

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7297412号  
(P7297412)

(45)発行日 令和5年6月26日(2023.6.26)

(24)登録日 令和5年6月16日(2023.6.16)

(51)国際特許分類	F I			
H 0 4 N 23/60 (2023.01)	H 0 4 N 23/60	5 0 0		
G 0 6 T 5/00 (2006.01)	G 0 6 T 5/00	7 2 5		
H 0 4 N 23/69 (2023.01)	H 0 4 N 23/69			

請求項の数 25 (全22頁)

(21)出願番号	特願2018-112753(P2018-112753)	(73)特許権者	000001007 キャノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22)出願日	平成30年6月13日(2018.6.13)	(74)代理人	100090273 弁理士 國分 孝悦
(65)公開番号	特開2019-216365(P2019-216365 A)	(72)発明者	白井 邦宏 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
(43)公開日	令和1年12月19日(2019.12.19)	審査官	吉川 康男
審査請求日	令和3年6月9日(2021.6.9)		
前置審査			

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法、およびレンズ装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

レンズにより形成された光学像を撮像して得られた撮像画像の歪曲収差を補正するための補正值に関する第1の情報と、前記歪曲収差を補正したことによる画角変動を補正するための第2の情報とを取得する取得手段と、

前記第1の情報と前記第2の情報とを用いて、前記歪曲収差を補正した画像を生成する処理手段と、  
を有し、

前記第1の情報は、前記レンズの焦点距離およびピント位置の組合せ別に用意された情報であり、

前記第2の情報は、前記レンズのピント位置に対応せずに、前記レンズの焦点距離別に用意された情報であることを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】

前記レンズの焦点距離に対応する情報は、それぞれの焦点距離において、糸巻型の収差量が最も大きくなるピント位置に基づく情報であ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】

前記第1の情報のうち、前記歪曲収差を補正する対象となる画像を撮像したときの前記レンズの焦点距離およびピント位置の組合せに対応する情報を選択し、

前記第2の情報のうち、前記歪曲収差を補正する対象となる画像を撮像したときの前記

レンズの焦点距離に対応する情報を選択することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

レンズにより形成された光学像を撮像して得られた撮像画像の歪曲収差を補正するための補正值に関する第 1 の情報と、前記歪曲収差を補正したことによる画角変動を補正するための第 2 の情報とを取得する取得手段と、

前記第 1 の情報と前記第 2 の情報とを用いて、前記歪曲収差を補正した画像を生成する処理手段と、

を有し、

前記第 1 の情報と前記第 2 の情報は、前記レンズの焦点距離およびピント位置の組合せ別に用意されており、

前記第 1 の情報のうち、前記歪曲収差を補正する対象となる画像を撮像したときの前記レンズの焦点距離およびピント位置の組合せに対応する情報を選択し、

前記第 2 の情報のうち、前記歪曲収差を補正する対象となる画像を撮像したときの前記レンズの焦点距離に対応する情報を選択することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 5】

前記レンズの焦点距離ごとに、糸巻型の収差量が最も大きくなるピント位置に対応する情報を選択して用いることを特徴とする請求項 4 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記処理手段は、

前記第 1 の情報を用いて前記撮像画像の歪曲収差を補正し、

前記歪曲収差が補正された画像を前記第 2 の情報に基づいて拡大処理することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 7】

前記処理手段は、

前記歪曲収差が樽型の歪曲収差の場合には、前記歪曲収差が補正された画像を拡大処理せず、

前記歪曲収差が糸巻型の歪曲収差の場合には、前記歪曲収差が補正された画像を拡大処理することを特徴とする請求項 6 に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

前記処理手段は、

前記レンズの焦点距離が第 1 の焦点距離の場合には、前記歪曲収差が補正された画像を拡大処理せず、

前記レンズの焦点距離が前記第 1 の焦点距離よりも遠く、所定距離以上の第 2 の焦点距離の場合には、前記歪曲収差が補正された画像を拡大処理することを特徴とする請求項 6 に記載の画像処理装置。

【請求項 9】

前記第 1 の情報は歪曲収差の補正值であり、前記第 2 の情報は前記歪曲収差の補正值のシフト量を示す情報であり、

前記処理手段は、前記第 1 の情報が示す歪曲収差の補正值を、前記第 2 の情報が示すシフト量だけ変化させて新たな歪曲収差の補正值を求め、前記新たな歪曲収差の補正值を用いて、前記歪曲収差を補正した画像を生成することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 10】

前記処理手段は、

前記歪曲収差が糸巻型の歪曲収差を含まない場合には、前記第 1 の情報が示す歪曲収差の補正值を変化させず、

前記歪曲収差が糸巻型の歪曲収差を含む場合には、前記第 1 の情報が示す歪曲収差の補正值を前記第 2 の情報が示すシフト量だけ変化させることを特徴とする請求項 9 に記載の画像処理装置。

10

20

30

40

50

**【請求項 1 1】**

前記処理手段は、

前記レンズの焦点距離が第 1 の焦点距離の場合には、前記第 1 の情報が示す歪曲収差の補正值を変化させず、

前記レンズの焦点距離が前記第 1 の焦点距離よりも遠く、所定距離以上の第 2 の焦点距離の場合には、前記第 1 の情報が示す歪曲収差の補正值を前記第 2 の情報が示すシフト量だけ変化させることを特徴とする請求項 9 に記載の画像処理装置。

**【請求項 1 2】**

前記第 2 の情報が示すシフト量は、全ての像高において、前記歪曲収差が補正された画像を対角線方向に縮ませるための補正值が存在しなくなるように、前記第 1 の情報が示す歪曲収差の補正值を変化させるための値であることを特徴とする請求項 1 1 に記載の画像処理装置。

10

**【請求項 1 3】**

前記処理手段は、前記撮像画像が静止画である場合には、前記第 2 の情報を用いずに、前記第 1 の情報を用いて前記歪曲収差を補正した画像を生成することを特徴とする請求項 1 乃至 1 2 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

**【請求項 1 4】**

レンズ装置を着脱可能な装着機構に装着された当該レンズ装置から、前記第 1 の情報と前記第 2 の情報を取得することを特徴とする請求項 1 乃至 1 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

20

**【請求項 1 5】**

レンズ装置を介して形成された光学像を撮像する撮像手段と、

請求項 1 乃至 1 4 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 1 6】**

撮像装置に着脱可能なレンズ装置であって、

前記レンズ装置に起因する歪曲収差を補正するための補正值に関する第 1 の情報と、前記歪曲収差を補正したことによる画角変動を補正するための第 2 の情報とを記憶した記憶手段と、

前記第 1 の情報と前記第 2 の情報とを、前記撮像装置に通信する通信手段と、  
を有し、

30

前記第 1 の情報は、レンズの焦点距離およびピント位置の組合せ別に用意された情報であり、

前記第 2 の情報は、レンズのピント位置に対応せずに、焦点距離別に用意された情報であることを特徴とするレンズ装置。

**【請求項 1 7】**

前記レンズの焦点距離に対応する情報は、それぞれの焦点距離において、糸巻型の収差量が最も大きくなるピント位置に基づく情報であることを特徴とする請求項 1 6 に記載のレンズ装置。

**【請求項 1 8】**

40

前記第 1 の情報は、前記歪曲収差を補正するための補正值であり、

前記第 2 の情報は、画像の拡大率であることを特徴とする請求項 1 6 または 1 7 に記載のレンズ装置。

**【請求項 1 9】**

前記レンズ装置の焦点距離が第 1 の焦点距離の場合には、前記第 2 の情報が示す画像の拡大率は 1 倍であり、

前記レンズ装置の焦点距離が前記第 1 の焦点距離よりも遠く、所定距離以上の第 2 の焦点距離の場合には、前記第 2 の情報が示す拡大率は 1 倍よりも大きな倍率であることを特徴とする請求項 1 8 に記載のレンズ装置。

**【請求項 2 0】**

50

前記第 1 の情報は、前記歪曲収差を補正するための補正值であり、

前記第 2 の情報は、前記補正值のシフト量であることを特徴とする請求項 1 6 または 1 7 に記載のレンズ装置。

【請求項 2 1】

前記レンズ装置の焦点距離が第 1 の焦点距離の場合には、前記第 2 の情報が示す前記シフト量は 0 であり、

前記レンズ装置の焦点距離が前記第 1 の焦点距離よりも遠く、所定距離以上の第 2 の焦点距離の場合には、前記第 2 の情報が示す前記シフト量は 0 を除く値であることを特徴とする請求項 2 0 に記載のレンズ装置。

【請求項 2 2】

前記第 1 の焦点距離は、前記レンズ装置に起因する歪曲収差が糸巻型の歪曲収差を含まない焦点距離であり、

前記第 2 の焦点距離は、前記レンズ装置に起因する歪曲収差が糸巻型の歪曲収差を含む焦点距離であることを特徴とする請求項 2 1 に記載のレンズ装置。

【請求項 2 3】

前記第 2 の情報が示すシフト量は、全ての像高において、前記歪曲収差が補正された画像を対角線方向に縮ませるための補正值が存在しなくなるように、前記第 1 の情報が示す歪曲収差の補正值を変化させるための値であることを特徴とする請求項 2 0 乃至 2 2 のいずれか 1 項に記載のレンズ装置。

【請求項 2 4】

画像処理装置が実行する画像処理方法であって、

レンズにより形成された光学像を撮像して得られた撮像画像の歪曲収差を補正するための補正值に関する第 1 の情報と、前記歪曲収差を補正したことによる画角変動を補正するための第 2 の情報とを取得する取得工程と、

前記第 1 の情報と前記第 2 の情報とを用いて、前記歪曲収差を補正した画像を生成する処理工程と、  
を有し、

前記第 1 の情報は、前記レンズの焦点距離およびピント位置の組合せ別に用意された情報であり、

前記第 2 の情報は、前記レンズのピント位置に対応せずに、前記レンズの焦点距離別に用意された情報であることを特徴とする画像処理方法。

【請求項 2 5】

コンピュータを、請求項 1 乃至 1 4 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。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、撮影光学系による画像の収差を補正する技術に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

デジタルカメラなどの撮像装置においては、装着された撮影光学系の収差により撮像画像の品質が低下することがある。撮像光学系のレンズには「被写体とレンズによる光学像とは相似形になる」という理想条件を満たすことが求められるが、実際にはレンズの歪曲収差により理想条件を満たすことは難しい。歪曲収差とは被写体の光学像が歪んで写るようになる収差であり、例えば光学像が対角線方向に伸びた形に歪む収差は糸巻型歪曲収差と呼ばれ、逆に対角線方向が縮んだ形に歪む収差は樽型歪曲収差と呼ばれる。

【0 0 0 3】

このような撮像画像における歪曲収差を電子的に補正する技術として、その歪曲収差の歪量に応じて画像を像高ごとに変倍する技術が知られている。その一例として、特許文献 1 には、幾何変形処理により歪曲収差補正を行う技術が開示されている。特に、特許文献

10

20

30

40

50

1 には、幾何変形処理に必要な参照領域が撮像領域内に収まるか否か判定し、収まらない場合には、収まるように参照領域の変位量に上限値を設定し、その上限値に基づくパラメータを用いて幾何変形処理を行う技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2014-127773号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、撮像装置の出力画像は、予め設定された出力画素数になることが期待されているため、歪曲収差補正後の画像に対しては、撮像装置で設定された出力画素数になるようリサイズ処理が施されることが多い。一方で、例えば動画像の撮影中にはピント位置が変化することが多く、その変化したピント位置によって歪曲収差量が変動するため、歪曲収差補正後の画像にリサイズ処理を行うと、被写体像の大きさが変化した動画像になることがある。これは、ピント位置を変えながら静止画の連続撮影を行った場合も同様である。この場合、歪曲収差補正後の画像から、常に撮像装置の設定出力画素数の画像を切り出すようにすれば、被写体像の大きさが変化するのを抑制できる。

【0006】

しかしながら、例えば糸巻型歪曲収差補正のように縮小する方向への幾何変換が行われるような場合には、画像データが存在しない（糸巻型歪曲収差補正では対角線方向の四隅にデータが存在しない）ブランク領域が生じた出力画像になってしまうことがある。前述した特許文献1の技術は、幾何変換処理に必要な参照領域が撮像領域内に収まらない場合に、収まる範囲内で補正を行うため、ブランク領域が生ずるのをある程度抑えることは可能である。しかしながら、条件によっては歪曲収差を補正できなくなるケースが頻発することが想定される。このように従来の技術では、歪曲収差が良好に補正された品質の高い画像を得ることができなくなる場合がある。

【0007】

そこで、本発明は、例えば動画像の歪曲収差補正を行う場合において高品質の画像を生成可能にすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の画像処理装置は、レンズにより形成された光学像を撮像して得られた撮像画像の歪曲収差を補正するための補正值に関する第1の情報と、前記歪曲収差を補正したことによる画角変動を補正するための第2の情報とを取得する取得手段と、前記第1の情報と前記第2の情報とを用いて、前記歪曲収差を補正した画像を生成する処理手段と、を有し、前記第1の情報は、前記レンズの焦点距離およびピント位置の組合せ別に用意された情報であり、前記第2の情報は、前記レンズのピント位置に対応せずに、前記レンズの焦点距離別に用意された情報であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、例えば動画像の歪曲収差補正を行う場合において高品質の動画像を生成することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】実施形態の撮像装置とレンズ装置の構成例を示す図である。

【図2】第1の実施形態に係る補正值算出処理のフローチャートである。

【図3】樽型歪曲収差補正の説明図である。

【図4】糸巻型歪曲収差補正の説明図である。

【図5】動画像の樽型歪曲収差補正の説明図である。

10

20

30

40

50

【図 6】動画像の糸巻型歪曲収差補正の説明図である。

【図 7】第 1 の実施形態に係るデータフォーマットの一例を示す図である。

【図 8】第 1 の実施形態に係る拡大率算出処理のフローチャートである。

【図 9】第 2 の実施形態に係る動画モードの撮像領域を示す図である。

【図 10】歪曲収差の特性を示す図である。

【図 11】第 2 の実施形態に係る陣型歪曲収差補正の特徴を示す図である。

【図 12】第 2 の実施形態に係る補正值算出処理のフローチャートである。

【図 13】第 2 の実施形態に係る歪曲シフト量を説明する図である。

【図 14】第 2 の実施の形態に係るデータフォーマットの一例を示す図である。

【図 15】歪曲収差補正メニューの一表示例を示す図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下に、本発明の好ましい実施形態を、添付の図面に基づいて詳細に説明する。

本発明に係る画像処理装置は、例えば静止画や動画を撮影する撮像装置に適用され、例えば動画撮影時や静止画の連続撮影時のフォーカスレンズ駆動による画角変動を抑制した歪曲収差補正処理を実現可能な装置である。

< 第 1 の実施形態 >

【0012】

図 1 は、本発明に係る画像処理装置の適用例である撮像装置 100 の概略構成を示すブロック図である。本実施形態の撮像装置 100 は、動画撮影時のフォーカスレンズ駆動による画角変動を抑制する歪曲収差補正機能を搭載した、例えばレンズ交換可能なデジタルカメラであるとする。なお本実施形態では、撮像装置 100 としてレンズ交換式のデジタルカメラを例に挙げているが、レンズ一体型のデジタルカメラであってもよい。

20

【0013】

本実施形態の撮像装置 100 はレンズマウント部 180 を有している。レンズマウント部 180 にはレンズ装置 150 を着脱可能とする装着機構が設けられている。図 1 の例では、撮像装置 100 のレンズマウント部 180 にレンズ装置 150 が装着された状態を示している。

レンズ装置 150 は、フォーカスレンズ 151、ズームレンズ 152、絞り 153、防振制御レンズ 154 等で構成された撮影光学系と、撮影光学系の制御や各種情報の送受信制御等を行う制御系とを有して構成されている。レンズ装置 150 の撮像光学系は、撮像装置 100 の撮像素子 102 の撮像面上に、被写体等の光学像を結像させる。なお、フォーカスレンズ 151 やズームレンズ 152、防振制御レンズ 154 は、複数枚のレンズから構成されるレンズ群でもよい。レンズ装置 150 が備える撮影光学系や制御系、その他の構成の説明は後述する。

30

【0014】

撮像装置 100 のミラー制御部 111 は、システム制御部 130 からの制御信号に基づいて主ミラー 112 をミラーアップまたはミラーダウンさせる駆動制御を行う。

主ミラー 112 は、ミラー制御部 111 による制御の下で、レンズ装置 150 から入射した光束を撮像素子 102 側または光学ファインダー 114 側へと導く。主ミラー 112 は、ミラーダウン状態の時、レンズ装置 150 からの光束を反射させることで光学ファインダー 114 側に導く。主ミラー 112 がミラーアップ状態になされた場合、レンズ装置 150 からの光束は撮像素子 102 に入射する。また、主ミラー 112 は、その中央部が光の一部を透過できるようにハーフミラーとなされており、ミラーダウン状態の時に、レンズ装置 150 からの光束の一部がハーフミラーを透過する。ハーフミラーを透過した光束は、不図示の焦点検出用サブミラーにより反射されて、例えば位相差検出センサーである不図示の焦点検出センサーに導かれる。

40

ペンタプリズム 113 は、主ミラー 112 がミラーダウン状態となされている場合に、レンズ装置 150 から入射されて主ミラー 112 により反射された光束を、光学ファインダー 114 へ導く。

50

光学ファインダー 114 は、不図示のピント板や接眼レンズなどを有して構成される。

【0015】

シャッター 101 はフォーカルプレーンシャッターである。

シャッター制御部 110 は、システム制御部 130 からの制御信号に基づいて、シャッター 101 の開閉駆動を制御する。なお、シャッター制御部 110 は、ミラー制御部 111 と連携しながらシャッター 101 の開閉駆動を制御する。

【0016】

撮像素子 102 は、例えば CCD センサーや CMOS センサーなどであり、レンズ装置 150 によって結像された被写体像を電気信号に変換する。撮像素子 102 は、いわゆる像面位相差検出用の複数の焦点検出画素を有していてもよい。画像生成部 103 は、撮像素子 102 から出力されたアナログ撮像信号をデジタルデータに変換することにより、撮像画像データを生成する。画像生成部 103 により生成された撮像画像データは、メモリ制御部 105、画像処理部 140 へ送られる。

10

【0017】

タイミング発生部 104 は、撮像素子 102、画像生成部 103、メモリ制御部 105、システム制御部 130 および画像処理部 140 にクロック信号および同期信号を供給する。

メモリ制御部 105 は、システム制御部 130 による制御の下、メモリ 107 の書き込みと読み出し、記録部 108 の書き込みと読み出し、画像生成部 103 の画像生成や出力、画像処理部 140 の画像処理や出力、画像表示部 106 の画像表示等を制御する。例えば、画像生成部 103 から出力された画像データは、画像処理部 140 およびメモリ制御部 105 を介して、メモリ 107 や記録部 108 に書き込まれる。また、メモリ制御部 105 は、システム制御部 130 による制御の下でタイミング発生部 104 を制御して、各部に対するクロック信号や同期信号の出力を制御する。

20

【0018】

メモリ 107 は、撮影した静止画像や動画像のデータを格納する。また、メモリ 107 は、システム制御部 130 の作業領域としても使用される。メモリ 107 には、必要に応じて、画像処理部 140 の画像処理に必要な情報が予め格納されていてもよい。

記録部 108 は、撮像装置 100 の内蔵された不揮発性メモリ、もしくは撮像装置 100 より取り外しが可能な不揮発性メモリにより構成され、撮影した静止画像や動画像のデータを格納する。

30

画像表示部 106 は、液晶ディスプレイ (LCD) などを用いて構成される。画像表示部 106 が電子ビューファインダー (EVF) として用いられる場合、撮像素子 102 を用いて撮像した画像データを逐次表示することで EVF 機能が実現される。画像再生時には、メモリ 107 や記録部 108 に記録された画像が読み出されて画像表示部 106 に表示される。

【0019】

シャッタースイッチ 115 はシャッターボタンのいわゆる半押しでオンになるスイッチ SW1 であり、シャッタースイッチ 116 はシャッターボタンのいわゆる全押しでオンになるスイッチ SW2 である。スイッチ SW1 がオン状態になると、システム制御部 130 は、カメラにおける AF 処理、AE 処理、AWB 処理などの動作制御を開始する。スイッチ SW2 がオンになると、システム制御部 130 は、撮像素子 102、メモリ制御部 105、シャッター制御部 110、ミラー制御部 111 等を制御し、また I/F 120 を介してレンズ装置 150 を制御して、撮像装置 100 における撮像を開始する。さらに、システム制御部 130 は、画像処理部 140 における画像処理等を行わせ、メモリ 107 や記録部 108 への画像データの記録を行わせる。

40

【0020】

カメラ操作部 117 は、各種ボタンやタッチパネル、電源オンオフボタンなどから構成され、ユーザー操作を受け付け、そのユーザー操作による指示をシステム制御部 130 に出力する。カメラ操作部 117 を介したユーザー指示を基に、システム制御部 130 は、

50

撮像装置 100 に搭載された各種機能、例えば A F モード、A E モードといった動作モードの切り替えなどを実施する。

カメラ電源制御部 118 は、外部電池や内蔵電池の管理を行う。電池が取り外された場合や電池残量がなくなった場合、カメラ電源制御部 118 は、カメラ制御の緊急遮断処理を行う。このとき、システム制御部 130 は、レンズ装置 150 に供給する電源も遮断する。

#### 【0021】

I / F 120 は、レンズ装置 150 との間で各種情報や制御命令などを送受信するためのインターフェース（以後、I / F とする）部である。I / F 120 は、コネクタ 190 を介して、レンズ装置 150 の I / F 170 と接続され、撮像装置 100 内のシステム制御部 130 とレンズ装置 150 内のレンズ制御部 160 との間で電気信号を用いた通信を実施する。

10

#### 【0022】

システム制御部 130 は、スイッチ S W 1、スイッチ S W 2、メモリ制御部 105、カメラ操作部 117 などからの情報を取得する。そして、システム制御部 130 は、それらの情報を基に、撮像素子 102、メモリ制御部 105、シャッター制御部 110、ミラー制御部 111、I / F 120 を介してレンズ装置 150などを制御することにより、カメラ全体を制御する。

また、システム制御部 130 は、A F 制御部 131、レンズ通信制御部 133、収差補正制御部 132 としての各種制御や処理も行う。

20

#### 【0023】

A F 制御部 131 は、撮像装置 100 における A F 処理と A F 制御を行う。A F 制御部 131 は、ユーザーにより設定された A F モードに応じた A F 処理として、I / F 120 を介してレンズ装置 150 から得られるフォーカス位置や焦点距離などのレンズ情報と、後述する A F 評価値とを基に、フォーカスレンズ駆動量を演算する。本実施形態の撮像装置 100 の場合、A F モードとしては、位相差 A F モード、コントラスト A F モード、像面位相差 A F モードが用意されており、ユーザー選択あるいは自動選択によりそれら何れかの A F モードに設定されるようになっている。位相差 A F モードの場合、A F 制御部 131 は、不図示の焦点検出センサーが検出した位相差検出信号から不図示の合焦状態判定部が生成した位相差 A F 評価値を用いてフォーカス駆動量を演算する。コントラスト A F モードの場合、A F 制御部 131 は、画像処理部 140 にて演算されたコントラスト A F 評価値を用いてフォーカス駆動量を演算する。像面位相差 A F モードの場合、A F 制御部 131 は、撮像素子 102 に設けられた複数の焦点検出画素より出力された撮像面位相差 A F 評価値を用いてフォーカスレンズ駆動量を演算する。なお本実施形態では、A F モードとして像面位相差 A F モードを想定しているが、これに限定されるものではなく、位相差 A F モード、コントラスト A F モードでもよく、その他にもマニュアルフォーカスが行われてもよい。また本実施形態の撮像装置 100 は、1 点の測距点で A F を行う 1 点 A F モード、多点の測距点で A F を行う多点 A F モード、被写体の顔に合わせる顔検出 A F モードなどの A F 評価モードを、ユーザー選択あるいは自動選択可能となされている。A F 制御部 131 は、設定された A F 評価モードに応じて、評価値を演算する A F 枠位置を切り替えるような制御も行う。そして、A F 制御部 131 により演算されたフォーカスレンズ駆動量は、レンズ通信制御部 133 から I / F 120 を介してレンズ装置 150 に送られる。

30

40

#### 【0024】

レンズ通信制御部 133 は、撮像装置 100 とレンズ装置 150 との間の通信処理を制御する。レンズ通信制御部 133 は、I / F 120 を介してレンズ装置 150 が装着されたことを検知すると、撮像装置 100 とレンズ装置 150 の間の通信を開始し、任意のタイミングでレンズ情報を受信するとともに、カメラ情報、駆動命令などを送信する。例えば撮像装置 100 がファインダー撮影モードの場合、レンズ通信制御部 133 は、任意のタイミングでレンズ装置 150 への通信を行う。またライブビュー撮影モードの場合、レ

50



レンズ通信制御部 133 は、任意のタイミング以外に、タイミング発生部 104 より出力された撮像同期信号に基づいたタイミングで通信してもよい。撮像同期信号に基づいたタイミングで通信を行う場合、レンズ通信制御部 133 は、タイミング発生部 104 から撮像同期信号が入力されると、レンズ情報（フォーカスレンズ位置、フォーカスレンズ状態、絞り状態、焦点距離など）をまとめて受信する。

#### 【0025】

収差補正制御部 132 は、レンズ装置 150 からフォーカス位置や焦点距離位置に応じた収差量を表す情報（以下、収差補正情報とする。）を、I/F 120 を介しさらにレンズ通信制御部 133 を経由して取得する。なお、レンズ装置 150 の収差補正情報がメモリ 107 に予め保持されている場合、収差補正制御部 132 は、当該メモリ 107 からそれらの情報を取得してもよい。なお本実施形態では、レンズ装置 150 の撮影光学系に起因する収差補正の例として、歪曲収差補正を挙げており、したがって収差補正制御部 132 は歪曲収差補正情報を取得する。そして、収差補正制御部 132 は、取得した歪曲収差補正情報に基づいて、撮像モードに応じた補正量を算出し、画像処理部 140 内のリサイズ 141 に対して歪曲収差補正量を設定する。

#### 【0026】

画像処理部 140 は、画像生成部 103 から画像データあるいはメモリ制御部 105 からの画像データに対し、所定の画素補完処理や色変換処理を行い、画像データの生成を行う。また画像処理部 140 は、画像データを用いて他のさまざまな演算処理を行うこともできる。また、画像処理部 140 は、レンズ装置 150 から像倍率変化特性情報や歪曲収差特性情報を、I/F 120 を介しさらにシステム制御部 130 を経由して取得する。像倍率変化特性情報や歪曲収差特性情報がメモリ 107 に予め保持されている場合、画像処理部 140 は、当該メモリ 107 からそれらの情報を取得してもよい。そして、画像処理部 140 は、それらの情報に基づく収差補正処理をリサイズ 141 において実行する。またリサイズ 141 は、画像の拡大縮小処理をも行い、例えば歪曲収差補正のように像高に応じてリサイズ率が異なるようなケースに対応した拡大縮小処理を行う。なお、画像処理部 140 による収差補正処理は、レンズ装置 150 にて形成された光学像から生成した撮像画像に対して行われる場合の他、別途取得されて記録部 108 等に記録されている撮像画像に対しても行うことができる。本実施形態において、画像処理部 140 で行われる歪曲収差補正処理の詳細については後述する。

#### 【0027】

次にレンズ装置 150 が有している撮影光学系と制御系、およびその他の構成について説明する。レンズ装置 150 の撮影光学系は前述したようにフォーカスレンズ 151、ズームレンズ 152、絞り 153、防振制御レンズ 154 等を有して構成されている。また、レンズ装置 150 の制御系は、レンズ制御部 160、フォーカス制御部 155、ズーム制御部 156、絞り制御部 157、防振制御部 159、およびレンズ操作部 161 等を有して構成されている。その他、レンズ装置 150 は、角速度検出部 158、メモリ 162、I/F 170 等も有している。

#### 【0028】

フォーカスレンズ 151 は、光軸方向に移動することで撮像光学系における焦点位置を変化させる。ズームレンズ 152 は、光軸方向に移動することで撮像光学系における焦点距離を変化させる。絞り 153 は、開口径（絞り値）を可変させる機構を有し、開口径を変化させることにより、撮像装置 100 への入射光量を変化させる。防振制御レンズ 154 は、光軸方向に対して直交する方向に移動することで、手振れ等のカメラ振れによる像振れを低減する。

#### 【0029】

フォーカス制御部 155 は、レンズ制御部 160 による制御もしくはレンズ操作部 161 を介して入力されたユーザー指示に応じて、フォーカスレンズ 151 を駆動させる。またフォーカス制御部 155 は、フォーカスレンズ 151 の位置などのフォーカス情報をレンズ制御部 160 へ出力する。

10

20

30

40

50

ズーム制御部 156 は、レンズ制御部 160 による制御もしくはレンズ操作部 161 を介して入力されたユーザー指示に応じて、ズームレンズ 152 を駆動させる。またズーム制御部 156 は、焦点距離などのズーム情報をレンズ制御部 160 へ出力する。

絞り制御部 157 は、レンズ制御部 160 による制御もしくはレンズ操作部 161 を介して入力されたユーザー指示に応じて、絞り 153 を駆動させる。また、絞り制御部 157 は、絞り値などの絞り情報をレンズ制御部 160 へ出力する。

#### 【0030】

角速度検出部 158 は、レンズ制御部 160 による制御の下で、手振れやパンニング、チルティング等によりレンズ装置 150 が移動する際の角速度（Yaw、Pitch 方向の角速度）を検出して、レンズ制御部 160 へ出力する。

10

防振制御部 159 は、レンズ制御部 160 による制御の下で、防振制御レンズ 154 を駆動させる。また防振制御部 159 は、防振可能範囲などの防振情報をレンズ制御部 160 へ出力する。

#### 【0031】

レンズ制御部 160 は、レンズ操作部 161 からのユーザー指示もしくは I/F 170 を介した撮像装置 100 からの命令に基づき、フォーカス制御部 155、ズーム制御部 156、絞り制御部 157、角速度検出部 158、防振制御部 159 などを制御する。例えば、撮像装置 100 からレンズ情報取得命令が送られてきた場合、レンズ制御部 160 は、各制御部や検出部などから取得した情報を、I/F 170 を介して撮像装置 100 へ送信する。またレンズ制御部 160 は、フォーカス情報およびズーム情報を基に、フォーカスレンズ 151 の駆動可能な範囲で取り得る最大焦点距離の演算と、フォーカスレンズ 151 の現在位置における焦点距離変動率の演算とを行う。そして、レンズ制御部 160 は、例えば撮像装置 100 からの要求に対する応答として、それら最大焦点距離および焦点距離変動率の演算結果の情報を、I/F 170 を介して撮像装置 100 へ送信する。

20

#### 【0032】

レンズ操作部 161 は、例えばフォーカス操作リング、ズーム操作リング、AF/MF スイッチ、IS（防振）オンオフスイッチなどを有し、それらをユーザーが操作したとき操作情報をユーザー指示としてレンズ制御部 160 へ出力する。またこの時のレンズ制御部 160 は、レンズ操作部 161 から入力されたユーザー操作情報を、I/F 170 を介して撮像装置 100 へ送信する。この場合、撮像装置 100 のシステム制御部 130 は、I/F 120 を介して受信したユーザー操作情報を基に、レンズ装置 150 に搭載された各種機能についての動作モードの切り替えを実施する。

30

#### 【0033】

メモリ 162 は、レンズ装置 150 の内部メモリであり、制御系における制御に使用される情報や、レンズ装置ごとの個別の情報等が格納されている。レンズ装置ごとの個別の情報としては、様々な情報があるが、一例として、レンズ装置 150 における像倍率変化特性情報や歪曲収差特性情報を含む各種の光学特性情報等が挙げられる。

I/F 170 は、レンズ装置 150 がレンズマウント部 180 に装着された場合、コネクタ 190 を介して撮像装置 100 の I/F 120 と接続する。そして、I/F 170 は、コネクタ 190 および I/F 120 を介して、撮像装置 100 のシステム制御部 130 とレンズ装置 150 のレンズ制御部 160 との間で電気信号を用いた通信を実施する。

40

#### 【0034】

<歪曲収差補正のための構成と処理の説明>

本実施形態の撮像装置 100 は、レンズ装置 150 に起因する歪曲収差を補正するための補正值に関する第 1 の情報と、歪曲収差を補正したことによる画角変動を抑制するための第 2 の情報とを用いて、歪曲収差を補正した画像を生成可能となされている。

図 2 は、本実施形態の撮像装置 100 において、焦点位置が変化した時（ピント変動時）に画角変化を抑制した歪曲収差補正を実現する、歪曲収差補正值算出処理の流れを示したフローチャートである。

ここで、図 2 に示したフローチャートについて説明する前に、本実施形態における歪曲

50

収差補正の理解を容易にするために、以下の図 3 ~ 図 6 を用いて、一般的な歪曲収差の補正処理とその問題点について説明する。

【 0 0 3 5 】

図 3 は、一般的な樽型歪曲収差の補正処理について説明するための図である。図 3 の画像 3 0 0 は樽型歪曲収差補正前の画像の一例を表している。なお、図 3 では、被写体として顔のみが写った例を挙げているため、レンズによる樽型歪曲収差の影響は見え難いが、例えば直線を含む被写体が写っている場合、歪曲収差補正前の画像では、その直線部分が歪んだ状態となって写っている。画像 3 0 1 は、画像 3 0 0 に対してレンズの特性に応じた樽型歪曲収差補正をかけた後の画像を表している。樽型歪曲収差は対角線方向が縮むような歪みが生ずる収差であるため、樽型歪曲収差の補正は、画像を対角線方向に伸ばすような補正となる。また、歪量は一般的に軸上からの距離（以降、像高と呼ぶ。）が長ければ長いほど大きくなる傾向があるので、樽型歪曲収差補正後の画像 3 0 1 は、特に対角線方向の四隅がつままれたような、つまり四隅方向を伸ばしたような画像になる。ただし、この収差補正後の画像 3 0 1 内に写っている被写体は、レンズの樽型歪曲収差による歪みが補正された状態となる。一方、出力する画像は最終的には正方形や長方形等の矩形画像にする必要があるため、歪曲収差補正後の画像 3 0 1 に対しては、可能な限り広い画角の画像 3 0 2 にするような処理（以降、この処理を最大画角演算処理と呼ぶ。）が施される。そして、一般的な撮像装置の出力画素数は予め決められた一定値になることが期待されているため、最大画角演算処理後の画像からは矩形画像 3 0 4 が切り出され、さらに撮像装置の出力画素数（例えば画像 3 0 0 と同じ画素数）に合わせる処理がなされる。すなわち、最終的に出力される画像 3 0 3 は、樽型歪曲収差補正で四隅方向に伸ばされ更に最大画角演算処理が施された画像から切り出した矩形画像 3 0 4 を、元の画像 3 0 0 と同じサイズまで縮小するようになされた画像となる。このような一連の処理が行われることにより、画角の欠損を最小限に抑えた樽型歪曲収差補正後の画像が生成される。

【 0 0 3 6 】

次に図 4 を用いて、一般的な糸巻型の歪曲収差の補正処理について説明する。図 4 の画像 4 0 0 は糸巻型歪曲収差補正前の画像の一例を表している。なお図 4 においても図 3 の例と同様に、被写体として顔のみが写っているため、レンズによる糸巻型歪曲収差の影響は見え難いが、直線を含む被写体の場合、歪曲収差補正前の画像では、その直線部分が歪んだ状態となって写っている。画像 4 0 1 は、画像 4 0 0 に対してレンズの特性に応じた糸巻型歪曲収差補正をかけた後の画像を表している。糸巻型歪曲収差は対角線方向が伸びるような歪みが生ずる収差であるため、糸巻型歪曲収差の補正は、画像を対角線方向に縮めるような補正となる。また糸巻型歪曲収差の場合も、歪量は像高が高くなるほど大きくなる傾向があるので、糸巻型歪曲収差補正後の画像 4 0 1 は、特に対角線方向の四隅が縮められたような画像になる。ただし、収差補正後の画像 4 0 1 内に写っている被写体は、糸巻型歪曲収差による歪みが補正された状態となる。また糸巻型収差補正が行われた場合も前述同様に、出力する画像は最終的には長方形等の矩形画像にする必要があるため、収差補正後の画像 4 0 1 には可能な限り広い画角の画像 4 0 2 にするような最大画角演算処理が施される。そして、最大画角演算処理後の画像からは矩形画像 4 0 4 が切り出され、さらに撮像装置の出力画素数（画像 4 0 0 と同サイズ）に合わせる処理がなされる。すなわち最終的に出力される画像 4 0 3 は、糸巻型歪曲収差補正で四隅方向に縮められ更に最大画角演算処理が施された画像から切り出した矩形画像 4 0 4 を、元の画像 4 0 0 と同じサイズまで拡大するようになされた画像となる。このような一連の処理が行われることにより、画角の欠損を最小限に抑えた糸巻型歪曲収差補正後の画像が生成される。

【 0 0 3 7 】

以上、一般的な歪曲収差補正の手法を述べたが、例えば動画画像が撮影されている場合において、その動画画像に歪曲収差補正を行うと、歪曲収差の補正量に応じて、画面中央に映っている被写体の大きさが変化してしまうことがある。前述した図 3 と図 4 で説明した歪曲収差補正方法では、最大画角演算処理後の画像から矩形画像を切り出して最終的な出力画像を生成する処理の際に、歪曲収差の補正量に応じて矩形画像を拡大（図 3 の場合）ま

たは縮小（図４の場合）する処理が行われる。このため、動画像の撮影中に、例えばピント位置を動かすと、その動かしたピント位置に応じて歪曲収差量が変化し、その補正のための補正量の変動する。つまり、動画撮影中にピント位置を動かすだけで、最終的な出力画像を得る際の拡大率または縮小率が変化することになり、その結果、画面の中心に映っている被写体の大きさが変わってしまうような低品質の動画になる虞がある。

#### 【００３８】

このようなことに対処するための一例として、前述した最大画角演算処理を行わないようにする方法が考えられる。この方法について図５を用いて説明する。図５では、樽型歪曲収差補正処理が行われる場合の例である。図５の画像５００は図３の画像３００と同様の樽型歪曲補正前の画像例であり、画像５０１は図３の画像３０１と同様の樽型歪曲収差補正後の画像例である。この例の場合には、樽型歪曲収差補正後の画像５０１に対し、前述した最大画角演算処理を行わずに、元の画像５００と同サイズの矩形画像５０４が切り出され、その切り出した矩形画像５０４が最終的に出力される画像５０３となされる。つまり、出力される画像５０３は、矩形画像５０４に対して前述のような縮小するリサイズ処理が行われない画像となされる。この処理によれば、画像の中心に映っている被写体のサイズを変えることなく出力させることが可能となる。したがって、例えば動画像の撮影時にピント位置を変動させて、歪曲収差量が変化しても、被写体中央部の像の倍率が変化することを防ぎつつ、歪曲収差補正を行うことが可能となる。

#### 【００３９】

ところが、この方法では、糸巻型歪曲収差に対する補正が行われる場合に以下のような問題が生ずることがある。これについて図６を用いて説明する。図６の画像６００は図４の画像４００と同様の糸巻型歪曲補正前の画像例であり、画像６０１は図４の画像４０１と同様の糸巻型歪曲収差補正後の画像例である。ここで、糸巻型歪曲収差補正後の画像４０１に対し、前述した最大画角演算処理を行わずに、元の画像４００と同サイズの矩形画像を切り出すとする。しかしながら、糸巻型歪曲収差補正では、前述したように対角線の四隅方向を縮める処理が行われるため、元の画像４００と同サイズとして切り出される矩形画像６０３は、四隅に画像が存在しないブランク領域６０５が生じた画像となる。このため、糸巻型歪曲収差補正を行う場合には、前述した最大画角演算処理を実施せざるを得ず、これにより例えば動画撮影時にピント位置が変動すると、ピント位置の歪曲特性に応じて像の中心の倍率が変動した低品質の動画になるという問題が残る。

#### 【００４０】

そこで、本実施形態の撮像装置１００では、図２に示すフローチャートの歪曲収差補正值算出処理を行うことにより、焦点位置が変化した時（ピント変動時）に画角変化を抑制した歪曲収差補正を実現可能としている。図２に示すフローチャートの処理は、撮像装置１００のシステム制御部１３０により実行される。なおこのフローチャートの処理は、ハードウェア構成により実行されてもよいし、ＣＰＵ等が実行するプログラムに基づくソフトウェア構成により実現されてもよく、一部がハードウェア構成で残りがソフトウェア構成により実現されてもよい。ＣＰＵ等が実行するプログラムは、例えば記録部１０８の不揮発性メモリ等に格納されていてもよいし、外部メモリから取得されてもよく、或いは不図示のネットワーク等を介して取得されてもよい。以下の説明では、各処理のステップＳ２０１～ステップＳ２０８をＳ２０１～Ｓ２０８と略記する。これらのことは後述する他のフローチャートにおいても同様とする。

#### 【００４１】

Ｓ２０１において、システム制御部１３０のレンズ通信制御部１３３は、レンズマウント部１８０に装着されたレンズの歪曲収差補正における特徴情報のフラグを、レンズ装置１５０からＩ／Ｆ１７０を介して取得する。ここでいうフラグとは、装着されたレンズ装置１５０が、動画における歪曲収差補正に対応したレンズであるかどうか判定するための情報である。歪曲収差補正は画角変換が行われる補正であるため、動画のように時間軸で変化する画像に対しては連続した各フレームの画像が滑らかにつながる補正を行う必要がある。一方、レンズ装置１５０によっては、フォーカス制御値やズーム制御値を十分細か

10

20

30

40

50

い精度で所持していないものもある。そのようなレンズ装置の場合、撮影されている動画のフレームに対し歪曲収差補正を実施すると、前述したようにズーム制御値やフォーカス制御値の切り替わり時に補正量が急激に変化して動画像が急激に画角変化を起こし、動画の品質が低下してしまう。このため、動画撮影時にも歪曲収差補正が可能なほど十分な精度のズーム・フォーカス制御値を有しているレンズ装置 150 のみ、当該フラグを立てておく必要がある。このフラグは、予めレンズ装置 150 のメモリ 162 に記録しておくことや後述する歪曲収差補正データの中に記録しておくことが望ましい。

#### 【0042】

次に S202 において、システム制御部 130 の収差補正制御部 132 は、現在の撮影モードが動画モードか静止画モードかを判定する。静止画の場合、時間軸での微小な画角変化はユーザーにとってさほど気にならないので、収差補正制御部 132 は、静止画モードであると判定した場合には S203 に処理を進めて図 3 で説明したような最大画角演算を実施する。ただし、静止画モードであっても、連続撮影により取得される静止画の場合には画角変動を抑える方が望ましいこともあるため、静止画の連続撮影時において画角変動を抑えたい場合には動画モードと判定してもよい。一方、S202 において動画モードであると判定した場合、収差補正制御部 132 は、S204 に処理を進める。

#### 【0043】

S204 に進むと、収差補正制御部 132 は、装着されたレンズ装置 150 が動画歪曲収差補正に対応可能なレンズか否かを判定する。S204 における判定は、S201 において取得したフラグの情報を基に行われる。ここで、動画の歪曲収差補正に対応していないレンズ装置 150 を用いて撮影された動画に対して歪曲収差補正を適用してしまうと、前述したように動画の品質が保証できなくなる虞があるため、そのことをユーザーに通知する必要がある。このため、収差補正制御部 132 は、レンズ装置 150 が動画歪曲収差補正に対応していないと判定した場合には、S205 に処理を進め、例えば画像表示部 106 への警告表示によりユーザーに対して動画の品質が保証できなくなる虞があることを通知する。なお、ユーザーへの通知の方法としては、例えば、画像表示部 106 に歪曲収差補正が適用されていないことを示すアイコンを表示することや、図 15 に示すように、歪曲収差補正のメニューを選択できないようにするなどが挙げられる。図 15 は、画像表示部 106 に画面表示される歪曲収差補正メニューの一例であり、通常は歪曲収差補正を「する(ON)」と「しない(OFF)」のメニュー項目選択が可能であるが、それらメニュー項目の選択ができないようにする。そして、収差補正制御部 132 は、次の S206 において、強制的に歪曲収差補正のパラメータを無効化して設定する。

#### 【0044】

また、動画歪曲収差補正に対応可能なレンズであっても、前述したように最大画角演算処理を行うと、ピント変動時のフォーカス位置に応じて画角変化が発生してしまうため、最大画角演算を実施せずに歪曲収差補正値を算出する必要がある。このため、S204 でレンズ装置 150 が動画歪曲収差補正に対応可能なレンズであると判定した場合、収差補正制御部 132 は、S207 において、最大画角演算処理を実施せずに歪曲収差補正値を算出する。ただし、最大画角演算処理を実施しない場合、前述したように、糸巻型の歪曲収差に対する補正が行われると、画素数が元のサイズよりも小さくなり周辺部分にブランク領域が生じてしまう。

#### 【0045】

このため、収差補正制御部 132 は、レンズ装置 150 が糸巻型の歪曲収差が発生するレンズである場合には、S208 において、画像処理部 140 に対して拡大処理を行うように指示し、周辺部分にブランク領域が生じないように制御する。すなわち、画像処理部 140 において拡大処理を行うことで、画像が存在しないブランク領域が前述した矩形画像の外側に移動することになるため、元の画像と同じサイズでかつ、周辺部分にも画像が存在している矩形画像を取得することができるようになる。なお、画像処理部 140 で拡大処理を行う際の拡大率は、一律の拡大率として設定されていてもよいし、レンズ装置 150 のメモリ 162 に予め保持されていてもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 6 】

ただし、焦点距離などの条件によっては糸巻型の歪曲収差が殆ど生じない場合もあり、一律の拡大率を設定すると、糸巻型の歪曲収差が殆ど生じない場合にも一律に拡大処理を行うことになって画像品質が低下してしまうこともある。このため、例えば図 7 ( a )、図 7 ( b ) のデータや図 8 のフローチャートを用いて、焦点距離ごとに拡大率を変更することにより、拡大処理による品質低下を最小限に抑えるようにする。

## 【 0 0 4 7 】

図 7 ( a ) は、焦点距離ごとの拡大率を事前に保持するためのデータフォーマット例を示した図である。図 7 ( a ) において、メモリ領域 7 0 1 は歪曲収差補正データそのものが格納される領域である。メモリ領域 7 0 1 の歪曲収差補正データは、動画と静止画で共通に使用されるため、レンズ装置 1 5 0 の光学特性情報を変換せずにそのまま格納しておく。メモリ領域 7 0 2 は、S 2 0 8 で取得する拡大率の情報がテーブルとして格納される領域である。

10

## 【 0 0 4 8 】

図 7 ( b ) は、メモリ領域 7 0 2 に格納されるテーブルの一例であり、レンズ装置 1 5 0 が取り得る各焦点距離と、焦点距離ごとに対応した拡大率の値との対応関係を示している。図 7 ( b ) のテーブルには、焦点距離 Z 0 1 ~ Z 0 7 に応じた糸巻型歪曲収差補正時に必要な拡大率の値が記録されている。この図 7 ( b ) の例の場合、焦点距離 Z 0 1 ~ Z 0 3 において、拡大率は 1 倍に設定されている。つまりこのことは、焦点距離 Z 0 1 ~ Z 0 3 の領域は糸巻型の歪曲収差が殆どないため、拡大する必要がないことを示している。一方、焦点距離 Z 0 4 ~ Z 0 7 では、拡大率が徐々に大きくなるように設定されている。つまりこのことは、焦点距離 Z 0 4 ~ Z 0 7 の領域は糸巻型の収差量が徐々に大きくなっていることを示している。なお図 7 ( b ) のように、焦点距離に応じて拡大率は可変になるが、一般的に焦点距離変動による画角の変動に比べて、拡大率の変化は微小なものになって焦点距離変動による画角の変動に埋もれるため、焦点距離変更時に拡大率が変わっても問題ない。図 7 ( b ) のテーブルデータは、レンズ装置 1 5 0 のメモリ 1 6 2 に記録しておくことが望ましい。また、テーブルデータは、必要に応じて撮像装置 1 0 0 のメモリ 1 0 7 に転送して使用されてもよい。

20

## 【 0 0 4 9 】

図 8 は、図 7 ( b ) のテーブルを用いて、撮像装置 1 0 0 の収差補正制御部 1 3 2 が実際の拡大率を算出する処理のフローチャートである。

30

S 8 0 1 において、収差補正制御部 1 3 2 は、レンズ装置 1 5 0 から送られてくる現在の焦点距離の情報を、レンズ通信制御部 1 3 3 を経由して取得する。

次に S 8 0 2 において、収差補正制御部 1 3 2 は、図 7 ( a ) と図 7 ( b ) で説明したメモリ領域 7 0 2 のテーブルを用いて、S 8 0 1 で取得した焦点距離に応じた拡大率を参照する。なお、拡大率のデータがレンズ装置 1 5 0 の取り得る全焦点距離分だけ用意されておらず、間引かれた焦点距離ごとのデータとして記録されているような場合、収差補正制御部 1 3 2 は、必要な焦点距離に応じた拡大率を例えば線形補間により算出する。

## 【 0 0 5 0 】

そして、収差補正制御部 1 3 2 は、前述のようして取得した拡大率と、図 7 ( a ) のメモリ領域 7 0 1 の歪曲収差補正データとに基づく歪曲収差補正および拡大処理を行うように、画像処理部 1 4 0 を制御する。

40

これにより、本実施形態の撮像装置 1 0 0 によれば、動画時においてピント変動による画角変化を最小限に抑えた歪曲収差補正が可能となる。

## 【 0 0 5 1 】

## &lt; 第 2 の実施形態 &gt;

第 2 の実施形態の構成は前述した図 1 と同様であるため、その図示は省略する。第 2 の実施形態は、図 7 ( b ) で説明した焦点距離と拡大率との対応テーブルに代えて、焦点距離と歪曲収差補正量のシフト量との対応テーブルを用いる例である。

## 【 0 0 5 2 】

50

ここで、第 1 の実施形態で説明した焦点距離に応じた拡大率を用いるようにした場合に生ずる可能性がある問題点について、図 9 ~ 図 11 を参照しながら説明する。拡大率を用いる場合に生ずる問題点の一例として、動画モードごとに必要とされる拡大量の違いが挙げられる。具体的には、撮像装置 100 の動画モードによって、撮像素子 102 の読み出し領域が可変になる場合があり、その場合に問題が発生することがある。

#### 【0053】

例えば図 9 の領域 901 は、撮像素子 102 の撮像可能領域を示している。静止画モードと動画モードの両方が存在する撮像装置の場合、基本的に、静止画モードに必要な領域が、撮像素子の領域 901 になるように設計されている。撮像装置において動画撮影を行う場合、静止画モードと同様の領域から読み出したデータから動画像を生成することが望ましいが、動画像を生成する際には少なくとも 1 秒間に 30 フレームの読み出しを行う必要があるため、処理能力的に難しいことが多い。このため、一般的に、撮像装置の動画モードでは、領域 901 に対して、例えば水平・垂直に間引き若しくは加算により画素数を減らして動画像を生成することにより、処理負荷を軽減している。ただし、間引きや加算が行われた動画像には、それら間引きや加算の量によってモアレや解像感低下など様々な画質低下が発生してしまうことがある。このため、撮像装置の動画モードには、撮像素子 102 から読み出す領域を、図 9 の領域 902 のように限定し、間引きや加算を行わずに動画像を生成するモード（クロップ読み出しモードと呼ぶ）が用意されている。クロップ読み出しモードによれば、撮像素子 102 から読み出す領域が限定されることで処理負荷を軽減できるとともに、間引きや加算が行われないためモアレや解像感低下などの画質低下の発生も抑えることができる。

#### 【0054】

しかしながら、クロップ読み出しモードの場合、撮像素子 102 内における撮像領域が他のモードとは異なるため、例えば陣笠状の歪曲収差補正（陣型歪曲収差補正）で問題が発生する場合がある。その様子について、図 10 と図 11 を用いて説明する。

まず図 10 を参照しながら、一般的な歪曲収差補正データについて説明する。図 10 は、像高と歪曲収差の補正值との関係を示すグラフ図である。図 10 において、縦軸の正の方向は、糸巻型歪曲収差の補正值を示しており、その数値が高いほど、歪み量の大きな糸巻型の歪曲収差を補正することを示している。一方、縦軸の負の方向は、樽型歪曲収差の補正值を示しており、その数値が低いほど、歪み量の大きな樽型歪曲収差を補正することを示している。すなわち、図 10 の歪曲収差補正では、補正值が正の数値であれば、画像を対角線方向に縮ませる補正が行われることを示し、補正值が負の数値であれば、画像を対角線方向に伸ばす補正が行われることを示している。

#### 【0055】

次に図 11 を参照しながら、前述した第 1 の実施形態において問題になるような歪曲収差補正の形状について説明する。図 11 では、図 10 と同様に、縦軸の正の方向が糸巻型歪曲収差の補正值を示し、縦軸の負の方向が樽型歪曲収差の補正值を示している。図 11 に例示した補正值の場合、低像高では糸巻き型の歪曲収差に対する補正となり、高像高側では樽型の歪曲収差に対する補正となる、いわゆる陣型歪曲収差補正が行われることになる。また、図 11 において、像高 a は図 9 の領域 902 の最大像高を示しており、像高 b は図 9 の領域 901（撮像可能領域）の最大像高を示している。

#### 【0056】

ここで、前述した第 1 の実施形態では、糸巻型歪曲収差補正時の拡大率として、図 9 の領域 901 の歪曲収差補正を実施した場合の拡大率が、図 7 (a) のメモリ領域 702 に格納されることになる。このため、例えば図 9 の領域 902 を使用するクロップ読み出しモードで歪曲収差補正を実施した場合、領域 901 よりも必要な拡大量が大きくなるために、領域 901 に必要な拡大率が足りず、ブランク領域が生じた画像が出力されてしまう虞がある。一方で、図 7 (a) のメモリ領域 701 と 702 のデータがレンズ装置 150 のメモリ 162 に格納されている場合に、それらデータを、当該レンズ装置 150 が装着される各機種の撮像装置 100 の全ての動画モードを想定したデータにしておくことは難

10

20

30

40

50

しい。このため、レンズ装置 150 のメモリ 162 に格納されたデータでは、撮像装置において歪曲収差補正後に品質の高い画像を生成できなくなる場合がある。

【0057】

そこで、第2の実施形態の撮像装置 100 では、図 12 に示すフローチャートの歪曲収差補正值算出処理を行う。図 12 のフローチャートにおいて、S1201～S1207 の処理は、図 2 の S201～S207 の処理と同様であるためその説明は省略する。第2の実施形態において、前述の第1の実施形態との差異は、第1の実施形態の拡大率を算出する代わりに、歪曲収差の補正值のシフト量を算出することである。

【0058】

ここで、歪曲収差補正值のシフト量について、図 13 (a) を参照しながら説明する。図 13 (a) は、図 11 で説明したように、第1の実施形態の場合において問題が発生する、陣型歪曲収差補正の特性を示したグラフである。この図 11 (a) に示した特性の中で、糸巻型の歪曲収差量が最大となる像高を  $x$  とし、その像高  $x$  に対応した補正值を  $DistMax$  とする。第2の実施形態で説明するところの補正值のシフト量とは、この補正值  $DistMax$  のことを示す。

【0059】

図 12 の S1207 において最大画角演算処理を実施せずに歪曲収差補正值を算出した後、収差補正制御部 132 は、S1208 において、レンズ通信制御部 133 を経由して、レンズ装置 150 から歪曲収差の補正值のシフト量を取得する。

そして次の S1209 において、収差補正制御部 132 は、歪曲収差の補正值を、S1208 で求めたシフト量分だけシフトさせる。この様子を、図 13 (b) を参照しながら説明する。図 13 (b) に示すように、収差補正制御部 132 は、図 13 (a) に示したシフト量を、歪曲収差の補正值からシフトさせることにより、仮想的に糸巻型の歪曲収差に対する補正がない、つまり歪曲収差補正後に拡大が必要ないパラメータに変換する。図 13 (a) は、像高が 0 すなわち原点の被写体像を移動させない基準点とした場合の収差補正の特性を示しており、図 13 (b) は、像高  $x$  の位置にある被写体像を移動させない基準点とした場合の収差補正の特性を示している。

【0060】

次に、第2の実施形態における焦点距離ごとの補正值のシフト量のデータ保持方法について、図 14 (a) と図 14 (b) を参照しながら説明する。

図 14 (a) は、焦点距離ごとの補正值のシフト量を保持するためのデータフォーマット例を示した図である。図 14 (a) において、メモリ領域 1401 は歪曲収差補正データそのものが格納される領域である。図 7 (a) のメモリ領域 702 と同様、メモリ領域 1401 の歪曲収差補正データは、動画と静止画で共通に使用されるため、レンズ装置 150 の光学特性を変換せずにそのまま格納しておく。メモリ領域 1402 は、S1408 で取得する補正值のシフト量の情報がテーブルとして格納される領域である。図 7 (a) の場合と同様に、補正值のシフト量に関しても、メモリ領域 1401 の歪曲収差補正データと紐付けて格納されていることが好ましい。

【0061】

図 14 (b) は、メモリ領域 1402 に格納されるテーブルの一例であり、レンズ装置 150 が取り得る各焦点距離と、焦点距離ごとに対応した補正值のシフト量との対応関係を示している。図 14 (b) のテーブルには、レンズ装置 150 において設定可能な各焦点距離 Z01～Z07 において、それぞれ至近から無限遠までピント位置を変化させた場合の最大の補正值のシフト量の値が記録されている。対象の焦点距離の歪曲収差特性が例えば樽型収差である場合、前述した問題は発生しないので、補正值をシフトさせる必要がないため、シフト量の値としては「0」が記録される。つまり、図 14 (b) の例の場合、焦点距離 Z01～Z03 では樽型の歪曲収差特性であることを示している。一方、焦点距離 Z04～Z07 では、補正值のシフト量が徐々に大きくなされている。つまり、焦点距離 Z04～Z07 の領域では、補正值をシフトさせるために、シフト量の値が徐々に大きな値となされている。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 6 2 】

なお、第 2 の実施形態の場合も第 1 の実施形態で説明したのと同様に、テーブルデータはレンズ装置 1 5 0 のメモリ 1 6 2 に記録しておき、必要なタイミングでシフト量を読み出して撮像装置 1 0 0 に通知するようにしてもよい。また、レンズ装置 1 5 0 が撮像装置 1 0 0 に装着されたときに、撮像装置 1 0 0 側に送付されてもよい。

また第 2 の実施形態の場合、シフト量の値（パラメータ）が予め用意されている例を挙げたが、演算時間等に余裕があるのであれば、メモリ領域 1 4 0 1 の歪曲収差補正データからその都度、シフト量を算出してもよい。

以上説明したように、第 2 の実施形態においても、例えば動画の歪曲収差補正において、撮像装置のどのようなモードに対しても、ピント変動時の画角変化を最小限に抑えた歪曲収差補正が可能となる。

10

## 【 0 0 6 3 】

< その他の実施形態 >

また前述した実施形態では、撮像装置 1 0 0 の一例としてデジタルカメラ等を挙げたが、この例には限定されず他の撮像装置にも適用可能である。例えば、静止画と動画の撮影が可能なカメラ機能を備えたスマートフォンやタブレット端末などの各種携帯端末、各種の監視カメラ、工業用カメラ、車載カメラ、医療用カメラなどにも本実施形態は適用可能である。

## 【 0 0 6 4 】

本発明は、前述の実施形態の 1 以上の機能を実現するプログラムを、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。

20

## 【 0 0 6 5 】

前述の実施形態は、何れも本発明を実施するにあたっての具体化の例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されてはならないものである。即ち、本発明は、その技術思想、又はその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施することができる。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 6 6 】

1 0 0 : 撮像装置、1 0 2 : 撮像素子、1 0 3 : 画像生成部、1 0 4 : タイミング発生部、1 0 5 : メモリ制御部、1 0 7 : メモリ、1 0 8 : 記録部、1 3 0 : システム制御部、1 3 2 : 収差補正制御部、1 3 3 : レンズ通信制御部、1 4 0 : 画像処理部、1 5 0 : レンズ装置、1 5 5 : フォーカス制御部、1 5 6 : ズーム制御部、1 6 0 : レンズ制御部、1 6 2 : メモリ

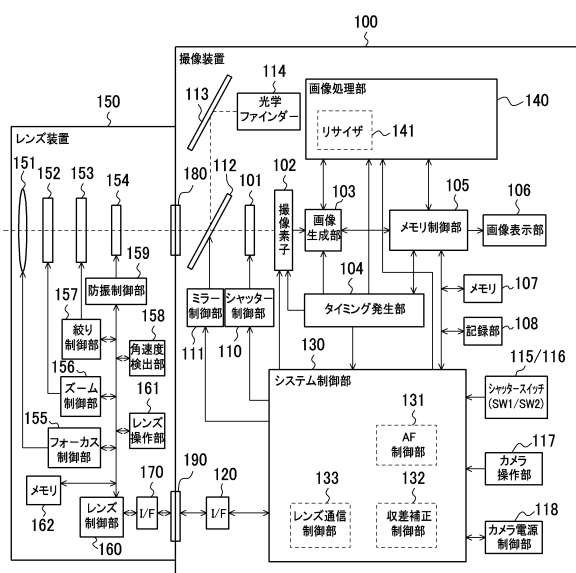
30

40

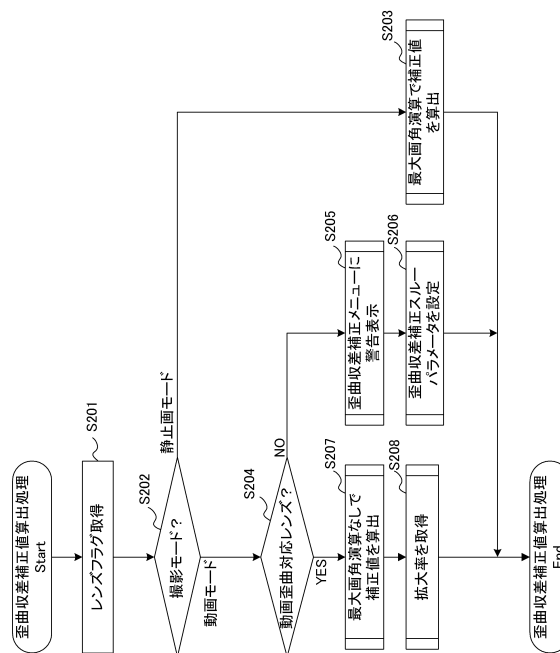
50

【図面】

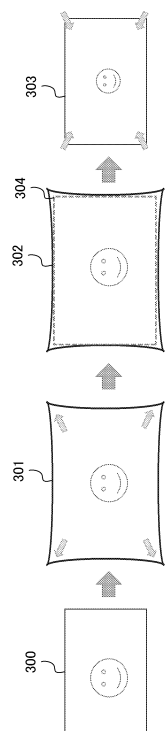
【 図 1 】



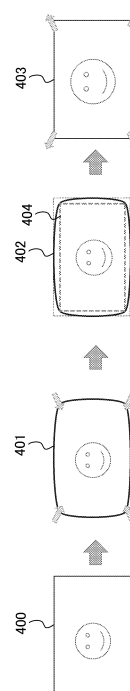
【圖 2】



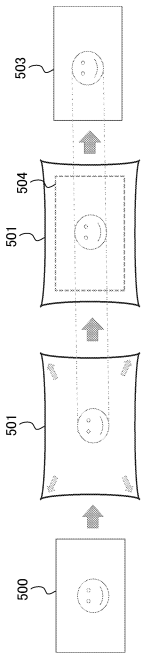
【 図 3 】



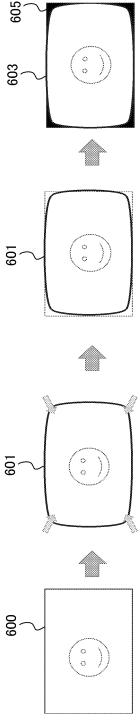
【圖 4】



【図 5】



【図 6】

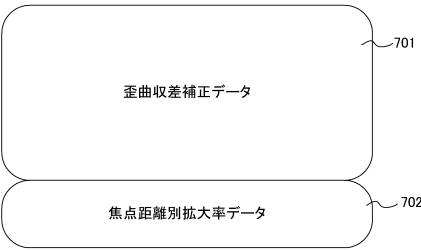


10

20

【図 7】

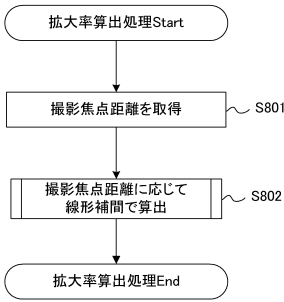
(a)



(b)

焦点距離	Z01	Z02	Z03	Z04	Z05	Z06	Z07
拡大率	x1	x1	x1	x1.01	x1.02	x1.03	x1.04

【図 8】

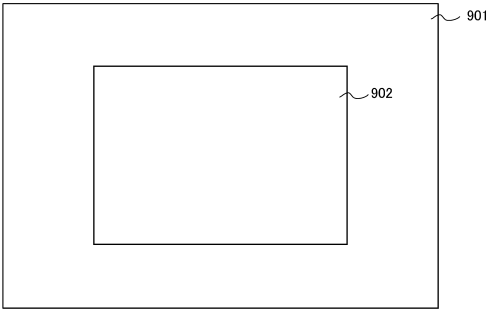


30

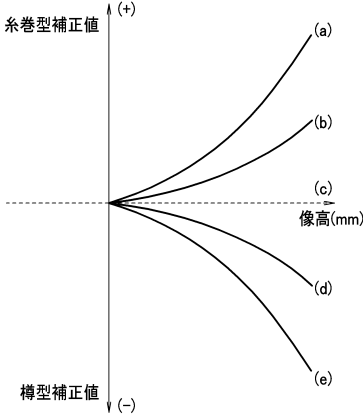
40

50

【図 9】

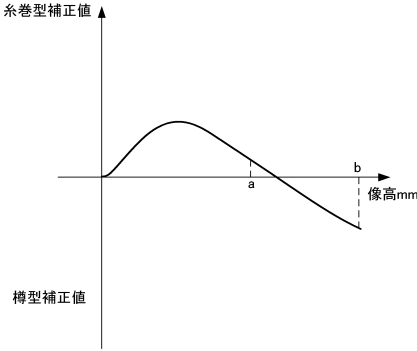


【図 10】

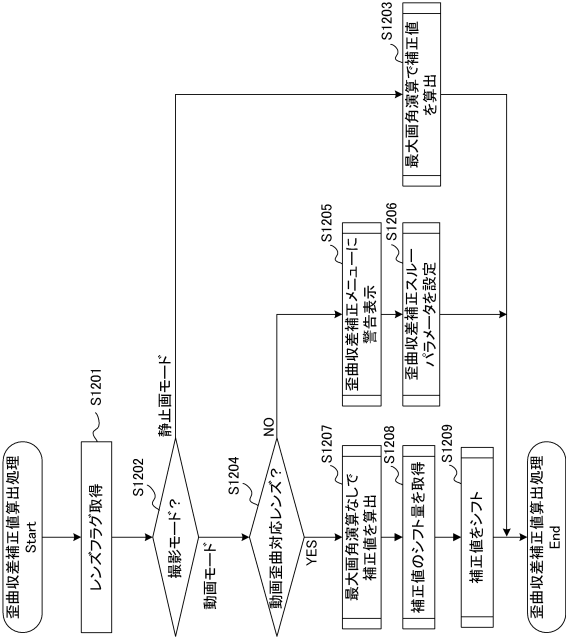


10

【図 11】



【図 12】



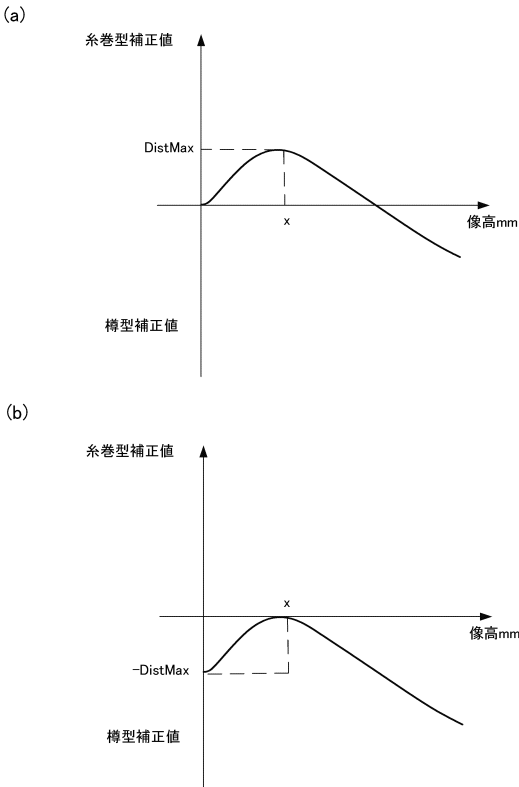
20

30

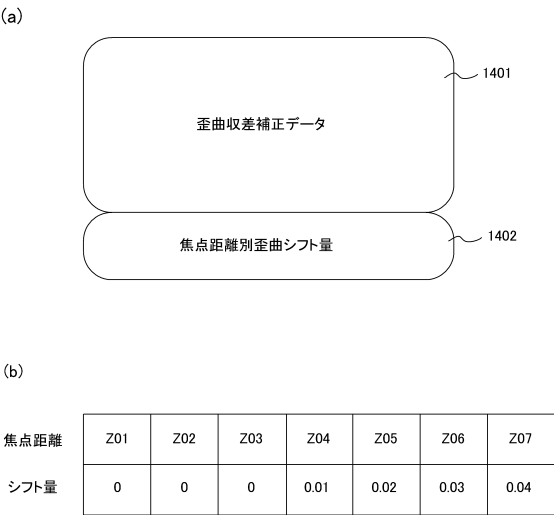
40

50

【図 1 3】



【図 1 4】



10

20

【図 1 5】

歪曲収差補正

EF16-35mm f/3.5L IS

× 補正できないレンズです

しない

OFF

する

ON

SET: OK

30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 0 9 - 2 9 0 8 6 3 ( J P , A )  
特開 2 0 1 7 - 0 9 8 6 3 1 ( J P , A )  
特開 2 0 0 9 - 0 4 3 0 6 0 ( J P , A )
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- |         |           |
|---------|-----------|
| H 0 4 N | 2 3 / 6 0 |
| G 0 6 T | 5 / 0 0   |
| H 0 4 N | 2 3 / 6 9 |