

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第5254904号  
(P5254904)

(45) 発行日 平成25年8月7日 (2013.8.7)

(24) 登録日 平成25年4月26日 (2013.4.26)

(51) Int.Cl.

F I

GO2B 7/28 (2006.01)

GO3B 13/36 (2006.01)

GO2B 7/36 (2006.01)

HO4N 5/232 (2006.01)

GO2B 7/11 N

GO3B 3/00 A

GO2B 7/11 D

HO4N 5/232 H

請求項の数 5 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2009-191473 (P2009-191473)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成21年8月20日 (2009.8.20)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2011-43646 (P2011-43646A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成23年3月3日 (2011.3.3)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成23年10月12日 (2011.10.12)		弁理士 大塚 康徳
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮影レンズと撮像素子との距離を光軸方向に変化させることにより、撮像素子に対する撮影レンズの焦点位置を所定の振幅で往復運動させる駆動手段と、

前記撮像素子から得られる画像の焦点状態を検出する検出手段と、

前記検出手段による、前記駆動手段による前記往復運動中に前記撮像素子から得られる複数の画像の焦点状態の検出の結果、前記撮影レンズの合焦位置が前記往復運動の振幅の範囲内にある場合に、前記合焦位置と、前記往復運動中に各画像を撮影したときの前記撮影レンズの焦点位置との差に基づいて、前記撮影レンズが前記合焦位置にある場合に得られる画像の焦点状態に少なくとも近づくようにボケ修復を行い、前記撮影レンズの合焦位置が前記往復運動の振幅の範囲外にある場合に、前記振幅の内、前記合焦位置に最も近い前記撮影レンズの焦点位置と、前記往復運動中に各画像を撮影したときの前記撮影レンズの焦点位置との差に基づいて、前記撮影レンズが前記合焦位置に最も近い焦点位置にある場合に得られる画像の焦点状態に少なくとも近づくようにボケ修復を行うボケ修復手段とを有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記ボケ修復手段は、前記撮影レンズと前記撮像素子との間の光伝達関数特性に基づいたデコンボリューション処理によりボケ修復を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 3】

前記駆動手段は、前記撮影レンズを前記撮像素子に対して光軸方向に動かす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】

前記駆動手段は、前記撮像素子を前記撮影レンズに対して光軸方向に動かす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 5】

撮影レンズと撮像素子との距離を光軸方向に変化させることにより、撮像素子に対する撮影レンズの焦点位置を所定の振幅で往復運動させる往復運動中に、前記撮像素子により複数の画像を撮像する撮像工程と、

検出手段により、前記撮像工程で前記撮像素子から得られる前記複数の画像の焦点状態を検出する検出工程と、

ボケ修復手段により、前記検出工程での前記複数の画像の焦点状態の検出の結果、前記撮影レンズの合焦位置が前記往復運動の振幅の範囲内にある場合に、前記合焦位置と、前記往復運動中に各画像を撮影したときの前記撮影レンズの焦点位置との差に基づいて、前記撮影レンズが前記合焦位置にある場合に得られる画像の焦点状態に少なくとも近づくようにボケ修復を行い、前記撮影レンズの合焦位置が前記往復運動の振幅の範囲外にある場合に、前記振幅の内、前記合焦位置に最も近い前記撮影レンズの焦点位置と、前記往復運動中に各画像を撮影したときの前記撮影レンズの焦点位置との差に基づいて、前記撮影レンズが前記合焦位置に最も近い位置にある場合に得られる画像の焦点状態に少なくとも近づくようにボケ修復を行うボケ修復工程と

を有することを特徴とする撮像方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像装置及び方法に関し、撮影レンズと撮像素子との距離を光軸方向に変化させることにより、撮像素子に対する撮影レンズの焦点位置を所定の振幅で往復運動させて撮影レンズの焦点状態を検出する、所謂ウォブリング機能を有する撮像装置及び撮像方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、自動焦点調節機能（ＡＦシステム）のための焦点調節状態の検出方式として、特許文献１に開示されているように、撮影して得た画像のコントラストに基づいて焦点状態を検出するコントラストＡＦにおける撮動法（ウォブリング法）が知られている。ここで、ウォブリング法を行って合焦制御するＡＦシステムは、概略以下のように動作する。

【0003】

まずコントラストＡＦ（山登り方式）により一旦合焦させた後、合焦位置を振幅の中心とする狭い範囲でフォーカスレンズを往復駆動（ウォブリング）させながら定期的に撮影を行い、得られた撮像信号のコントラストに基づいて、合焦位置を判断する。そして合焦位置が変化した場合には、その変化が小さければ往復駆動の振幅中心を、変化した後の合焦位置に変更して往復運動を続け、大きければ山登り方式による合焦制御を行う。

【0004】

コントラストＡＦでは、少なくとも２つのフォーカスレンズの位置で撮影された画像のコントラストを比較することで、合焦位置の方向を決定する。そのため、ウォブリング時には、一旦合焦した後、合焦状態を維持するために、フォーカスレンズを微小駆動して異なるレンズ位置で得られたコントラストを比較する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献１】特開２００６－１４６０６２号公報

【発明の概要】

10

20

30

40

50

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

しかしながら、特許文献1に開示されているウォブリング方法では、ウォブリング時にフォーカスレンズの合焦面と撮像素子の受光面が大きく離れてしまった場合、ボケが撮影者に見えてしまうという問題があった。

## 【0007】

そのため、ウォブリング時にフォーカスレンズを変化させる量を、発生するボケの大きさが許容錯乱円より小さくなるように設定することで、撮影者に画像のボケが分からないように設定することが一般的に行われている。しかし、下記のような条件では、撮影者にウォブリング時のボケもしくはボケの変化が見えてしまう恐れがある。

(1) 交換レンズカメラにおいて、高精度な微小駆動が行えない撮影レンズが装着された場合。

(2) 撮像素子が微細化されて許容錯乱円が非常に小さくなった場合。

(3) 動体である被写体に対して焦点検出している場合。

## 【0008】

本発明は上記問題点を鑑みてなされたものであり、撮像素子に対する撮影レンズの焦点位置を所定の振幅で往復運動させる機能を有する撮像装置において、撮影者に往復運動中の画像のボケもしくはボケの変化がわかりにくくすることを目的とする。

## 【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、本発明の撮像装置は、撮影レンズと撮像素子との距離を光軸方向に変化させることにより、撮像素子に対する撮影レンズの焦点位置を所定の振幅で往復運動させるウォブリングを行う駆動手段と、前記撮像素子から得られる画像の焦点状態を検出する検出手段と、前記検出手段による、前記駆動手段による前記往復運動中に前記撮像素子から得られる複数の画像の焦点状態の検出の結果、前記撮影レンズの合焦位置が前記往復運動の振幅の範囲内にある場合に、前記合焦位置と、前記往復運動中に各画像を撮影したときの前記撮影レンズの焦点位置との差に基づいて、前記撮影レンズが前記合焦位置にある場合に得られる画像の焦点状態に少なくとも近づくようにボケ修復を行い、前記撮影レンズの合焦位置が前記往復運動の振幅の範囲外にある場合に、前記振幅の内、前記合焦位置に最も近い前記撮影レンズの焦点位置と、前記往復運動中に各画像を撮影したときの前記撮影レンズの焦点位置との差に基づいて、前記撮影レンズが前記合焦位置に最も近い焦点位置にある場合に得られる画像の焦点状態に少なくとも近づくようにボケ修復を行うボケ修復手段とを有する。

## 【発明の効果】

## 【0010】

本発明によれば、撮像素子に対する撮影レンズの焦点位置を所定の振幅で往復運動させる機能を有する撮像装置において、撮影者に往復運動中の画像のボケもしくはボケの変化がわかりにくくすることができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0011】

【図1】本発明の第1の実施形態における撮像装置の構成を示すブロック図。

【図2】本発明の第1の実施形態におけるウォブリング時に行う、ウォブリングの振幅内に合焦位置がある場合のボケ修正量を説明するための図。

【図3】図2に示す状態においてボケ修復される様子を示す図。

【図4】本発明の第1の実施形態におけるウォブリング時に行う、ウォブリングの振幅外に合焦位置がある場合のボケ修正量を説明するための図。

【図5】図4に示す状態においてボケ修復される様子を示す図。

【図6】本発明の第1の実施形態におけるボケ修復処理を示すフローチャート。

【図7】本発明の第2の実施形態におけるボケ修復処理を伴う静止画撮影手順を示すフローチャート。

10

20

30

40

50

【図 8】本発明の変形例における撮像装置の構成を示すブロック図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

以下、添付図面を参照して本発明を実施するための最良の形態を詳細に説明する。

【 0 0 1 3 】

< 第 1 の実施形態 >

図 1 は本第 1 の実施形態における撮像装置の構成を示すブロック図であり、撮像装置は、撮像素子を有したデジタルカメラ本体 1 3 8 と、カメラ本体 1 3 8 に着脱可能な撮影レンズ 1 3 7 とで構成されている。

【 0 0 1 4 】

まず撮影レンズ 1 3 7 の構成について説明する。1 0 1 は撮影光学系（結像光学系）の内、最も被写体寄りに配置された第 1 レンズ群で、光軸方向に進退可能に保持される。1 0 2 は絞りで、その開口径を調節することで撮影時の光量調節を行う。1 0 3 は第 2 レンズ群である。そして絞り 1 0 2 及び第 2 レンズ群 1 0 3 は一体となって光軸方向に進退し、第 1 レンズ群 1 0 1 の進退動作との連動により、変倍動作（ズーム機能）を実現する。1 0 5 は第 3 レンズ群で、光軸方向の進退により、焦点調節を行う。

【 0 0 1 5 】

1 1 1 はズームアクチュエータで、不図示のカム筒を回転することで、第 1 レンズ群 1 0 1 乃至第 2 レンズ群 1 0 3 を光軸方向に進退駆動し、変倍動作を行う。1 1 2 は絞りアクチュエータで、絞り 1 0 2 の開口径を制御して入射光量を調節する。1 1 4 はフォーカスアクチュエータで、第 3 レンズ群 1 0 5 を光軸方向に進退駆動して焦点調節を行う。

【 0 0 1 6 】

1 3 6 はカメラ通信回路で、撮影レンズ 1 3 7 に関する情報をカメラ本体 1 3 8 に渡したり、カメラ本体 1 3 8 に関する情報を受け取ったりする。なお、撮影レンズ 1 3 7 に関する情報とは、例えば、ズーム状態、絞り状態、フォーカス状態、レンズ枠情報等のことで、カメラ通信回路 1 3 6 は、カメラ本体 1 3 8 側に設けられたレンズ通信回路 1 3 5 に、これらの情報を渡す。

【 0 0 1 7 】

次にカメラ本体 1 3 8 について説明する。1 0 6 は光学的ローパスフィルタで、撮影画像の偽色やモアレを軽減するための光学素子である。1 0 7 は CCD や CMOS センサに代表される光電変換素子を含むセンサと、その周辺回路で構成された撮像素子である。撮像素子 1 0 7 は、横方向 m 画素、縦方向 n 画素の受光画素上に、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。

【 0 0 1 8 】

1 3 9 はシャッターユニットで、開閉動作により静止画撮影時の露光時間制御を行うと共に、動画撮影時には開状態で保持される。1 4 0 はシャッターユニット 1 3 9 を動かすためのシャッターアクチュエータである。

【 0 0 1 9 】

1 1 5 は撮影時の被写体照明用の電子フラッシュで、キセノン管を用いた閃光照明装置が好適だが、連続発光する LED を備えた照明装置を用いても良い。1 1 6 は AF 補助光投光装置で、所定の開口パターンを有するマスクの像を、投光レンズを介して被写界に投影し、暗い被写体あるいは低コントラスト被写体に対する焦点検出能力を向上させる。

【 0 0 2 0 】

1 2 1 は、カメラの種々の制御を司るカメラ内 CPU で、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。そして、ROM に記憶された所定のプログラムに基づいて、カメラ本体 1 3 8 が有する各種回路を駆動し、AF、撮影、画像処理と記録等の一連の動作を実行する。

【 0 0 2 1 】

1 2 2 は電子フラッシュ制御回路で、撮影動作に同期して電子フラッシュ 1 1 5 を点灯制御する。1 2 3 は補助光駆動回路で、焦点検出動作に同期して AF 補助光投光装置 1 1

10

20

30

40

50

6を点灯制御する。124は撮像素子駆動回路で、撮像素子107を駆動するとともに、取得した画像信号をA/D変換してCPU121に送信する。125は画像処理回路で、撮像素子107が取得した画像の変換、カラー補間、JPEG圧縮等の処理を行う。

【0022】

126はフォーカス駆動回路で、焦点検出結果に基づいてフォーカスアクチュエータ114を駆動制御し、第3レンズ群105（フォーカスレンズ）を光軸方向に進退駆動して焦点調節を行う。128は絞り駆動回路で、絞りアクチュエータ112を駆動制御して絞り102の開口を制御する。129はズーム駆動回路で、撮影者のズーム操作に応じてズームアクチュエータ111を駆動する。135はレンズ通信回路で、撮影レンズ137内のカメラ通信回路136と通信を行う。145はシャッター駆動回路で、シャッターアクチュエータ140を駆動する。

10

【0023】

131はLCD等の表示器で、カメラの撮影モードに関する情報、撮影前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等を表示する。132は操作スイッチ群で、電源スイッチ、リリース（撮影トリガ）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。133は着脱可能なフラッシュメモリで、撮影済み画像を記録する。144はカメラ内メモリであり、CPU121で行う演算に必要な各種データが保存されている。

【0024】

上記構成を有する撮像装置では、自動焦点調節（AF）制御として、撮像素子107から得られる信号の高周波成分から合焦度合いを判断して、焦点調節制御を行う、コントラスト方式のAF制御（コントラストAF）を行う。なお、コントラストAFは公知の技術であるため、ここでは説明を省略する。

20

【0025】

そして、本第1の実施形態では、動画撮影時に一旦合焦状態が得られると、撮動法（ウォブリング法）による合焦制御を開始する。通常、ウォブリングさせる場合のレンズの振幅は、ボケが分からない程度の量にする。一般的には、撮影光学系のFナンバーをF、許容錯乱円の径をとしたときに、F以下の量に設定し、ボケが分からないようにする。しかし、図1に示すような撮影レンズ137が着脱可能な撮像装置を想定した場合、高精度な微小駆動が行えないような撮影レンズが装着された場合には、ウォブリングの振幅がFより大きくなってしまふ恐れがある。また、撮像素子が微細化されて許容錯乱円が非常に小さくなってしまった場合には、Fが非常に小さくなり、ウォブリングの振幅をF以下に抑えることが困難になってくる恐れがある。さらには、動体被写体に対して焦点検出している場合には、ウォブリングの振幅を大きめにしなければ被写体を捕捉しきれなくなる恐れがあり、ウォブリングの振幅をFより大きめに設定しなければならない可能性がある。このような場合、ウォブリング法による合焦制御を行うと、撮影者にウォブリングによる画像のボケもしくはボケの変化が見えてしまう恐れがある。

30

【0026】

そこで、本第1の実施形態では、以下に説明する処理により、ウォブリング時の画像のボケもしくはボケの変化が撮影者にわかりにくいようにする。

40

【0027】

図2は、撮影レンズ137と撮像素子107との距離を光軸方向に変化させることにより、撮像素子107に対する撮影レンズ137の焦点位置を所定の振幅で往復運動させるウォブリングをしている（往復運動中の）様子を示したものである。横軸が時間を示し、縦軸が撮像素子107に対する撮影レンズ137の予定結像面の位置、つまり、焦点位置を表している。

【0028】

図2において、L11、L12、L13、L14は画像を取得したときの焦点位置を表しており、L11とL12の平均値を中心として、往復運動するような動きとなっている。LCは合焦位置を表しており、合焦位置LCは、焦点位置の往復運動の略中心になって

50

いる。なお、画像の取得は、図 2 に示すような焦点位置の周期的な変化の内、焦点位置が振幅中心から最も離れる位置で行う。このような焦点位置が最も離れた位置で得られる画像から得られる複数の A F 評価値から、撮影レンズ 1 3 7 の焦点状態を検出することができる。

#### 【 0 0 2 9 】

F 1 1、F 1 2、F 1 3、F 1 4 は、焦点位置 L 1 1、L 1 2、L 1 3、L 1 4 での焦点ずれ量を示す。つまり、焦点位置 L 1 1、L 1 2、L 1 3、L 1 4 で得られた画像は、合焦位置 L C から焦点ずれ量 F 1 1、F 1 2、F 1 3、F 1 4 だけ焦点ずれして、ピントの合っていない、品位の低い画像である。そこで、本第 1 の実施形態では、このようにウォブリング中に得られる画像のボケを修復して出力する。

10

#### 【 0 0 3 0 】

図 3 は、図 2 に示すようなウォブリングによってボケた画像が修復される様子を示す図である。図 3 ( A ) は、図 2 の焦点位置 L 1 1 で得られた画像で、合焦位置 L C から F 1 1 だけ焦点ずれが発生しているために被写体がボケた画像となる。そこで、焦点位置 L 1 1 で得られた画像に対しては焦点位置を F 1 1 だけずらすようなボケ修正を行う。図 3 ( B ) は、図 2 の焦点位置 L 1 2 で得られた画像で、合焦位置 L C から F 1 2 だけ焦点ずれが発生しているために被写体がボケた画像となる。そこで、焦点位置 L 1 2 で得られた画像に対しては焦点位置を F 1 2 だけずらすようなボケ修正を行う。

#### 【 0 0 3 1 】

図 3 ( C ) は、図 2 の焦点位置 L 1 1 及び L 1 2 で得られた図 3 ( A ) 及び図 3 ( B ) に示す画像に対して、ボケ修正を行った後の画像である。焦点位置 L 1 1 及び L 1 2 で得られた図 3 ( A ) 及び図 3 ( B ) に示す画像のどちらにおいても、ボケ修正後はピント位置が合焦位置 L C となり、ピントの合った画像となる。なお、ボケ修正の方法については後述する。

20

#### 【 0 0 3 2 】

図 4 は、ウォブリング中に被写体が移動するなどして、合焦位置 L C がウォブリングの振幅から外れた場合の焦点位置を示したものである。L 2 1、L 2 2、L 2 3、L 2 4 は焦点位置を表しており、L 2 1 と L 2 2 の平均値を中心として、往復運動するような動きとなっている。L C は合焦位置を表しており、上述したように、ウォブリングの振幅範囲外となっている。F 2 1、F 2 2、F 2 3、F 2 4 は、焦点位置 L 2 1、L 2 2、L 2 3、L 2 4 での焦点ずれ量である。焦点位置 L 2 1、L 2 2、L 2 3、L 2 4 で得られた画像は、焦点ずれ量 F 2 1、F 2 2、F 2 3、F 2 4 だけ焦点ずれして、ピントの合っていない画像となる。

30

#### 【 0 0 3 3 】

この場合、ボケ修正により、この焦点ずれ量 F 2 1、F 2 2、F 2 3、F 2 4 分だけピント位置をずらした画像を生成して、記録 / 表示するのが理想である。しかしながら、焦点位置 L 2 1、L 2 2、L 2 3、L 2 4 で得られた画像から算出される A F 評価値では、合焦位置がある方向はわかるが、ずれ量まではわからない。そのため、合焦位置 L C の正確な位置はわからない。

#### 【 0 0 3 4 】

そこで、本第 1 の実施形態では、焦点位置 L 2 1 と L 2 3 の焦点位置を L D としたとき、この焦点位置 L D からのずれ量に基づいて、焦点位置 L 2 1、L 2 2、L 2 3、L 2 4 での焦点ずれ量に基づいて、ボケ修正を行う。従って、焦点位置 L 2 1 及び L 2 3 で得られた撮影画像に対しては、焦点位置をずらすようなボケ修正は行わない。焦点位置 L 2 2 及び L 2 4 で得られた撮影画像に対しては、焦点位置をそれぞれ G 2 2、G 2 4 だけずらすようなボケ修正を行う。これにより、合焦位置 L C がウォブリングによる焦点位置往復運動の振幅範囲外にあったとしても、できる限り良好なボケ修正を行うことができる。

40

#### 【 0 0 3 5 】

図 5 は、図 4 に示すようなウォブリングによってボケた画像が修正される様子を示す図である。図 5 ( A ) は、図 4 の焦点位置 L 2 1 で得られた画像で、合焦位置 L C から F 2

50

1 だけ焦点ずれが発生しているために被写体がボケた画像となる。しかしながら、焦点ずれ量  $F21$  は小さい量であるため、被写体が少しだけボケた画像となる。図 5 (B) は、図 4 の焦点位置  $L22$  で得られた画像で、合焦位置  $LC$  から  $F22$  も焦点ずれが発生している場合を示している。焦点ずれ量  $F22$  は、焦点ずれ量  $F21$  に比べて大きな量であるため、焦点位置  $L21$  で得られた画像の被写体に比べて、図 5 (B) に示すように被写体によりボケた画像となる。

#### 【0036】

図 5 (C) はボケ修復された後の画像を表している。本第 1 の実施形態では、上述したように、焦点位置  $L21$  で得られた画像に対してはボケ修正は行わないため、図 4 の焦点位置  $L22$  で得られた図 5 (B) に示す画像に対して、 $G22$  に相当する分のボケ修正を行った後の画像である。ボケ修正後はピント位置が合焦位置  $LC$  に近づくため、少しだけピントのずれた画像となる。

#### 【0037】

以上、図 2 乃至図 5 を参照して説明したように、ウォブリングによって生じたボケをできるだけボケ修正した画像を生成することで、ウォブリングによって生じるボケもしくはボケの変化を撮影者にわかりにくくすることができる。また、記録画像やプレビュー画像の画像品位を向上させることができる。

#### 【0038】

次に、図 6 を参照して、本第 1 の実施形態においてウォブリング中に行われるボケ修正処理手順について説明する。図 6 (A) は、ボケ修復処理を示すフローチャート、図 6 (B) はボケ修復のためのボケ関数生成処置のフローチャートであり、ここで示す一連の動作は CPU 121 が行う。

#### 【0039】

S11 では、画像データ取り込み時に行われる変換処理の内容を示す変換情報を取得する。

#### 【0040】

S12 では、修復処理を行なう前に画像データに対して施す変換方法を決定する。CPU 121 は、S11 で取得した変換情報、及び、必要に応じて、カメラ本体 138 の特性情報、撮影レンズ 137 の特性情報に基づいて、画像処理回路 125 から供給される画像情報を変換する際の変換方法を決定する。ここで決定される変換方法は、画像復元処理のアルゴリズムの前提条件である線形性を確保するために、露光値と画素値とが比例関係になるように画像情報を変換する方法である。

#### 【0041】

例えば、画像処理回路 125 でガンマ補正を実行する場合には、S12 ではガンマ補正による変換の逆変換を実行する。これにより変換前の画像を再生することができ、線形性を有する画像を取得することが可能となる。同様に、画像処理回路 125 で色補正を実行する場合には、S12 では色変換による変換の逆変換を実行する。これにより、線形性を有する画像を取得することが可能となる。以上のように、S12 では、画像処理回路 125 による変換処理の逆変換に相当する変換方法を決定する。

#### 【0042】

S13 では、撮影したボケ修正対象の画像データを取得する。そして S14 では、S12 で決定した変換方法に従って、取得した画像データを変換する。S14 で変換処理が終わると、S15 に進み、ボケ関数の生成を行う。なお、ボケ関数の生成処理については、図 6 (B) を参照して後述する。S16 では、S15 で生成したボケ関数の逆変換を行うことで、S14 で変換処理した画像データに対してボケ修復処理を行う。ここでは、一般的にデコンボリューション処理と呼ばれる画像復元アルゴリズムによってボケ修復処理を行う。これにより、所定被写体のボケが修復されたボケ修復画像を得ることができる。なお、ボケ関数の逆変換処理を行うことによるボケ修復の方法は、特開 2000 - 20691 号公報等に掲載されているため、ここでは説明を省略する。S16 におけるボケ修復処理が終わると、ボケ修復処理を終了する。

## 【 0 0 4 3 】

図 6 ( B ) は、ボケ関数生成サブルーチンのフローチャートである。

## 【 0 0 4 4 】

S 2 1 において、C P U 1 2 1 は、画像処理回路 1 2 5 における撮影時の変換処理の内容を示す変換情報、撮影時にカメラ内メモリ 1 4 4 に記録された、カメラ本体 1 3 8 の特性情報及び撮影レンズ 1 3 7 の特性情報を取得する。ここで、カメラ本体 1 3 8 の特性情報には、撮像素子 1 0 7 の撮像用画素の受光感度分布情報、光束のケラレ情報、カメラ本体 1 3 8 と撮影レンズ 1 3 7 との取り付け面から撮像素子 1 0 7 までの距離情報、製造誤差情報などが含まれる。また、撮影レンズ 1 3 7 の特性情報には、射出瞳の情報、枠情報、撮影時の F ナンバー情報、収差情報、製造誤差情報などが含まれる。

10

## 【 0 0 4 5 】

S 2 2 では、ウォブリングに関する情報を取得する。ウォブリング情報には、ウォブリングの振幅、周期、合焦判定結果、合焦位置の方向などの情報が含まれる。これらの情報により、画像を取得したときの焦点位置を推測することが可能となり、ボケ修復する際に用いる焦点ずれ量の指標となる。ウォブリング時に得られた画像に対する焦点ずれ量の決め方は、図 2 及び図 4 を参照して説明しているため、ここでは説明を省略する。

## 【 0 0 4 6 】

S 2 3 では、ボケ関数を定義する際に用いるパラメータ（ボケパラメータ）を取得する。ボケ関数は、撮影レンズ 1 3 7 と撮像素子 1 0 7 との間の光伝達特性によって決まる。そしてこの光伝達特性は、カメラ本体 1 3 8 の特性情報、撮影レンズ 1 3 7 の特性情報、ウォブリング情報、撮影した画像における被写体領域の位置、被写体距離などの要因によって変わる。そこで、これらの要因とボケ関数を定義する際に用いるパラメータとを関連付けたテーブルデータを、カメラ内メモリ 1 4 4 に記憶しておく。そして、C P U 1 2 1 は S 2 3 においてこれらの要因に基づいて、カメラ内メモリ 1 4 4 からボケ関数定義の際に用いるパラメータを取得する。

20

## 【 0 0 4 7 】

S 2 4 では、S 2 3 で取得したボケパラメータに基づいて、ボケ関数を定義する。ボケ関数は、撮影レンズ 1 3 7 から撮像素子 1 0 7 に到達するまでの間の光伝達関数特性と考えられる。ボケ関数の例としては、ボケ現象が正規分布法則に沿うものとして考えたガウシアン分布などがある。中心画素からの距離を  $r$ 、正規分布法則の任意のパラメータを  $\sigma$  とすると、ボケ関数  $h(r)$  は、下記の式 ( 1 ) により与えられる。

30

## 【 0 0 4 8 】

$$h(r) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{r^2}{\sigma^2}\right) \quad \cdots (1)$$

## 【 0 0 4 9 】

S 2 4 でボケ関数を定義すると、ボケ関数生成サブルーチンを終了し、図 6 ( A ) の S 1 6 においてボケ修復処理を行う。

## 【 0 0 5 0 】

上記の通り本第 1 の実施形態によれば、ウォブリング機能を有する撮像装置において、撮影者にウォブリング時のボケもしくはボケの変化をわかりにくくすることができる。

40

## 【 0 0 5 1 】

< 第 2 の実施形態 >

上述した第 1 の実施形態では、動画撮影時のウォブリング動作によりボケが生じてしまった画像に対して、ボケ修正を行う場合について説明した。本第 2 の実施形態では、静止画撮影時にウォブリング動作によりボケが生じてしまった画像に対してボケ修正を行う場合について説明する。なお、本第 2 の実施形態における撮像装置の構成は、第 1 の実施形態で図 1 を参照して説明したものと同様であるため、説明は省略する。

## 【 0 0 5 2 】

次に、図 7 を参照しながら、第 2 の実施形態における静止画撮影処理について説明する

50



。

## 【 0 0 5 3 】

まず S 3 1 において、操作スイッチ 1 3 2 の内、リリーススイッチの操作（例えば半押し操作）により撮影準備が指示されたかどうかを判断する。撮影準備が指示されると、S 3 2 に進んで焦点調節処理を行う。そして、合焦したかどうかを判断し、合焦していなければ（S 3 3 で N O ）、S 3 2 に戻って焦点調節処理を継続する。一方、合焦していれば（S 3 3 で Y E S ）、S 3 4 に進み、ウォブリングを開始する。S 3 5 では、リリーススイッチの操作（例えば全押し操作）により撮影が指示されたかどうかを判断し、指示されていなければ S 3 6 で撮影準備が解除されたかどうかを判断し、解除されていなければ S 3 1 に戻り、解除されていなければ S 3 5 の判断を繰り返す。

10

## 【 0 0 5 4 】

撮影準備が指示されると（S 3 5 で Y E S ）、カメラ本体 1 3 8 の特性情報及び撮影レンズ 1 3 7 の特性情報をフラッシュメモリ 1 3 3 とカメラ内メモリ 1 4 4 に記録する（S 3 7 ）。ここで、カメラ本体 1 3 8 の特性情報には、撮像素子 1 0 7 の撮像用画素の受光感度分布情報、光束のケラレ情報、カメラ本体 1 3 8 と撮影レンズ 1 3 7 との取り付け面から撮像素子 1 0 7 までの距離情報、製造誤差情報などが含まれる。撮像素子 1 0 7 の撮像用画素の受光感度分布情報は、オンチップマイクロレンズと光電変換部によって決まるため、これらの情報を記録しても良い。また、撮影レンズ 1 3 7 の特性情報には、射出瞳の情報、枠情報、撮影時の F ナンバー情報、収差情報、製造誤差情報などが含まれる。

## 【 0 0 5 5 】

20

そして静止画撮影を行って、得られた画像信号に対して公知の各種処理を行って画像データを取得し（S 3 8 ）、取得した画像データに対してボケ修復処理を行う（S 3 9 ）。なお、ここで行うボケ修復処理は、第 1 の実施形態において図 2 から図 6 を参照して説明した処理と同様の処理を行えばよいので、説明を省略する。そして、ボケ修復処理された画像データをフラッシュメモリ 1 3 3 に記録して（S 4 0 ）、処理を終了する。つまりフラッシュメモリ 1 3 3 には、ボケ修復済みの画像が保存されることになる。なお、上述したようにしてボケ修正処理した画像データを確認用画像として表示器 1 3 1 に表示してもよい。

## 【 0 0 5 6 】

上記の通り本第 2 の実施形態によれば、ウォブリングによってボケが生じてしまった撮影画像に対して、撮影レンズ特性情報、撮像装置特性情報、そしてウォブリング情報に基づいてボケ形状を推定し、その逆変換によるボケ修復処理を行う。そのため S 4 0 で記録される撮影画像は、ウォブリングによるボケが修復された画像となる。これにより、撮影者にウォブリング時のボケもしくはボケの変化がわかりにくい撮像装置を実現することができる。

30

## 【 0 0 5 7 】

また、本第 2 の実施形態における撮像装置では上述したように、フラッシュメモリ 1 3 3 に、ボケ修復を行った撮影画像と、撮影画像に対応したカメラ本体 1 3 8 と撮影レンズ 1 3 7 の特性情報を記録する。これにより、撮像装置によるボケ修復が不十分だった場合でも、撮影後に、カメラ本体 1 3 8 の特性情報と撮影レンズ 1 3 7 の特性情報とに基づいて、撮影画像のボケ修正を再度行うことができる。

40

## 【 0 0 5 8 】

&lt; 変形例 &gt;

上述した第 1 及び第 2 の実施形態では、撮影レンズ 1 3 7 を駆動することによりウォブリングを行う場合について説明した。しかしながら、ウォブリングは、撮影レンズ 1 3 7 と撮像素子 1 0 7 との距離が光軸方向に往復運動していればよいので、撮影レンズ 1 3 7 ではなく、撮像素子 1 0 7 を光軸方向に前後駆動させることによって実現することができる。

## 【 0 0 5 9 】

図 8 は本発明の変形例における撮像装置の構成を示すブロック図である。図 1 に示す撮

50

像装置の構成と比較して、撮像素子 107 を光軸方向に駆動するための位置変更部 150 及び位置変更部駆動回路 151 が備わっていることが異なる。これ以外は、図 1 に示す構成と同様であるため、ここでは説明を省略する。図 8 に示す構成により、ウォブリング時には、位置変更部 150 が、撮影レンズ 137 に対して撮像素子 107 の位置を光軸方向に動かすことにより、撮影レンズ 137 をウォブリングのために駆動する必要がなくなる。

**【 0 0 6 0 】**

カメラ本体 138 に対して撮影レンズ 137 が交換可能な電子カメラの場合、撮影レンズ 137 として取り付けられるものは様々な種類のものが想定される。フォーカシングレンズの駆動精度が悪いレンズが取り付けられた場合には、ウォブリングできない可能性がある。このような場合に、撮像素子 107 を光軸方向に前後駆動させる位置変更部 150 が備わっていれば、取り付けられた撮影レンズのフォーカシング駆動精度の影響を受けずに、安定したウォブリングを実現することが可能となる。

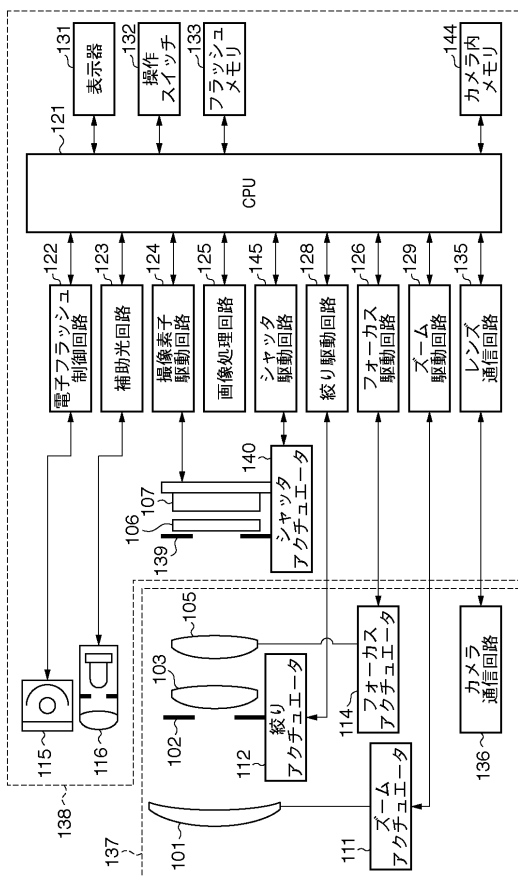
【 0 0 6 1 】

なお、上記実施の形態では、撮影レンズが交換可能なカメラで説明したが、撮影レンズがカメラ本体に備わっている、所謂レンズ一体型のカメラに適用してもよい。レンズ一体型のカメラにおいても、上記実施の形態で説明したようにボケ修復した撮影画像を表示することで、同様の効果を得ることができる。

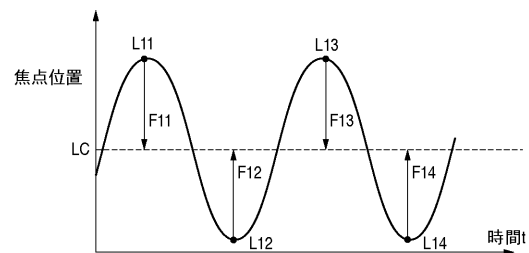
【 0 0 6 2 】

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。

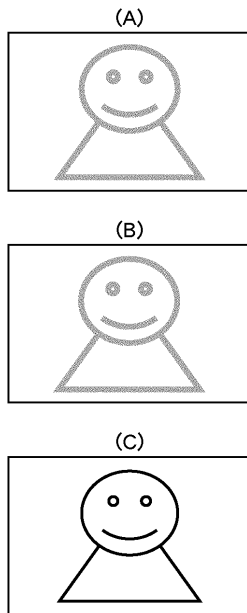
【 図 1 】



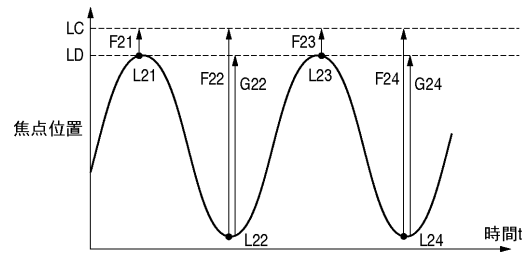
【圖 2】



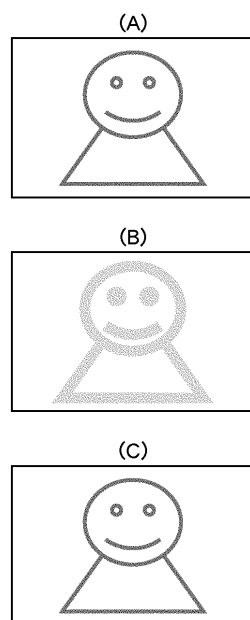
【図 3】



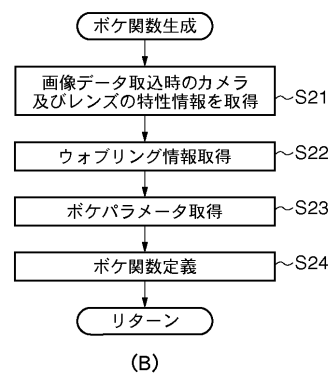
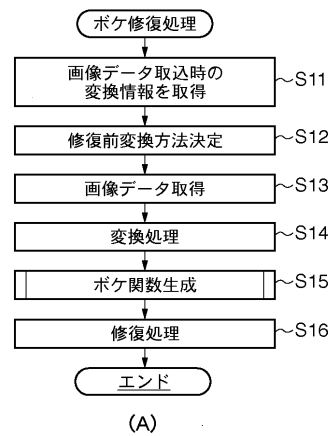
【図 4】



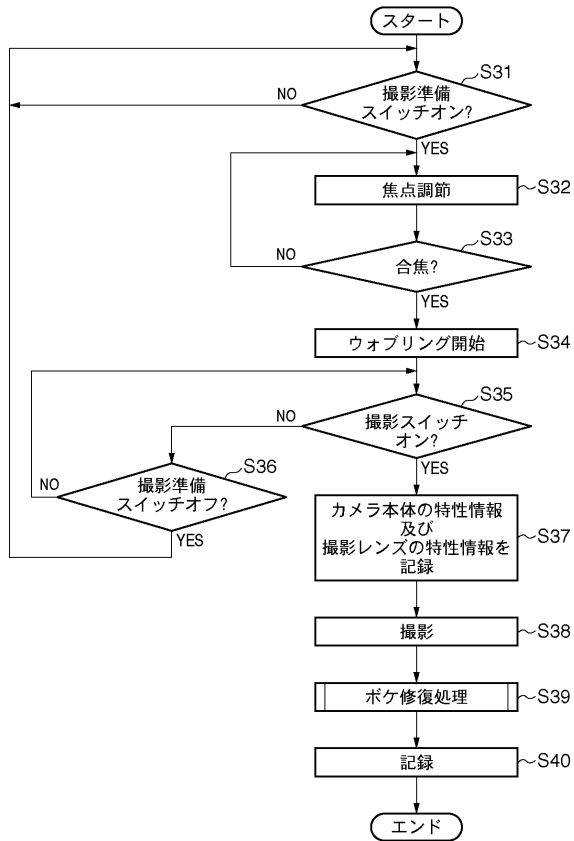
【図 5】



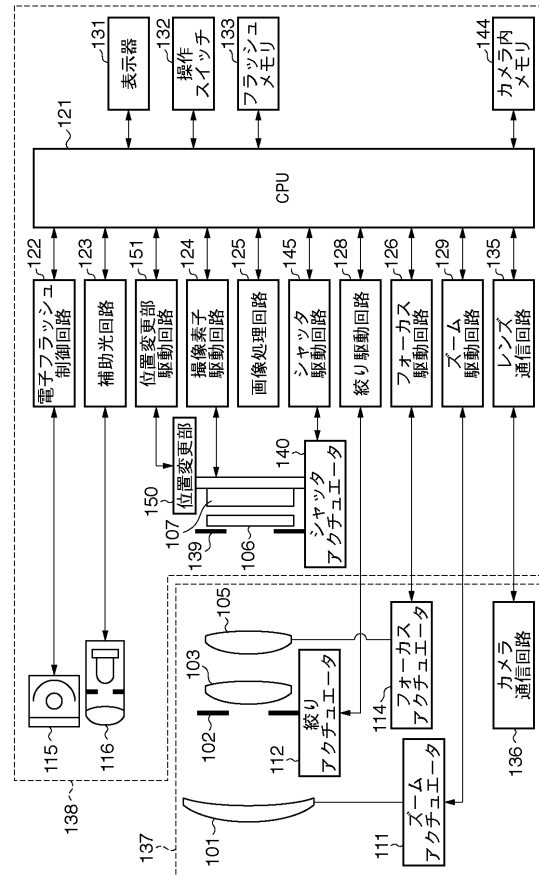
【図 6】



【図 7】



【図 8】



---

フロントページの続き

(72)発明者 追川 真  
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

審査官 齋藤 卓司

(56)参考文献 特開2000-152063(JP,A)  
特開平10-257373(JP,A)  
特開平04-280172(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G02B 7/28  
G02B 7/36  
G03B 13/36  
H04N 5/232