

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5510094号  
(P5510094)

(45) 発行日 平成26年6月4日(2014.6.4)

(24) 登録日 平成26年4月4日(2014.4.4)

(51) Int. Cl. F 1  
**HO 4 N 5/232 (2006.01)** HO 4 N 5/232 Z

請求項の数 9 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2010-135030 (P2010-135030)	(73) 特許権者	000004112
(22) 出願日	平成22年6月14日 (2010.6.14)		株式会社ニコン
(65) 公開番号	特開2012-4640 (P2012-4640A)		東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
(43) 公開日	平成24年1月5日 (2012.1.5)	(74) 代理人	110000877
審査請求日	平成25年5月15日 (2013.5.15)		龍華国際特許業務法人
		(72) 発明者	中島 伸一
			東京都千代田区有楽町一丁目12番1号
			株式会社ニコン内
		審査官	高野 美帆子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置および画像処理プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

連続的に撮影された、被写体画像としての本撮影画像と前記本撮影画像に写る被写体の距離情報を算出するための補助撮影画像を取得する画像取得部と、

前記本撮影画像に写る前記被写体と、前記補助撮影画像に写る前記被写体の間に生じた移動ベクトルを算出するベクトル算出部と、

前記補助撮影画像から、前記補助撮影画像に写る前記被写体の距離情報を生成する距離情報生成部と、

前記移動ベクトルに基づいて前記距離情報を補正する距離情報補正部とを備える画像処理装置。

【請求項2】

連続的に撮影された、被写体画像としての少なくとも2枚の本撮影画像と前記本撮影画像に写る被写体の距離情報を算出するための補助撮影画像を取得する画像取得部と、

前記少なくとも2枚の本撮影画像に写る前記被写体の間に生じた移動ベクトルを算出するベクトル算出部と、

前記補助撮影画像から、前記補助撮影画像に写る前記被写体の距離情報を生成する距離情報生成部と、

前記移動ベクトル、および、前記本撮影画像と前記補助撮影画像の撮影時における時間差に基づいて前記距離情報を補正する距離情報補正部とを備える画像処理装置。

10

20

## 【請求項 3】

前記本撮影画像を取得する本画像撮影と前記補助撮影画像を取得する補助画像撮影を制御する撮影制御部を備える請求項 1 または 2 に記載の画像処理装置。

## 【請求項 4】

前記撮影制御部は、前記本画像撮影を連続して実行する連続撮影モードが設定されている場合は、一枚目の前記本画像撮影が終了した後に前記補助画像撮影を実行する請求項 3 に記載の画像処理装置。

## 【請求項 5】

前記撮影制御部は、前記本画像撮影を連続して実行する連続撮影モードが設定されている場合は、連続して実行する前記本画像撮影が終了した後に前記補助画像撮影を実行する請求項 3 または 4 に記載の画像処理装置。

10

## 【請求項 6】

前記撮影制御部は、前記本画像撮影を連続して実行する連続撮影モードが設定されている場合は、予め定められた枚数分の前記本画像撮影が終了するごとに前記補助画像撮影を実行する請求項 3 から 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

## 【請求項 7】

前記撮影制御部は、前記本画像撮影を連続して実行する連続撮影モードが設定されている場合は、前回実行された前記補助画像撮影との間に実行された前記本画像撮影の回数を考慮して前記補助画像撮影を実行するか否かを決定する請求項 3 から 6 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

20

## 【請求項 8】

連続的に撮影された、被写体画像としての本撮影画像と、前記本撮影画像に写る被写体の距離情報を算出するための補助撮影画像を取得する画像取得ステップと、

前記本撮影画像に写る前記被写体と、前記補助撮影画像に写る前記被写体の間に生じた移動ベクトルを算出するベクトル算出ステップと、

前記補助撮影画像から、前記補助撮影画像に写る前記被写体の距離情報を生成する距離情報生成ステップと、

前記移動ベクトルにより前記距離情報を補正する距離情報補正ステップと  
をコンピュータに実行させる画像処理プログラム。

## 【請求項 9】

30

連続的に撮影された、被写体画像としての少なくとも 2 枚の本撮影画像と前記本撮影画像に写る被写体の距離情報を算出するための補助撮影画像を取得する画像取得ステップと、

前記少なくとも 2 枚の本撮影画像に写る前記被写体の間に生じた移動ベクトルを算出するベクトル算出ステップと、

前記補助撮影画像から、前記補助撮影画像に写る前記被写体の距離情報を生成する距離情報生成ステップと、

前記移動ベクトル、および、前記本撮影画像と前記補助撮影画像の撮影時における時間差に基づいて前記距離情報を補正する距離情報補正ステップと

をコンピュータに実行させる画像処理プログラム。

40

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、画像処理装置および画像処理プログラムに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

レンズ光学系の一部に複雑な開口形状を有するマスクを設けた撮影レンズを介して撮影されたデジタル画像データから、被写体の距離情報を算出して、任意の深さに焦点を合わせた画像データを再構成する技術が知られている（例えば非特許文献 1）。

## 【0003】

50

また、それぞれ異なる開口形状を有するマスクを入れ替えて複数枚のデジタル画像を取得することで、距離情報の高精度化を図る技術が知られている（例えば非特許文献2）。

[ 先行技術文献 ]

[ 特許文献 ]

[ 非特許文献 1 ] A. Levin, R. Fergus, F. Durand and W. Freeman "Image and Depth from a conventional Camera with a Coded Aperture", SIGGRAPH 2007

[ 非特許文献 2 ] C. Zhou, S. Lin and S. Nayar "Coded Aperture Pairs for Depth from Defocus", ICCV 2009

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

10

【 0 0 0 4 】

上述のように、距離情報を取得するには少なくとも特殊な開口形状を有するマスクである構造化開口を光学系に配置する。したがって、距離情報を取得するために撮影された撮影画像は、観賞用としては質が劣る。一方で、観賞用等として撮影された通常の撮影画像と、距離情報を取得するために撮影された撮影画像の間には、撮影時にタイムラグがあり、本来距離情報を取得したい観賞用等の撮影画像に対してずれが生じていた。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 5 】

上記課題を解決するために、本発明の第1の態様における画像処理装置は、連続的に撮影された、被写体画像としての本撮影画像と本撮影画像に写る被写体の距離情報を算出するための補助撮影画像を取得する画像取得部と、本撮影画像に写る被写体と、補助撮影画像に写る被写体の間に生じた移動ベクトルを算出するベクトル算出部と、補助撮影画像から、補助撮影画像に写る被写体の距離情報を生成する距離情報生成部と、移動ベクトルに基づいて距離情報を補正する距離情報補正部とを備える。

20

【 0 0 0 6 】

上記課題を解決するために、本発明の第2の態様における画像処理装置は、連続的に撮影された、被写体画像としての少なくとも2枚の本撮影画像と本撮影画像に写る被写体の距離情報を算出するための補助撮影画像を取得する画像取得部と、少なくとも2枚の本撮影画像に写る被写体の間に生じた移動ベクトルを算出するベクトル算出部と、補助撮影画像から、補助撮影画像に写る被写体の距離情報を生成する距離情報生成部と、移動ベクトル、および、本撮影画像と補助撮影画像の撮影時における時間差に基づいて距離情報を補正する距離情報補正部とを備える。

30

【 0 0 0 7 】

上記課題を解決するために、本発明の第3の態様における画像処理プログラムは、連続的に撮影された、被写体画像としての本撮影画像と、本撮影画像に写る被写体の距離情報を算出するための補助撮影画像を取得する画像取得ステップと、本撮影画像に写る被写体と、補助撮影画像に写る被写体の間に生じた移動ベクトルを算出するベクトル算出ステップと、補助撮影画像から、補助撮影画像に写る被写体の距離情報を生成する距離情報生成ステップと、移動ベクトルにより距離情報を補正する距離情報補正ステップとをコンピュータに実行させる。

40

【 0 0 0 8 】

上記課題を解決するために、本発明の第4の態様における画像処理プログラムは、連続的に撮影された、被写体画像としての少なくとも2枚の本撮影画像と本撮影画像に写る被写体の距離情報を算出するための補助撮影画像を取得する画像取得ステップと、少なくとも2枚の本撮影画像に写る被写体の間に生じた移動ベクトルを算出するベクトル算出ステップと、補助撮影画像から、補助撮影画像に写る被写体の距離情報を生成する距離情報生成ステップと、移動ベクトル、および、本撮影画像と補助撮影画像の撮影時における時間差に基づいて距離情報を補正する距離情報補正ステップとをコンピュータに実行させる。

【 0 0 0 9 】

なお、上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものではない。また

50

、これらの特徴群のサブコンビネーションもまた、発明となりうる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】従来の構造化開口を説明する説明図である。

【図2】本実施形態に係る一眼レフカメラの要部断面図である。

【図3】本実施形態に係る構造化開口ユニットの外観図である。

【図4】構造化開口ユニットをレンズユニットに装着する様子を示す図である。

【図5】撮像素子の画素上に配置されたカラーフィルタの説明図である。

【図6】撮像素子の画素が感度を有する波長帯と、構造化開口のそれぞれのフィルタ部が透過する波長帯の関係を示す図である。

10

【図7】一眼レフカメラのシステム構成を概略的に示すブロック図である。

【図8】補助撮影画像の取得から距離情報の算出までの処理フローを示す図である。

【図9】他の構造化開口の構成を示す図である。

【図10】更に他の構造化開口の構成を示す図である。

【図11】更に他の構造化開口の構成を示す図である。

【図12】構造化開口の他の配置位置を説明する説明図である。

【図13】本撮影画像および補助撮影画像の取得フローを示す図である。

【図14】補助撮影画像から本撮影画像の距離情報を算出する算出処理の説明図である。

【図15】本撮影画像と補助撮影画像の撮影シーケンスについて説明する図である。

【図16】本撮影画像と補助撮影画像の他の撮影シーケンスについて説明する図である。

20

【図17】本撮影画像と補助撮影画像の他の撮影シーケンスについて説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は特許請求の範囲にかかる発明を限定するものではない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

【0012】

図1は、従来の構造化開口を説明する説明図である。図1の(a)は、複雑な開口形状を有する構造化開口の正面図である。構造化開口は、保持枠101にフィルタ102が支持されて構成されている。フィルタ102は、被写体光束を遮断する遮断フィルタ部103と、被写体光束を透過させる透過フィルタ部104を有する。図示するように、透過フィルタ部104は2次的に複雑な形状を有しており、これにより、被写体空間において深さ方向に異なる位置から入射する点像を、撮像素子の受光面上で特徴的な形状をもって結像させる。すなわち、このような開口形状を有する構造化開口を撮影レンズの瞳近傍に配置すれば、深さ方向である各距離に応じた点像分布関数(PSF)を大きく異ならせることができる。各距離に応じた点像分布関数を大きく異ならせることができれば、被写体画像の各領域における被写体までの距離を精度良く算出することができる。なおここでは、ひとつの開口形状に対応して各距離に応じたPSFが1セット用意される場合の構造化開口を、シングルコーデッドアパーチャと呼ぶ。

30

【0013】

シングルコーデッドアパーチャを用いた被写体画像から距離情報を算出する具体的な手法について説明する。被写体画像の距離情報は、被写体画像に写る各々の被写体に対するカメラからの距離を含む。算出によって得られる推定画像は、いわゆる距離画像に類する。

40

【0014】

シングルコーデッドアパーチャを介して撮影された撮影画像を $y$ 、オリジナルの被写体画像を $x$ 、PSFを $f_d$ とすると、結像方程式は式(1)として表される。

【数 1】

$$y = f_d \otimes x \quad (1)$$

ここで記号 $\otimes$ は畳み込み積分（コンボリューション）を意味する。

【0015】

するとPSFである $f_d$ が既知であれば、撮影画像 $y$ を利用して式(1)を満たすようなオリジナル被写体画像 $x$ を推定することができる。

【0016】

そして、PSFの構造は、被写体の深さである基準ピント位置からのずれによって変化する。したがって、被写体の深さと、推定に使用するPSFの深さが一致しているときに、最も良好なオリジナル被写体画像を推定できる。推定プロセスは、式(2)で表現することができる。

10

【数 2】

$$\hat{x} = \arg \min \|\hat{x} \otimes f_d - y\|^2 \quad (2)$$

【0017】

すなわち、

(ステップS1) 初期被写体画像 $\hat{x}$ を推定する。

(ステップS2) PSFとのコンボリューションを行い、推定された被写体画像 $\hat{x}$ から得られるであろう撮影画像 $\hat{x} \otimes f_d$ を計算する。

20

(ステップS3) 実際に取得したカメラ撮影画像 $y$ との2乗誤差 $\|\hat{x} \otimes f_d - y\|^2$ を計算する。なお、この2乗誤差をデコンボリューションエラーと呼ぶ。

(ステップS4) デコンボリューションエラーが小さくなるように被写体画像 $\hat{x}$ を推定し直す。

(ステップS5) ステップS2～S4を、デコンボリューションエラーが十分小さくなるまで繰り返す。

【0018】

30

以上のプロセスを各深さのPSFに対して全て行い、エラーが最小となるPSFを見つけ、そのPSFに対応した深さをマップにすれば距離情報が得られる。

【0019】

しかし、ステップS2の解である、デコンボリューションエラーを最小にする推定被写体画像はひとつではないという問題がある。したがって、デコンボリューションエラーを最小にする推定被写体画像が、真の被写体と近似する画像とはならない場合がある。また、被写体の深さとPSFの深さが一致していなくとも、そのような特殊解を見つけてデコンボリューションエラーを最小にしてしまう場合がある。

【0020】

このような問題を解決すべく、推定被写体画像に「画像らしさ」を評価する制約項を加える。この場合、式(2)は以下の式(3)のように表現される。

40

【数 3】

$$\hat{x} = \arg \min \|\hat{x} \otimes f_d - y\|^2 + \lambda \cdot g(x) \quad (3)$$

【0021】

関数 $g(x)$ が制約項である。 $\lambda$ は制約項の重み係数である。例えば、一般的に画像は滑らかな構図を持つので、その微分値はゼロに近い。したがって、制約項に画像の微分値を示す関数を設定することにより、デコンボリューションエラーを最小にし、かつその微分値も小さいという「画像らしさ」を有するオリジナル被写体画像のみが推定され、深さ

50

を精度良く推定することができる。微分値を示す関数の例としては、式(4)が挙げられる。

【数4】

$$g(x) = \sum_i \rho(\nabla x_i) \quad (4)$$

以上の処理手順により深さ測定を行うことができる。

【0022】

図1の(b-1)は、楕円形の開口形状を有する構造化開口の正面図である。構造化開口は、保持枠111にフィルタ112が支持されて構成されている。フィルタ112は、被写体光束を遮断する遮断フィルタ部113と、被写体光束を透過させる透過フィルタ部114を有する。保持枠111は円形枠であり、その中心は撮影レンズの光軸と一致するが、円形を成す透過フィルタ部114は、光軸に対して偏心している。

10

【0023】

このように単純な円形開口を持つ構造化開口では、深さの変化に対するPSFの変化が小さいので、シングルコーデッドアパーチャとして深さを算出すると推定誤差が大きくなる。図1の(a)では、複雑な開口形状とすることにより推定誤差の低減を図ったが、ここでは、(b-1)の状態第1の撮影画像を取得し、(b-1)の構造化開口を反転させた(b-2)の状態第2の撮影画像を取得することにより、推定誤差の低減を図る。つまり、(b-1)の開口形状に対応して各距離に応じたPSFを1セットと、(b-2)の開口形状に対応して各距離に応じたPSFを1セット用意する。このような場合の構造化開口を、コーデッドアパーチャペアと呼ぶ。

20

【0024】

コーデッドアパーチャペアを用いた被写体画像から距離情報を算出する具体的な手法について、説明する。コーデッドアパーチャペアの場合、開口形状が単純であるので、シングルコーデッドアパーチャにおける処理を空間周波数領域において展開することができる。

【0025】

異なる2つの開口によりそれぞれ撮影された第1画像と第2画像のフーリエ変換を $F_1$ 、 $F_2$ 、各深さ $d$ について取得したPSFのフーリエ変換を $K_1^d$ 、 $K_2^d$ 、オリジナル被写体画像 $x$ のフーリエ変換を $F_0$ とすると、結像方程式は式(5)として表される。

30

【数5】

$$F_i = K_i^{d^*} \cdot F_0 + \zeta_i \quad (i=1,2) \quad (5)$$

ここで、 $d^*$ は被写体の真の深さ、 $\zeta_i$ は画像に含まれるノイズである。

【0026】

式(5)によれば、式(1)と比較して、畳み込み積分が単純な掛け算となることわかる。このとき、式(3)に対応するデコンボリューションエラーを記述すると式(6)のようになる。

40

【数6】

$$E = \sum_{i=1,2} \left\| K_i^{\hat{d}} \cdot \hat{F}_0 - F_i \right\|^2 + \left\| C \cdot \hat{F}_0 \right\|^2 \quad (6)$$

ここで、 $\hat{d}$ は、推定された深さを意味する。

【0027】

第2項は上述の「画像らしさ」に関する制約項である。例えば、 $\hat{F}_0$ が「画像らしさ」を強調する「1/fゆらぎ」を持つように、重み係数Cを設定するといった具合である。このデコンボリューションエラーを最小にする推定被写体画像 $\hat{F}_0$ は、式(6)の偏微分 $\partial E/\partial \hat{F}_0$ をゼロにする $\hat{F}_0$ を求めれば良く、式(7)で表せる。なお、このような手法は、Wiener Deconvolutionと呼ばれる。

【数7】

$$\hat{F}_0 = \frac{\sum_{i=1,2} F_i K_i^d}{\sum_{i=1,2} |K_i^d|^2 + |C|^2} \quad (7)$$

10

【0028】

深さマップの構築プロセスは以下の処理による。

【0029】

(ステップS1) 2つの開口によりそれぞれ取得した撮影画像のフーリエ変換である $F_1$ 、 $F_2$ 、および各深さのPSFのフーリエ変換である $K_1^d$ 、 $K_2^d$ から式(7)を用いて推定被写体画像 $\hat{F}_0$ を計算する。なお、 $\hat{F}_0$ は、用意されたPSFの個数分だけ算出される。

20

(ステップS2) ステップS1で計算された $\hat{F}_0$ と各深さのPSF $K_1^d$ 、 $K_2^d$ とでコンボリューションを行い、推定された被写体画像 $\hat{F}_0$ と各開口によって得られるであろう撮影画像 $K_i^d \cdot \hat{F}_0$ を計算する。

(ステップS3) 実際に取得した撮影画像 $F_1$ 、 $F_2$ との2乗誤差 $\sum_{i=1,2} \|K_i^d \cdot \hat{F}_0 - F_i\|^2$ を深

30

さごとに計算する。

(ステップS4) 2乗誤差が最小となる深さをプロットし、深さマップを作製する。

【0030】

この手法では、シングルコーデッドアパーチャの場合とは異なり、推定プロセスを繰り返す必要がなく、かつ単純な計算式によって導き出されるので、計算速度が非常に速い。なお、シングルコーデッドアパーチャにおいてこのような手法を適用できない理由は、シングルコーデッドアパーチャのPSFは非常に複雑な形状をしているので、そのフーリエ変換もエラーが大きいためである。

【0031】

40

以上の従来手法においては、それぞれに問題点を抱えている。シングルコーデッドアパーチャの場合、コーデッドアパーチャペアに比べて計算速度が非常に遅く、また、複雑な開口形状を通過した被写体画像は特定の周波数成分が抜け落ちるという問題があった。一方、コーデッドアパーチャペアの場合、同一被写体に対して開口位置を変えて少なくとも二枚の撮影画像を取得するので、画像間に被写体のずれが生じる。画像間で被写体がずれると、被写体領域ごとの深さを正確に推定することができない。画像間で被写体にずれを生じさせないためには、カメラを三脚に固定すること、被写体が動かないことなどの制約が課され、広範な被写体に対応できなくなる。

【0032】

そこで、本実施形態においては、このような問題に対処すべく、コーデッドアパーチャ

50

ペアに改良を加えて一眼レフカメラに適用する。以下に本実施形態について説明する。

【0033】

図2は、本実施形態に係る一眼レフカメラ200の要部断面図である。一眼レフカメラ200は、撮影レンズであるレンズユニット210とカメラボディであるカメラユニット230が組み合わされて撮像装置として機能する。

【0034】

レンズユニット210は、光軸201に沿って配列されたレンズ群211を備える。レンズ群211には、フォーカスレンズ212、ズームレンズ213が含まれる。また、光軸201に沿って、絞り214および構造化開口ユニット300も配列される。構造化開口ユニット300は、被写体光束に対して挿抜することができる。構造化開口ユニット300が被写体光束に対して挿入されると、構造化開口は、光軸201に交差して配設される。アクチュエータ215は、構造化開口ユニット300が被写体光束に対して挿入されたときに構造化開口を回転させる。

10

【0035】

レンズユニット210は、フォーカスレンズ212、絞り214およびアクチュエータ215の駆動などレンズユニット210の制御および演算を司るレンズシステム制御部216を備える。レンズユニット210を構成する各要素は、レンズ鏡筒217に支持されている。

【0036】

また、レンズユニット210は、カメラユニット230との接続部にレンズマウント218を備え、カメラユニット230が備えるカメラマウント231と係合して、カメラユニット230と一体化する。レンズマウント218およびカメラマウント231はそれぞれ、機械的な係合部の他に電気的な接続部も備え、カメラユニット230からレンズユニット210への電力の供給および相互の通信を実現している。

20

【0037】

カメラユニット230は、レンズユニット210から入射される被写体像を反射するメインミラー232と、メインミラー232で反射された被写体像が結像するピント板234を備える。メインミラー232は、回転軸233周りに回転して、光軸201を中心とする被写体光束中に斜設される状態と、被写体光束から退避する状態を取り得る。ピント板234側へ被写体像を導く場合は、メインミラー232は被写体光束中に斜設される。また、ピント板234は、撮像素子243の受光面と共役の位置に配置されている。

30

【0038】

ピント板234で結像した被写体像は、ペンタプリズム235で正立像に変換され、接眼光学系236を介してユーザに観察される。また、ペンタプリズム235の射出面上方にはAEセンサ237が配置されており、被写体像の輝度分布を検出する。

【0039】

斜設状態におけるメインミラー232の光軸201の近傍領域は、ハーフミラーとして形成されており、入射される光束の一部が透過する。透過した光束は、メインミラー232と連動して動作するサブミラー238で反射されて、AF光学系239へ導かれる。AF光学系239を通過した被写体光束は、AFセンサ240へ入射される。AFセンサ240は、受光した被写体光束から位相差信号を検出する。なお、サブミラー238は、メインミラー232が被写体光束から退避する場合は、メインミラー232に連動して被写体光束から退避する。

40

【0040】

斜設されたメインミラー232の後方には、光軸201に沿って、フォーカルプレーンシャッタ241、光学ローパスフィルタ242、撮像素子243が配列されている。フォーカルプレーンシャッタ241は、撮像素子243へ被写体光束を導くときに開放状態を取り、その他のときに遮蔽状態を取る。光学ローパスフィルタ242は、撮像素子243の画素ピッチに対する被写体像の空間周波数を調整する役割を担う。そして、撮像素子243は、例えばCMOSセンサなどの光電変換素子であり、受光面で結像した被写体像を

50



電気信号に変換する。

【 0 0 4 1 】

撮像素子 2 4 3 で光電変換された電気信号は、メイン基板 2 4 4 に搭載された DSP である画像処理部 2 4 6 で画像データに処理される。メイン基板 2 4 4 には、画像処理部 2 4 6 の他に、カメラユニット 2 3 0 のシステムを統合的に制御する MPU であるカメラシステム制御部 2 4 5 が搭載されている。カメラシステム制御部 2 4 5 は、カメラシーケンスを管理すると共に、各構成要素の入出力処理等を行う。

【 0 0 4 2 】

カメラユニット 2 3 0 の背面には液晶モニタ等による表示部 2 4 7 が配設されており、画像処理部 2 4 6 で処理された被写体画像が表示される。表示部 2 4 7 は、撮影後の静止画像に限らず、ビューファインダとしての EVF 画像、各種メニュー情報、撮影情報等を表示する。また、カメラユニット 2 3 0 には、着脱可能な二次電池 2 4 8 が収容され、カメラユニット 2 3 0 に限らず、レンズユニット 2 1 0 にも電力を供給する。

10

【 0 0 4 3 】

また、ペンタプリズム 2 3 5 の近傍には使用状態と収納状態を取り得るフラッシュ 2 4 9 を備えており、使用状態においてカメラシステム制御部 2 4 5 の制御により被写体を照射する。フラッシュ 2 4 9 の近傍には、被写体を照射するパターン投光部 2 5 0 を備えており、被写体に対して幾何的模様等であるパターンを投光する。

【 0 0 4 4 】

図 3 は、本実施形態に係る構造化開口ユニット 3 0 0 の外観図である。図 3 ( a ) は光軸 2 0 1 方向から見た正面図であり、図 3 ( b ) は側面図である。

20

【 0 0 4 5 】

構造化開口ユニット 3 0 0 は、保持枠 3 0 1、フィルタ 3 0 2、ベース部 3 0 7、外周部 3 0 8 および把持部 3 0 9 を主な構成要素とする。保持枠 3 0 1 は、中心部分が中空の円筒形を成し、フィルタ 3 0 2 は、保持枠 3 0 1 の中空部分に張設されて固定されている。保持枠 3 0 1 の外周部にはギア 3 0 6 が全周にわたって設けられている。保持枠 3 0 1 は、ベース部 3 0 7 に回転機構を介して連結され、図示する矢印方向へ回転自在に支持されている。ベース部 3 0 7 は、保持枠 3 0 1 の中空部分と同様に、被写体光束範囲に中空部分を有する。したがって、保持枠 3 0 1 にフィルタ 3 0 2 が張設されていなければ、構造化開口ユニット 3 0 0 をレンズユニット 2 1 0 へ装着しても、被写体光束に何ら影響を与えない。

30

【 0 0 4 6 】

ベース部 3 0 7 の端部には外周部 3 0 8 と把持部 3 0 9 が一体的に形成されている。ユーザは、把持部 3 0 9 を掴んで構造化開口ユニット 3 0 0 をレンズユニット 2 1 0 に対して挿抜する。

【 0 0 4 7 】

フィルタ 3 0 2 は、被写体光束を遮断する遮断フィルタ部 3 0 3、赤色の波長帯を透過させる R フィルタ部 3 0 4 および青色の波長帯を透過させる B フィルタ部 3 0 5 から構成される。図示するように R フィルタ部 3 0 4 と B フィルタ部 3 0 5 は、フィルタ 3 0 2 の中心を通る光軸 2 0 1 に対して、それぞれ偏心した位置であって互いに対称となる位置に設けられている。別言すれば、遮断フィルタ部 3 0 3 の中心に対して、それぞれ偏心した位置であって互いに対称となる位置に設けられた 2 つの開口に、赤色の波長帯を透過させる R フィルタ部 3 0 4 と青色の波長帯を透過させる B フィルタ部 3 0 5 が形成されている。

40

【 0 0 4 8 】

フィルタ 3 0 2 を固定する保持枠 3 0 1 は、上述のように矢印方向へ回転するので、R フィルタ部 3 0 4 と B フィルタ部 3 0 5 の光軸 2 0 1 に対する相対的な位置関係は、保持枠 3 0 1 の回転に伴って変化する。例えば、保持枠 3 0 1 が 1 8 0 度回転されると、図示する R フィルタ部 3 0 4 と B フィルタ部 3 0 5 の位置関係が逆転して、左側に R フィルタ部 3 0 4 が、右側に B フィルタ部 3 0 5 が配置されることになる。つまり、構造化開口ユ

50

ニット300は、光軸201を中心に回転させてRフィルタ部304とBフィルタ部305の位置関係を変更させる自転機構を備える。

【0049】

図4は、構造化開口ユニット300をレンズユニット210に装着する様子を示す図である。図4(a)は、構造化開口ユニット300をレンズユニット210に挿し込む直前の様子を示し、図4(b)は、装着された様子を示す。

【0050】

ユーザは、把持部309を把持して、構造化開口ユニット300をレンズ鏡筒217に設けられた装着スリット219へ挿し込む。すると、構造化開口ユニット300は、ベース部307の側面がレンズ鏡筒217の内部に設けられた挿抜ガイド220に案内されて、フィルタ302の中心が光軸201と一致する位置に到達する。フィルタ302の中心が光軸201と一致する位置に到達すると、外周部308が装着スリット219に嵌合し、外周部308の外表面がレンズ鏡筒217の外観面と一致する。同時に、ギア306は、アクチュエータ215の駆動ギアと噛合する。このように、構造化開口ユニット300がレンズユニット210と一体化されると、レンズシステム制御部216は、アクチュエータ215により保持枠301を回転させることができ、光軸201周りにRフィルタ部304とBフィルタ部305の位置関係を変更することができる。

【0051】

図5は、撮像素子243の画素上に配置されたカラーフィルタの説明図である。本実施例におけるカラーフィルタの配列は、いわゆるベイヤー配列であり、4画素を1組として、各画素上にR画素フィルタ、G画素フィルタ、G画素フィルタおよびB画素フィルタが設けられている。したがって、各画素が感度を有する波長帯は、それぞれに設けられた画素フィルタによって規制される。例えば、R画素フィルタが設けられた画素は、赤色の波長帯に対して感度を持つ。撮像素子243の全体としては、2次的に配列された画素のそれぞれが離散的にR画素フィルタ、G画素フィルタおよびB画素フィルタのいずれかを備えることになるので、撮像素子243は、入射する被写体光束をそれぞれの波長帯に分離して検出していると言える。換言すれば、撮像素子243は、受光面に結像する被写体像をRGBの3つの波長帯に分離して光電変換する。

【0052】

図6は、撮像素子243の画素が感度を有する波長帯と、構造化開口のそれぞれのフィルタ部が透過する波長帯の関係を示す図である。図は、縦軸に透過率(%)を、横軸に波長(nm)を示す。透過率が高い波長の光ほど、画素を構成するフォトダイオードに到達することを表す。

【0053】

B曲線601は、B画素フィルタが設けられた画素の感度を示し、同様にG曲線602はG画素フィルタが設けられた画素の感度を、R曲線603はR画素フィルタが設けられた画素の感度を示す。図示されるように、隣り合う波長帯であるB曲線601とG曲線602、および、G曲線602とR曲線603は若干の重なり部分を有しており、一方、互いに離れた波長帯であるB曲線601とR曲線603は互いに交わることが無い。すなわち、B画素フィルタが設けられた画素は、青色波長帯と共に若干の緑色波長帯にも感度を有するが、赤色波長帯には感度を有さない。同様に、R画素フィルタが設けられた画素は、赤色波長帯と共に若干の緑色波長帯にも感度を有するが、青色波長帯には感度を有さない。一方、G画素フィルタが設けられた画素は、緑色波長帯と共に若干の赤色波長帯にも青色波長帯にも感度を有する。

【0054】

構造化開口のBフィルタ部305は、矢印611の波長帯を透過させる。同様に、Rフィルタ部304は、矢印613の波長帯を透過させる。したがって、B画素フィルタが設けられた画素は、構造化開口のBフィルタ部305を透過した被写体光束に対して感度を持ち、R画素フィルタが設けられた画素は、構造化開口のRフィルタ部304を透過した被写体光束に対して感度を持つと言える。上述のように、B画素フィルタが設けられた画

10

20

30

40

50

素は赤色波長帯には感度を有さず、R画素フィルタが設けられた画素は青色波長帯には感度を有さない。したがって、別言すれば、B画素フィルタが設けられた画素は、構造化開口のRフィルタ部304を透過した被写体光束に対して感応せず、R画素フィルタが設けられた画素は、構造化開口のBフィルタ部305を透過した被写体光束に対して感応しない。

【0055】

すると、Rフィルタ部304を開口とする赤色波長帯の被写体画像と、Bフィルタ部305を開口とする青色波長帯の被写体画像を、一度の撮影により取得することができる。すなわち、波長帯分離を利用することにより、図1(b-1)と(b-2)を用いて説明したコーデッドアパーチャペアにおける二度の撮影動作を、一度の撮影動作で済ますことができる。それぞれの開口位置および透過波長帯に対応した各深さのPSFを予め用意しておけば、図1を用いて説明したコーデッドアパーチャペアによる距離算出の手法をこれらの画像に適用することができる。一度の撮影により異なる2つの開口を通過する被写体画像をそれぞれ取得することができるので、画像間に生じる被写体の動き、撮影者の手振れの影響を受けることが無く、距離情報を精度良く算出することができる。

10

【0056】

なお、このように撮影される赤色波長帯の被写体画像と青色波長帯の被写体画像は、それぞれR画素フィルタが設けられた画素の出力のみ、または、B画素フィルタが設けられた画素の出力のみを集めて互いに分離されるので、通常の撮影における画像処理とは異なる画像処理により形成される。したがって、ここでは通常の撮影により取得される撮影画像を本撮影画像と呼び、構造化開口を用いて取得される撮影画像を補助撮影画像と呼ぶ。本撮影画像は構造化開口ユニット300をレンズユニット210から抽出して撮影された画像であり、補助撮影画像は構造化開口ユニット300をレンズユニット210へ装着して撮影された画像である。

20

【0057】

このように、撮像素子243が入射する被写体光束を複数の波長帯に分離して検出する性質を利用して補助撮影画像を取得すると、次に、被写体の色依存が問題となる。すなわち、上述の構造化開口の場合、Rフィルタ部304を開口とする赤色波長帯の被写体画像は、Rフィルタ部304が透過する色成分を持つ被写体のみが像として現れ、遮断する色成分しか持たない被写体は像として現れない。同じく、Bフィルタ部305を開口とする青色波長帯の被写体画像は、Bフィルタ部305が透過する色成分を持つ被写体のみが像として現れ、遮断する色成分しか持たない被写体は像として現れない。このような被写体に対しては、精度の良い距離情報を算出することができない。

30

【0058】

そこで、一度の撮影により取得できる距離情報を更に精度を高めたいときには、Rフィルタ部304とBフィルタ部305を反転させてもう一度補助撮影画像を取得する。つまり、アクチュエータ215を駆動して保持枠301を180度回転させて、同一被写体に対して再度撮影を行う。このとき、反転されたそれぞれのフィルタ部に対応した各深さのPSFを予め用意しておけば、同様にコーデッドアパーチャペアの手法を適用することができる。このように補助撮影画像を二度取得すると、一度目の撮影において一方の開口位置から得られた被写体画像に像が現れない領域が存在しても、二度目の撮影においては同一の開口位置から得られる被写体画像の当該領域に像が現れることが期待できる。したがって、距離情報の精度を高めることができる。

40

【0059】

次に、本実施形態に係る一眼レフカメラ200のシステム構成を説明する。図7は、一眼レフカメラ200のシステム構成を概略的に示すブロック図である。一眼レフカメラ200のシステムは、レンズユニット210とカメラユニット230のそれぞれに対応して、レンズシステム制御部216を中心とするレンズ制御系と、カメラシステム制御部245を中心とするカメラ制御系により構成される。そして、レンズ制御系とカメラ制御系は、レンズマウント218とカメラマウント231によって接続される接続部を介して、相

50

互に各種データ、制御信号の授受を行う。

【 0 0 6 0 】

カメラ制御系に含まれる画像処理部 2 4 6 は、カメラシステム制御部 2 4 5 からの指令に従って、撮像素子 2 4 3 で光電変換された撮像信号を画像データに処理する。本撮影画像において処理された画像データは、表示部 2 4 7 へ送られて、例えば撮影後の一定時間の間表示される。これに並行して、処理された画像データは、所定の画像フォーマットに加工され、外部接続 I F 2 5 4 を介して外部メモリに記録される。画像処理部 2 4 6 は、補助撮影画像として撮影された撮像信号から、波長帯ごとに分離された被写体画像を生成する。生成された被写体画像は距離情報算出部 2 5 1 へ引き渡され、距離情報算出部 2 5 1 は、上述の手法により距離情報を算出する。算出された距離情報は、カメラメモリ 2 5 2 へ記録される。

10

【 0 0 6 1 】

カメラメモリ 2 5 2 は、例えばフラッシュメモリなどの不揮発性メモリであり、生成された撮影画像の一時的な記録場所としての他に、一眼レフカメラ 2 0 0 を制御するプログラム、各種パラメータなどを記録する役割を担う。ワークメモリ 2 5 3 は、例えば R A M などの高速アクセスできるメモリであり、処理中の画像データを一時的に保管する役割などを担う。

【 0 0 6 2 】

リリーススイッチ 2 5 5 は押し込み方向に 2 段階のスイッチ位置を備えており、カメラシステム制御部 2 4 5 は、第 1 段階のスイッチである S W 1 が O N になったことを検出すると、A F センサ 3 9 から位相差情報を取得する。そして、レンズシステム制御部 2 1 6 へフォーカスレンズ 2 1 2 の駆動情報を送信する。また、A E センサ 2 3 7 から被写体像の輝度分布を取得して露出値を決定する。さらに、第 2 段階のスイッチである S W 2 が O N になったことを検出すると、予め定められた処理フローに従って本撮影画像の取得、または、補助撮影画像の取得を実行する。本撮影画像の取得と補助撮影画像の取得についての処理フローについては後述する。

20

【 0 0 6 3 】

フラッシュ 2 4 9 は、カメラシステム制御部 2 4 5 の制御に従って被写体を照射する。また、同様にパターン投光部 2 5 0 は、カメラシステム制御部 2 4 5 の制御に従って投光パターンを被写体に投光する。

30

【 0 0 6 4 】

レンズシステム制御部 2 1 6 は、カメラシステム制御部 2 4 5 からの制御信号を受けて各種動作を実行する。レンズメモリ 2 2 1 は、レンズユニット 2 1 0 に固有である P S F を保管している。距離情報算出部 2 5 1 は、カメラシステム制御部 2 4 5 およびレンズシステム制御部 2 1 6 を介して、レンズメモリ 2 2 1 から P S F を取得する。また、構造化開口駆動部 2 2 2 は、レンズシステム制御部 2 1 6 の指示に従ってアクチュエータ 2 1 5 を駆動する。

【 0 0 6 5 】

図 8 は、補助撮影画像の取得から距離情報の算出までの処理フローを示す図である。本フローにおける一連の処理は、カメラシステム制御部 2 4 5 が操作部材を介してユーザから指示を受け付けたとき、または、予め定められた制御プログラムに距離算出処理が組み込まれているとき等に開始される。

40

【 0 0 6 6 】

ステップ S 8 0 1 では、画像処理部 2 4 6 が処理対象となる補助撮影画像を取得する。画像処理部 2 4 6 は、処理対象の補助撮影画像として、撮像素子 2 4 3 から出力された画像信号をそのまま取得しても良いし、撮影後に距離情報を算出しないまま記録部に記録されている補助撮影画像を読み出して取得しても良い。したがって、本実施形態においてはカメラユニット 2 3 0 を画像処理装置として距離情報の算出を実行するが、距離情報の算出は、カメラとは別個の独立した画像処理装置で実行することもできる。例えば、P C を例にすれば、カメラとの間に記録媒体を介在させ、記録媒体に記録された補助撮影画像を

50

読み出して処理することもできるし、有線、無線によりカメラと接続した状態を確立すれば、補助撮影画像の撮影と連動して処理することもできる。

【 0 0 6 7 】

画像処理部 2 4 6 は、ステップ S 8 0 2 で、補助撮影画像から、R フィルタ部 3 0 4 を通過して形成された赤色画像、すなわち、R 画素フィルタが設けられた画素の出力から形成される画像を抽出する。同様に、B フィルタ部 3 0 5 を通過して形成された青色画像を抽出する。画像処理部 2 4 6 は、このように波長帯別画像を抽出すると、これらの画像を距離情報算出部 2 5 1 へ引き渡す。

【 0 0 6 8 】

距離情報算出部 2 5 1 は、波長帯別画像を受け取ると、ステップ S 8 0 3 で、レンズメモリ 2 2 1 に保管されているレンズユニット 2 1 0 の P S F を取得する。なお、距離情報の算出処理が補助撮影画像の撮影動作と連続しない場合には、レンズユニット 2 1 0 が他のレンズユニット 2 1 0 に交換されている場合もあるので、距離情報算出部 2 5 1 は、他の保管場所から P S F を取得するように構成しても良い。

【 0 0 6 9 】

例えば、補助画像データは、撮影処理時にレンズメモリ 2 2 1 に記録されている P S F を E X I F 情報などの付帯情報として取り込むこともできるし、カメラメモリ 2 5 2 は、レンズユニット 2 1 0 が装着されるタイミングでレンズメモリ 2 2 1 から P S F を取り込むこともできる。したがって、距離情報算出部 2 5 1 は、補助撮影画像の付帯情報、カメラメモリ 2 5 2 などから P S F を取得することもできる。なお、距離情報算出部 2 5 1 は、補助撮影画像の付帯情報として記録されているレンズユニット情報と開口位置情報から、カメラメモリ 2 5 2 などの記録部に記録されている P S F から使用すべき P S F を特定することもできる。このような場合は、補助撮影画像の撮影時に用いられたレンズユニットの情報を取得するステップと、当該レンズユニットに対応するそれぞれの P S F を取得するステップとを分けて処理すると良い。

【 0 0 7 0 】

距離情報算出部 2 5 1 は、このように取得した波長帯別画像とこれに対応した P S F を用いて、ステップ S 8 0 4 で、距離情報を算出する。距離情報は、上述のようにコーデッドアパーチャペアの手法を用いて算出される。なお、算出された距離情報は、距離画像データとして別途独立したファイルを生成しても良いし、補助撮影画像に付帯して記録しても良い。別途独立したファイルを生成する場合には、補助撮影画像に対してリンク情報を記録する。算出された距離情報は、例えば、同一距離と判断された被写体が存在する画素領域情報と当該距離をセットとして、距離ごとに複数セット分リスト化されたテーブル形式のデータ構造を有する。算出できる距離の分解能は、P S F がどれだけの距離ピッチごとに用意されているかに依存するので、高い分解能を得たい場合には、細かい距離ピッチで刻んだ P S F を予め用意すれば良い。以上により一連の処理フローを終了する。

【 0 0 7 1 】

構造化開口を回転させて二度の補助撮影画像を行った場合には、それぞれの補助撮影画像に対して上述のフローを繰り返す。ただし、一枚目の補助撮影画像を用いて算出した結果、距離情報が抜け落ちた領域が無ければ、二枚目の補助撮影画像の処理を実行することなくそのまま終了しても良い。なお、二枚目の補助撮影画像の処理により、一枚目の補助撮影画像の処理で距離情報が抜け落ちた領域を修正するのみならず、互いに算出された距離情報を比較することによりエラーチェックを行うこともできる。

【 0 0 7 2 】

以上の説明においては、構造化開口として R フィルタ部 3 0 4 と B フィルタ部 3 0 5 の 2 つの開口を有する構造化開口ユニット 3 0 0 を例に説明したが、構造化開口には他にもさまざまバリエーションが存在する。その例を以下に説明する。

【 0 0 7 3 】

図 9 は、他の構造化開口 4 0 0 の構成を示す図である。図 3 のフィルタ 3 0 2 が R フィルタ部 3 0 4 および B フィルタ部 3 0 5 の 2 つのフィルタ部を有するのに対して、構造化

10

20

30

40

50

開口400のフィルタ402は、Rフィルタ部404およびBフィルタ部405に加え、緑色の波長帯を透過させるGフィルタ部406を有する。

【0074】

具体的な構造として、保持枠401は、中心部分が中空の円筒形を成し、フィルタ402は、保持枠401の中空部分に張設されて固定されている。保持枠401の外周部にはギア407が全周にわたって設けられている。したがって、保持枠301に代えて保持枠401を構造化開口ユニット300に適用すれば、上述の使用形態と同様の使用形態を実現させることができる。

【0075】

図示するように、Rフィルタ部404、Gフィルタ部406およびBフィルタ部405は、フィルタ402の中心を通る光軸201に対して、それぞれ偏心した位置であって互いに120度の間隔を成す対称位置に設けられている。別言すれば、遮断フィルタ部403の中心に対して、それぞれ偏心した位置であって互いに120度の間隔を成す対称位置に設けられた3つの開口に、赤色の波長帯を透過させるRフィルタ部404、緑色の波長帯を透過させるGフィルタ部406および青色の波長帯を透過させるBフィルタ部405が形成されている。

【0076】

Gフィルタ部406を加えることにより、撮像素子243におけるG画素フィルタが設けられた画素の出力である緑色画像を補助撮影画像として利用することができる。このように構造化開口を設定すれば、撮像素子243が分離する波長帯を余すことなく利用でき、距離情報の精度向上に寄与する。具体的には、それぞれの開口位置および透過波長帯に対応した各深さのPSFを予め用意しておけば、図1を用いて説明したコーデッドアパーチャによる距離算出の手法をこれらの画像に適用することができる。ただし、各計算式において、 $i = 1, 2, 3$ とする。さらに、自転機構を利用して各フィルタ部の相対的な位置関係を変更して補助撮影画像を取得すれば、より精度の高い距離情報を算出することができる。

【0077】

なお、上述のように、G画素フィルタが設けられた画素は、緑色波長帯と共に若干の赤色波長帯にも青色波長帯にも感度を有するので、緑色画像は、Rフィルタ部404およびBフィルタ部405を通過した被写体光束の影響を受けている。したがって、緑色画像は純粋にGフィルタ部406の開口を通過した被写体光束による画像とは言えないので、距離情報を算出する処理においては、緑色画像を補助的に利用することが好ましい。この意味において、開口を2つに設定する場合には、互いの被写体光束の影響を受けにくいように、撮像素子が分離する複数の波長帯において互いに最も離れた波長帯に対応するフィルタをそれぞれ用いることが好ましいと言える。

【0078】

また、補助撮影画像から、赤色画像、緑色画像および青色画像が抽出できれば、被写体画像としてカラー画像を形成できる。したがって、構造化開口を介しながらも一定画質の視認用画像を取得することができる。

【0079】

図10は、更に他の構造化開口500の構成を示す図である。図3を用いて説明した構造化開口ユニット300は、自転機構を利用してRフィルタ部304とBフィルタ部305の相対位置を反転させた。また、本撮影画像を撮影するときは構造化開口ユニット300をレンズユニット210から拔出し、補助撮影画像を撮影するときは構造化開口ユニット300をレンズユニット210へ装着した。これに対し、構造化開口500は、公転機構を利用してRフィルタ部とBフィルタ部の相対位置を反転させ、本撮影画像を撮影するときもレンズユニット210から拔出することを要しない。

【0080】

レンズ鏡筒517は、少なくとも構造化開口500を内包する部位において断面が広く設定されている。なお、図4を用いて説明したレンズ鏡筒217に相当する外形は、点線

10

20

30

40

50

5 1 1に相当する。構造化開口5 0 0は、3つの開口を有する保持枠5 0 1と、そのうちの2つの開口に張設されたフィルタ5 2 2, 5 3 2を主な構成要素とする。保持枠5 0 1の中心には回転軸5 1 0が設けられており、保持枠5 0 1はレンズ鏡筒5 1 7に対して回転自在に軸支されている。保持枠5 0 1は全体として円形を成し、その外周部分には全集にわたって内向きにギア5 0 6が設けられている。ギア5 0 6は、レンズ鏡筒5 1 7内に支持されたアクチュエータ5 1 5と直接またはギアトレインを介して連結されており、保持枠5 0 1は、アクチュエータ5 1 5の駆動により回転軸5 1 0回りに回転する。

【0 0 8 1】

保持枠5 0 1は、回転軸5 1 0を中心として互いに1 2 0度の間隔を成す対称位置に、被写体光束と略同じ大きさ開口を3つ備えている。そのうちの一つにフィルタ5 2 2が、他の一つにフィルタ5 3 2が張設され、残り一つは被写体光束の全部を通過させる全開口5 4 2である。そして、レンズシステム制御部2 1 6は、アクチュエータ5 1 5の駆動により、フィルタ5 2 2、5 3 2および全開口5 4 2のうちのいずれか一つを、光軸2 0 1を中心とする被写体光束中に配設することができる。つまり、被写体光束にフィルタ5 2 2、5 3 2および全開口5 4 2のいずれかを挿抜することができる。

10

【0 0 8 2】

フィルタ5 2 2は、フィルタ3 0 2と同様に、被写体光束を遮断する遮断フィルタ部5 2 3、赤色の波長帯を透過させるRフィルタ部5 2 4および青色の波長帯を透過させるBフィルタ部5 2 5から構成される。赤色の波長帯を透過させるRフィルタ部5 2 4と青色の波長帯を透過させるBフィルタ部5 2 5は、遮断フィルタ部5 2 3の中心に対して、それぞれ偏心した位置であって互に対称となる位置に設けられたペアとなる2つの開口にそれぞれ形成されている。

20

【0 0 8 3】

同様に、フィルタ5 3 2も、被写体光束を遮断する遮断フィルタ部5 3 3、赤色の波長帯を透過させるRフィルタ部5 3 4および青色の波長帯を透過させるBフィルタ部5 3 5から構成される。赤色の波長帯を透過させるRフィルタ部5 3 4と青色の波長帯を透過させるBフィルタ部5 3 5は、遮断フィルタ部5 3 3の中心に対して、それぞれ偏心した位置であって互に対称となる位置に設けられたペアとなる2つの開口にそれぞれ形成されている。

30

【0 0 8 4】

そして、フィルタ5 2 2の開口のペアとフィルタ5 3 2の開口のペアは、保持枠5 0 1が1 2 0度回転されたときに一致するように配置されている。また、Rフィルタ部5 2 4とBフィルタ部5 2 5の相対位置関係は、Rフィルタ部5 3 4とBフィルタ部5 3 5の相対位置関係と逆転して形成されている。したがって、被写体光束にフィルタ5 2 2を配設したときとフィルタ5 3 2を配設したときで、ちょうどRフィルタ部とBフィルタ部の関係が入れ替わった状態を実現する。

【0 0 8 5】

なお、保持枠5 0 1のうち、3つの開口を形成するプレート部分は非透過部材で形成することが好ましい。さらには、植毛紙等の遮光部材で表面を処理することが好ましい。このような対策により、鏡筒内の迷光を遮断することが期待できる。

40

【0 0 8 6】

以上のように構造化開口5 0 0を構成すれば、ユーザによる構造化開口ユニットの挿抜動作を省くことができる。すなわち、レンズシステム制御部2 1 6がアクチュエータ5 1 5を駆動して自動的に、本撮影画像を撮影するときには全開口5 4 2を被写体光束に配置させ、補助撮影画像を撮影するときにはフィルタ5 2 2, 5 3 2を被写体光束に配置させることができる。なお、保持枠5 0 1にフィルタを張設する開口をさらに追加して、構造化開口4 0 0の3つのフィルタ部が順次相対的な位置関係を変えながら被写体光束に挿抜されるように構成しても良い。

【0 0 8 7】

図1 1は、更に他の構造化開口7 0 0の構成を示す図である。これまでに説明した構造

50

化開口は、遮断フィルタ部に設けられた開口にRフィルタ部、Gフィルタ部、Bフィルタ部のいずれかを配して構成されていた。このような構成は、撮像素子243を構成する画素に設けられた画素フィルタのいずれかの波長帯に一致させることを目的としている。これに対し、構造化開口700のフィルタ構成は、フィルタ302と補色の関係にある。

【0088】

保持枠701は、中心部分が中空の円筒形を成し、フィルタ702は、保持枠701の中空部分に張設されて固定されている。保持枠701の外周部にはギア706が全周にわたって設けられている。したがって、保持枠301に代えて保持枠701を構造化開口ユニット300に適用すれば、構造化開口ユニット300の使用形態と同様の使用形態を実現させることができる。

10

【0089】

フィルタ702は、被写体光束を透過する透過フィルタ部703、シアンの波長帯を透過させるCフィルタ部704およびイエローの波長帯を透過させるYフィルタ部705から構成される。図示するようにCフィルタ部704とYフィルタ部705は、フィルタ702の中心を通る光軸201に対して、それぞれ偏心した位置であって互いに対称となる位置に設けられている。別言すれば、透過フィルタ部703の中心に対して、それぞれ偏心した位置であって互いに対称となる位置に設けられた2つの開口に、シアンの波長帯を透過させるCフィルタ部704とイエローの波長帯を透過させるYフィルタ部705が形成されている。

【0090】

20

シアンは赤色の補色であり、Cフィルタ部704は、被写体光束のうち赤色の波長帯を遮断するが青色と緑色の波長帯を通過させる。イエローは青色の補色であり、Yフィルタ部705は、被写体光束のうち青色の波長帯を遮断するが赤色と緑色の波長帯を通過させる。したがって、R画素フィルタが設けられた画素の出力を集めて生成される赤色画像は、Cフィルタ部704に入射する赤色の被写体光束が遮断された被写体画像であり、Cフィルタ部704の偏心位置に基づいた偏りを持った被写体画像である。同様に、B画素フィルタが設けられた画素の出力を集めて生成される青色画像は、Yフィルタ部705に入射する青色の被写体光束が遮断された被写体画像であり、Yフィルタ部705の偏心位置に基づいた偏りを持った被写体画像である。

【0091】

30

したがって、それぞれの開口位置および遮断波長帯に対応した各深さのPSFを予め用意しておけば、図1を用いて説明したコーデッドアパーチャペアによる距離算出の手法をこれらの画像に適用することができる。一度の撮影により異なる2つの開口を通過する被写体画像をそれぞれ取得することができることは構造化開口ユニット300と同様であり、画像間に生じる被写体の動き、撮影者の手振れの影響を受けることが無く、距離情報を精度良く算出することができる。

【0092】

また、緑色の波長帯は、フィルタ702のいずれの部分によっても遮断されないので、G画素フィルタが設けられた画素の出力は、本撮影画像の撮影における出力とほぼ同様である。したがって、赤色画像と青色画像と共に緑色画像も取得できるので、被写体画像としてカラー画像を形成できる。これにより、構造化開口を介しながらも一定画質の視認用画像を取得することができる。なお、緑色の補色であるマゼンタの波長帯を透過させるMフィルタ部も含めれば、構造化開口400、500の形態にもこのような補色関係にあるフィルタ部を適用することができる。

40

【0093】

次に、構造化開口を配設する位置について説明する。上述の実施形態においては図2で示すように、構造化開口をレンズユニット210の瞳位置またはその近傍に配設した。しかし、構造化開口の配設位置はレンズユニット210の瞳位置近傍に限らない。図12は、構造化開口の他の配設位置を説明する説明図である。

【0094】

50



一眼レフカメラ 800 は、レンズユニット 810 とカメラユニット 830 とから構成される。レンズユニット 810 の瞳位置 801 を通過した被写体光束は一次結像面 831 に結像する。一次結像面 831 で一旦結像した被写体光束は、さらに光学系を介して撮像素子 843 の受光面である二次結像面に結像する。構造化開口 802 は、一次結像面 831 と二次結像面である撮像素子 843 の受光面の間に位置する、瞳位置 801 と共役な位置に配設される。すなわち、構造化開口は、レンズユニットの瞳位置またはその近傍に限らず、これに共役な位置またはその近傍に配設しても良い。特に、一眼レフカメラのようにレンズ交換式カメラの場合、カメラユニット側に構造化開口を設ければ、レンズユニットごとに構造化開口を配設しなくても良い。

#### 【0095】

以上の実施形態においては、一眼レフカメラを例に説明したが、光学ファインダを持たないレンズ交換式カメラ、レンズユニットが一体化されたコンパクトカメラ、動画撮影を行うこともできるビデオカメラといった撮像装置に対しても適用することができる。

#### 【0096】

また、以上の実施形態においては、撮像素子としてベイヤー配列のカラーフィルタを有する単板式撮像素子を例に説明したが、他のカラーフィルタ配列であっても良く、さらには、RGB に限らず他の波長帯を透過させるフィルタが配列されていても良い。この場合、構造化開口のフィルタ部は、撮像素子のカラーフィルタの波長帯に応じて透過および遮断波長帯が選択される。また、カラーフィルタを持たず、フォトダイオードの奥行き方向に異なる感応波長帯を有する撮像素子に対しても適用できる。この場合、構造化開口のフィルタ部は、フォトダイオードの奥行き方向で分離される波長帯に応じて透過および遮断波長帯が選択される。さらには、単板の撮像素子を備えるカメラに限らず、例えば RGB のそれぞれに分けられた三板式カメラのような、入射する被写体光束を複数の波長帯に分離してそれぞれの波長帯を独立して受光する複数の撮像素子を備えるカメラに対しても適用することができる。

#### 【0097】

次に、図 2 等を用いて説明した、構造化開口ユニット 300 を適用した一眼レフカメラ 200 による撮影シーケンスの例を説明する。ただし、バリエーションとして説明した他の構成の構造化開口、構造化開口の配設位置、撮像素子の種類、数等についても、適宜組み合わせ適用し得る。

#### 【0098】

図 13 は、本撮影画像および補助撮影画像の取得フローを示す図である。撮影シーケンスが開始されると、カメラシステム制御部 245 は、ステップ S1301 で、これから行う撮影動作が本撮影画像の撮影動作か、補助撮影画像の撮影動作かを判断する。本撮影画像の撮影動作であると判断したときは、ステップ S1302 へ進む。

#### 【0099】

ステップ S1302 でカメラシステム制御部 245 は、ユーザにより構造化開口ユニット 300 が被写体光束から拔出されているか否かを判断する。拔出されているか否かは、例えば、アクチュエータ 215 を回転させたときに検出される負荷の大小により判断できる。または、フォトインタラプタなどのセンサを設けて判断しても良い。なお、図 10 を用いて説明した構造化開口 500 のような公転機構を採用する場合は、ステップ S1302 の判断処理に代えて、アクチュエータ 515 により全開口 542 を被写体光束に挿入する動作処理を実行する。

#### 【0100】

カメラシステム制御部 245 は、構造化開口ユニット 300 が拔出されたと判断したらステップ S1303 へ進む。拔出されるまではステップ S1302 で待機する。

#### 【0101】

ステップ S1303 では、カメラシステム制御部 245 は、リリーススイッチ 255 の SW1 が ON にされるのを待って、被写体の測光を行う。具体的には、カメラシステム制御部 245 は、AE センサ 237 から被写体像の輝度分布を取得する。カメラシステム制

10

20

30

40

50

御部 2 4 5 は、被写体像の輝度分布を取得したら、ステップ S 1 3 0 4 に進み、露出値を算出する。ここで、露出値とは、撮像素子 2 4 3 を被写体光束に露光する露光時間、被写体光束を制限する絞り 2 1 4 の絞り値、および撮像素子 2 4 3 の読み出しゲインに対応する ISO 感度の 3 つの数値である。

【 0 1 0 2 】

露出値は、カメラメモリに予め記録されたプログラム線図によって決定される。例えば、ユーザにより絞り優先モードに設定されている場合は、カメラシステム制御部 2 4 5 は、ユーザが設定した絞り値はそのままにして、露光時間と撮像感度を一定のルールに即して設定されているプログラム線図上の値により決定する。

【 0 1 0 3 】

また、カメラシステム制御部 2 4 5 は、SW 1 が ON にされると、測光処理の他にも合焦動作などの撮影準備処理を実行する。合焦動作は、AF センサ 2 4 0 から取得された位相差情報に基づいて、レンズシステム制御部 2 1 6 がフォーカスレンズ 2 1 2 を駆動することにより実現される。

【 0 1 0 4 】

撮影準備処理が終了すると、カメラシステム制御部 2 4 5 は、ステップ S 1 3 0 5 へ進み、レリーズスイッチ 2 5 5 の SW 2 が ON にされるのを待って、本撮影画像の取得動作を実行する。具体的には、メインミラー 2 3 2 およびサブミラー 2 3 8 を被写体光束から退避させ、決定された露出値に従って絞り 2 1 4 およびフォーカルプレーンシャッタ 2 4 1 を動作させる。さらに、フォーカルプレーンシャッタ 2 4 1 が開放されている間に撮像素子 2 4 3 の各画素に蓄積された電荷を読み出し、画像処理部 2 4 6 に予め設定されたフォーマットに従って画像ファイルを生成させ、当該画像ファイルを記録部に記録する。

【 0 1 0 5 】

カメラシステム制御部 2 4 5 は、一連の本撮影画像の撮影動作が終了したらステップ S 1 3 0 6 へ進み、引き続き補助撮影画像の撮影動作が指示されているか否かを判断する。補助撮影画像の撮影動作が指示されていないければ、一連の処理を終了する。

【 0 1 0 6 】

カメラシステム制御部 2 4 5 は、ステップ S 1 3 0 1 またはステップ S 1 3 0 6 で補助撮影画像の撮影動作が指示されていると判断したら、ステップ S 1 3 0 7 へ進み、ユーザにより構造化開口ユニット 3 0 0 が被写体光束中に装着されているか否かを判断する。カメラシステム制御部 2 4 5 は、構造化開口ユニット 3 0 0 が装着されるまでステップ S 1 3 0 7 で待機する。なお、図 1 0 を用いて説明した構造化開口 5 0 0 のような公転機構を採用する場合は、ステップ S 1 3 0 7 の判断処理に代えて、アクチュエータ 5 1 5 によりフィルタ 5 2 2 またはフィルタ 5 3 2 を被写体光束に挿入する動作処理を実行する。

【 0 1 0 7 】

カメラシステム制御部 2 4 5 は、構造化開口ユニット 3 0 0 が装着されたと判断したらステップ S 1 3 0 8 へ進む。補助撮影画像の撮影動作は、被写体光束中に構造化開口を介在させて実行するので、撮像素子 2 4 3 に到達する被写体光束の光学的条件が、本撮影画像の撮影動作時とは大きく異なる。簡単には、撮像素子 2 4 3 に到達する被写体光束が構造化開口によって制限されるので、本撮影画像の撮影条件と同じ条件では暗い画像が取得されることになる。そこで、カメラシステム制御部 2 4 5 は、補助撮影画像の撮影条件を、本撮影画像の撮影条件とは異ならせる。

【 0 1 0 8 】

そこで、本実施形態においては、カメラシステム制御部 2 4 5 は、補助撮影画像の撮影動作時にフラッシュ 2 4 9 を動作させて被写体を照射する。カメラシステム制御部 2 4 5 は、ステップ S 1 3 0 8 へ進むと、SW 1 が ON にされるのを待って、フラッシュ 2 4 9 の事前照射動作であるプリ発光を行い、被写体の測光を行う。具体的には、カメラシステム制御部 2 4 5 は、AE センサ 2 3 7 から被写体像のプリ発光時における輝度分布を取得する。

【 0 1 0 9 】

カメラシステム制御部 245 は、被写体像の輝度分布を取得したら、ステップ S 1309 へ進み、露出値を算出する。このときの露出値はフラッシュ 249 の発光を前提とした値であり、したがって、カメラシステム制御部 245 は、ステップ S 1310 へ進み、撮影動作時におけるフラッシュ 249 の照射量を決定する。なお、照射量の算出は、A E センサ 237 から得られる輝度分布情報から行っても良いが、本撮影画像の撮影動作時にもフラッシュ 249 を照射させたのであれば、当該撮影動作時における照射量から、補助撮影画像の撮影動作における照射量を算出しても良い。具体的には、構造化開口を被写体光束中に介在させることによりカットされる光量は事前の実験等により把握されるので、これに応じて低下する露出段数分に相当する光量を本撮影画像の撮影動作時における照射量に足して算出する。

10

**【 0 1 1 0 】**

なお、ステップ S 1309 における露出値の算出は、ステップ S 1310 のフラッシュ 249 の照射量の決定とセットで実行されるが、露出値のうち ISO 感度については、ステップ S 1304 で算出される ISO 感度よりも大きく設定すると良い。すなわち、補助撮影画像における被写体のぶれは、距離情報の算出に悪影響を及ぼし精度の低下を招くので、撮像素子 243 に対する露光時間は短いことが好ましい。そこで、露光時間を短くすべく、ISO 感度を大きく設定する。補助撮影画像はユーザの鑑賞画像ではないので、距離情報の算出に影響しない限りにおいて ISO 感度が大きく設定されても良い。したがって、カメラシステム制御部 245 が設定し得る ISO 感度の上限は、本撮影画像の撮影動作時の値と補助撮影画像の撮影動作時の値で異なり、補助撮影画像の撮影動作時の値の方が大きい。

20

**【 0 1 1 1 】**

このように撮影動作時における露出値と照射量が決定されると、カメラシステム制御部 245 は、ステップ S 1311 へ進み、リリーススイッチ 255 の SW 2 が ON にされるのを待って、第 1 補助撮影画像の取得動作を実行する。具体的には、メインミラー 232 およびサブミラー 238 を被写体光束から退避させ、決定された露出値に従って絞り 214 およびフォーカルプレーンシャッタ 241 を動作させる。このとき、決定された照射量に従ってフラッシュ 249 を動作させ被写体を照射する。さらに、フォーカルプレーンシャッタ 241 が開放されている間に撮像素子 243 の各画素に蓄積された電荷を読み出し、画像処理部 246 に赤色画像および青色画像を含む補助撮影画像ファイルを生成させ、当該画像ファイルを記録部に記録する。

30

**【 0 1 1 2 】**

さらにカメラシステム制御部 245 は、ステップ S 1312 へ進み、レンズシステム制御部 216 およびアクチュエータ 215 を介して構造化開口ユニット 300 の保持枠 301 を回転させ、R フィルタ部 304 と B フィルタ部 305 の相対的な位置関係を反転させる。

**【 0 1 1 3 】**

そして、ステップ S 1313 へ進み、同じ露出値と照射量で第 2 補助撮影画像の取得動作を実行する。具体的な処理は第 1 補助撮影画像の取得動作と同様である。以上により一連の処理を終了する。

40

**【 0 1 1 4 】**

なお、本フローにおいては、補助撮影画像として、R フィルタ部 304 と B フィルタ部 305 を反転させて二度撮影動作を行った。しかし、上述のように一枚の補助撮影画像からも距離情報は算出できるので、特に精度を求めないのであれば第 2 補助撮影画像の取得を省いても構わない。または、第 1 補助撮影画像を解析して、被写体領域中に距離を算出できない領域があると判断されたときに、第 2 補助撮影画像の取得を実行しても良い。また、構造化開口 400 のように緑色画像も利用する場合には、3 つのフィルタ部の相対的な位置関係を変えつつ三度の撮影動作を実行しても良い。

**【 0 1 1 5 】**

また、本フローにおいては、補助撮影画像の撮影動作時にフラッシュ 249 を照射させ

50

て構造化開口による光量低下を補った。しかし、被写体環境によってはフラッシュ 2 4 9 を照射させずに他の撮影条件を変更することにより光量低下を補っても良い。例えば、上述のように、ISO 感度を大きな値に設定する。または、予め定められた露光時間を下限として、露光時間を長めに設定しても良い。つまり、カメラシステム制御部 2 4 5 は、本撮影画像の撮影条件と比較して、補助撮影画像の撮影条件を、被写体光束をより取り込む、取り込んだ光をより増幅する方向に変更すればよい。

#### 【 0 1 1 6 】

また、本フローにおいては構造化開口ユニット 3 0 0 を利用することを前提に説明したが、図 1 を用いて説明した従来のシングルコーデッドアパーチャ、コーデッドアパーチャペアを利用する場合であっても、撮像素子 2 4 3 に到達する被写体光束が構造化開口によ

10

#### 【 0 1 1 7 】

り制限されることに変わりはない。したがって、いずれの構造化開口を利用する場合であっても、カメラシステム制御部 2 4 5 は、補助撮影画像の撮影条件と本撮影画像の撮影条件を異ならせることが好ましい。

#### 【 0 1 1 8 】

次に、補助撮影画像から算出された距離情報を本撮影画像に適用する手法について説明する。上述のように補助撮影画像は構造化開口を介して取得されるので、たとえ RGB のそれぞれの像を得たとしても、本撮影画像に対しては画質が劣化する。つまり、補助撮影画像は、観賞用の画像としては好ましくない。

20

#### 【 0 1 1 9 】

一方で、被写体領域の距離情報として有効に利用されるのは、本撮影画像に写る被写体に対する距離情報である。したがって、本撮影画像と補助撮影画像を連続的に取得して、補助撮影画像から得られた被写体の距離情報を本撮影画像に適用することが好ましい。しかしながら、連続的に撮影する場合であっても、被写体が動いていたり、カメラを持つユーザの手が揺れていると、それぞれに写る被写体には相互にずれが生じることになる。すると、算出した距離情報をそのまま本撮影画像に適用できない。そこで、本実施形態においては、それぞれに写る被写体に生じた相互のずれを移動ベクトルとして算出し、この移動ベクトルを用いて距離情報を補正する。

30

#### 【 0 1 2 0 】

図 1 4 は、補助撮影画像から本撮影画像の距離情報を算出する算出処理の説明図である。ここでは、連続撮影により取得された一枚目の第 1 本撮影画像、補助撮影画像、二枚目の第 2 本撮影画像を取り込んで、補助撮影画像から算出された距離情報を第 1 本撮影画像および第 2 本撮影画像へ適用する場合について説明する。また、ここでは、それぞれの撮影画像を取得してシーケンシャルに距離情報を算出する場合について説明する。したがって、本実施形態では具体的な算出処理は一眼レフカメラ 2 0 0 の距離情報算出部 2 5 1 が実行するが、上述のように、算出処理は、カメラ内で実行しなくても、例えば PC などの

40

#### 【 0 1 2 1 】

連続的に撮影された第 1 本撮影画像、補助撮影画像、第 2 本撮影画像は、それぞれ時刻  $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$  に撮影された撮影画像である。それぞれの撮影時刻は、ワークメモリ 2 5 3 でそれぞれの撮影画像に対応させて記憶されている。あるいは、それぞれの画像ファイルのタグ情報に記録されていても良い。

#### 【 0 1 2 2 】

時刻  $t_1$  に撮影された第 1 本撮影画像には、図示するように、移動体 9 0 1 と静止体 9 0 2 が写っている。そして、時刻  $t_3$  に撮影された第 2 本撮影画像にも、移動体 9 0 1 と静止体 9 0 2 が写っているが、これらの相対位置は第 1 本撮影画像における相対位置と異

50

なっている。そこで、それぞれの画像領域に対して小領域を設定し、互いの画像間で2次元的に走査してマッチングを行う。マッチングの高い小領域間を囲んで同一被写体と推定される被写体領域を分類すると、移動体901と静止体902を分離することができる。

【0123】

移動体901として分離されたそれぞれの領域を、移動体枠910、911として示す。すると、例えば、第1本撮影画像における移動体枠910の重心位置と、第2本撮影画像における移動体枠911の重心位置の差分を計算することにより、時刻 $t_1$ から時刻 $t_3$ の間に移動体901が移動した移動量を取得することができる。つまり、それぞれの画像の2次元方向を座標系とする画像座標系における移動ベクトル920を算出することができる。

10

【0124】

距離情報算出部251は、補助撮影画像からは各領域における距離情報を算出している。補助撮影画像における移動体901と静止体902のそれぞれの距離情報を把握している。また、補助撮影画像は時刻 $t_2$ に撮影された画像であるから、時刻 $t_1$ と時刻 $t_2$ に対する時刻 $t_3$ の内分比に応じて移動ベクトル920を分割すれば、時刻 $t_1$ から時刻 $t_2$ に対する移動ベクトル921と、時刻 $t_2$ から時刻 $t_3$ に対する移動ベクトル922を算出することができる。

【0125】

移動ベクトル921と移動体枠910が算出できれば、補助撮影画像に移動ベクトル921の分だけ移動された移動体枠910を当てはめて当該領域の距離情報を取得できる。この距離情報が第1本撮影画像の移動体枠910における距離情報となる。また、静止体902に対応する領域はそのまま共通の距離情報として採用できる。なお、補助撮影画像の静止体902のうち移動体901に隠れている領域は、第1本撮影画像に対して距離情報を直接持ち得ないが、例えば周りの距離情報から補間処理を施すことにより補うことができる。

20

【0126】

同様に、補助撮影画像から第2本撮影画像に対する移動体901の移動ベクトル922と移動体枠911を用いて、第2本撮影画像の移動体901の距離情報を算出することができる。また、静止体902に対応する領域、移動体901に隠れる領域も同様に処理できる。

30

【0127】

なお、上述の例においては、二枚の本撮影画像の間に補助撮影画像が挟まれた場合を説明したが、例えば二枚の本撮影画像の後に補助撮影画像が取得されても良い。その場合、二枚の本撮影画像から取得された移動ベクトルを撮影時刻に応じて外分すれば良い。

【0128】

以上の手順により、補助撮影画像と共に連続して撮影される本撮影画像の距離情報を取得することができる。なお、補助撮影画像は、距離情報の精度を高めたい場合には、例えばRフィルタ部304とBフィルタ部305を反転させた二枚を取得するが、その場合は、第1本撮影画像と第2本撮影画像の間に二枚の補助撮影画像が介在することになる。二枚の補助撮影画像を介在させる場合には、それぞれの撮影時刻を考慮して移動ベクトルを算出すれば良い。

40

【0129】

ただし、被写体中に移動体が存在する場合には、本撮影画像間の時間差が大きくなるので、間に撮影される補助撮影画像を一枚にすることが好ましい。その意味において、ユーザの手作業を介する構造化開口ユニット300のような挿抜機構ではなく、フィルタ部と開口部を自動的に切り替えることのできる、例えば図10を用いて説明した構造化開口500のような構成を採用することが好ましい。

【0130】

また、本フローにおいては構造化開口としていずれの構成も採用できる。すなわち、図1を用いて説明した従来のシングルコーデッドアパーチャ、コーデッドアパーチャペアを

50

利用する場合であっても、連続して本撮影画像と補助撮影画像を取得すれば、上述のフローを再現することができる。

【0131】

上述の説明においては、第1本撮影画像と第2本撮影画像の間で移動ベクトルを算出した。すなわち、構造化開口の影響を受けない画像どうしで移動ベクトルを算出することにより、移動ベクトルの精度を高めた。しかし、構造化開口の影響を無視し得れば、本撮影画像と補助撮影画像の二枚に対して同様の手法を採用できる。つまり、補助撮影画像にも移動体901は写っているので、本撮影画像との間でマッチング処理を行えば、両者間の移動ベクトルを算出することができる。算出された移動ベクトルと移動体枠を適用して、補助撮影画像の距離情報を本撮影画像の距離情報として補正できるのは、上述の処理と同様である。このように、本撮影画像と補助撮影画像間で直接的に距離情報の補正処理を実行する場合、撮影時刻による内分処理を伴わないので、それぞれの撮影時刻が記録されていなくても良い。また、当然ながら二枚の本撮影画像が取得されていなくても良い。

10

【0132】

次に、本撮影画像と補助撮影画像の撮影シーケンスのバリエーションについて説明する。図15は、本撮影画像と補助撮影画像の撮影シーケンスについて説明する図である。カメラシステム制御部245は、ステップS1501で本撮影画像の撮影を実行すると、SW2のON、OFFに関わらず、続けて補助撮影画像の撮影を実行する。補助撮影画像の撮影の後、ステップS1503でSW2のONが継続されていれば、ステップS1504で再び本撮影画像の撮影を実行し、これを繰り返す。カメラシステム制御部245は、ステップS1503でSW2がOFFであることを検知して一連の撮影シーケンスを終了する。つまり、最初の本撮影画像の撮影後に一枚の補助撮影画像を撮影する。これにより、連続して取得される本撮影画像の距離情報を算出することができる。

20

【0133】

図16は、本撮影画像と補助撮影画像の他の撮影シーケンスについて説明する図である。カメラシステム制御部245は、ステップS1601で本撮影画像の撮影を実行し、ステップS1602で、続けてSW2のONが検出されれば、本撮影画像の撮影を繰り返す。OFFであることが検出されればステップS1603へ進んで、SW2のON、OFFに関わらず続けて補助撮影画像の撮影を実行し、一連の撮影シーケンスを終了する。つまり、連続する本撮影画像の撮影後に一枚の補助撮影画像を撮影する。これにより、連続して取得される本撮影画像の距離情報を算出することができる。

30

【0134】

図17は、本撮影画像と補助撮影画像の他の撮影シーケンスについて説明する図である。カメラシステム制御部245は、SW2のONが検出されると、ステップS1701でフラグmに0を代入する。そして、ステップS1702でSW2のONが継続して検出されれば、ステップS1703へ進み、まずフラグmをカウントアップする。続けてステップS1704へ進み本撮影画像を撮影する。カメラシステム制御部245は、ステップS1705へ進み、フラグmが予め定められた $m_0$ と等しいか否かを判断する。等しくなればステップS1702へ戻って本撮影画像の撮影を繰り返す。等しければステップS1706へ進み、補助撮影画像を撮影して、再びステップS1701へ戻る。ステップS1702でSW2のOFFが検出されると、カメラシステム制御部245は一連の撮影シーケンスを終了する。つまり、予め定められた $m_0$ 枚の本撮影画像の撮影ごとに一枚の補助撮影画像を撮影する。これにより、連続して取得される本撮影画像の距離情報を算出することができる。

40

【0135】

以上の撮影シーケンスは互いに組み合わせても良い。また、前回実行された補助撮影画像の撮影との間に実行された本撮影画像の撮影の回数を考慮して補助撮影を実行するか否かを決定しても良い。

【0136】

以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態

50

に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。その様な変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

【 0 1 3 7 】

特許請求の範囲、明細書、および図面中において示した装置、システム、プログラム、および方法における動作、手順、ステップ、および段階等の各処理の実行順序は、特段「より前に」、「先立って」等と明示しておらず、また、前の処理の出力を後の処理で用いるのでない限り、任意の順序で実現しうることに留意すべきである。特許請求の範囲、明細書、および図面中の動作フローに関して、便宜上「まず、」、「次に、」等を用いて説明したとしても、この順で実施することが必須であることを意味するものではない。

10

【符号の説明】

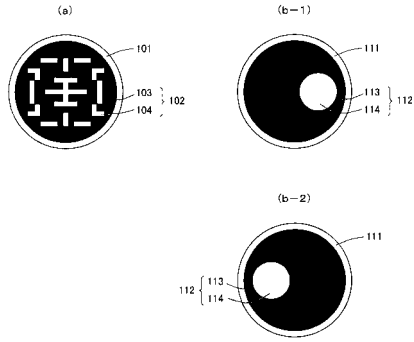
【 0 1 3 8 】

1 0 1、1 1 1 保持枠、1 0 2、1 1 2 フィルタ、1 0 3、1 1 3 遮断フィルタ部、1 0 4、1 1 4 透過フィルタ部、2 0 0 一眼レフカメラ、2 0 1 光軸、2 1 0 レンズユニット、2 1 1 レンズ群、2 1 2 フォーカスレンズ、2 1 3 ズームレンズ、2 1 4 絞り、2 1 5 アクチュエータ、2 1 6 レンズシステム制御部、2 1 7 レンズ鏡筒、2 1 8 レンズマウント、2 1 9 装着スリット、2 2 0 挿抜ガイド、2 2 1 レンズメモリ、2 2 2 構造化開口駆動部、2 3 0 カメラユニット、2 3 1 カメラマウント、2 3 2 メインミラー、2 3 3 回転軸、2 3 4 ピント板、2 3 5 ペンタプリズム、2 3 6 接眼光学系、2 3 7 AEセンサ、2 3 8 サブミラー、2 3 9 AF光学系、2 4 0 AFセンサ、2 4 1 フォーカルプレーンシャッター、2 4 2 光学ローパスフィルタ、2 4 3 撮像素子、2 4 4 メイン基板、2 4 5 カメラシステム制御部、2 4 6 画像処理部、2 4 7 表示部、2 4 8 二次電池、2 4 9 フラッシュ、2 5 0 パターン投光部、2 5 1 距離情報算出部、2 5 2 カメラメモリ、2 5 3 ワークメモリ、2 5 4 外部接続IF、2 5 5 レリーズスイッチ、3 0 0 構造化開口ユニット、3 0 1 保持枠、3 0 2 フィルタ、3 0 3 遮断フィルタ部、3 0 4 Rフィルタ部、3 0 5 Bフィルタ部、3 0 6 ギア、3 0 7 ベース部、3 0 8 外周部、3 0 9 把持部、4 0 0 構造化開口、4 0 1 保持枠、4 0 2 フィルタ、4 0 4 Rフィルタ部、4 0 5 Bフィルタ部、4 0 6 Gフィルタ部、4 0 7 ギア、5 0 0 構造化開口、5 0 1 保持枠、5 0 6 ギア、5 1 0 回転軸、5 1 1 点線、5 1 5 アクチュエータ、5 1 7 レンズ鏡筒、5 2 2、5 3 2 フィルタ、5 2 3 遮断フィルタ部、5 2 4 Rフィルタ部、5 2 5 Bフィルタ部、5 4 2 全開口、5 3 3 遮断フィルタ部、5 3 4 Rフィルタ部、5 3 5 Bフィルタ部、6 0 1 B曲線、6 0 2 G曲線、6 0 3 R曲線、6 1 1、6 1 3 矢印、7 0 0 構造化開口、7 0 1 保持枠、7 0 2 フィルタ、7 0 3 透過フィルタ部、7 0 4 Cフィルタ部、7 0 5 Yフィルタ部、7 0 6 ギア、8 0 0 一眼レフカメラ、8 0 1 瞳位置、8 0 2 構造化開口、8 1 0 レンズユニット、8 3 0 カメラユニット、8 3 1 一次結像面、8 4 3 撮像素子、9 0 1 移動体、9 0 2 静止体、9 1 0、9 1 1 移動体枠、9 2 0、9 2 1、9 2 2 移動ベクトル

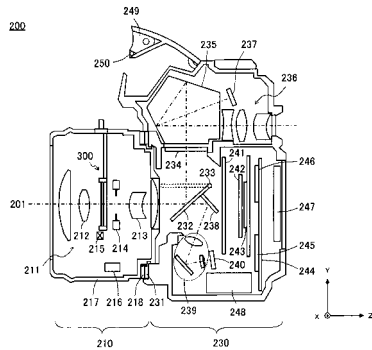
20

30

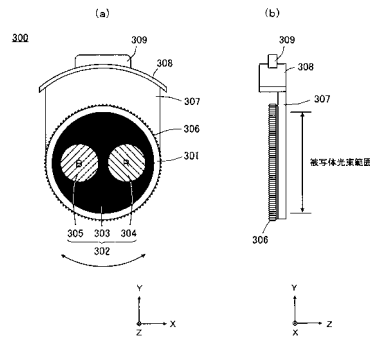
【図1】



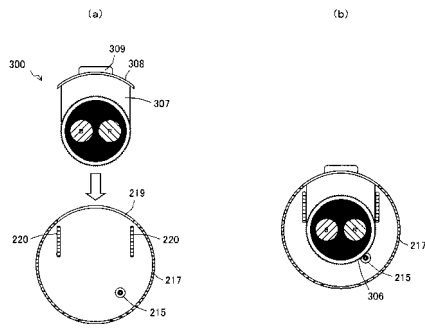
【図2】



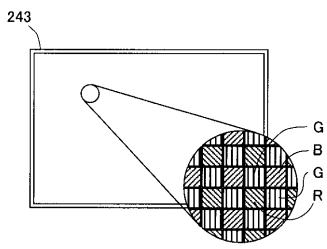
【図3】



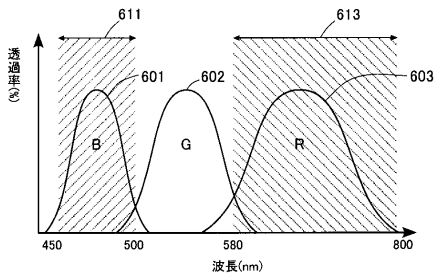
【図4】



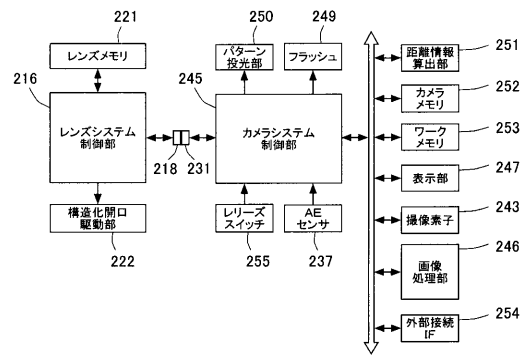
【図5】



【図6】

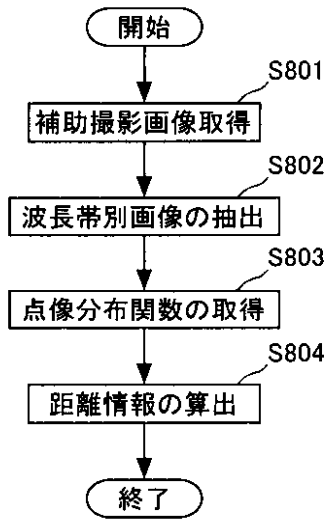


【図7】



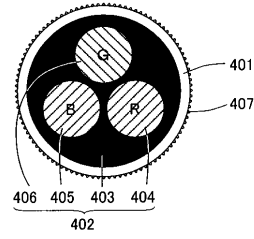


【図8】

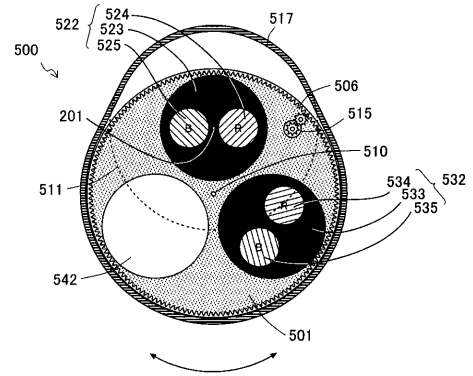


【図9】

400

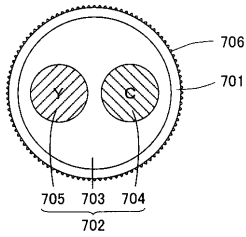


【図10】

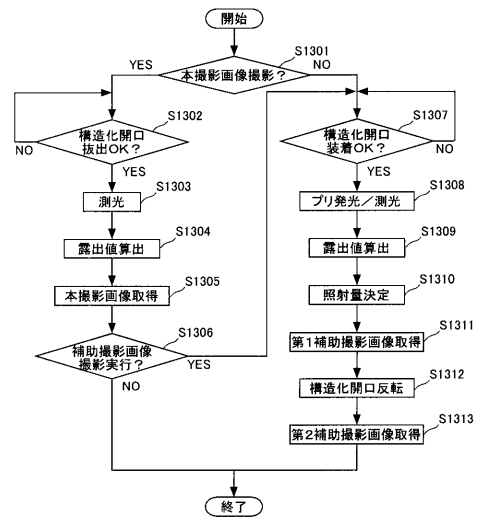


【図11】

700

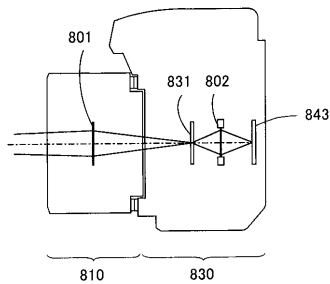


【図13】

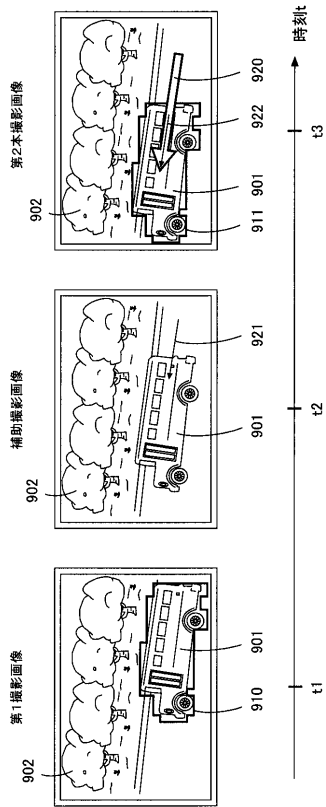


【図12】

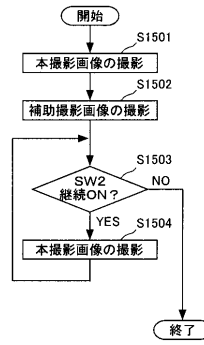
800



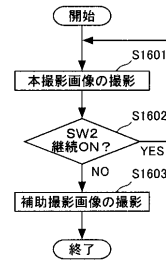
【図14】



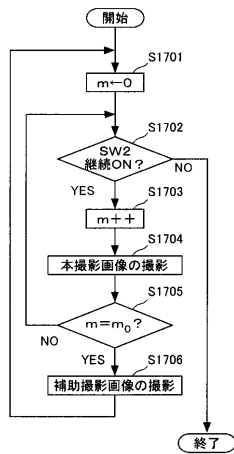
【図15】



【図16】



【図17】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2010-081460(JP,A)  
特開2005-318568(JP,A)  
特開2010-079298(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H04N 5/232