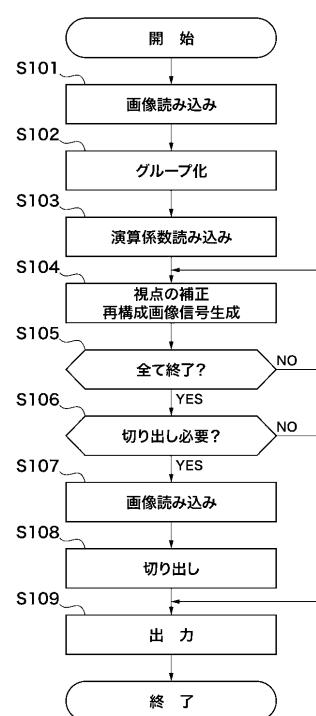
【図8】



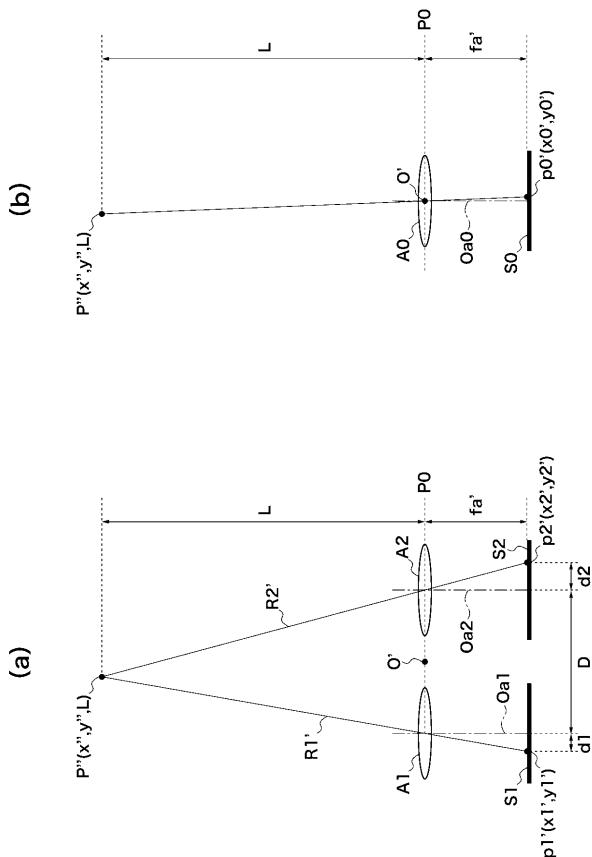
【図9】



【図10】



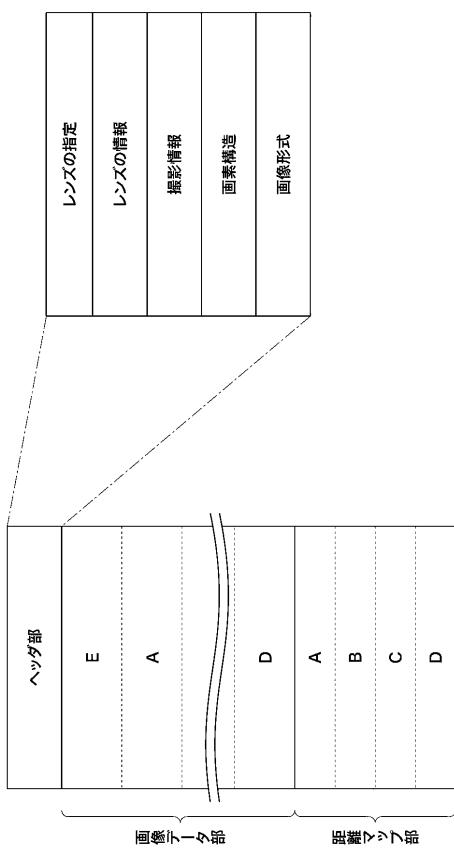
【図 1 1】



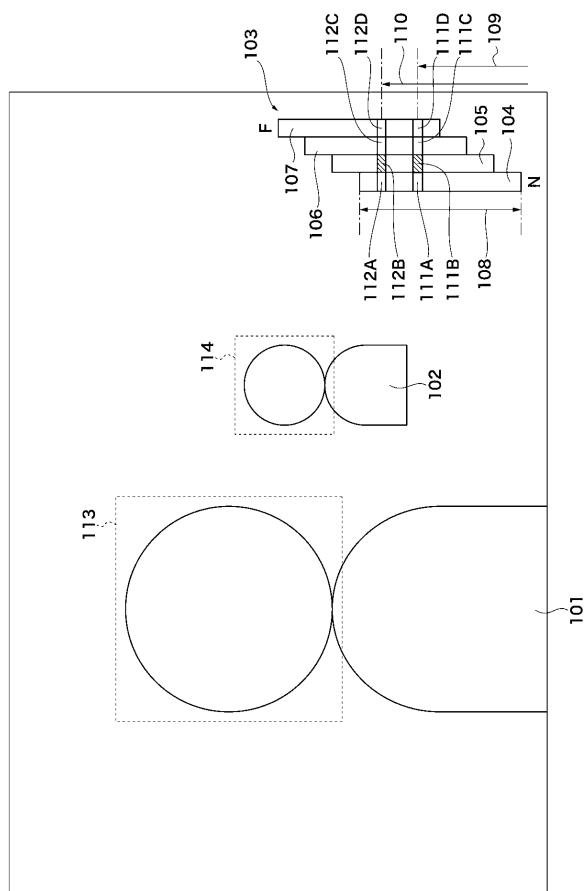
【図 1 2】



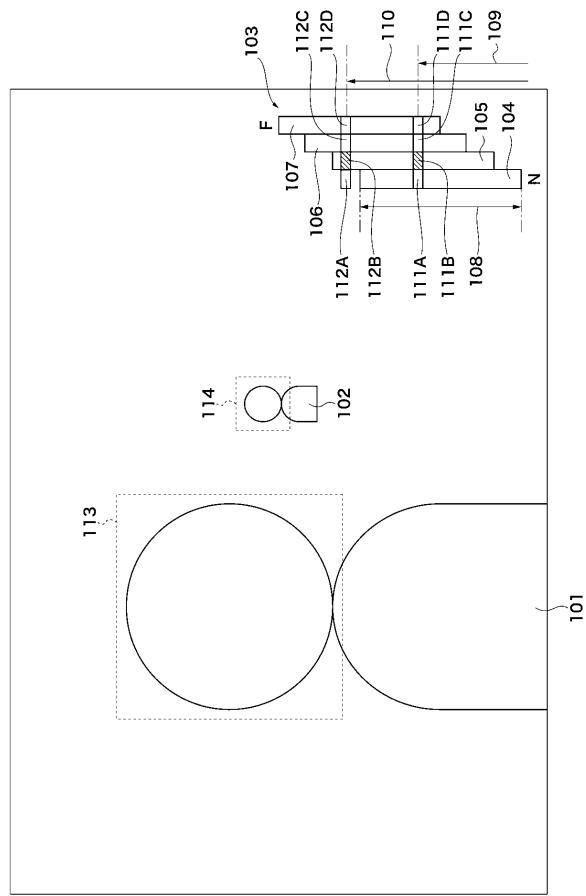
【図 1 3】



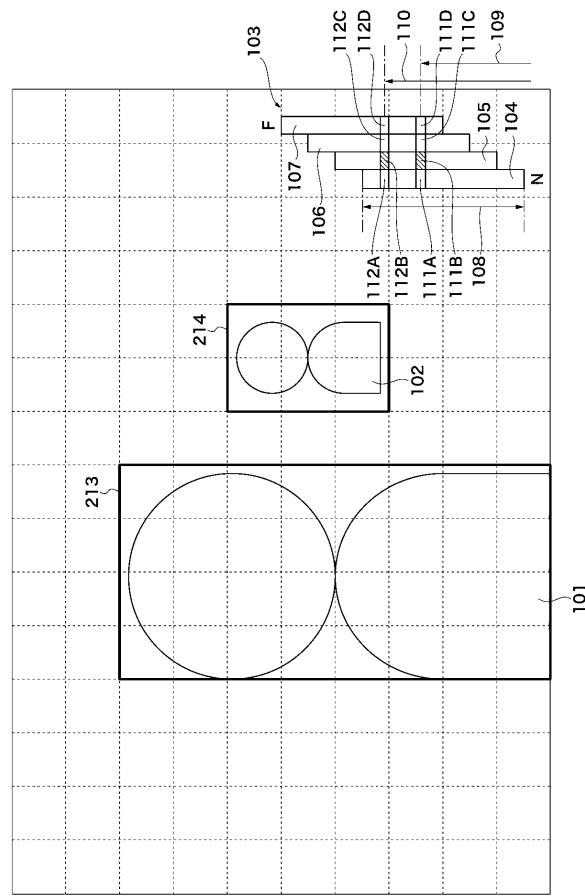
【図 1 4】



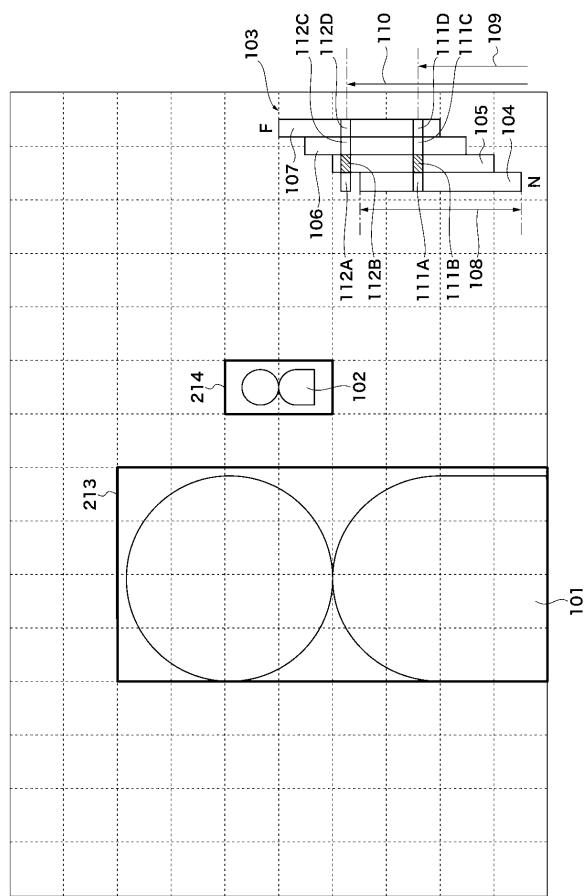
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 3 B 15/00 (2006.01) G 0 3 B 3/00
G 0 3 B 15/00 Q

(56)参考文献 特開2013-211827(JP, A)
特開2015-026880(JP, A)
特開2012-027048(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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