

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6351690号
(P6351690)

(45) 発行日 平成30年7月4日(2018.7.4)

(24) 登録日 平成30年6月15日(2018.6.15)

(51) Int.Cl.

H04N 5/232 (2006.01)
G03B 17/14 (2006.01)

F 1

H04N 5/232
G03B 17/14

請求項の数 26 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2016-215655 (P2016-215655)
 (22) 出願日 平成28年11月2日 (2016.11.2)
 (62) 分割の表示 特願2012-63901 (P2012-63901)
 の分割
 原出願日 平成24年3月21日 (2012.3.21)
 (65) 公開番号 特開2017-34721 (P2017-34721A)
 (43) 公開日 平成29年2月9日 (2017.2.9)
 審査請求日 平成28年12月1日 (2016.12.1)

(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
 (74) 代理人 100126240
 弁理士 阿部 琢磨
 (74) 代理人 100124442
 弁理士 黒岩 創吾
 (72) 発明者 加納 明
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】信号処理装置、信号処理方法、コンピュータプログラム、レンズユニット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の第1の光学パラメータの情報と、複数の第2の光学パラメータの情報と、前記複数の第1の光学パラメータの情報と前記複数の第2の光学パラメータの情報との組み合わせに基づく補正值とを有するデータを取得し、前記データを画像補正処理に用いる信号処理装置において、

前記データは、各第1の光学パラメータの情報に対する前記複数の第2の光学パラメータの情報のセットの数を示す第1の情報と、前記第1の情報が示す数の前記複数の第2の光学パラメータの情報のセットと、を有することを特徴とする信号処理装置。

【請求項 2】

前記データが、各第1の光学パラメータの情報に対する前記複数の第2の光学パラメータの情報のセットを複数有していない場合には、前記第1の情報の示す数は1であり、

各第1の光学パラメータの情報に対する前記複数の第2の光学パラメータの情報のセットを複数有している場合には、前記第1の情報の示す数は前記複数の第1の光学パラメータの情報の数に等しいことを特徴とする請求項1に記載の信号処理装置。

【請求項 3】

前記データが、各第1の光学パラメータの情報に対する前記複数の第2の光学パラメータの情報のセットを複数有している場合には、少なくともある第1の光学パラメータの情報に対する前記複数の第2の光学パラメータの情報のセットにおける第2の光学パラメータの情報の組み合わせが、他の第1の光学パラメータの情報に対する前記複数の第2の光

10

20

光学パラメータの情報のセットにおける第2の光学パラメータの情報の組み合わせとは異なることを特徴とする請求項2に記載の信号処理装置。

【請求項4】

前記データが、各第1の光学パラメータの情報に対する前記複数の第2の光学パラメータの情報のセットを複数有していない場合には、各第1の光学パラメータの情報のいずれに対しても、同じセットの前記複数の第2の光学パラメータの情報との組み合わせに基づいて補正值を有することを特徴とする請求項2又は請求項3に記載の信号処理装置。

【請求項5】

各第1の光学パラメータの情報に対する前記複数の第2の光学パラメータの情報のセットを複数有している場合の前記第1の光学パラメータの情報の数及び前記複数の第2の光学パラメータの数と、そうでない場合の前記第1の光学パラメータの情報の数及び前記複数の第2の光学パラメータの数とが同じである場合には、10

各第1の光学パラメータの情報に対する前記複数の第2の光学パラメータの情報のセットを複数有している場合と、そうでない場合とで、前記データが有する補正值の数が等しいことを特徴とする請求項2から請求項4のいずれか1項に記載の信号処理装置。

【請求項6】

前記データは、前記第1の光学パラメータの情報の数の情報と、前記第1の光学パラメータの情報それぞれに対応する第2の光学パラメータの情報の数の情報を有することを特徴とする請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の信号処理装置。20

【請求項7】

前記データは、前記複数の第1の光学パラメータの情報、前記複数の第2の光学パラメータの情報及び複数の第3の光学パラメータの情報との組み合わせに基づく補正值と、各第1の光学パラメータの情報に対する前記複数の第3の光学パラメータの情報のセットの数を示す第2の情報と、を有することを特徴とする請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の信号処理装置。

【請求項8】

前記第1の光学パラメータの情報は焦点距離に関する情報であり、前記第2の光学パラメータの情報は撮影距離に関する情報及び絞り値に関する情報の少なくとも1つを含む情報であることを特徴とする請求項1から請求項7のいずれか1項に記載の信号処理装置。

【請求項9】

前記第1の光学パラメータの情報は焦点距離に関する情報であり、前記第2の光学パラメータの情報及び前記第3の光学パラメータの情報はそれぞれ撮影距離又は絞り値に関する情報であることを特徴とする請求項6に記載の信号処理装置。30

【請求項10】

前記データは、像高に関する情報を有するとともに、前記補正值の情報を前記像高に関する情報ごとに有することを特徴とする請求項1から請求項9のいずれか1項に記載の信号処理装置。

【請求項11】

前記複数の第1の光学パラメータの情報及び前記複数の第2の光学パラメータの情報は、それぞれ離散的に構成されていることを特徴とする請求項1から請求項10のいずれか1項に記載の信号処理装置。40

【請求項12】

画像補正処理を行う処理手段を有し、前記処理手段は前記データが有する補正值を用いて画像補正処理を行うことを特徴とする請求項1から請求項11のいずれか1項に記載の信号処理装置。

【請求項13】

レンズユニットから情報を取得する取得手段を有し、

前記データは前記取得手段がレンズユニットから取得することを特徴とする請求項1から請求項12にいずれか1項に記載の信号処理装置。

【請求項14】

10

20

30

40

50

前記取得手段は、撮影時における前記第1の光学パラメータの情報及び前記第2の光学パラメータの情報をレンズユニットから取得することを特徴とする請求項13に記載の信号処理装置。

【請求項15】

複数の第1の光学パラメータの情報と、複数の第2の光学パラメータの情報と、前記複数の第1の光学パラメータの情報と前記複数の第2の光学パラメータの情報との組み合わせに基づく補正值とを有するデータを取得する取得ステップと、前記データを用いて画像補正処理を行う処理ステップとを有する信号処理方法において、

前記データは、各第1の光学パラメータの情報に対する前記複数の第2の光学パラメータの情報のセットの数を示す第1の情報と、前記第1の情報が示す数の前記複数の第2の光学パラメータの情報のセットと、を有することを特徴とする信号処理方法。 10

【請求項16】

請求項15の信号処理方法の各ステップをコンピュータにより実行させるためのコンピュータプログラム。

【請求項17】

複数の第1の光学パラメータの情報と、複数の第2の光学パラメータの情報と、前記複数の第1の光学パラメータの情報と前記複数の第2の光学パラメータの情報との組み合わせに基づく補正值とを有するデータを撮像装置に送信するレンズユニットにおいて、

前記データは、各第1の光学パラメータの情報に対する前記複数の第2の光学パラメータの情報のセットの数を示す第1の情報と、前記第1の情報が示す数の前記複数の第2の光学パラメータの情報のセットと、を有することを特徴とするレンズユニット。 20

【請求項18】

前記データが、各第1の光学パラメータの情報に対する前記複数の第2の光学パラメータの情報のセットを複数有していない場合には、前記第1の情報の示す数は1であり、

各第1の光学パラメータの情報に対する前記複数の第2の光学パラメータの情報のセットを複数有している場合には、前記第1の情報の示す数は前記複数の第1の光学パラメータの情報の数に等しいことを特徴とする請求項17に記載のレンズユニット。

【請求項19】

前記データが、各第1の光学パラメータの情報に対する前記複数の第2の光学パラメータの情報のセットを複数有している場合には、少なくともある第1の光学パラメータの情報に対する前記複数の第2の光学パラメータの情報のセットにおける第2の光学パラメータの情報の組み合わせが、他の第1の光学パラメータの情報に対する前記複数の第2の光学パラメータの情報のセットにおける第2の光学パラメータの情報の組み合わせとは異なることを特徴とする請求項18に記載のレンズユニット。 30

【請求項20】

前記データが、各第1の光学パラメータの情報に対する前記複数の第2の光学パラメータの情報のセットを複数有していない場合には、各第1の光学パラメータの情報のいずれに対しても、同じセットの前記複数の第2の光学パラメータの情報との組み合わせに基づいて補正值を有することを特徴とする請求項17又は請求項18に記載のレンズユニット。 40

【請求項21】

各第1の光学パラメータの情報に対する前記複数の第2の光学パラメータの情報のセットを複数有している場合の前記第1の光学パラメータの情報の数及び前記複数の第2の光学パラメータの数と、そうでない場合の前記第1の光学パラメータの情報の数及び前記複数の第2の光学パラメータの数とが同じである場合には、

各第1の光学パラメータの情報に対する前記複数の第2の光学パラメータの情報のセットを複数有している場合と、そうでない場合とで、前記データが有する補正值の数が等しいことを特徴とする請求項18から請求項20のいずれか1項に記載のレンズユニット。

【請求項22】

前記データは、前記第1の光学パラメータの情報の数の情報と、前記第1の光学パラメ

10

20

30

40

50

一タの情報それぞれに対応する第2の光学パラメータの情報の数の情報を有することを特徴とする請求項17から請求項21のいずれか1項に記載のレンズユニット。

【請求項23】

前記データは、

前記複数の第1の光学パラメータの情報、前記複数の第2の光学パラメータの情報及び複数の第3の光学パラメータの情報との組み合わせに基づく補正值と、各第1の光学パラメータの情報に対する前記複数の第3の光学パラメータの情報のセットの数を示す第2の情報と、を有することを特徴とする請求項17から請求項22のいずれか1項に記載のレンズユニット。

【請求項24】

10

前記第1の光学パラメータの情報は焦点距離に関する情報であり、前記第2の光学パラメータの情報は撮影距離に関する情報及び絞り値に関する情報の少なくとも1つを含む情報であることを特徴とする請求項17から請求項23のいずれか1項に記載のレンズユニット。

【請求項25】

前記第1の光学パラメータの情報は焦点距離に関する情報であり、前記第2の光学パラメータの情報及び前記第3の光学パラメータの情報はそれぞれ撮影距離又は絞り値に関する情報であることを特徴とする請求項22に記載のレンズユニット。

【請求項26】

20

前記データは、像高に関する情報を有するとともに、前記補正值の情報を前記像高に関する情報ごとに有することを特徴とする請求項17から請求項25のいずれか1項に記載のレンズユニット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レンズユニットの光学特性に起因する画像劣化を補正する技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

デジタルカメラ等の撮像装置が様々な用途に使用されており、撮像装置から出力される画像にはますますの高画質が求められている。画像の高画質化を妨げる一つの要因として、被写体像を結像するために用いられる撮像レンズの光学特性による画像劣化がある。画像劣化を引き起こす光学特性の例としては周辺減光、歪曲収差、倍率色収差などが挙げられる。これらの光学特性はレンズユニットの光学系により異なるが、レンズユニットの小型化が求められる近年、これら画像劣化の要因となる光学特性を完全に排除した光学系の実現は困難である。そのため、このような画像劣化を画像処理により補正する技術がある。

【0003】

レンズの光学特性を画像から完全に抽出する事は非常に困難である為、このような画像処理による補正を精度良く行うためには、撮像装置内のメモリに、撮像光学系の光学特性を示すデータであって上記補正に用いる光学補正データを記憶しておく方法がある。特に、一眼レフデジタルカメラには、該カメラに装着可能な複数のレンズユニット（撮像光学系）の光学補正データを記憶させておく必要がある。さらに、同じ撮像光学系でも、焦点距離、撮影距離、絞り値等の光学パラメータによって光学特性が変化する。そのため、複数の光学パラメータに対応する光学補正データを撮像装置内のメモリに記憶させておき、撮影時の撮影条件に合致した補正值を補正データから算出する。

【0004】

30

特許文献1には、画像の中心位置からの距離である像高と歪曲収差の関係を示す像高-歪曲収差曲線上における離散点となる歪曲収差データを保持し、歪曲収差データから生成した像高-歪曲収差の近似式から補正值を算出する方法が提案されている。

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2005-286482号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

前述の通り、光学特性は焦点距離、撮影距離、絞り値等の光学パラメータによって変化する。撮影時に得られる全光学パラメータに対応した補正值を光学補正データとして保持する方法もある。しかしながら、それでは光学補正データのサイズが膨大になり、撮像装置や信号処理装置などに大容量のメモリが要求される。

【0007】

また、上述の特許文献に開示された従来技術では焦点距離によって撮影可能範囲が異なる場合の光学補正データのサイズと補正精度に関する問題は解決されていない。

【0008】

そこで本発明の目的は、高精度な補正を維持しつつも、光学補正データのサイズを抑える技術思想を提案することである。

【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、本発明の一つの側面は、複数の第1の光学パラメータの情報と、複数の第2の光学パラメータの情報と、前記複数の第1の光学パラメータの情報と前記複数の第2の撮影条件の情報との組み合わせに基づく補正值とを有するデータを取得し、前記データを画像補正処理に用いる信号処理装置において、前記データは、各第1の光学パラメータの情報に対する前記複数の第2の光学パラメータの情報のセットの数を示す第1の情報と、前記第1の情報が示す数の前記複数の第2の光学パラメータの情報のセットと、を有する。

【0010】

また、別の側面は、複数の第1の光学パラメータの情報と、複数の第2の光学パラメータの情報と、前記複数の第1の光学パラメータの情報と前記複数の第2の光学パラメータの情報との組み合わせに基づく補正值とを有するデータを撮像装置に送信するレンズユニットにおいて、前記データは、各第1の光学パラメータの情報に対する前記複数の第2の光学パラメータの情報のセットの数を示す第1の情報と、前記第1の情報が示す数の前記複数の第2の光学パラメータの情報のセットと、を有する。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、光学補正データのサイズを抑えて高精度な補正を行なう撮像装置を提供するができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る撮像装置の構成図

【図2】光学補正データの例を示す図

【図3】撮影距離に対する光学特性と補正值の例を示す図

【図4】本発明の第1の実施形態に係る補正処理の流れを示す図

【図5】本発明の第1の実施形態に係る光学補正データを示す図

【図6】本発明の第1の実施形態に係る焦点距離に対する光学特性と補正值の例を示す図

【図7】本発明の第1の実施形態に係る撮影距離に対する光学特性と補正值の例を示す図

【図8】本発明の第1の実施形態に係る撮影距離分割点を示す図

【図9】本発明の第1の実施形態に係る補正值を示す図

【図10】本発明の第1の実施形態に係る補正值の演算方法を示す図

【図11】本発明の第1の実施形態に係る生成された補正值を示す図

10

20

30

40

50

【図12】本発明の第1の実施形態に係る補正結果を示す図

【図13】本発明の第2の実施形態に係る画像処理装置の構成図

【図14】本発明の第2の実施形態に係る補正処理の流れを示す図

【図15】本発明の第2の実施形態に係る光学補正データを特定するテーブルを示す図

【発明を実施するための形態】

【0013】

(実施例1)

以下、本発明を適用した第1の実施形態について説明する。

【0014】

(撮像装置の基本構成の一例)

10

図1は、本発明の実施形態に係る撮像装置の基本構成の一例である。不図示の被写体はレンズユニット101の撮像光学系によりカメラ本体100の中の像素子102に結像する。絞り101aは、Fナンバーの撮影状態設定として開口径が制御される。フォーカスレンズ101bは、被写体の距離に応じてピント調整を行うために不図示のオートフォーカス(AF)機構や手動のマニュアルフォーカス機構によりレンズの位置が制御される。レンズユニット内記憶部101cは光学特性による画像劣化を画像処理によって補正する際に必要な光学補正データを保持する。

【0015】

本撮像装置において撮像光学系101はカメラ本体100に対して取り外し可能であり他の撮像光学系に交換可能である構造とする。像素子102では結像光が電気信号に変換されA/Dコンバータ103でデジタル信号に変換し、画像処理部104に入力される。画像処理部104は光学補正部111と所定の処理を行うその他画像処理部112から構成される。光学補正部111では撮像レンズの光学特性による画像劣化を画像処理によって補正する。また、その他画像処理部112では画素補間処理や輝度信号処理、色信号処理など一連の現像処理を行なう。

20

【0016】

レンズユニット制御部106はレンズユニットの制御及びデータ通信を行なう。状態検知部107はレンズユニット制御部106を通じ、撮像光学系の焦点距離、撮影距離、絞り値等の撮影時情報を得る。また、レンズユニット制御部106はレンズユニット101内のレンズユニット内記憶部101cで保持する光学補正データを取得し、記憶部108に保存する。

30

【0017】

光学補正部111は記憶部108に記録された光学補正データから、状態検知部107により取得した撮影時情報に対応する補正值を生成し、光学特性による画像劣化を補正する際に使用する。

【0018】

画像処理部104で処理された出力画像を画像記録媒体109に所定のフォーマットで保存する。また、表示部105には、光学補正処理後の画像に表示用の所定の処理を行った画像を表示しても良いし、光学補正処理を行わない画像を表示しても良い。

40

【0019】

一連の制御はシステムコントローラ110で行われ、レンズユニットの機械的な駆動はシステムコントローラ110の指示により撮像光学系制御部106で行う。

【0020】

(光学補正処理)

図4に示した本発明に係る撮像装置における光学補正処理の流れに沿い、光学補正処理の詳細を説明する。

【0021】

(光学補正データの取得)

まず、光学補正処理に必要な光学補正データの取得(S201)を行なう。これは先述のとおりレンズユニット制御部106の制御により、レンズユニット内記憶部101cで

50

保持された光学補正データをカメラ本体内の記憶部 108 に転送することで行なう。光学補正データを転送するタイミングはカメラの起動時やレンズユニット 101 がカメラ本体 100 に装着されたときに行なう。また、この補正処理実行の際には記憶部 108 に光学補正データが保持されているようにする。

【0022】

レンズユニット内記憶部 101c から記憶部 108 に転送される光学補正データの構造を図 5 に示す。光学補正データの構造は、ヘッダ領域 (a) と補正值格納領域 (b) の 2 つからなる。

【0023】

(ヘッダ領域 (a) について)

10

ヘッダ領域 (a) は、分割点数格納領域 (a - 1) と焦点距離別情報数格納領域 (a - 2) と分割点情報格納領域 (a - 3) を含んでいる。

【0024】

撮影の際に得られる焦点距離、撮影距離、絞り値の全光学パラメータに対応した補正值を光学補正データに持たせるのではなく各光学パラメータを分割し離散的に選択し、対象の光学パラメータに応じた補正情報を光学補正データとして保持する。対象の光学パラメータに関する情報は分割点情報格納領域 (a - 3) で保持し、その光学パラメータに対応する補正值を補正值格納領域 (b) で保持する。

【0025】

分割点数格納領域 (a - 1) は各パラメータを離散的に保持する点数を記録する領域である。

20

【0026】

図 6 は焦点距離による周辺光量の変動特性の一例を像高 10mm と 13mm 部分について示し、さらに光学補正データで保持する補正值（分割点）の例を示した図である。図中の点線は光学特性である光量を示しており、プロットは光学補正データにおいて補正值を保持する点、さらに実線は補正值を線形補間した結果である。図における光量値は画像中心部分の光量を 100 とした場合の値としている。この例では焦点距離による周辺光量の変動に追従するために、光学補正データで保持する補正值の焦点距離は z0 ~ z4 の 5 点としている。この場合、分割点数格納領域 (a - 1) の焦点距離分割点数 zNum に 5 を格納する。このように光学パラメータに対する光学特性の変動に追従するために、光学特性に応じた分割点を設定し、光学補正データのヘッダ領域にはその分割点数を格納する領域を持たせる。こうすることで撮像装置に要求される補正精度に従って最小限の分割点数を設定することが可能である。

30

【0027】

ここでは焦点距離を例に、分割点数について説明した。この点、撮影距離と絞りについても焦点距離と同様であり、各パラメータに対する光学特性に応じた分割点数を設定することができる。図 5 において撮影距離の分割点数は撮影距離分割点数 dNum に格納され、絞りの分割点数は絞り分割点数 fNum に格納される。

【0028】

(各焦点距離分割位置における最短撮影距離の変動の例)

40

また、図 7 (a) は、各焦点距離分割位置における最短撮影距離が変動する場合の例を示した図である。ここで言う最短撮影距離とは、撮影可能な被写体距離の最小値を意味する。この例では焦点距離 z2 で最短撮影距離は最大値 y1 となり、焦点距離 z3 で最短撮影距離は最小値 y0 となる。このように焦点距離によって最短撮影距離が変動する場合は、焦点距離分割点に応じて撮影距離分割点を設定する。図 8 は焦点距離分割点 z0 ~ z4 のぞれぞれで撮影距離分割点を保持する場合の撮影距離値の例である。値は撮影距離 (cm) の逆数とし 0 は無限遠を意味している。図 8 に示した分割点情報を光学補正データに保持する場合は、図 5 において焦点距離別情報数格納領域 (a - 2) の焦点距離別撮影距離情報数 zdNum に 5 を格納し、分割点情報格納領域 (a - 3) の撮影距離分割点情報 d[0][0] から d[zdNum - 1][dNum - 1] に焦点距離に応じた撮影距離

50

分割点の情報を格納する。

【0029】

(撮影距離の逆数と所定の像高部分での光量の特性)

図7(b)は、図7(a)の焦点距離 z_2 における撮影距離の逆数と像高10mm部分の光量の特性と、さらに光学補正データで保持する分割点の例を示した図である。補正值を保持する撮影距離領域を実際撮影可能な範囲に限定することで、撮影距離に対する光量の特性に補正值が精度よく追従している様子が分かる。このように焦点距離により最短撮影距離が変動する場合は焦点距離毎に撮影距離の分割点を設定することで、光学特性に追従した補正值を光学補正データに持たせることができる。しかし、焦点距離による最短撮影距離の変動が小さい場合、もしくは最短撮影距離の変動の影響が無視できるような場合は、焦点距離毎に撮影距離の分割点を設定する必要はない。その場合は焦点距離別撮影距離情報数 z_{dNum} に1を格納し、撮影距離分割点情報は $d[0][0]$ から $d[0][dNum - 1]$ のみ格納することになるので光学補正データのさらなるサイズ削減になる。

【0030】

ここでは焦点距離毎に撮影距離分割点を設定することについて説明したが、焦点距離毎に絞りの分割点を設定することも同様に可能である。その場合は焦点距離別絞り情報数 $zfNum$ と絞り分割点情報 $f[0][0]$ から $f[zfNum - 1][fNum - 1]$ を使用することで対応する。

【0031】

(別の分割点数の場合)

また図7(c)は撮影距離の分割点数を4ではなく3にした場合の例である。このように光学特性に対する補正值の追従精度を考慮しながら、求められる補正精度内で分割点を削減し光学補正データサイズを削減することも可能である。この場合は撮影距離分割点数 $dNum$ に3を格納する。

【0032】

(補正值格納領域(b)について)

次に補正值格納領域(b)について説明する。補正值格納領域(b)では分割点情報格納領域(a-3)に格納された各光学パラメータのそれぞれの組み合わせに対応した補正值を補正情報として格納する。周辺減光に対する補正值の一例を図9に示す。点線は像高に対する光量の特性を示しており、離散的な像高に対する光量の値を補正值として保持箇所をプロットで示している。この離散的な像高に関する情報は、分割点数を分割点格納領域(a-1)の像高分割点数 $hNum$ に格納し、像高の値を分割点情報格納領域(a-3)の像高分割点情報 $h[0] \sim h[hNum - 1]$ に格納する。図9で示した像高-補正值のセットを光学パラメータの組み合わせに対する1つの補正值とし、補正值格納領域(b)ではこの補正值を分割点情報格納領域(a-3)に格納された各光学パラメータの分割点の全組み合わせに対して保持する。すなわち焦点距離分割点数 $zNum$ が5、撮影距離分割点数 $dNum$ が3、絞りの分割点数 $fNum$ が4の場合は60個($5 \times 3 \times 4$)の補正值を保持する。

【0033】

補正值格納領域(b)における各補正值の格納順序は予め定めておく必要がある。例えば、図5に示したように焦点距離、絞り、撮影距離の順番で優先順位を決め、各パラメータ値を昇順で保持する。このように補正值の格納順を予め定めておくことで、ヘッダ領域に格納された分割点数格納領域(a-1)、焦点距離別情報数格納領域(a-2)、分割点情報格納領域(a-3)の各情報を基に対象の補正值が記録された場所を特定することができる。

【0034】

(歪曲収差や倍率色収差)

ここでは周辺減光に対する補正值について説明した。この点、歪曲収差や倍率色収差に対しても同形式の光学補正データを適用できる。図9に示した補正值の例において歪曲収

10

20

30

40

50

差に対する補正值は縦軸を歪量とし、倍率色収差に対する補正值は縦軸を色収差量として考えれば良い。

【0035】

以上、本発明における光学補正データについて説明した。光学パラメータ毎に分割点数の設定が可能であり、さらに焦点距離に応じた撮影距離と絞りの分割点の設定が可能なデータ構造とすることで、レンズユニットの光学特性に応じてデータサイズを必要最小限に抑えた高精度な光学補正データが実現できる。

【0036】

(比較例)

光学補正データのサイズを削減する方法として、全光学パラメータに応じた補正值を持たせるのではなく各光学パラメータを離散的に選択し、選択した光学パラメータに応じた補正を光学補正データとして保持する方法が考えられる。この場合の光学補正データにおける補正值の持たせ方の例を図2に示す。この例では焦点距離のWide端からTele端までを $z[0] \sim z[3]$ の4点に分割し離散的に保持しており、 $z[0]$ がWide端、 $z[3]$ がTele端の焦点距離を意味している。また同様に、絞りを $f[0] \sim f[3]$ 、撮影距離を $d[0] \sim d[3]$ の4点に分割し離散的に保持している。図2に示すように光学補正データにおける補正值格納領域には、ヘッダ領域で定義した各パラメータの組み合わせに対応する補正值を順次保持している。そして、この補正值格納領域で保持する離散的な補正值を基に実際の撮影条件に合致した補正值を生成する。

【0037】

このように補正值を離散的に持たせることで補正データのデータ削減は可能である。しかし、離散的に補正值を保持するために補正精度が低下し正しい補正ができない場合がある。図3は、焦点距離による周辺光量の変動特性の一例を像高10mmと13mm部分について示している。点線は光学特性である光量を示しており、プロットは光学補正データにおける補正值を保持する点、さらに実線は補正值を線形補間した結果である。図における光量値は画像中心部分の光量を100とした場合の値としている。光学補正データで保持する補正值の焦点距離は $z_0 \sim z_3$ の4点である。図3(a)から分かるように、焦点距離に対する光量の変動特性(点線)は像高10mmと13mmで大きく異なっている。そのため $z_0 \sim z_3$ の4点から生成した補正值は実際の光量と乖離が大きい部分がある。図3(a)の例では、 z_0 と z_1 の間の焦点距離で像高10mm部分は実際の光量よりも補正值は少ない値となっている。この場合、実際よりも少ない光量として補正するため補正結果は過補正となる。

【0038】

一方 z_1 と z_2 の間の焦点距離では像高13mm部分で過補正になる。図3(b)(c)はそれぞれ焦点距離の分割位置 $z_0 \sim z_3$ を変更した場合の例である。分割位置を変更することで補正精度が向上する焦点距離領域もあるが、逆に精度が低下する領域もある。ここで示した例は、離散的に保持した補正值を線形補間ににより間の補正值を生成している。この点、近似多項式などを用いた他の補間方法を用いてもこのように焦点距離毎に光学特性が大きく異なる場合は、同様に補正精度は低下する。

【0039】

精度を向上させるためには離散的に保持する光学パラメータの分割点数を増やせばよいものの、補正精度とデータサイズはトレードオフの関係にある。前述のとおり、特に一眼レフデジタルカメラには、ハードウェア資源上有効である。該カメラに装着可能な複数のレンズユニット(撮像光学系)の光学補正データを記憶させておく必要がある一方、レンズユニットひとつあたりの光学補正データのサイズを削減できるからである。

【0040】

(撮影状態情報の取得)

次に、図4に示したように、光学補正データの取得(S201)の後に、撮影状態情報の取得(S202)を行なう。これは状態検知部107において光学補正に必要な光学パラメータである撮影時の焦点距離Z、撮影距離D、絞りFの情報を取得する。

10

20

30

40

50

【0041】

(補正値の生成)

そして、撮影時の光学パラメータである焦点距離Z、撮影距離D、絞りFに対応する補正値を生成するために、光学補正データで保持する補正値の中から、撮影時の光学パラメータの近傍の補正値を抽出する(S203)。具体的には、光学補正データで保持する各光学パラメータの分割点情報z[]、d[]、f[]の中から下記条件を満たすnz、nd、nfをそれぞれ検出する。

$$z[nz] \leq z[nz+1] \dots \text{式1}$$

(ただし、Z ≤ z[zNum - 1]の場合は、nzをzNum - 2とする。)

$$d[nd] \leq d[nd+1] \dots \text{式2}$$

10

(ただし、1/D ≤ d[dNum - 1]の場合は、ndをdNum - 2とする。)

$$f[nf] \leq f[nf+1] \dots \text{式3}$$

(ただし、F ≤ f[fNum - 1]の場合は、nfをfNum - 2とする。)

【0042】

そして、光学補正データの補正値格納領域(b)からnz、nd、nfによる下記8パターンの補正値Pを抽出する。

$$P[0][0][0] : (z[nz], d[nd], f[nf]) \text{に対応する補正値}$$

$$P[0][0][1] : (z[nz], d[nd], f[nf+1]) \text{に対応する補正値}$$

$$P[0][1][0] : (z[nz], d[nd+1], f[nf]) \text{に対応する補正値}$$

$$P[0][1][1] : (z[nz], d[nd+1], f[nf+1]) \text{に対応する補正値}$$

20

$$P[1][0][0] : (z[nz+1], d[nd], f[nf]) \text{に対応する補正値}$$

$$P[1][0][1] : (z[nz+1], d[nd], f[nf+1]) \text{に対応する補正値}$$

$$P[1][1][0] : (z[nz+1], d[nd+1], f[nf]) \text{に対応する補正値}$$

$$P[1][1][1] : (z[nz+1], d[nd+1], f[nf+1]) \text{に対応する補正値}$$

【0043】

次に、抽出した上記8つの補正値から撮影時の撮影状態に対応した補正値を生成する(S204)。

30

【0044】

生成方法は上記8つの補正値を補間することで行なうが、その一例として概略図を図10に示す。焦点距離、撮影距離、絞りの三次元空間において、8つの補正値Pと生成する補正値Qを示している。Qの生成のために、まず焦点距離分割点z[nz]における撮影時撮影距離Dと撮影時絞りFに対応する補正値Q1を下記のように生成する。

$$\begin{aligned} Q_1 = & P[0][0][0] \times S \times (1-T) \\ & + P[0][0][1] \times S \times T \\ & + P[0][1][0] \times (1-S) \times (1-T) \\ & + P[0][1][1] \times (1-S) \times T \end{aligned} \dots \text{式4}$$

40

【0045】

上式のSおよびTは図10に示すようにQ1から各補正値Pの位置関係に応じた重み係数である。

【0046】

次に焦点距離分割点z[nz+1]における撮影時撮影距離Dと撮影時絞りFに対応する補正値Q2を下記のように生成する。

$$\begin{aligned} Q_2 = & P[1][0][0] \times U \times (1-V) \\ & + P[1][0][1] \times U \times V \\ & + P[1][1][0] \times (1-U) \times (1-V) \\ & + P[1][1][1] \times (1-U) \times V \end{aligned} \dots \text{式5}$$

50

【 0 0 4 7 】

上式の U および V は図 10 に示すように Q 2 から各補正値 P の位置関係に応じた重み係数である。

【 0 0 4 8 】

次に Q 1 と Q 2 を下記のように補間することで目的の補正値 Q を生成する。

$$Q = Q_1 \times (1 - W) + Q_2 \times W \quad \cdots \text{ (式 6)}$$

【 0 0 4 9 】

このように撮影時の光学パラメータの近傍の補正値から撮影時の補正値を生成することが出来る。なお、前述の通り補正値は図 9 に示すように複数の像高 $h_0 \sim h_4$ と各像高に対する補正値のセットであるため上記演算はそれぞれの像高 $h_0 \sim h_4$ で行なう。各像高における光学パラメータの近傍の補正値 P と生成した撮影時の補正値 Q の関係は図 11 (a) のようになる。

【 0 0 5 0 】**(光学補正)**

次に生成された撮影の際の補正情報としての補正値を基に光学補正を行なう (S 2 0 5)。生成された補正値は図 11 (b) に示すように像高 $h_0 \sim h_4$ における離散的な補正量であるため、この補正量を多項式で近似することで像高に対する補正曲線を得ることができる。

【 0 0 5 1 】

周辺減光を例に画像処理による補正方法を説明する。まず補正対象の画素において画像中心からの距離である像高を求め、生成した補正曲線から対象の像高の光量を得る。次に光量の逆数を求め、求めた逆数に応じたゲインを画素値に適用する。これらの処理を画像中の全画素の行なうことで周辺減光の補正ができる。図 12 は本発明による周辺減光補正の効果を示した図である。それぞれの図は均一輝度である被写体を撮影した時の像高と撮影画像の明るさを画像中心の明るさを 100 として示したものである。図 12 (a) は光学系の特性により周辺減光が発生している状態である。画像処理による補正を行なう際に光学補正データの分割点数が足りずに光学特性を適切に追従できないと図 12 (c) ~ (f) に示すように、一部過補正や補正不足が発生し本来被写体のもつ明るさとは異なった不自然な画像になってしまう。これに対し本発明による撮像装置で補正を行なうと図 12 (b) のように全像高において明るさがほぼ 100 となり、高精度な補正画像を得ることができる。

【 0 0 5 2 】

ここでは周辺減光の補正方法について説明した。その他の歪曲収差や倍率色収差補正について画像処理の詳細説明は割愛するが、像高に対する補正曲線を求めて補正する基本的な流れは同じである。

【 0 0 5 3 】

このように本発明による撮像装置により、光学補正データのサイズを必要最小限に抑え、高精度な補正を行なうことができる。光学補正データのサイズを抑えることでカメラ内で光学補正データを保持するメモリ容量を削減できる。またレンズユニットからカメラ内に光学補正データを転送する際に転送時間を抑えることができる。

【 0 0 5 4 】

以上、本発明の撮像装置に関する実施例を示したが、本発明の撮像装置は、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【 0 0 5 5 】**(実施例 2)**

以下、本発明を適用した第 2 の実施形態について説明する。

【 0 0 5 6 】

本実施形態は撮像装置により撮影された画像に対し、撮影に使用された光学系の光学特性による画像劣化を補正する画像処理装置に関するものである。

【 0 0 5 7 】

10

20

30

40

50

図13は、本実施形態に係る画像処理装置を示した概略図である。

【0058】

画像記録媒体109には撮像装置により撮影された画像が記録されている。画像処理部104は光学補正部111と所定の処理を行うその他画像処理部112から構成されており、画像記録媒体109に記録された画像に対する画像処理を行なう。光学補正部111では撮像レンズの光学特性による画像劣化を画像処理によって補正する。また、その他画像処理部112では画素補間処理や輝度信号処理、色信号処理などの画像処理を行なう。

【0059】

記憶部108には光学特性による画像劣化を補正するための光学補正データが記録されている。本画像処理装置では複数の光学系により撮影された画像を補正対象にするため、記憶部108には複数の光学系における光学補正データがそれぞれファイル形式で記憶されている。10

【0060】

画像処理部104で処理された出力画像を画像記録媒体109に所定のフォーマットで保存する。また、表示部105には、画像処理部104で処理された画像を表示する。

【0061】

一連の制御はシステムコントローラ110で行われる。

【0062】

図14に示した本発明に係る画像処理装置における光学補正処理の流れに沿い、本発明に係る光学補正処理の詳細を説明する。20

【0063】

まず、光学補正処理に必要な光学補正データの選択(S301)を行なう。これは記憶部108に記憶された複数のレンズに対応する光学補正データの中から、補正対象の画像が撮影されたレンズの光学補正データを選択する。そのために画像処理装置の記憶部108は図15で示す光学補正データ参照用のテーブルも保持する。このテーブルに従い補正対象画像で使用されたレンズの光学補正データの特定ができる。各レンズの光学補正データは第1の実施形態で示した光学補正データと同一の構成とする。

【0064】

次に補正対象画像が撮影された時の撮像状態情報(焦点距離、撮影距離、絞り)を取得する(S302)。これは撮像時に情報が画像ファイルに記録されている場合はそれを読み込むことで取得する。画像ファイルに記録されていない場合は、不図示の入力部からユーザーによる情報入力で取得する。30

【0065】

以降の撮像状態近傍の補正值抽出(S303)、撮像状態に対応した補正值生成(S304)、補正(S305)は第1の実施形態におけるS203、S204、S205と同一の処理である。

【0066】

このように画像処理装置における光学補正データを第1の実施形態で説明したものと同一の形式として光学補正データのサイズを抑え、且つ高精度な補正を行なうことができる。具体的には、光学パラメータ毎に分割点数の設定が可能で、さらに焦点距離に応じた撮影距離と絞りの分割点の設定が可能なデータ構造とすることで、光学特性に応じてデータサイズを必要最小限に抑えた高精度な光学補正データが実現できる。データサイズを必要最小限に抑えることで像処理装置の記憶部108に必要なメモリ容量の削減が可能である。また、第1の実施形態の撮像装置における光学補正データと同一のものを使用することで、撮像装置と補正結果が完全に一致する画像処理装置の実現が可能である。40

【0067】

以上、本発明の画像処理装置に関する実施例を示したが、本画像処理装置の処理方法は、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能であり、装置での使用に限るものではなく、例えばPC上で動作する画像処理ソフトのアルゴリズムとして用いることもできる。

【符号の説明】

10

20

30

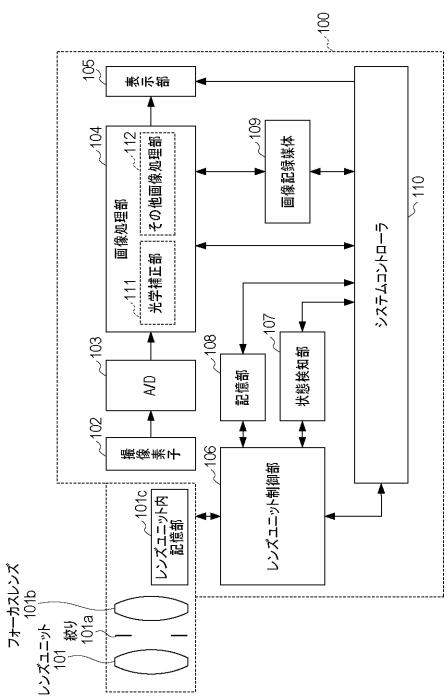
40

50

〔 0 0 6 8 〕

- 100 カメラ本体
101 レンズユニット
101a 紋り
101b フォーカスレンズ
101c レンズユニット内記憶部
102 撮像素子
103 A/Dコンバータ
104 画像処理部
105 表示部
106 レンズユニット制御部
107 状態検知部
108 記憶部
109 画像記録媒体
110 システムコントローラ
111 光学補正部
112 その他画像処理部

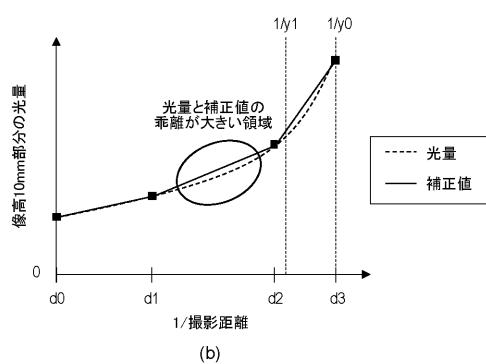
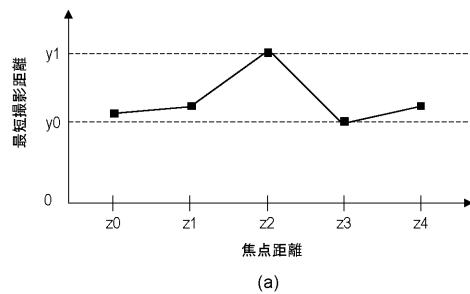
【 図 1 】



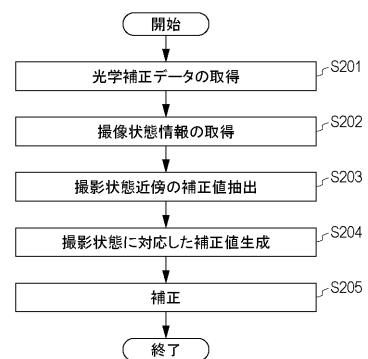
【 図 2 】

ヘッダ領域	焦点距離分割点情報 $z[0]$
	焦点距離分割点情報 $z[1]$
	焦点距離分割点情報 $z[2]$
	焦点距離分割点情報 $z[3]$
	絞り分割点情報 $f[0]$
	絞り分割点情報 $f[1]$
	絞り分割点情報 $f[2]$
	絞り分割点情報 $f[3]$
	撮影距離分割点情報 $d[0]$
	撮影距離分割点情報 $d[1]$
補正值格納領域	撮影距離分割点情報 $d[2]$
	撮影距離分割点情報 $d[3]$
	\vdots
	$z[0] - f[0] - d[0]$
	$z[0] - f[0] - d[1]$
	$z[0] - f[0] - d[2]$
	$z[0] - f[0] - d[3]$
	$z[0] - f[1] - d[0]$
	$z[0] - f[1] - d[1]$
	\vdots
	$z[1] - f[0] - d[0]$
	$z[1] - f[0] - d[1]$
	\vdots
	$z[3] - f[0] - d[2]$
	$z[3] - f[0] - d[3]$
	\vdots
	$z[3] - f[3] - d[0]$
	$z[3] - f[3] - d[1]$
	\vdots
	$z[3] - f[3] - d[2]$

【図3】



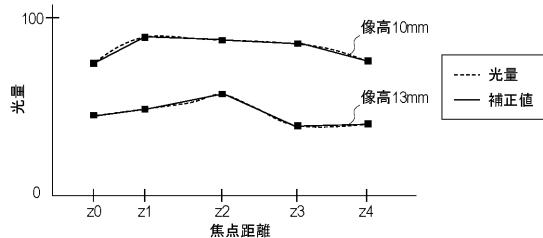
【図4】



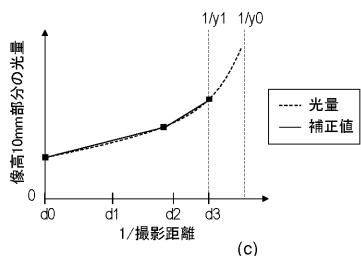
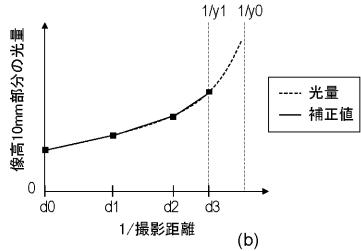
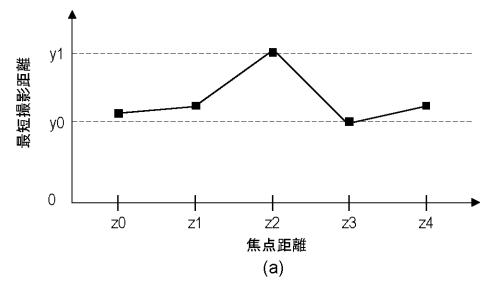
【図5】

aヘッダ領域	焦点距離分割点数 zNum	a-1分割点数格納領域
	絞り分割点数 fNum	
撮影距離分割点数 dNum	撮影距離分割点情報 zfNum	a-2.焦点距離別情報数格納領域
	焦点距離別撮影距離情報数 zdNum	
像高分割点数 hNum	焦点距離分割点情報 z[0]	a-3分割点情報格納領域
	焦点距離分割点情報 z[zNum-1]	
a-1分割点数格納領域	絞り分割点情報 f[0][0]	a-3分割点情報格納領域
	：	
a-2.焦点距離別情報数格納領域	絞り分割点情報 f[zfNum-1][fNum-1]	a-3分割点情報格納領域
	撮影距離分割点情報 d[0][0]	
a-3分割点情報格納領域	撮影距離分割点情報 d[zdNum-1][dNum-1]	
	像高分割点情報 h[hNum-1]	
b補正值格納領域	z[0] - f[0][0] - d[0][0]	b補正值格納領域
	z[0] - f[0][0] - d[0][1]	
	：	
b補正值格納領域	z[0] - f[0][1] - d[0][0]	
	z[0] - f[0][1] - d[0][1]	
b補正值格納領域	z[1] - f[1][0] - d[1][0]	
	：	
b補正值格納領域	z[zNum-1] - f[zfNum-1][fNum-1] - d[zdNum-1][dNum-2]	
	z[zNum-1] - f[zfNum-1][fNum-1] - d[zdNum-1][dNum-1]	

【図6】



【図7】

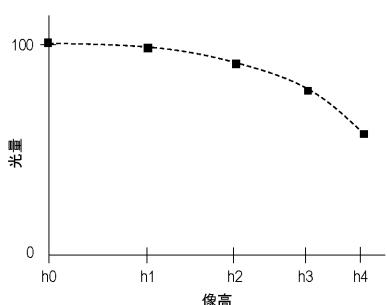


【図8】

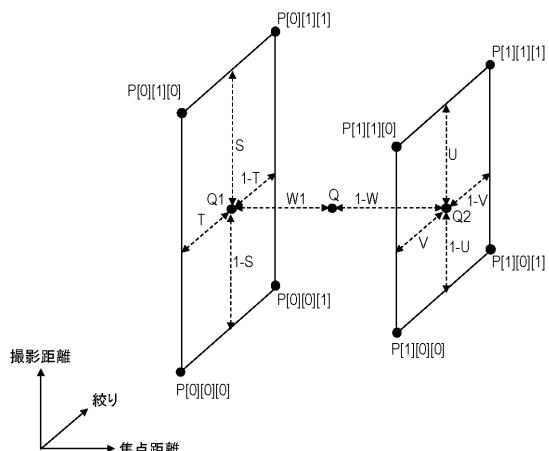
焦点距離分割点に対する撮影距離分割点(値は撮影距離(cm)の逆数)

	d_0	d_1	d_2	d_3
z_0	0	0.015	0.030	0.037
z_1	0	0.014	0.028	0.034
z_2	0	0.010	0.020	0.025
z_3	0	0.016	0.032	0.040
z_4	0	0.013	0.027	0.033

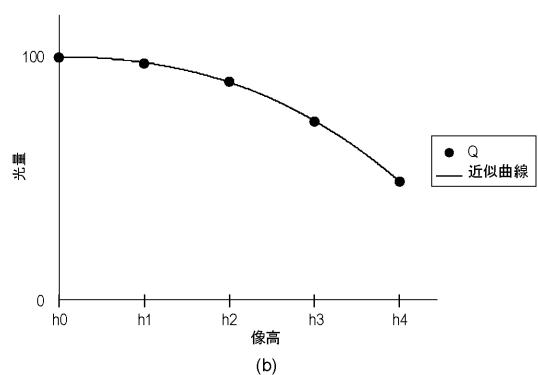
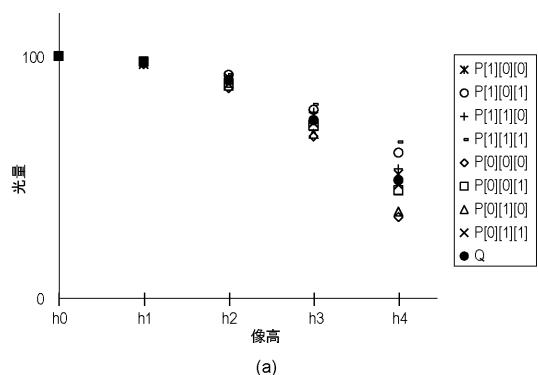
【図9】



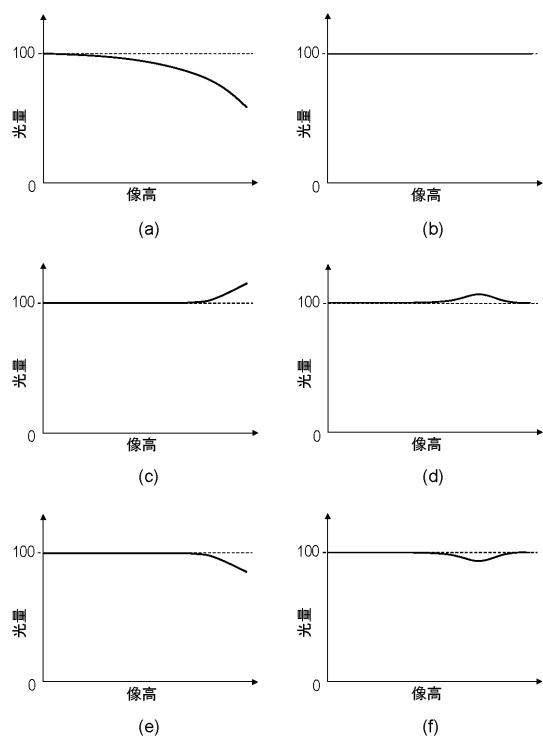
【図10】



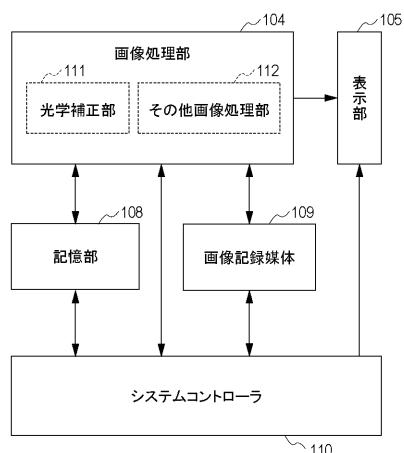
【図11】



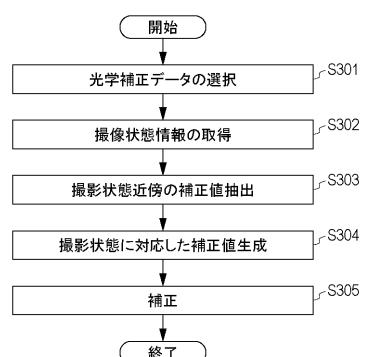
【図12】



【図13】



【図14】



【図15】

レンズID	光学補正データファイル
1	001.dat
2	002.dat
3	003.dat
4	004.dat
5	005.dat

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2008-241491(JP,A)
特開2008-096907(JP,A)
特表2012-505562(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/232
G03B 17/14