

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7614773号
(P7614773)

(45)発行日 令和7年1月16日(2025.1.16)

(24)登録日 令和7年1月7日(2025.1.7)

(51)国際特許分類	F I	
G 0 3 B 43/00 (2021.01)	G 0 3 B 43/00	
G 0 3 B 5/06 (2021.01)	G 0 3 B 5/06	
G 0 2 B 7/02 (2021.01)	G 0 2 B 7/02	C
H 0 4 N 23/63 (2023.01)	H 0 4 N 23/63	
H 0 4 N 23/68 (2023.01)	H 0 4 N 23/68	
請求項の数 16 (全14頁) 最終頁に続く		

(21)出願番号	特願2020-167563(P2020-167563)	(73)特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22)出願日	令和2年10月2日(2020.10.2)	(74)代理人	100094112 弁理士 岡部 譲
(65)公開番号	特開2022-59763(P2022-59763A)	(74)代理人	100101498 弁理士 越智 隆夫
(43)公開日	令和4年4月14日(2022.4.14)	(74)代理人	100106183 弁理士 吉澤 弘司
審査請求日	令和5年9月25日(2023.9.25)	(74)代理人	100136799 弁理士 本田 亜希
		(72)発明者	田中 孝哲 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
		(72)発明者	奥田 敏宏
最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 収差補正方法、プログラムおよび撮像装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

レンズ装置の光学系を操作する操作手段の操作回数、撮像装置のシャッター回数、または、加速度センサの加速度値の少なくとも一つを取得し、

前記操作手段の操作回数、前記撮像装置のシャッター回数、または、前記加速度値の少なくとも一つが所定の閾値を超えたタイミングで、前記光学系の収差の補正を促す通知を行い、

特定の被写体の合焦位置を含む複数のフォーカス位置で前記特定の被写体を前記撮像装置に配置された撮像素子によって撮像し、

前記光学系の撮像条件と撮像された画像に基づき収差情報を取得し、
前記レンズ装置に補正群が搭載されている場合には、前記収差情報に基づき前記補正群を用いて収差を補正し、前記レンズ装置に補正群が搭載されていない場合には、前記収差情報に基づき前記撮像素子によって撮像された画像を処理することによって収差を補正することを特徴とする収差補正方法。

【請求項2】

前記補正群の位置と収差との関係に関する光学情報と前記収差情報とに基づき、前記補正群の移動方向と移動量を取得し、

前記移動方向と前記移動量とに基づき前記補正群の駆動を制御して収差を補正する、ことを特徴とする請求項1に記載の収差補正方法。

【請求項3】

前記収差情報に基づき、前記撮像した画像の画像処理によって収差を補正する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の収差補正方法。

【請求項 4】

前記特定の被写体の合焦位置を含む前記複数のフォーカス位置において、複数の絞り値で前記特定の被写体を撮像する、ことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 までのいずれか一項に記載の収差補正方法。

【請求項 5】

前記特定の被写体の合焦位置を含む前記複数のフォーカス位置において、複数の焦点距離で前記特定の被写体を撮像する、ことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 までのいずれか一項に記載の収差補正方法。

10

【請求項 6】

前記収差情報の取得は、撮像条件と撮像された前記画像とに基づいて行われる、ことを特徴とする請求項 1 から請求項 5 までのいずれか一項に記載の収差補正方法。

【請求項 7】

前記収差情報は、収差の種類と、収差の量と、を含むことを特徴とする請求項 1 または 6 に記載の収差補正方法。

【請求項 8】

前記補正群は、光軸に垂直な方向へ可動なレンズ群を含むことを特徴とする請求項 1 から請求項 7 までのいずれか一項に記載の収差補正方法。

【請求項 9】

前記補正群は、複数のレンズ群を含むことを特徴とする請求項 1 から請求項 8 までのいずれか一項に記載の収差補正方法。

20

【請求項 10】

前記特定の被写体は、直線上に配列された複数のマークを含み、
前記マークは、前記直線に平行な方向から第 1 角度だけ傾斜した第 1 直線部および前記直線に垂直な方向から前記第 1 角度だけ傾斜した第 2 直線部を有する、
ことを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれかに記載の収差補正方法。

【請求項 11】

コンピュータによって実行されると、該コンピュータに請求項 1 から請求項 10 までのいずれか一項に記載された収差補正方法を実行させる、プログラム。

30

【請求項 12】

レンズ装置の光学系によって形成された像を撮像する撮像素子と、
前記光学系を操作する操作手段の操作回数、シャッター回数、または、加速度センサの加速度値の少なくとも一つを取得し、特定の被写体の合焦位置を含む複数のフォーカス位置で前記特定の被写体を前記撮像素子によって撮像し、前記光学系の撮像条件と撮像された画像に基づき収差情報を取得し、前記レンズ装置に補正群が搭載されている場合には、前記収差情報に基づき前記補正群を用いて収差を補正し、前記レンズ装置に補正群が搭載されていない場合には、前記収差情報に基づき前記撮像素子によって撮像された画像を処理することによって収差を補正する、制御部と、

前記操作手段の操作回数、前記シャッター回数、または、前記加速度値の少なくとも一つが所定の閾値を超えたタイミングで、前記光学系の収差の補正を促す通知を行う表示部と、
を有することを特徴とする撮像装置。

40

【請求項 13】

前記光学系は、移動して収差を補正する補正群を有し、
前記補正群を移動させる駆動部を有し、
前記制御部は、前記補正群の位置と収差との関係に関する光学情報と前記収差情報とに基づき、前記補正群の移動方向と移動量を取得し、前記移動方向と前記移動量とに基づき前記駆動部を制御して収差を補正する、
ことを特徴とする請求項 12 に記載の撮像装置。

50

【請求項 1 4】

前記制御部は、前記収差情報に基づき、前記撮像した画像の画像処理によって収差を補正することを特徴とする請求項 1 2 に記載の撮像装置。

【請求項 1 5】

前記光学情報を記憶する記憶部を有することを特徴とする請求項 1 3 に記載の撮像装置。

【請求項 1 6】

前記撮像装置は、手振れ補正機構を搭載していることを特徴とする請求項 1 2 から請求項 1 5 までのいずれか一項に記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0 0 0 1】

本発明は、収差補正方法、プログラムおよび撮像装置に関するものである。

【背景技術】

【0 0 0 2】

近年のデジタル一眼レフカメラやミラーレスカメラ等の撮像装置は、高画素化の撮像素子を搭載している。撮像装置の高画素化に伴い、撮像光学系も高画素化に対応した高い光学性能が求められている。しかし、撮影光学系はユーザ（撮影者）へ渡った後、経時や耐久等によって製造の初期状態（または光学設計値）から光学性能が劣化する問題がある。これに対して、特許文献 1 は、複数の焦点検出センサに対して絞り開口部と再結像レンズを用いて高速をそれぞれのセンサ受光部に結像させ、光電変換した被写体信号を用いて検出することにより撮像光学系の結像面と予定焦点面とのデフォーカス量を算出しピント補正用レンズを光軸にデフォーカスさせてピントを補正する技術を開示している。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 3】

【文献】特開平 6 - 1 1 0 1 1 5 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

しかしながら、経時や耐久等によって変化するのはピントだけではなく、収差も変化する。光学性能を製造の初期状態（または光学設計値）に近づけるためには、収差を補正する必要がある。

30

【0 0 0 5】

そこで本発明の目的は、光学性能の変化を正確に補正し高画質を維持する収差補正方法および撮像装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 6】

上記の目的を達成するために、本発明の収差補正方法は、レンズ装置の光学系を操作する操作手段の操作回数、撮像装置のシャッター回数、または、加速度センサの加速度値の少なくとも一つを取得し、前記操作手段の操作回数、前記撮像装置のシャッター回数、または、前記加速度値の少なくとも一つが所定の閾値を超えたタイミングで、前記光学系の収差の補正を促す通知を行い、特定の被写体の合焦位置を含む複数のフォーカス位置で前記特定の被写体を前記撮像装置に配置された撮像素子によって撮像し、前記光学系の撮像条件と撮像された画像に基づき収差情報を取得し、前記レンズ装置に補正群が搭載されている場合には、前記収差情報に基づき前記補正群を用いて収差を補正し、前記レンズ装置に補正群が搭載されていない場合には、前記収差情報に基づき前記撮像素子によって撮像された画像を処理することによって収差を補正することを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0 0 0 7】

本発明によれば、光学性能の変化を正確に補正し高画質を維持する収差補正方法および

50

撮像装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】実施例1におけるカメラシステムの構成を示すブロック図

【図2】実施例1における光学性能補正用撮影時の解析用チャートとカメラシステムの設定を示す図

【図3】実施例1における解析用チャートのマークを収める補助枠を示すカメラ表示手段の図

【図4】実施例1における光学性能の補正に関するフローチャート

【図5】実施例1における光学性能を補正するタイミングに関するフローチャート

【図6】実施例2における画像処理を用いた収差補正に関するフローチャート

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下に、本発明の収差補正方法および撮像装置に係る好ましい実施の形態を、添付の図面に基づいて詳細に説明する。

【実施例1】

【0010】

以下、図1～5を参照して、本発明の第1の実施例による、撮像装置について説明する。本実施例ではレンズ交換式カメラシステムを例に記述しているが、レンズ一体型の撮像装置であっても良い。

【0011】

(カメラシステムの構成)

以下に、本実施例のカメラシステムの構成について説明する。

図1は、本発明におけるカメラシステムの構成を示すブロック図である。

本発明におけるカメラシステムは、レンズ装置100と、レンズ装置100が着脱可能なカメラ本体200を備える。本実施例のカメラ本体200は、レンズ交換式の撮像装置(一眼レフカメラやミラーレスカメラ)であるが、レンズ一体型の撮像装置であっても良い。

【0012】

レンズ装置100は、光軸Xに垂直な成分を含む方向である偏芯方向に可動な手振れ補正群(手振れ補正機構)110、第1の収差補正群120、第2の収差補正群140や光軸方向に可動なフォーカス群130、第3の収差補正群150、不図示の固定群を含む複数の光学系を備える。

【0013】

上記偏芯方向に移動可能な手振れ補正群110を移動させる第1の駆動手段111は、例えばボイスコイルモータの原理によって発生する推力でレンズを保持する不図示のレンズ保持枠を固定部品に対して移動させる駆動手段が挙げられる。レンズ保持枠と固定部品の間には不図示の複数の転動ボールを配置し、部品間の摩擦を転動摩擦にすることでボイスコイルモータの原理によって発生する推力を高効率でレンズ保持枠に伝達することが可能である。その他の駆動手段としては、圧電素子があり、圧電素子に電力を加えて変形させ、レンズ保持枠を固定部品に対して移動する駆動手段も挙げられる。

【0014】

偏芯方向に移動可能な第1の収差補正群120、第2の収差補正群140のそれぞれの第2の駆動手段(駆動部)121、第4の駆動手段(駆動部)141も上記同様な駆動手段が挙げられる。

【0015】

光学系を偏芯方向に移動することでレンズ装置100の片ボケ(サジタル、メリジオナル)、コマ収差等を補正し光学性能を目標値(設計値)に近づけることができる。

【0016】

上記光軸方向に移動可能なフォーカス群130を移動させる第3の駆動手段131は、

10

20

30

40

50

例えば圧電素子から発生する超音波振動によって自ら移動する超音波モータユニットが挙げられる。超音波モータユニットはガイドされており、光軸方向に移動する。超音波モータユニットはフォーカスレンズを保持するフォーカスレンズ保持枠と不図示の連結機構で係合されており、フォーカス群 130 は超音波モータユニットと共に光軸方向に移動可能である。その他の駆動手段としては、ステッピングモータがあり、ステッピングモータの軸とフォーカスレンズ保持枠が部品を介して螺合連結しており、ステッピングモータの軸が回転することでフォーカス群 130 が光軸方向に移動する駆動手段も挙げられる。

【0017】

光軸方向に移動可能な第3の収差補正群 150 の第5の駆動手段（駆動部）151 も上記同様な駆動手段が挙げられる。

10

【0018】

光学系を光軸方向に移動することでレンズ装置 100 の球面収差、像面湾曲等を補正し光学性能を目標値（設計値）に近づけることができる。

上記の複数の移動可能なレンズ群を正しい位置に駆動するために位置検出手段を搭載している。

【0019】

偏芯方向に移動するレンズ群の位置検出について述べる。手振れ補正群 110 の位置を検出する第1の位置検出手段 112 は、例えばホール効果の原理を用いて位置を検出するホール素子が挙げられる。具体的には、固定部品にホール素子を配置し、偏芯移動するレンズ保持枠にマグネットを配置する。マグネットの向きはホール素子に対して略直交方向に磁界を掛けるように設定する。ホール素子に磁界が加わることで、ホール電圧が出力される。従ってレンズ保持枠が偏芯方向に移動することによってホール素子が検知する磁界の強さが変化し、出力されるホール電圧が変化する。ホール電圧が変化すると予め設定した所定の基準位置（所定のホール電圧値と所定の位置信号を紐づけした位置）からの相対位置が得られる。上記の位置検出結果を後述するレンズCPU（制御部）101 にフィードバックし、手振れ補正群 110 を目標の移動量に対して正しく移動するように制御する。

20

【0020】

偏芯方向に移動可能な第1の収差補正群 120、第2の収差補正群 140 のそれぞれの第2の位置検出手段 122、第4の位置検出手段 142 も上記同様な位置検出手段が挙げられる。

30

【0021】

光軸方向に移動するレンズ群の位置検出について述べる。フォーカス群 130 の第3の位置検出手段 132 は、例えばオープン制御にしてステッピングモータのパルスで位置を算出する手段がある。そのためには、フォーカス群 130 の位置をリセットするフォトインタラプタを不図示の固定部品に配置し、フォーカス群 130 の位置をリセットさせる必要がある。従って、フォーカス群 130 のリセット位置からステッピングモータの駆動パルスによって移動した位置を得ることができる。その他の位置検出手段は、光位置センサ（PSD）やエンコーダが挙げられる。光位置センサは光学式反射型変位センサで、光源から発せられた光が移動するレンズ群に反射し受光レンズを通して光位置センサに結像する。レンズ群の位置によって結像位置が変化するため所定の基準位置からの相対位置が得られる。エンコーダは主に光学式透過型変位センサであり、光源と受光素子の間に等間隔にスリット穴が開いたコードホイールを設けて光を透過または遮断する。従って、コードホイールの回転または移動によって出力信号が得られるので、回転するモータや移動するレンズ群にコードホイールを固定することで、位置検出が可能である。フォトインタラプタによるオープン制御では不要だが、その他の手法での位置検出結果は後述するレンズCPU 101 にフィードバックし、フォーカス群 130 を目標の移動量に対して正しく移動するように制御する。

40

【0022】

光軸方向に移動可能な第3の収差補正群 150 の第5の位置検出手段 152 も上記同様な位置検出手段が挙げられる。

50

【 0 0 2 3 】

絞り 1 6 0 は不図示の駆動手段、例えばステッピングモータによって絞り羽根を回転させ、絞り口径を変化させることで後述する撮像素子 2 1 0 に集光する光量を変化する。具体的にはステッピングモータの回転駆動力を、ギヤ部品を介して絞り羽根に伝える。ギヤ部品には絞り羽根と係合するカム溝が設けられており、ステッピングモータの回転駆動力によってギヤ部品が回転することで絞り羽根が回転し口径が変化する。

【 0 0 2 4 】

レンズ CPU 1 0 1 は、レンズ装置 1 0 0 全体の制御、演算、メモリ等を備えている。また、レンズ CPU 1 0 1 は、不図示の電氣的な接点を介してカメラ本体 2 0 0 のカメラ CPU (制御部) 2 0 1 と通信を行う。カメラ CPU 2 0 1 からの撮像条件や駆動命令などを受信し、レンズ識別情報やフォーカス、手振れ補正、絞り、ズーム位置などの各種情報をカメラ CPU 2 0 1 に送信する。カメラ CPU 2 0 1 から受信された駆動命令は、レンズ CPU 1 0 1 内で演算し各駆動手段へ伝送する。

10

【 0 0 2 5 】

レンズ操作手段 1 7 0 は、不図示のズームリングやフォーカスリング、ティルトシフトノブ等のレンズ装置 1 0 0 内の光学系を直接的または間接的に移動する操作手段を指す。操作検出手段 1 7 1 は、例えばフォトインタラプタがある。フォーカスリングの内周面に等間隔の矩形スリット部を設け、その矩形スリット部がフォトインタラプタの光源と受光部の間を通ることで光の透過または遮光する。上記の構成により、フォーカスリングの回転によって出力信号が得られるので、フォーカスリングの回転方向や回転量が検出できる。他の操作検出手段としては、位置センサやポテンシオメータがある。位置センサの具体例を述べる。ズームリングを回転することでメカ駆動または電気駆動によって光学系が光軸方向に移動し変倍するレンズ装置 1 0 0 において、メカ駆動の場合は光学系を光軸方向に沿った直進溝を設けた案内筒と直進溝に対して角度を持つカム溝を設けたカム環が備わっている。変倍の光学系は不図示のカムフォロワーを介して直進溝とカム溝に係合しており、カム環が回転することで光学系は光軸方向に進退し変倍する。カム環に位置センサ用のカム溝を設け、ズームリングの回転に伴ってカム環が回転すると位置センサに位置信号が検出される。続いてポテンシオメータの具体例について述べる。アオリ撮影が可能なティルトシフトレンズにおいて、ティルト用ノブ、シフト用ノブそれぞれとポテンシオメータとをメカ的に連結することで、ノブの回転を検出可能になる。

20

30

【 0 0 2 6 】

上記から検出されるズーム、フォーカス、ティルト、シフト等の操作回数をレンズの記憶手段 (記憶部) 1 0 2 に記憶し、その駆動回数が予め記憶しておいた所定のそれぞれの回数 (例えば、第 1 閾値、第 2 閾値、第 3 閾値、第 4 閾値) を超えた場合にはレンズ装置 1 0 0 の光学性能が劣化している懸念があるので収差補正を実行するようにユーザに促す内容の通知をする。所定の回数や通知方法に関する詳細については図 5 のフローチャートを用いて後述する。

【 0 0 2 7 】

レンズ装置 1 0 0 を構成している光学系それぞれの光学情報をレンズの記憶手段 1 0 2 に記憶する。光学情報とは、第 1 の収差補正群 1 2 0、第 2 の収差補正群 1 4 0、第 3 の収差補正群 1 5 0 の移動量と収差補正量の関係に関する光学設計値を意味する。上述の光学情報はレンズ装置 1 0 0 のズーム位置と絞り値それぞれにおいて情報を持ち、上記の 3 つの移動群それぞれが補正可能な収差の情報も併せて持つ。また、レンズ装置 1 0 0 の光学設計値または初期光学性能情報 (製造時の光学性能情報) もレンズの記憶手段 1 0 2 に格納する。

40

【 0 0 2 8 】

カメラ本体 2 0 0 は、撮影光学系が形成した被写体の光学像を光電変換する撮像素子 2 1 0 を備えている。撮像素子 2 1 0 は、CCD や CMOS センサが挙げられる。カメラシステムは、静止画と動画を撮影 (記録) 可能である。

【 0 0 2 9 】

50

カメラ本体 200 に搭載されたカメラ CPU 201 は、レンズ CPU 同様にカメラ本体 200 全体の制御、演算、メモリ等を備えている。前述した不図示の電気的な接点を介してレンズ CPU 101 と通信を行い、レンズ装置 100 へ駆動命令や各種情報を送信したり、レンズ装置 100 の状態を受信したりする。駆動命令に関する具体例としては、AF（自動合焦）がある。被写体までの距離を不図示の位相差検出式またはコントラスト検出式によって求め、レンズ CPU 101 に駆動命令を送信する。レンズ CPU 101 は駆動命令と、第 3 の位置検出手段 132 で求められたフォーカス群 130 の位置情報とを演算し、合焦位置までフォーカス群 130 を移動し、合焦する。

【0030】

カメラ本体 200 は電源 SW 220 を備えていて、ユーザによって操作可能なスイッチである。電源 SW 220 を操作することで主電源 221 を ON にでき、カメラ本体 200 の起動やレンズ装置 100 内の駆動手段に給電が可能になる。

10

【0031】

カメラ本体 200 はカメラ CPU 201 とレリーズ SW 260 を備えていて、静止画撮影時に使用する。レリーズ SW 260 は、押すストロークによって機能が異なり、半押しで AF、全押しでシャッター 261 を切る機能となる。また、このようなレリーズ SW 260 に割り当てられる機能は、カメラ本体 200 内の設定でカスタマイズ可能である。レリーズ SW 260 からの信号はカメラ CPU 201 に入力される。

【0032】

カメラ本体 200 はレリーズ SW 260 半押しで測距が始まり AF を実行する。略同時に不図示の測光センサまたは撮像素子 210 から被写体の輝度を測定し露出が決定する。露出は、被写体の明るさ、絞り 160 の絞り値、シャッタースピード、ISO 感度の設定から決まる。AF を実行し、露出が決まった状態でレリーズ SW 260 を全押しすると静止画撮影を開始する。撮像素子 210 はレンズ装置 100 を通った光を受光し、被写体像の光電変換が行われる。撮像素子 210 からの撮像信号は、カメラ CPU 201 内の信号処理部にてデジタル変換され、さらに各種補正処理が施されて画像信号として出力される。

20

【0033】

カメラ本体 200 には表示手段（表示部）240 が備わっている。具体的には液晶画面がカメラの背面に搭載されており、カメラ本体 200 の設定やレンズ装置 100 の設定、撮影した画像、操作時のエラー等を表示することが可能である。電子ビューファインダー等も表示手段 240 に含まれる。

30

【0034】

カメラ本体 200 にはカメラ操作手段 230 が備わっており、カメラ本体 200 の設定やレンズ装置 100 の設定等を変更可能である。具体的には操作用のボタンが挙げられる。

【0035】

カメラ本体 200 にはカメラの記憶手段 202 が備わっており、カメラ本体 200 の情報を記憶可能である。具体的にはカメラ本体 200 の機能、画像補正処理、シャッター 261 を切った回数（シャッター回数）等がある。

【0036】

（ユーザによる光学性能の補正）

40

以下に、本実施例のユーザによる光学性能の補正について説明する。

図 2 は、本発明における光学性能補正用撮影時の解析用チャート 300 とカメラシステムの設定を示す図である。

【0037】

図 3 は、本発明における解析用チャート 300 を本発明のカメラシステムで撮影した際の、撮像した画像内のマーク 301 を収める補助枠 241 を有するカメラの表示手段 240 の図である。

【0038】

経時や耐久によるレンズ装置 100 の光学性能劣化を定量化するために、ユーザは解析用撮影を実施し、カメラ本体 200 内で解析し MTF 特性を求める。ユーザが行う解析用

50

撮影には解析用チャート300を用いる。解析用チャート300は矩形であり、縦方向、横方向、対角方向に対して平行と垂直な線から所定の角度(第1角度)、例えば2°、傾斜した2本の直線部(それぞれ、第1直線部、第2直線部)を有するマーク301を、解析用チャート300の中心から縦方向、横方向、対角方向の直線上で周辺に向かって均等に複数配列されている(図2、3参照)。解析用チャート300はレンズ装置100の購入時にレンズ装置100と同梱されている。解析用チャート300は例えば部屋の略平らな壁等の鉛直面に貼付し、三脚400に締結されたカメラシステム(レンズ装置100が装着されたカメラ本体200)の光軸中心が解析用チャート300の中心と略同じ高さになるように三脚400の高さを調節する。

【0039】

レンズ装置100の光学性能劣化度合いを正確に評価するために解析用チャート300のマーク301を正しく配置する必要がある。その指標となる補助枠241を表示手段240内に表示する(図3参照)。補助枠241を中心と上下左右斜め、合計9箇所表示し、それぞれの補助枠に解析用チャート300のマーク301が収まるようにして撮影すれば正しい光学性能の解析を行うことができる。

【0040】

図4は、本発明における光学性能の補正に関するフローチャートである。

経時や耐久等によるレンズ装置100の光学性能劣化の定量化および光学性能の補正までの流れについてフローチャートを用いて説明する(図4参照)。

【0041】

S101でユーザはカメラ本体200の電源SW220をONにしてカメラ本体200の起動およびレンズ装置100へ給電する。

【0042】

S102でカメラ本体200はレンズCPU101からレンズ装置100の仕様や光学情報等に関するレンズ情報を取得する。

【0043】

S103でユーザはカメラ操作手段230を用いて、カメラの表示手段240に表示されたメニューの中で「光学性能補正用撮影モード」を選択する。

【0044】

S104でユーザはカメラの表示手段240に順番に表示される設定要求項目に沿って設定を実施する。設定要求項目は、まずは解析用チャート300を壁に貼付する。次に、解析用チャート300からカメラ本体200の撮像素子210までの距離を第1距離、例えば焦点距離を f として $30 \times f$ 、にする。レンズ装置100が望遠レンズの場合は、第1距離の $30 \times f$ を $20 \times f$ や $10 \times f$ に「光学性能補正用撮影モード」の設定をカメラ本体200のメニューから変更する。次に、三脚に付いている水平器や、カメラ本体200に搭載されている不図示のジャイロセンサを用いた水平器機能を用いて、レンズ装置の光軸が水平状態となるように設定する。次に、解析用チャート300の面をレンズ装置100の光軸に対して略垂直となるように設定し、図3に示すように補助枠241に解析用チャート300のマーク301を収めることで、解析用チャート300の面と光軸を略垂直状態とし、解析用チャート300の中心と光軸の位置を合わせるように設定することができる。

【0045】

S105でユーザはリリースSW260を全押しし、「光学性能補正用撮影モード」での静止画撮影を実施する。「光学性能補正用撮影モード」での撮像条件について具体例を述べる。カメラ本体200やレンズ装置100の露出を決める撮像条件(絞り値、ISO感度、シャッタースピード)は、カメラ内で露出が適正になるように自動で設定する。例えば、絞り値は開放、ISO感度は100、シャッタースピードは被写体輝度に応じて露出が適正に近づくように自動で設定する。前述の撮像条件はユーザが任意にカメラ本体200のメニューから変更可能である。さらに、撮影時には解析用チャート300の中心に合焦させた状態から合焦位置を前後に所定量ずらしながら撮影する。前述の合焦位置をず

10

20

30

40

50

らす所定量は、中心（光軸上）と周辺の合焦位置のズレ量より大きな量とする。合焦位置を前後にずらしながら複数のフォーカス位置で撮影することで、撮像素子 210 上での中心と周辺の結像位置が得られ、収差の種類と収差量を取得できる。また、それぞれの合焦位置（フォーカス位置）において絞り値を解放から F8、F16 と絞りながら撮影する。絞りながら撮影することで、絞り口径の変化によって収差の出方の変化有無や変化量がわかり、収差種類を特定することができる。さらに、レンズ装置がズームレンズであり、収差情報の特定に必要な場合には、焦点距離を望遠端、中間ズーム位置、広角端等の位置にズーム位置を変更して、撮影することにより、収差情報を取得するようにしてもよい。また、ズーム位置を変更して撮影する際には、必要に応じて、S104 で実施した設定要求項目に沿った設定を実施してもよい。

10

【0046】

S106 でカメラ CPU 201 は S105 で実施した撮影情報を解析し、レンズ装置 100 の MTF 特性を算出する。具体的には SFR 演算方法（ISO 12233 参考）からそれぞれの合焦位置における中心と周辺の MTF 特性を算出する。

【0047】

S107 でカメラ CPU 201 は中心と周辺の MTF 特性から収差情報を算出する。収差情報とは、収差の種類と収差量を意味する。収差量は、中心と周辺間の MTF 特性に基づき、合焦位置のズレと第 2 の駆動手段 121 の駆動量から算出できる。収差の種類も、中心と周辺（左右上下斜め）との MTF 特性を用いて、MTF 特性のピークの位置が例えば被写体側から見て左が像面側、右が被写体側、中心が変化微小の場合は片ボケが発生しているとカメラ CPU 201 内で判断できる。収差情報である収差の種類と収差量を判断する際に、必要に応じて、絞り値、ISO 感度、シャッタースピード、焦点距離、物体距離などの撮像条件が考慮される。

20

【0048】

S108 でカメラ CPU 201 は S107 で算出された収差情報とレンズ CPU 101 から送信された光学情報（収差補正群情報）から演算し収差補正群それぞれの移動量を算出する。

【0049】

S109 でカメラ CPU 201 は S108 で算出した収差補正群それぞれの移動量（移動方向と移動量）をレンズ CPU 101 に送信し、収差補正群を移動して収差を補正する。

30

【0050】

（光学性能を補正するタイミングに関するフロー）

以下に、本実施例のユーザによる光学性能を補正するタイミングについて説明する。

図 5 は、本発明における光学性能を補正するタイミングに関するフローチャートである。

【0051】

経時や耐久によるレンズ装置 100 の光学性能劣化をどのタイミングで補正するかについて図 5 のフローチャートを用いて述べる。

【0052】

S201 でユーザはカメラ本体 200 の電源 SW 220 を ON にしてカメラ本体 200 の起動およびレンズ装置 100 へ給電する。

40

【0053】

S202 でカメラ本体 200 はレンズ CPU 101 からレンズ装置 100 の仕様や光学情報等に関するレンズ情報を取得する。

【0054】

S203 でカメラ本体 200 は S202 で取得したレンズ情報から、装着されたレンズ装置 100 が操作検出手段 171 を搭載しているか判断する。

【0055】

S204 でレンズ装置 100 が操作検出手段 171 を搭載していない場合は、カメラ本体 200 のシャッター 261 を切った回数を取得する。シャッター 261 を切った回数はカメラの記憶手段 202 に記憶する。

50

【 0 0 5 6 】

S 2 0 5 でレンズ装置 1 0 0 に操作検出手段 1 7 1 を搭載している場合は、操作検出手段 1 7 1 の出力からレンズ操作手段 1 7 0 の駆動回数を取得することができる。レンズ操作手段 1 7 0 の駆動回数は前述のようにレンズの記憶手段 1 0 2 で記憶する。

【 0 0 5 7 】

S 2 0 6 でカメラ CPU 2 0 1 は S 2 0 4 または S 2 0 5 で取得した操作回数情報が所定の操作回数を超えたか確認する。その理由は、操作回数が増加すると摩耗量が増えてレンズ群の保持位置が変わり、光学性能劣化へと繋がるためである。所定の操作回数とは、レンズ群それぞれの質量やレンズ群を移動可能に保持する連結部品、カムフォロワー、カム環、案内筒等の材質や剛性によって予め摩耗量を推測したり、検討品で実験し、光学性能（収差量）が例えば 1 割低下する時の操作回数を意味する。所定の操作回数は設計時の推測値または検討品の検討結果に基づいて製造時に予めレンズの記憶手段 1 0 2 に記憶しておく。

10

【 0 0 5 8 】

S 2 0 7 でカメラ CPU 2 0 1 は所定の操作回数を超えている場合にカメラ本体 2 0 0 の表示手段 2 4 0 に光学性能の補正を推奨する内容の通知を表示する。

【 0 0 5 9 】

本実施例ではレンズ装置 1 0 0 をズームレンズとして説明したが、これに限ったことではなく、例えば超望遠レンズ等の大口径単焦点レンズでも良い。

【 0 0 6 0 】

本実施例では 1 7 個のマーク 3 0 1 を用いた解析用チャート 3 0 0 を使用したが、これに限ったことではなく、中心 1 個と周辺 8 個合計 9 個でも良い。または中心から最周辺の間により多くのマーク 3 0 1 を配置し合計 2 7 個や 3 6 個にしても良い。

20

【 0 0 6 1 】

本実施例では光学性能補正用撮影時に解析用チャートを使用したが、これに限ったことではなく、例えば高層ビルの平らな壁面を用いても良い。

【 0 0 6 2 】

本実施例では光学性能を補正するタイミングに関して、経時や耐久の観点でレンズ操作手段 1 7 0 の操作回数やシャッター 2 6 1 の回数から求めたが、これに限ったことではない。例えば、レンズ装置 1 0 0 に加速度センサを搭載し、カメラ本体 2 0 0 の電源 S W 2 2 0 が O N の時に、加速度センサが所定の閾値以上の加速度を出力したらユーザへ光学性能の補正を推奨する内容の通知を表示しても良い。所定の閾値以上の加速度値は、レンズ装置 1 0 0 の質量等仕様によって異なる。レンズ装置 1 0 0 の質量と光学情報を考慮して算出した加速度値または検討品で実験した加速度値を製造時にレンズの記憶手段 1 0 2 に記憶しておく。

30

【 0 0 6 3 】

本実施例によれば、電気的な駆動手段を用いてレンズ群を移動し能動的に光学性能を補正する撮像装置において、経時や耐久等による光学性能の変化を正確に補正し高画質を維持することができる。

【 実施例 2 】

40

【 0 0 6 4 】

以下、図 6 を参照して、本発明の第 2 の実施例による、撮像装置について説明する。本実施例ではレンズ交換式カメラシステムを例に記述しているが、レンズ一体型の撮像装置であっても良い。

【 0 0 6 5 】

実施例 1 では解析用撮影データをカメラ本体 2 0 0 内で解析し、レンズ装置 1 0 0 の光学性能劣化を定量化して収差補正群を移動することで光学性能を補正する実施例について説明した。本実施例では、実施例 1 における図 4 の S 1 0 8 においてレンズ装置 1 0 0 が収差補正群を搭載しない場合の収差補正に関する処理のフローについて説明する。

【 0 0 6 6 】

50

カメラシステムの構成と光学性能補正用撮影時の設定に関しては実施例 1 と同じであるため省略する。

【0067】

図 6 は、画像処理を用いた収差補正に関するフローチャートである。

S 3 0 1 から S 3 0 7 までは図 4 を参照しながら説明した実施例 1 と同じであるため省略する。

【0068】

S 3 0 8 では、カメラ CPU 2 0 1 は、装着されたレンズ装置 1 0 0 が収差補正群を搭載しているか否かに関する情報をレンズ CPU 1 0 1 から取得する。レンズ装置 1 0 0 に収差補正群が搭載されていない場合には S 3 0 9 に進み、搭載されている場合には S 3 1 0 に進む。

10

【0069】

S 3 0 9 では、S 3 0 7 で算出した収差情報に基づいてカメラ本体 2 0 0 に搭載した不図示の画像処理を用いて収差を補正するかについてユーザへ選択を依頼する。ユーザへの選択の依頼は、カメラ本体 2 0 0 内の表示手段 2 4 0 に表示することで行われる。

【0070】

S 3 1 0 では、実施例 1 の S 1 0 9 と同様に、収差補正群を移動して光学性能を補正する。

S 3 1 1 では、レンズ CPU 1 0 1 は、S 3 0 7 で算出した収差情報とレンズ装置 1 0 0 のレンズ情報に基づいて、カメラ本体 2 0 0 内で画像処理を実施し収差を補正する。

20

【0071】

本実施例ではカメラ本体 2 0 0 内で画像処理したが、これに限ったことではなく、例えば S 3 0 7 で算出した収差情報をレンズ装置 1 0 0 のレンズの記憶手段 1 0 2 に記憶することで、レンズ装置 1 0 0 で撮影した RAW データに収差情報を加える。その収差情報から画像処理専門アプリケーションを用いてより精度よく収差を補正しても良い。

【0072】

本実施例によれば、レンズ装置 1 0 0 が収差補正群を非搭載していても、光学性能補正用撮影および解析によって得られた収差情報を有効に使用して、経時や耐久によって発生したレンズ装置 1 0 0 の収差を補正し高画質を維持することができる。

【0073】

30

(その他の実施例)

本発明は、上述の実施例および変形例の 1 以上の機能を実現するプログラムを、ネットワークまたは記憶媒体を介してシステムまたは装置に供給し、そのシステムまたは装置のコンピュータ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。コンピュータは、1 つまたは複数のプロセッサ若しくは回路を有し、コンピュータ実行可能命令を読み出し実行するために、分離した複数のコンピュータまたは分離した複数のプロセッサ若しくは回路のネットワークを含みうる。

【0074】

プロセッサまたは回路は、中央演算処理装置 (CPU)、マイクロプロセッシングユニット (MPU)、グラフィクスプロセッシングユニット (GPU)、特定用途向け集積回路 (ASIC)、またはフィールドプログラマブルゲートウェイ (FPGA) を含みうる。また、プロセッサまたは回路は、デジタルシグナルプロセッサ (DSP)、データフロープロセッサ (DFP)、またはニューラルプロセッシングユニット (NPU) を含みうる。

40

【0075】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、発明はこれらの実施形態に限定されるものではない。本発明の趣旨に反しない範囲で変更された発明、および本発明と均等な発明も本発明に含まれる。また、上述の実施例および各変形例は、本発明の趣旨に反しない範囲で適宜組み合わせることができる。

【符号の説明】

50

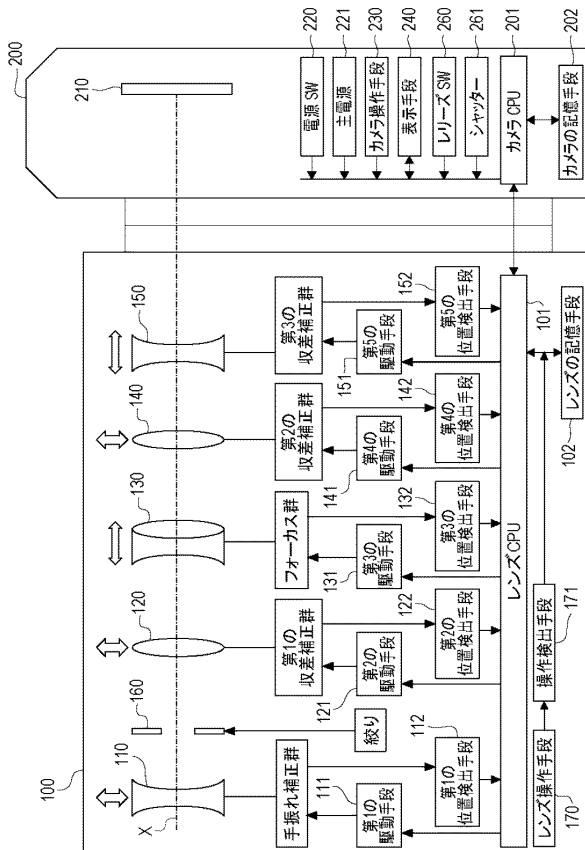
【 0 0 7 6 】

- 1 0 0 : レンズ装置
- 1 0 1 : レンズCPU (制御部)
- 1 2 0 : 第 1 の収差補正群
- 1 2 1 : 第 2 の駆動手段
- 1 2 2 : 第 3 の駆動手段
- 1 3 0 : フォーカス群
- 1 3 1 : 第 3 の駆動手段
- 1 3 2 : 第 3 の位置検出手段
- 1 4 0 : 第 2 の収差補正群
- 1 4 1 : 第 4 の駆動手段
- 1 4 2 : 第 4 の位置検出手段
- 1 5 0 : 第 3 の収差補正群
- 1 5 1 : 第 5 の駆動手段
- 2 0 0 : カメラ本体
- 2 0 1 : カメラCPU (制御部)
- 2 1 0 : 撮像素子

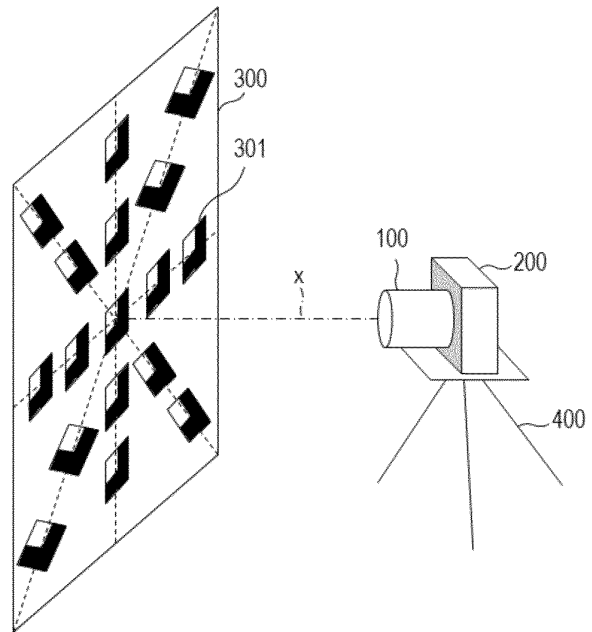
10

【 図 面 】

【 図 1 】



【 図 2 】



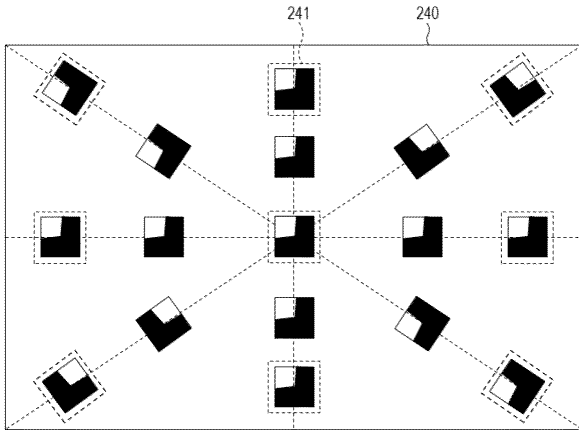
20

30

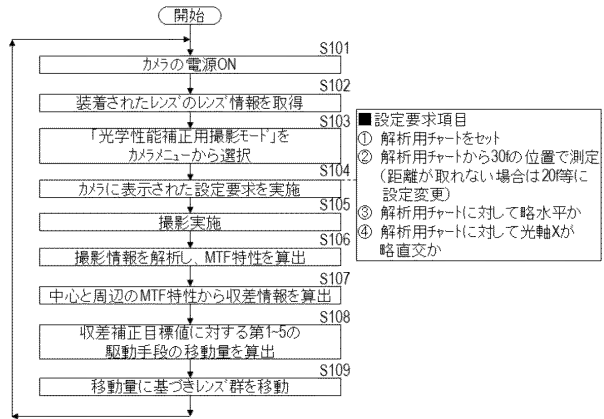
40

50

【図3】



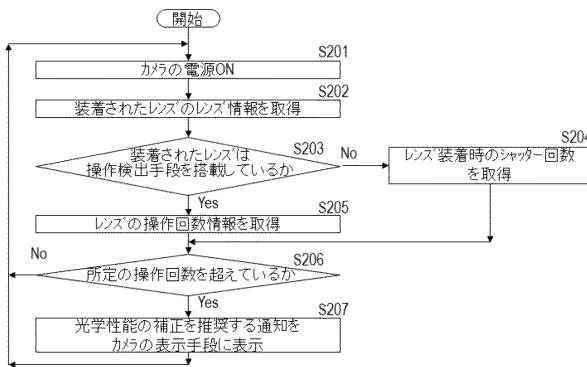
【図4】



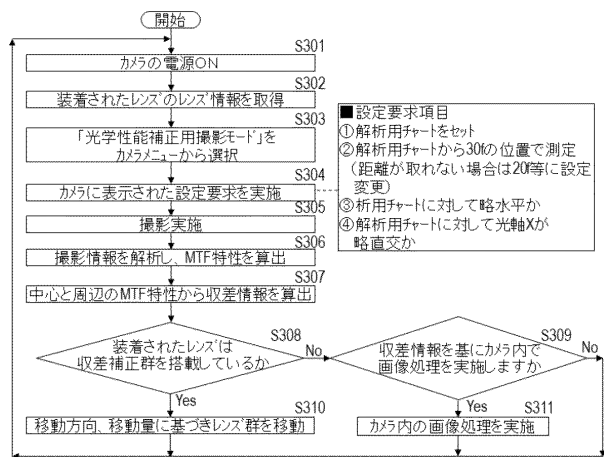
- 設定要求項目
- ① 解析用チャートをセット
 - ② 解析用チャートから30%の位置で測定
(距離が取れない場合は20%等に
設定変更)
 - ③ 解析用チャートに対して略水平か
 - ④ 解析用チャートに対して光軸Xが
略直交か

10

【図5】



【図6】



- 設定要求項目
- ① 解析用チャートをセット
 - ② 解析用チャートから30%の位置で測定
(距離が取れない場合は20%等に設定
変更)
 - ③ 析用チャートに対して略水平か
 - ④ 解析用チャートに対して光軸Xが
略直交か

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

H 0 4 N	23/60 (2023.01)	H 0 4 N	23/60
G 0 6 T	5/80 (2024.01)	G 0 6 T	5/80
G 0 2 B	13/00 (2006.01)	G 0 2 B	13/00

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

(72)発明者 伊藤 秀

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

(72)発明者 山 崎 敏宣

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 眞岩 久恵

(56)参考文献

特開2012-044498(JP,A)

特開2016-105568(JP,A)

特開2018-091805(JP,A)

特開2008-017285(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G 0 3 B 4 3 / 0 0

G 0 3 B 5 / 0 0 - 5 / 0 8

G 0 2 B 7 / 0 2 - 7 / 1 6

H 0 4 N 5 / 2 2 2 - 5 / 2 5 7

H 0 4 N 2 3 / 0 0

H 0 4 N 2 3 / 4 0 - 2 3 / 7 6

H 0 4 N 2 3 / 9 0 - 2 3 / 9 5 9

G 0 6 T 5 / 8 0

G 0 2 B 1 3 / 0 0