

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6494333号
(P6494333)

(45) 発行日 平成31年4月3日 (2019.4.3)

(24) 登録日 平成31年3月15日 (2019.3.15)

(51) Int.Cl.	F I
H O 4 N 5/232 (2006.01)	H O 4 N 5/232 4 8 0
G O 3 B 5/00 (2006.01)	H O 4 N 5/232 2 9 0
G O 3 B 15/00 (2006.01)	G O 3 B 5/00 J
G O 6 T 7/557 (2017.01)	G O 3 B 15/00 B
	G O 6 T 7/557

請求項の数 14 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2015-42976 (P2015-42976)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成27年3月4日 (2015.3.4)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2016-163279 (P2016-163279A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成28年9月5日 (2016.9.5)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成30年3月5日 (2018.3.5)		弁理士 大塚 康德
		(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】 画像処理装置及び画像処理方法、及び撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のマイクロレンズそれぞれに対して複数の光電変換部を備え、撮像装置に加わる振れを補正する防振光学系を含む撮像光学系を介して入射する光束を光電変換する撮像素子により撮影して得られた画像信号を用いて、画像を補正する画像処理装置であって、

前記画像信号と、撮影時の前記防振光学系の駆動状態とを取得する第1の取得手段と、前記防振光学系の駆動により発生する、前記撮像素子の異なる像高における、焦点面の移動によるデフォーカス量のばらつきを補正する補正值を取得する第2の取得手段と、

前記取得した画像信号に基づいてリフォーカス処理を行って、前記画像を生成するリフォーカス手段と、を有し、

前記リフォーカス手段は、更に、前記補正值に基づいて、前記デフォーカス量のばらつきを前記リフォーカス処理により補正することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記撮像素子の異なる像高における、前記防振光学系の複数の駆動状態それぞれに対するデフォーカス量の情報を記憶手段に記憶しておき、

前記第2の取得手段は、前記記憶手段から読み出した前記デフォーカス量に基づいて、前記補正值を求めることを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記デフォーカス量の情報は、前記防振光学系の複数の駆動状態それぞれにおいて基準画像を撮影して得られた画像の、異なる像高におけるデフォーカス量であることを特徴と

する請求項 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記デフォーカス量の情報は、前記防振光学系の複数の駆動状態それぞれにおいて、異なる像高におけるデフォーカス量を求めるための近似式であることを特徴とする請求項 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記デフォーカス量の情報を、前記撮像素子を矩形で分割した複数のブロック毎に有することを特徴とする請求項 2 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記デフォーカス量の情報を、像高の中心を極座標の中心位置として、角度と距離で分割した複数のブロック毎に有することを特徴とする請求項 2 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

10

【請求項 7】

前記第 2 の取得手段は、前記デフォーカス量のばらつきを、前記リフォーカス処理において前記ばらつきを補正するために前記複数の光電変換部から読み出された信号をシフトするシフト量に変換し、該シフト量を前記補正值とすることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

前記第 2 の取得手段は、前記複数の光電変換部のうちの 1 つを基準の光電変換部として、前記リフォーカス処理において前記基準の光電変換部を除く前記複数の光電変換部から読み出された信号のシフト量をデフォーカス量に変換するための変換係数を、前記基準の光電変換部を除く前記複数の光電変換部について取得し、前記デフォーカス量を前記変換係数で除することにより、該基準の光電変換部を除く前記複数の光電変換部から得られた信号の前記シフト量を取得することを特徴とする請求項 7 に記載の画像処理装置。

20

【請求項 9】

前記第 2 の取得手段は、前記デフォーカス量が前記リフォーカス手段によりリフォーカス可能な範囲よりも広い場合に、前記デフォーカス量を前記リフォーカス可能な範囲の上限値に変更することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 10】

前記デフォーカス量は、前記撮像素子の像高の中心が合焦している場合の、前記異なる像高における前記デフォーカス量であることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

30

【請求項 11】

前記撮像素子と、

請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置と

を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 12】

複数のマイクロレンズそれぞれに対して複数の光電変換部を備え、撮像装置に加わる振れを補正する防振光学系を含む撮像光学系を介して入射する光束を光電変換する撮像素子により撮影して得られた画像信号を用いて、画像を補正する画像処理方法であって、

40

第 1 の取得手段が、前記画像信号と、撮影時の前記防振光学系の駆動状態とを取得する第 1 の取得工程と、

第 2 の取得手段が、前記防振光学系の駆動により発生する、前記撮像素子の異なる像高における、焦点面の移動によるデフォーカス量のばらつきを補正する補正值を取得する第 2 の取得工程と、

リフォーカス手段が、前記取得した画像信号に基づいてリフォーカス処理を行って、前記画像を生成するリフォーカス工程と、を有し、

前記リフォーカス工程では、更に、前記補正值に基づいて、前記デフォーカス量のばらつきを前記リフォーカス処理により補正することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 13】

50

コンピュータを、請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置の各手段として機能させるためのプログラム。

【請求項 14】

請求項 13 に記載のプログラムを記憶したコンピュータが読み取り可能な記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は画像処理装置及び画像処理方法、及び撮像装置に関し、特に手振れ補正機能及びリフォーカス機能を有する撮像装置から得られた画像信号を処理する画像処理装置及び画像処理方法、及び撮像装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

従来より、手振れ補正機能を持つデジタルカメラが提案されている。手振れ補正機能を持つデジタルカメラにおいては、検出した手振れ量に応じて光学部材や撮像素子の姿勢を所望の方向に変化させることにより、手振れ補正機能を実現している。光学部材を姿勢変化させる方式においては、複数の光学部材を用いてそれぞれ独立な方向に変化させることにより、補正可能な角度を増加させることができる。

【0003】

特許文献 1 では、固定部材を挟んで前後にそれぞれ第 1 の光学部材を保持する第 1 の可動鏡筒と、第 2 の光学部材を保持する第 2 の可動鏡筒を配置することで、それぞれの可動鏡筒を独立に駆動して振れを補正する方法が開示されている。また、特許文献 2 及び 3 では、光学部材を光軸上の 1 点を回転中心として弧を描くように駆動して振れを補正する方法が開示されている。

20

【0004】

さらに特許文献 3 には、凸状球面レンズの保持枠と凹状球面レンズの保持枠との間に複数の球体を配し、凸状球面レンズを駆動させることで、光軸上の 1 点を回転中心とした弧を描くような駆動の実現方法について開示されている。

【0005】

一方、撮像素子の前面に複数の画素に対して一つの割合でマイクロレンズアレイを配置することで、光の 2 次元強度分布だけではなく撮像素子に入射する光線の入射方向の情報を取得し、被写体空間の 3 次元的な情報を得ることが可能である。このような被写体空間の 3 次元的な情報を得ることが可能なカメラはライトフィールドカメラと呼ばれている。また、被写体空間の 3 次元的な情報はライトフィールドデータと呼ばれ、ライトフィールドデータの取得と撮影後の画像再構成処理によって、画像のピント位置の変更や、撮影視点の変更、被写界深度の調節などのリフォーカスと呼ばれる画像処理が可能となる。

30

【0006】

このようなライトフィールドカメラにおいて、プレノプティク方式が広く知られている。プレノプティク方式では、マイクロレンズアレイの各マイクロレンズの下に分割された撮像用光電変換素子 (PD) が二次元状に配置されており、光学系が有するフォーカスレンズは、各マイクロレンズの射出瞳の役割を有する。このような構成の撮像装置において、各マイクロレンズの下に存在する複数の PD から得られた信号は、被写体からの複数の光線情報を有することが知られている。この光線情報を利用して、マイクロレンズの下に存在する PD 群から得られた信号のうち、各マイクロレンズに対して同一位置に存在する PD から得られた信号のみで形成した複数の二次元画像は、通常の二次元画像と異なり、互いに視差を有している。このような視差を有する 2 次元画像同士を合成することによって、画像のフォーカス面を仮想的に移動させることができる (特許文献 4 参照)。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献 1】特開 2009 - 258389 号公報

50

【特許文献2】特許第3003370号公報

【特許文献3】特開2008-134329号公報

【特許文献4】米国特許第8358367号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、特許文献2及び3に記載されている方法で防振光学系を駆動した場合であっても、防振光学系の全ての状態において理想的に像面と撮像面を平行に保つことは困難である。

【0009】

また、特許文献3に記載されている防振光学系では、光学部材はある焦点距離で最適に像面と撮像面を平行に保つように設計されている為、ズームレンズの焦点距離によっては像面と撮像面の平行を保つことは困難である。

【0010】

このように、防振光学系を用いた場合、像面と撮像面との平行が保てないために撮像された画像に片ボケが生じることがある。特に、動画撮影中に各フレームで片ボケが発生すると、撮影動画の品質を著しく低下させてしまうという問題がある。

【0011】

本発明は上記問題点を鑑みてなされたものであり、防振光学系の駆動によって片ボケが発生した状態であっても、高品質な動画を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記目的を達成するために、複数のマイクロレンズそれぞれに対して複数の光電変換部を備え、撮像装置に加わる振れを補正する防振光学系を含む撮像光学系を介して入射する光束を光電変換する撮像素子により撮影して得られた画像信号を用いて、画像を補正する本発明の画像処理装置は、前記画像信号と、撮影時の前記防振光学系の駆動状態とを取得する第1の取得手段と、前記防振光学系の駆動により発生する、前記撮像素子の異なる像高における、焦点面の移動によるデフォーカス量のばらつきを補正する補正值を取得する第2の取得手段と、前記取得した画像信号に基づいてリフォーカス処理を行って、前記画像を生成するリフォーカス手段と、を有し、前記リフォーカス手段は、更に、前記補正值に基づいて、前記デフォーカス量のばらつきを前記リフォーカス処理により補正する。

【発明の効果】

【0013】

本発明により、防振光学系の駆動によって片ボケが発生した状態であっても、高品質な動画を得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明における撮像装置の概略構成を示すブロック図。

【図2】第1の実施形態で使用される撮像素子の単位画素セルの構成及び、得られる画像の一例を示した図。

【図3】第一補正レンズと第二補正レンズと撮像素子の位置関係を示す図。

【図4】各単位画素セルが6×6に分割された場合のリフォーカス可能範囲を説明するための図。

【図5】第一補正レンズと第二補正レンズの駆動によって発生したデフォーカス量の一例を表した図。

【図6】第1の実施形態におけるブロック分割方法の一例を示す図。

【図7】第1の実施形態におけるブロック分割方法の別の一例を示す図。

【図8】第1の実施形態における片ボケの補正処理のフローチャート。

【図9】各単位画素セルが3×3及び2×2に分割された場合のリフォーカス可能範囲を説明するための図。

10

20

30

40

50

【図 10】第 2 の実施形態における片ボケの補正処理のフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、添付図面を参照して本発明を実施するための形態を詳細に説明する。

【0016】

< 第 1 の実施形態 >

図 1 は本発明の第 1 の実施形態における撮像装置 1 の構成を示すブロック図である。図 1 において、光学系ユニット 100 は少なくとも、第一補正レンズ 101 と第二補正レンズ 102 とからなる防振光学系と、絞り 103 を含む。光学系ユニット 100 は更に、不図示のズームレンズやフォーカスレンズを有し、レンズ駆動制御部 112 の出力に基づいて駆動され、第一補正レンズ 101、第二補正レンズ 102、絞り 103 と共に撮像光学系を構成する。

10

【0017】

本第 1 の実施形態では、第一補正レンズ 101 は光軸の 1 点を中心に、光軸に垂直な平面に対して弧を描くように傾ける（チルト）ことで、入射した光束を屈折することができる。一方、第二補正レンズ 102 は光軸に対して垂直な方向に移動（シフト）することで、入射した光束を平行移動することができる。

【0018】

ジャイロセンサ 113 は、撮像装置 1 の 3 次元方向の加速度を検知し、CPU 110 に出力する。レンズ駆動制御部 112 は CPU 110 の出力に応じて、光学系ユニット 100 の防振駆動を行い、第一補正レンズ 101 のチルト角の制御、及び、第二補正レンズ 102 の垂直移動量の制御を行う。なお、具体的なチルト角の制御については詳細に後述する。

20

【0019】

また、CPU 110 はレンズ駆動制御部 112 を介して光学系ユニット 100 に含まれる絞り 103 及び不図示のシャッターの制御を行うことで、露光量の制御を行う。光学系ユニット 100 を介して入射した光束は、撮像素子 104 の受光面上に結像し、光電変換される。撮像素子 104 は、1 つのマイクロレンズと、光電変換部である複数のフォトダイード（PD）とをそれぞれ含む単位画素セルが、2 次元マトリクス状に配列されている。そして、撮像素子駆動制御部 111 の出力に応じて、各 PD に蓄積された電荷を加算もしくは非加算で読み出し、A/D 変換部 105 に出力する。撮像素子駆動制御部 111 は CPU 110 により制御され、撮像素子 104 の加算もしくは非加算読み出しの切り換えの他に、ISO 感度などを設定する。

30

【0020】

ここで図 2 を参照して、第 1 の実施形態における撮像素子 104 に配置されている単位画素セルについて説明する。図 2 (a) に示すように、単位画素セルはマイクロレンズアレイに含まれる 1 つのマイクロレンズ 201 あたり、6 × 6 の PD 1A ~ 6F を有している。このような単位画素セルが撮像素子 104 上にベイヤー配列で 2 次元状に配置されている。

40

【0021】

A/D 変換部 105 は、撮像素子 104 から出力されるアナログ電気信号を不図示のアナログ信号処理部でアナログ信号処理を行った上で、デジタル電気信号（画素信号）に変換し、キャプチャー部 106 に出力する。なお、アナログ信号処理部は、例えば、伝送路上のノイズを除去する CDS 回路や非線形増幅回路等である。

【0022】

キャプチャー部 106 は画素信号の有効期間及び種別を判定し、PD 1A ~ 6F をそれぞれ読み出した信号、または、PD 1A ~ 6F を加算読み出しして得た信号を、リフォーカス部 107 に出力する。

【0023】

リフォーカス部 107 は、CPU 110 から設定される PD の分割数に応じてリフォー

50

カス処理を行い、第一補正レンズ１０１及び第二補正レンズ１０２の駆動によって生じたボケに対して補正を行う。

【００２４】

デジタル信号処理部１０８では、ペイヤー配列で入力された画像信号に対して、公知の同時化処理、ガンマ処理、ノイズリダクション処理に代表されるデジタル信号処理を行う。デジタル信号処理部１０８の出力は、ＳＤカードに代表されるメモリカード等により構成される画像記録部１０９に記録したり、不図示の画像表示部に出力する。

【００２５】

ＣＰＵ１１０は、撮像装置１全体のシステム制御を行う中央演算装置であって、ＲＯＭ１１４に記録されているプログラムに基づいて動作を行う。本第１の実施形態ではリフォーカス部１０７、撮像素子駆動制御部１１１、レンズ駆動制御部１１２に対して、防振及び画像補正用のパラメータの演算及び設定を行う。

10

【００２６】

ＲＯＭ１１４には、ＣＰＵ１１０により撮像装置１全体のシステム制御を行うためのプログラム情報であるマイクロコードが記憶されている。他に、防振光学系の位置情報に基づいた像高別のリフォーカスパラメータ、像ずれ量からデフォーカス量への変換を行う変換係数Ｋなども記録されている。なお、リフォーカスパラメータ及び変換係数Ｋについては、詳細に後述する。

【００２７】

次に図３を用いて、防振制御における第一補正レンズ１０１と第二補正レンズ１０２の制御方法について説明する。

20

【００２８】

図３は、防振動作中の第一補正レンズ１０１及び第二補正レンズ１０２の動作を示す概念図であり、第一補正レンズ１０１、第二補正レンズ１０２及び撮像素子１０４の姿勢を示している。防振動作中は、光学系ユニット１００に含まれるズームレンズが望遠側か広角側かに応じて、動き方の異なる各補正レンズを有効に活用して、像振れが最小限になるように制御を行う。

【００２９】

図３（ａ）は像振れの無い状態を示しており、第一補正レンズ１０１と第二補正レンズ１０２ともにレンズ中心が光軸上に位置している。

30

【００３０】

次に、防振動作中について説明する。ズームレンズが広角側に位置する場合、像振れの主たる要因はカメラのシフトによるものとなる。よって第二補正レンズ１０２を図３（ｃ）に示すようにカメラのシフトによって起こる光軸に対する像ずれを打ち消すように制御し、像振れを補正する。

【００３１】

一方、ズームレンズが望遠側に位置する場合においては、像振れの主たる要因はカメラのチルトによるものとなる。よって第一補正レンズ１０１を図３（ｂ）に示すように、カメラのチルトによって起こる光軸に対する像ずれを打ち消すように制御して、像振れを補正する。

40

【００３２】

このように第一補正レンズ１０１と第二補正レンズ１０２を駆動することによって、防振することができる。なお、図３に示す例では、第一補正レンズ１０１と第二補正レンズ１０２のいずれか一方のみを制御した場合について説明したが、第一補正レンズ１０１と第二補正レンズ１０２を組み合わせて制御してもよい。

【００３３】

次に、図２（ａ）に示す構成を有する撮像素子１０４から得られる信号を用いてリフォーカス画像を生成する場合の、リフォーカス可能な範囲について説明する。

【００３４】

撮像素子１０４に含まれる単位画素セルにおいて、各マイクロレンズに対して同一位置

50

に存在するPDからの信号のみで構成された二次元画像は、他の同一位置に存在するPDからの信号のみで構成された二次元画像に対して、視差を有する。例えば、図2(a)のPD1Aの信号のみで構成された画像と、PD2Aの信号のみで構成された画像は異なる視差を有する。つまり、6×6のPDで構成された撮像素子104からは、合計36の異なる視差の画像を得ることができる。

【0035】

一般的にライトフィールドカメラでは、これらの分割画素数に応じた異なる視差の画素を合成してリフォーカス画像を得ることとなる。リフォーカス画像を得るための原理として、図2(b)の画像の例においては、花の位置に視差を有さないように合成した場合には、花の位置には合焦しており、葉の位置では視差を有する画像同士を加算して合成するためにボケた画像を得ることとなる。また葉の位置に視差を有さないように合成した場合には、葉の位置に合焦しており、花の位置ではボケた画像を得ることとなる。

【0036】

この時、リフォーカス可能な範囲は各視差画像の合焦範囲のみである。これは、ボケた各視差画像に対して視差を有さないように加算したとしても、元の像がシャープではないために、ボケた像しか得ることができないことによる。つまり、リフォーカス可能な範囲は各位置のPDから構成された視差画像の焦点深度に基づいて決まる。

【0037】

図4を使用して、具体的にリフォーカス可能な範囲について説明する。図4において、許容錯乱円をとし、絞り103の絞り値をFとすると、絞り値Fでの被写界深度は±Fである。これに対して、図2(a)に示すように6×6に分割されて狭くなった瞳部分領域501の水平及び垂直方向の実行絞り値F01は、 $F01 = 6F$ (6は分割数)と暗くなる。その結果、各視差画像の実効的な被写界深度は±6Fと6倍深くなり、合焦範囲が6倍に広がる。即ち、各視差画像において、実効的な被写界深度±6Fの範囲内で合焦した被写体像が取得される。ライトフィールドにおけるリフォーカス画像は各画素の合成によって得られる像であるため、各画素で構成される像は少なくとも合焦している必要がある。よって、撮影後のリフォーカス処理により、デフォーカス量dは式(1)により示される範囲で仮想的に移動可能となる。

$$|d| \leq 6F \quad \dots (1)$$

なお、許容錯乱円は、 $\lambda = 2 \lambda X$ (Xは画素周期)のナイキスト周波数 $1/(2X)$ の逆数などで規定される。このように射出瞳を共有する分割画素の数に応じて、各視差画像の焦点深度が決まる。

【0038】

次に、図5を使用して第一補正レンズ101及び第二補正レンズ102の駆動に応じて生じる画像のボケについて説明する。図5は、ある焦点距離における第一補正レンズ101及び第二補正レンズ102の駆動中の、異なる像高におけるデフォーカス量の一例を表した図であって、像高をh、デフォーカス量をdefとして表している。図5(a)、(b)、(c)は各々像高hが15、-15、0の場合のデフォーカス量を表している。

【0039】

このように第一補正レンズ101及び第二補正レンズ102が駆動することで、撮像素子104において像高毎に焦点面が異なり、像高中心では合焦していても像高によっては合焦していない、いわゆる片ボケが発生する状態が存在する。

【0040】

そこで、本第1の実施形態では、第一補正レンズ101及び第二補正レンズ102の各駆動状態について、所定の像高を基準とし、基準の像高(例えば、像高中心)において合焦している場合の像高別のデフォーカス量を、ROM114に記憶しておく。具体的には図6で示されるように、撮像素子104を像高別に8×8に64分割したブロック毎に、デフォーカス量が記録されている。なお、デフォーカス量は、例えば工場出荷時等に、防振光学系を異なる状態に駆動しながら、所定距離に配置された基準画像を、焦点状態を検出可能な撮像素子を用いて撮影することで得ることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 1 】

この時、64分割したブロック毎に記録されるデフォーカス量としては、例えば、各ブロックに含まれる画素のデフォーカス量の平均値や各ブロックの中央に位置する画素のデフォーカス量が記録される。なお、本第1の実施形態では64個のブロックに分割してデフォーカス量を記録しているが、例えば、デフォーカス量を求める為の近似式や異なる分割数のデフォーカス量が記録されていてもよい。つまり、光学系の状態毎に各像高のデフォーカス量を求められる情報が記録されていればよい。

【 0 0 4 2 】

リフォーカス部107は、防振光学系の位置に基づいて、片ボケに対するリフォーカスによる補正を行い、デジタル信号処理部108に画像信号の出力を行う。具体的には、リフォーカス部107は、各像高別にCPU110を介してROM114に記録されているデフォーカス量だけ、仮想焦点面を移動させた像を生成する。

10

【 0 0 4 3 】

この時、仮想焦点面を設定されたデフォーカス量だけ移動させるために、各PD1A～6Fから得られた信号を変換係数Kに基づいて相対的にシフトさせ加算処理を行う。上述したように、変換係数Kは像ずれ量からデフォーカス量への変換を行うための係数であり、基準となるPDとの相対的なシフト量を求める組み合わせの数だけ存在している。変換係数Kは、各単位画素セルが $6 \times 6 = 36$ 個のPDから成る場合、ある基準のPDとの相対的なシフト量を求める組み合わせの数、つまり $36 - 1$ の35個の変換係数Kが存在する。変換係数Kはさらに、F値、画素ピッチなどに基づいて設定される。

20

【 0 0 4 4 】

本第1の実施形態では、変換係数Kは、基準のPDをPD1Aとすると、PD1Aと、PD1Aを除く、列1～6(i)と行A～F(j)で示される座標の35個のPDとの組み合わせで存在しており、それぞれ $K_{2A} \sim K_{6F}(K_{ij})$ とする。また、PD2A～6Fのシフト量(補正值)を $N_{2A} \sim N_{6F}(N_{ij})$ とし、移動させるデフォーカス量をdcとすると、PD1A以外のPDのシフト量は、式(2)により表すことが可能となる。

$$N_{ij} = dc / K_{ij} \quad \dots (2)$$

式(2)により求めたシフト量 N_{2A} から N_{6F} に基づいてPDから得られた信号をシフトし、加算処理を行うことで仮想的に焦点面を移動させることが可能となる。

30

【 0 0 4 5 】

なお、ブロック毎にリフォーカス処理を行って画像を組み合わせで合成すると、ブロック毎に処理が異なるため、境界線が見えてしまうことがある。そのような場合にはブロックの境界近傍の画像をオーバーラップして生成し、加算平均で合成することが望ましい。

【 0 0 4 6 】

また、リフォーカス処理により補正した画像同士を合成するのではなく、各ブロックのデフォーカス量と、隣接するブロックのデフォーカス量とから各画素に適用するデフォーカス量を求めてリフォーカス処理による補正を行っても良い。

【 0 0 4 7 】

また、本第1の実施形態では矩形に分割されたブロック毎にデフォーカス量を設定したが、本発明はこれに限るものではない。例えば、像高の中心を極座標の中心位置として、角度と距離で分割した複数のブロックそれぞれについてデフォーカス量を設定しても良い。図7はその一例を示す図であり、中央付近は疎であって、周辺像高になるに従って密になるような極座標により平面の分割を行っても良い。

40

【 0 0 4 8 】

なお、リフォーカスの方法として変換係数Kに基づいてPDから得られた信号を相対的にシフトして加算する方法について説明を行ったが、本発明はこれに限られるものではない。例えば、特許文献4に記載されているようなフーリエ空間で処理を行うリフォーカスの方法であっても良い。

【 0 0 4 9 】

50

なお、本第1の実施形態では変換係数Kが予めROM114に記録されている場合について説明を行ったが、光学的な状態、画素ピッチ、読み出し時の各単位画素セルにおけるPDの分割数に基づいて設定しても良い。

【0050】

次に、図8のフローチャートを参照して、第1の実施形態における防振動作について説明する。本防振動作は不図示の動画撮影SWをユーザーが操作することでスタートする。

【0051】

S11で、CPU110は撮像素子駆動制御部111に、PD1A~6Fの非加算読み出しを設定する。S12で、CPU110はジャイロセンサ113の出力に基づいて防振量を求め、S13で、求めた防振量に基づいて、レンズ駆動制御部112を介して第一補正レンズ101及び第二補正レンズ102の駆動を行い、S14に進む。

10

【0052】

S14でCPU110は、ROM114に記録された像高別のデフォーカス量defの読み出しを行い、S15に進む。S15でCPU110は記録された像高別のデフォーカス量defが上述した式(1)により表されるリフォーカス可能な範囲に収まっているかどうかを判定し、リフォーカス可能な範囲内であればS17に進み、可能な範囲を超えていればS16に進む。S16でCPU110は、デフォーカス量defをリフォーカス可能な範囲の上限値に設定し、S17に進む。

【0053】

S17で、撮像素子104は光学系ユニット100を介して得られた光学像を光電変換し、A/D変換部105、キャプチャー部106を介してリフォーカス部107に出力し、S18に進む。S18でリフォーカス部107は設定された像高別のデフォーカス量に基づいてリフォーカス処理を行い、片ボケを補正してS19に進む。

20

【0054】

S19でCPU110は、動画撮影を終了するかどうかを不図示の動画撮影SWの状態に基づいて判定し、動画撮影を継続する場合にはS12へ、動画撮影を終了する場合には図8の動作を終了する。

【0055】

以上のように本第1の実施形態によれば、リフォーカス処理を行うことで、防振光学系が動作することによって発生する片ボケを適切に補正することが可能となる。

30

【0056】

なお、本第1の実施形態では第一補正レンズ101及び第二補正レンズ102の両方を備える装置について説明を行ったが、本発明はこれに限られるものではなく、撮像素子の中央部と周辺部との間でデフォーカス量が異なる撮像装置に適用することが可能である。

【0057】

また、上述した例では、動画撮影を行う場合に防振動作を行うものとして説明したが、静止画撮影を行う場合の所謂ライブビュー時に実行してもよい。

【0058】

また、第1の実施形態では、光学系ユニット100が撮像装置1に含まれるものとして説明したが、光学系ユニット100を着脱可能に構成してもよい。

40

【0059】

また、第1の実施形態では、ジャイロセンサ113により撮像装置1の振れを検知する構成について説明したが、振れを検知する方法はこれに限るものではなく、公知の方法を利用することが可能である。例えば、連続するフレーム間の画像の動きを検知することにより、撮像装置1の振れを検知する構成としても良いし、ジャイロセンサ113との組み合わせにより検知する構成としても良い。

【0060】

<変形例>

上述した第1の実施形態では、撮像素子104の各単位画素セルから非加算読み出しにより、6×6のPDそれぞれから独立に電荷を読み出す場合について説明した。撮像素子

50

が 6×6 の PD を有している場合において、 6×6 の PD それぞれから独立に電荷の読み出しを行うことで、リフォーカスによる補正可能範囲を最も大きく取ることが可能である。しかしながら、処理量も比例して増加するため、消費電力の問題が発生する。

【0061】

そこで、本変形例では、第一補正レンズ 101 の防振量を最大限確保しつつも消費電力の削減を図る為に、PD の読み出し方法を切り換える。なお、本変形例における撮像装置の構成は、第 1 の実施形態において図 1 及び図 2 を参照して説明したものと同様であるので、ここでは説明を省略する。

【0062】

図 9 を使用して、本変形例における読み出し方法を変更した時のリフォーカス可能範囲について説明する。図 9 (a) は、 6×6 の PD を 2×2 単位で加算して読み出す場合を示している。この場合、瞳部分領域は 800 となり、デフォーカス量 d は式 (3) で表すことができ、このデフォーカス量 d の範囲で仮想的に焦点面を移動することができる。

【0063】

図 9 (b) は、 6×6 の PD を 3×3 単位で加算して読み出す場合を示している。この場合、瞳部分領域は 801 となり、デフォーカス量 d は式 (4) で表すことができ、このデフォーカス量 d の範囲で仮想的に焦点面を移動することができる。

$$|d| \quad 2F \quad \dots (4)$$

【0064】

この場合、図 8 の S11 において、分割読み出し方法を決定し、S15 で、デフォーカス量が、式 (3) または (4) により規定されるデフォーカス量 d の範囲内であるかどうかを判断することで、第 1 の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0065】

< 第 2 の実施形態 >

次に、本発明の第 2 の実施形態について説明する。上述した第 1 の実施形態では、撮影時の防振光学系の状態によって発生する片ボケを撮像装置 1 で補正を行う方法について説明をした。これに対し、本第 2 の実施形態では、撮影後のデータに対して、コンピュータプログラムにより発生した片ボケを補正する画像処理方法について説明を行う。

【0066】

図 10 は、コンピュータプログラムにより補正を行う画像処理を説明するフローチャートである。なお、図 10 において、図 8 と同一の符号が振られている S14、S15、S16、S18 は撮像装置 1 の CPU 110 で処理を行った内容と同様の処理を行う為、ここでは説明を省略する。本防振動作はユーザーの操作で、ハードディスクに代表される記録装置から LF データを読み出すことによってスタートする。

【0067】

S21 で、記録された LF データ取得時の PD の分割数、光学系ユニットの情報を LF データのヘッダ部から読み出し、次の S22 において、記録された LF データ取得時の防振光学系の動作状態を取得し、S14 に進む。S14 で、読み出された防振光学系の動作状態及び光学系ユニットの情報に基づいて、像高別のデフォーカス量 d_{ef} を予め用意されたルックアップテーブルから取得し、S15 に進む。

【0068】

S15、S16、S18 では第 1 の実施形態で説明した処理と同様の処理を行い、S23 に進む。S23 では補正されたデータを記録装置に記録し、S24 に進む。S24 では動画ファイルが最終データまで補正されたかどうかを確認し、最終データまで完了している場合には本フローチャートの動作を完了し、そうでない場合には S21 に進む。

【0069】

以上のように本第 2 の実施形態によれば、第 1 の実施形態で説明した処理をコンピュータプログラムで実現し、記録された LF データの防振光学系の駆動による片ボケを補正することが可能となる。

【0070】

10

20

30

40

50

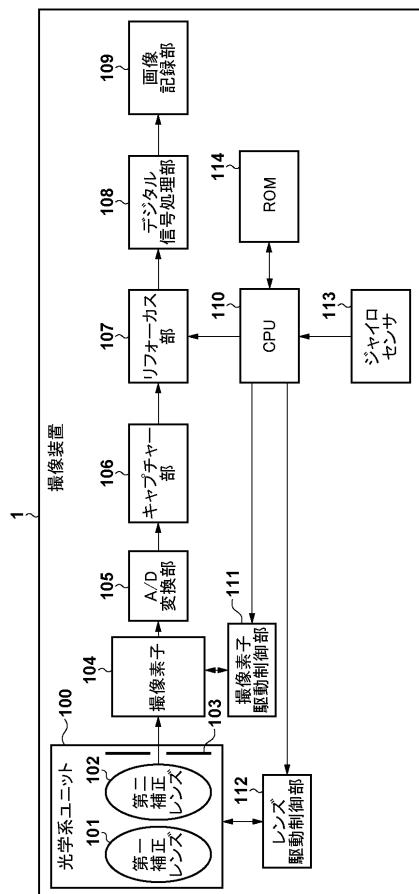
また、本発明は、上述の第２の実施形態で説明したプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける１つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、１以上の機能を実現する回路（例えば、ＡＳＩＣ）によっても実現可能である。

【符号の説明】

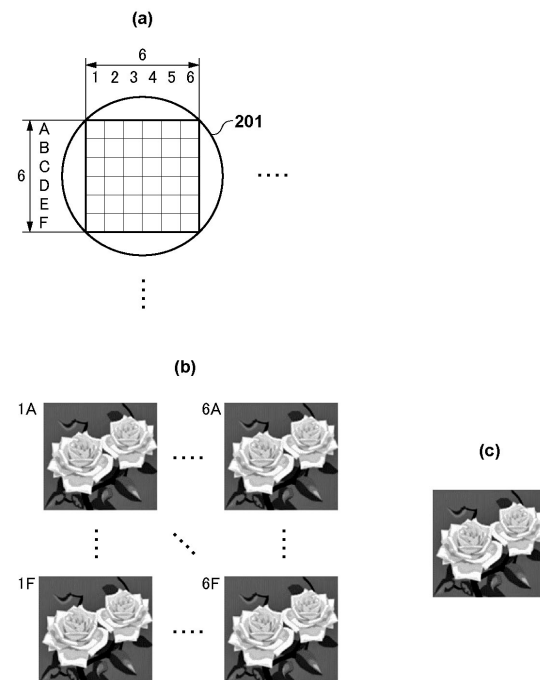
【００７１】

１００：光学系ユニット、１０１：第一補正レンズ、１０２：第二補正レンズ、１０３：絞り、１０４：撮像素子、１０７：リフォーカス部、１１０：ＣＰＵ、１１１：撮像素子駆動制御部、１１２：レンズ駆動制御部、１１３：ジャイロセンサ、２０１：マイクロレンズ

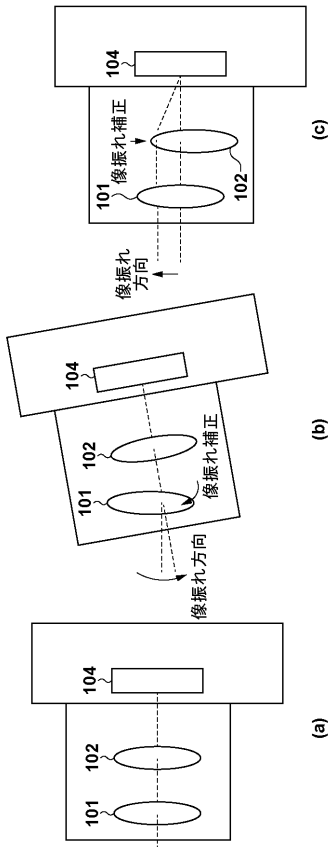
【図１】



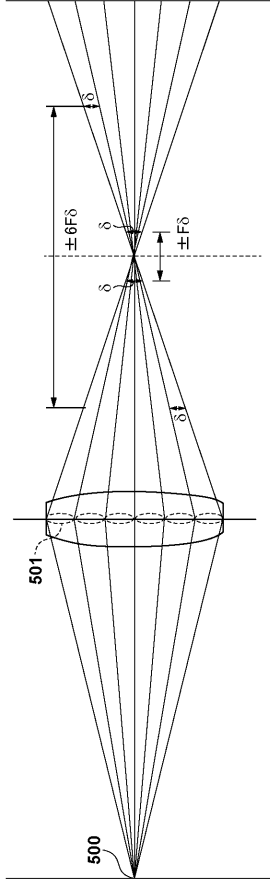
【図２】



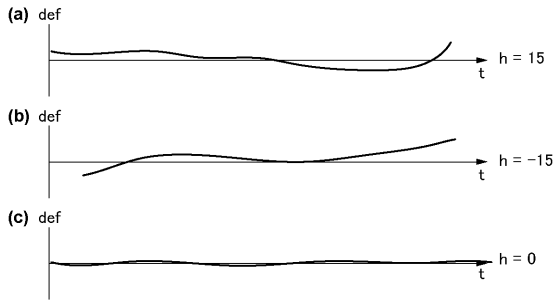
【図 3】



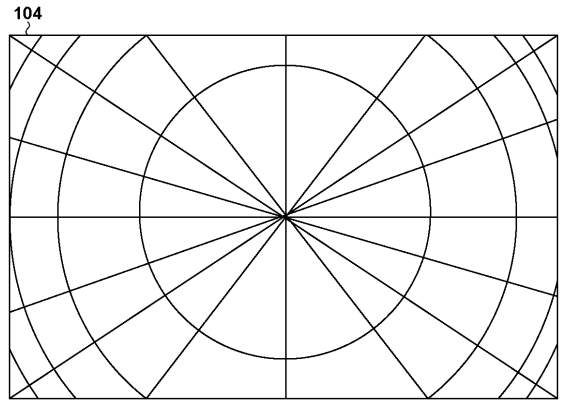
【図 4】



【図 5】



【図 7】

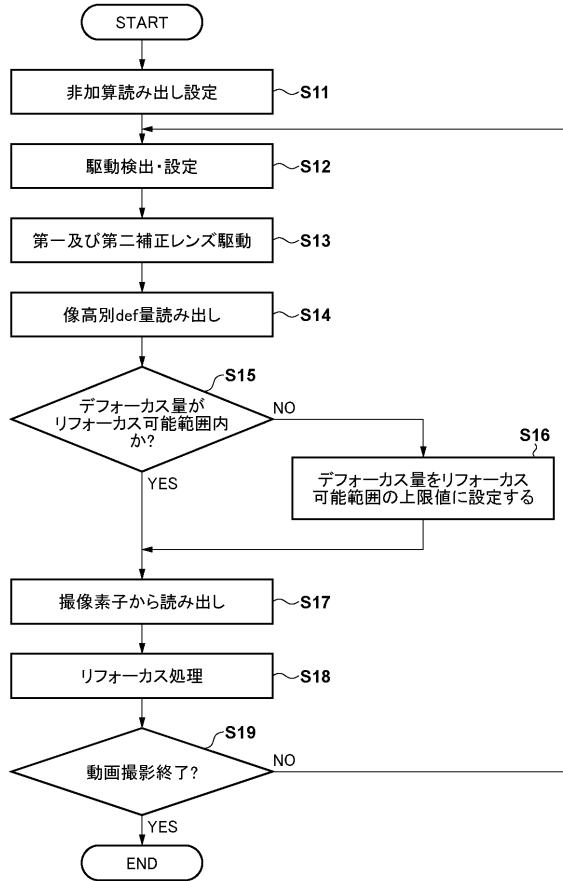


【図 6】

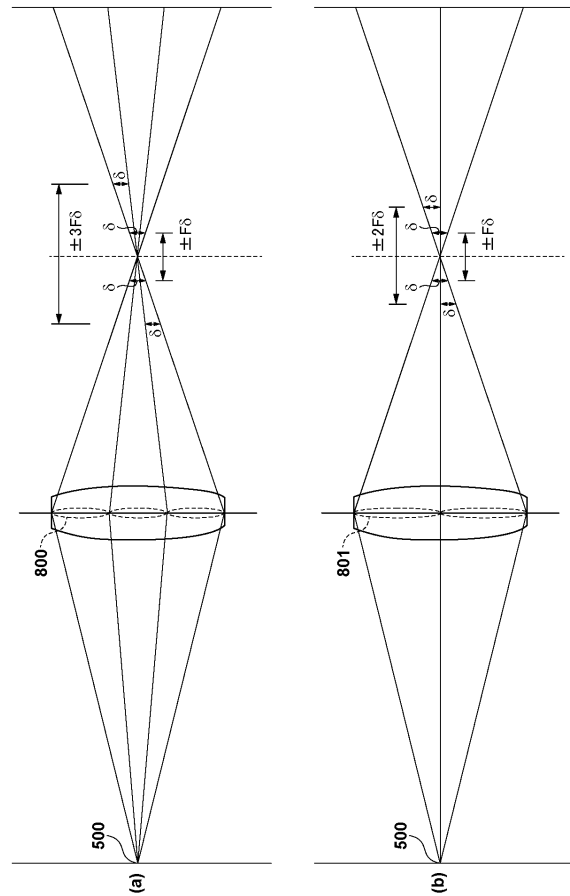
104

1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32
33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54	55	56
57	58	59	60	61	62	63	64

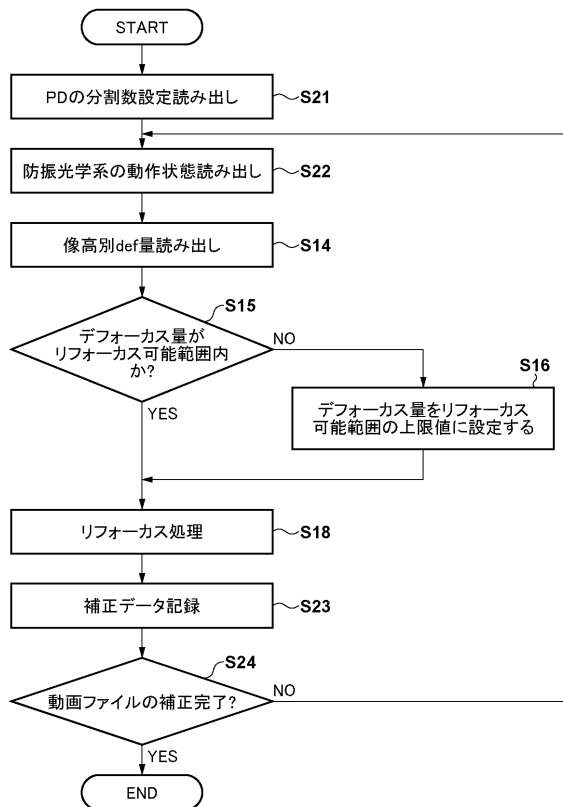
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 堀川 洋平
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 吉川 康男

(56)参考文献 特開2012-037865(JP,A)
特開2012-222431(JP,A)
特開2014-179870(JP,A)
国際公開第2014/191613(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04N 5/232
G03B 5/00
G03B 15/00
G06T 7/557