

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5963542号
(P5963542)

(45) 発行日 平成28年8月3日(2016.8.3)

(24) 登録日 平成28年7月8日(2016.7.8)

(51) Int.Cl.

F 1

H04N 5/232 (2006.01)

H04N 5/232

5/232

Z

H04N 5/243 (2006.01)

H04N 5/243

5/243

G06T 3/00 (2006.01)

G06T 3/00

3/00

請求項の数 6 (全 16 頁)

(21) 出願番号

特願2012-123423 (P2012-123423)

(22) 出願日

平成24年5月30日(2012.5.30)

(65) 公開番号

特開2013-251625 (P2013-251625A)

(43) 公開日

平成25年12月12日(2013.12.12)

審査請求日

平成27年5月28日(2015.5.28)

(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 100090273

弁理士 國分 孝悦

(72) 発明者 信岡 幸助
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 ▲徳▼田 賢二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、その制御方法及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像信号に対して光量落ち補正を行う第1の光学補正手段と、

前記画像信号に対して倍率色収差補正及び歪曲収差補正の少なくともいずれかの収差補正を行う第2の光学補正手段と、

前記画像信号を撮像素子で生成する際に用いられた結像光学系の光学パラメータが第1の値に設定された場合、前記第2の光学補正手段による収差補正を行った後に、前記第1の光学補正手段による光量落ち補正を行い、前記光学パラメータが第2の値に設定された場合、前記第1の光学補正手段による光量落ち補正を行った後に、前記第2の光学補正手段による収差補正を行うように制御する制御手段とを有し、

前記光学パラメータが前記第1の値に設定された場合は、前記第2の値に設定された場合に比べて、前記第2の光学補正手段による収差補正の補正量が大きくなることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記光学パラメータは、ズームレンズの焦点距離、フォーカスレンズ位置、及び光学絞り量の少なくともいずれか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2の光学補正手段による収差補正と、前記第1の光学補正手段による光量落ち補正の、補正順序の履歴を保持する記憶手段を備え、

前記制御手段は、前記補正順序の履歴も参照して、前記第2の光学補正手段による収差

補正と、前記第1の光学補正手段による光量落ち補正のどちらを先に行うかを決定することを特徴とする請求項1又は2に記載の画像処理装置。

【請求項4】

撮像素子と、

結像光学系と、

前記撮像素子で生成された画像信号に対して光量落ち補正を行う第1の光学補正手段と

前記画像信号に対して倍率色収差補正及び歪曲収差補正の少なくともいずれかの収差補正を行う第2の光学補正手段と、

前記画像信号を生成する際に用いられた前記結像光学系の光学パラメータが第1の値に設定された場合、前記第2の光学補正手段による収差補正を行った後に、前記第1の光学補正手段による光量落ち補正を行い、前記光学パラメータが第2の値に設定された場合、前記第1の光学補正手段による光量落ち補正を行った後に、前記第2の光学補正手段による収差補正を行うように制御する制御手段とを有し、

前記光学パラメータが前記第1の値に設定された場合は、前記第2の値に設定された場合に比べて、前記第2の光学補正手段による収差補正の補正量が大きくなることを特徴とする撮像装置。

【請求項5】

画像信号に対して光量落ち補正を行う第1の光学補正手段と、前記画像信号に対して倍率色収差補正及び歪曲収差補正の少なくともいずれかの収差補正を行う第2の光学補正手段とを備えた画像処理装置の制御方法であって、

前記画像信号を撮像素子で生成する際に用いられた結像光学系の光学パラメータが第1の値に設定された場合、前記第2の光学補正手段による収差補正を行った後に、前記第1の光学補正手段による光量落ち補正を行い、前記光学パラメータが第2の値に設定された場合、前記第1の光学補正手段による光量落ち補正を行った後に、前記第2の光学補正手段による収差補正を行うように制御するステップを有し、

前記光学パラメータが前記第1の値に設定された場合は、前記第2の値に設定された場合に比べて、前記第2の光学補正手段による収差補正の補正量が大きくなることを特徴とする画像処理装置の制御方法。

【請求項6】

画像信号に対して光量落ち補正を行う第1の光学補正手段と、前記画像信号に対して倍率色収差補正及び歪曲収差補正の少なくともいずれかの収差補正を行う第2の光学補正手段とを備えた画像処理装置を制御するためのプログラムであって、

前記画像信号を撮像素子で生成する際に用いられた結像光学系の光学パラメータが第1の値に設定された場合、前記第2の光学補正手段による収差補正を行った後に、前記第1の光学補正手段による光量落ち補正を行い、前記光学パラメータが第2の値に設定された場合、前記第1の光学補正手段による光量落ち補正を行った後に、前記第2の光学補正手段による収差補正を行うように制御する処理をコンピュータに実行させ、

前記光学パラメータが前記第1の値に設定された場合は、前記第2の値に設定された場合に比べて、前記第2の光学補正手段による収差補正の補正量が大きくなることを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ズームレンズの焦点距離、フォーカスレンズ位置、及び光学絞り量といった可変の光学パラメータを有する画像処理装置、その制御方法及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

ビデオカメラやデジタルカメラ等の撮像装置においては、遠くの被写体をアップにして撮影するためのズームレンズ、撮影したい被写体にピントを合わせるためのフォーカスレ

10

20

30

40

50

ンズ、様々な光量の被写体に対して適切な露光状態を調整するための光学絞り等から構成されたレンズユニットが搭載される。そして、このレンズユニットにより投影された光学像を、CCDやCMOS等の固体撮像素子により光電変換して映像信号を生成し、モニタに表示したり、記録メディアに記録したりする。

【0003】

このようなレンズユニットにおいては、光の回折やレンズの屈折率等の物理現象に起因した収差や光量落ちと呼ばれる特性劣化が生じることも良く知られている。

ビデオカメラ等のレンズユニットで特に留意している収差は、倍率色収差、軸上色収差、歪曲収差である。また、光量落ちについては、特に撮影画角の四隅において顕著となる周辺光量落ちに留意している。これらの収差や周辺光量落ちは、レンズユニット設計において所定以上発生しないように設計されるのが一般的であった。10

【0004】

ところが近年、こうした収差や周辺光量落ちを信号処理で補正して、最終出力画像で目立たなくすることで、レンズユニット設計の自由度を確保し、コスト削減を狙ったり、収差や周辺光量落ち以外のレンズ性能の向上を狙ったりしたレンズユニット設計を実現する技術が提案されている。中でも、倍率色収差、歪曲収差、周辺光量落ちは、被写体にはほとんど依存せず、ズームレンズの焦点距離、フォーカスレンズ位置、及び光学絞り量の3つの光学パラメータに応じて、光軸中心に対する点対称な現象となる。そこで、予め所定の光学パラメータの状態に対応した補正特性を、補正データベースとして記憶しておき、光学パラメータの状態に応じて、光軸中心に対する点対称な補正処理を行う技術が提案されている。20

【0005】

周辺光量落ちは、光軸中心に対して点対称に光量が減衰する現象なので、光軸中心に対して点対称なゲイン処理を施すことで実現される。また、倍率色収差は、光軸中心に対して点対称な光の波長別の結像位置ズレという現象なので、光軸中心に対して点対称な座標変換処理を、例えばRGB(赤緑青)3原色画像のRとBに対して行い、RGBの結像位置を揃えることで実現される。また、歪曲収差は、光軸中心に対して点対称な結像位置歪みという現象なので、倍率色収差補正と同様、光軸中心に対する点対称な座標変換処理を行うことで実現される。

【0006】

さらに、これら周辺光量落ち補正、倍率色収差補正、歪曲収差補正を同時に実現するにあたり、補正の順序をどうするのが最終補正画質として適切かという課題が生じている。この課題に対して、特許文献1においては、倍率色収差補正や歪曲収差補正のような座標変換を伴う補正を実施する前に、周辺光量落ち補正のような座標変換を伴わない補正を実施するのが良いとしている。理由としては座標変換を伴う補正を先に実施してしまうと、座標変換を伴わない周辺光量落ち補正の補正ゲインが、座標変換後の画像に正しく適用できないためであるとしている。30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2002-190979号公報40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

周辺光量落ち、倍率色収差、歪曲収差の特性は、本来、上述した光学パラメータの状態に応じて様々な様相を呈するものである。さらに、これらいずれかの補正の後に別の補正を施す場合に、後から施した補正は、先に施した補正の影響により精度が低下する。したがって、最終補正画質を適切なものとするには、上述した光学パラメータに応じて、補正の精度としてどの補正を重視した補正順序とするかを考慮すべきであるが、上記従来の技術では、何ら考慮されていない。50

【 0 0 0 9 】

本願発明者が検討したところによれば、周辺光量落ちはズームレンズの焦点距離と光学絞り量に比較的大きく依存して特性が変化する。具体的には、焦点距離が短い（ワイド）程、周辺光量落ちが生じ始める光軸中心からの距離（以下、像高と表記する）は遠く（以下、像高が高いと表記する）なり、かつ、周辺光量落ちは像高に対して急峻に折れ曲がる特性となることが多い。逆に焦点距離が長い（テレ）程、周辺光量落ちが生じ始める像高は低くなり、かつ、周辺光量落ちは像高に対して緩やかに折れ曲がる特性となることが多い。

【 0 0 1 0 】

また、本願発明者が検討したところによれば、倍率色収差や歪曲収差は、ズームレンズの焦点距離とフォーカスレンズ位置に比較的大く依存して特性が変化する。具体的には、焦点距離及びフォーカスレンズ位置が至近である場合において、とりわけ収差が大きくなることが多い。ただし、他の焦点距離やフォーカスレンズ位置であっても収差が生じないわけではない。

[0 0 1 1]

さらに、本願発明者が検討したところによれば、補正に過不足が生じた場合には、倍率色収差、歪曲収差、周辺光量落ちの順で補正後の画質への影響が大きくなる。とりわけ倍率色収差は、無彩色の被写体のエッジに対して本来は無いはずの色が発色してしまう現象であるので、最も目立ちやすい。歪曲収差は、被写体エッジが歪んでしまう現象だが、色が発色しないという点で、倍率色収差よりは目立ちにくい。周辺光量落ちは、空等の平坦な被写体の場合にのみ目立ちやすくなる。

そして、これは、収差及び周辺光量落ちを補正することが可能な撮像装置のみ関連する課題ではない。撮像装置で得られた画像を取得して、取得した画像の収差及び周辺光量落ちを補正するアプリケーションを備えたパーソナルコンピュータ等の画像処理機能を備えた演算装置においても同様の課題が発生し得る。

[0 0 1 2]

本発明は上記のような点に鑑みてなされたものであり、例えば倍率色収差補正、歪曲収差補正、光量落ち補正といった光学補正を行う際に、最終補正画質を適切なものにできるようにすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 3 】

本発明の画像処理装置は、画像信号に対して光量落ち補正を行う第1の光学補正手段と、前記画像信号に対して倍率色収差補正及び歪曲収差補正の少なくともいずれかの収差補正を行う第2の光学補正手段と、前記画像信号を撮像素子で生成する際に用いられた結像光学系の光学パラメータが第1の値に設定された場合、前記第2の光学補正手段による収差補正を行った後に、前記第1の光学補正手段による光量落ち補正を行い、前記光学パラメータが第2の値に設定された場合、前記第1の光学補正手段による光量落ち補正を行った後に、前記第2の光学補正手段による収差補正を行うように制御する制御手段とを有し、前記光学パラメータが前記第1の値に設定された場合は、前記第2の値に設定された場合に比べて、前記第2の光学補正手段による収差補正の補正量が大きくなることを特徴とする。

【発明の効果】

[0 0 1 4]

本発明によれば、光学パラメータに応じて光学補正の補正順序を切り替えることにより、光学補正を行う際に、最終補正画質を適切なものとすることができます。

【図面の簡単な説明】

[0 0 1 5]

【図1】第1の実施形態に係るビデオカメラの構成を示す図である。

【図2】倍率色収差補正值生成部の詳細な構成を示す図である。

【図3】倍率色収差補正部の詳細な構成を示す図である。

【図4】光学補正プロットデータを説明するための図である。

【図5】位相ずれを補正する概念を示す図である。

【図6】倍率色収差補正部による処理を説明するための図である。

【図7】補正順序切り替え制御のための制御線図である。

【図8】第1の実施形態における補正順序切り替え制御を示すフローチャートである。

【図9】第2の実施形態に係るビデオカメラの構成を示す図である。

【図10】第2の実施形態における補正順序切り替え制御を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、添付図面を参照して、本発明の好適な実施形態について説明する。

10

(第1の実施形態)

図1は、本発明を適用した画像処理装置の例である、第1の実施形態に係るビデオカメラの構成を示す図である。101は結像光学系であり、ズームレンズの焦点距離、フォーカスレンズ位置、及び光学絞り量を可変の光学パラメータとして制御対象とすることができる。102は撮像素子であるRGB(赤緑青)3板式イメージエリアセンサである。撮像素子102は、ベイヤー配列のように、複数のカラーフィルタに対応する画素が所定のパターンで配置された単板式イメージエリアセンサであってもよい。103は関連二重サンプリング及びアナログデジタル変換装置からなるアナログフロントエンド(以下AFEと略記する)である。

【0017】

20

104は第1の切替部である。105は第1の光学補正手段として機能する光量落ち補正部である。106は第2の切替部である。107は第2の光学補正手段として機能する倍率色収差補正部である。108は第3の切替部である。109はカメラ信号処理部である。

【0018】

110は光学系駆動部である。111はセンサ駆動部である。112は光量落ち補正值生成部である。113は倍率色収差補正值生成部である。114は補正順序切替判定部である。115は同期信号生成部である。116は像高演算部である。117はマイコンである。118は光学補正データベースである。119はAE(自動露出)評価値生成部である。120はAF(オートフォーカス)評価値生成部である。121はズーム操作入力部である。

30

【0019】

また、図1に示す信号及びデータとして、S101はRAW画像信号である。S102は第1の切替部出力画像信号である。S103は光量落ち補正済画像信号である。S104は第2の切替部出力画像信号である。S105は倍率色収差補正済画像信号である。S106は第3の切替部出力画像信号である。S107はカメラ信号処理済画像信号である。なお、第1の実施形態において、RAW画像信号S101、第1の切替部出力画像信号、光量落ち補正済画像信号S103、第2の切替部出力画像信号S104、倍率色収差補正済画像信号S105、及び第3の切替部出力画像信号S106は、RGB3板式イメージエリアセンサ102の各色に対応したRGB3チャネルの画像信号である。

40

【0020】

S108はズーム・フォーカス・絞り用のモータを駆動する結像光学系駆動信号である。S109は光電荷蓄積・読み出しを行うセンサ駆動信号である。S110は光量落ち補正值である。S111は倍率色収差補正值である。S112は補正順序切替信号である。S113は水平及び垂直同期信号である。S114は像高データである。S115はズーム・フォーカス・絞り位置を指示する結像光学系駆動設定データである。S116は電子シャッター量等を指示するセンサ駆動設定データである。S117はセンサ中心位置と光学中心位置の相対位置を指示する中心座標データである。S118はズーム・フォーカス・絞り位置に応じた光量落ち特性データである。S119はズーム・フォーカス・絞り位置に応じた倍率色収差特性データである。

50

【 0 0 2 1 】

S 1 2 1 は白バランスゲイン等のカメラ信号処理設定データである。S 1 2 2 は光学特性データである。S 1 2 3 はA E評価用信号である。S 1 2 4 はA F評価用信号である。S 1 2 5 はA E評価データである。S 1 2 6 はA F評価データである。S 1 2 7 はズーム制御信号である。

【 0 0 2 2 】

図2は、倍率色収差補正值生成部1 1 3 の詳細な構成を示す図である。詳細は後述するが、2 4 1 は関数係数算出回路、2 4 2 は補正值算出回路、2 4 3 はX Yベクトル係数算出回路、2 4 4 、2 4 5 は乗算器である。

【 0 0 2 3 】

また、図3は、倍率色収差補正部1 0 7 の詳細な構成を示す図である。詳細は後述するが、3 0 1 、3 0 2 は補間制御回路、3 0 3 はバッファメモリ、3 0 4 ~ 3 1 1 は水平補間回路、3 1 2 は垂直補間回路である。

【 0 0 2 4 】

次に、第1の実施形態に係るビデオカメラの動作の説明を行う。

結像光学系1 0 1 を通じて、イメージエリアセンサ1 0 2 の受光面上に結像された光学像は、イメージエリアセンサ1 0 2 で光電変換され、センサ出力映像信号として生成される。イメージエリアセンサ1 0 2 で生成されたセンサ出力映像信号は、A F E 1 0 3 にて相関二重サンプリング及びA / D変換されて、R A W画像信号S 1 0 1 が生成される。

【 0 0 2 5 】

光量落ち補正部1 0 5 では、第1の切替部1 0 4 で切り替えられた画像信号S 1 0 2 (画像信号S 1 0 1 又はS 1 0 5) に対して、結像光学系1 0 1 により発現する周辺の光量落ち領域をゲインアップする補正がなされる。この結果、光量落ち補正済画像信号S 1 0 3 が生成される。この補正は、像高演算部1 1 6 によって生成された像高データS 1 1 4 と、マイコン1 1 7 により設定された光量落ち特性データS 1 1 8 とに基づいて光量落ち補正值生成部1 1 2 により算出された光量落ち補正值S 1 1 0 に基づいて行われる。

【 0 0 2 6 】

倍率色収差補正部1 0 7 では、第2の切替部1 0 6 で切り替えられた画像信号S 1 0 4 (画像信号S 1 0 1 又はS 1 0 3) に対して、結像光学系1 0 1 により発現する倍率色収差を局所的な変倍処理によって補正がなされる。この結果、倍率色収差補正済画像信号S 1 0 5 が生成される。この補正は、像高演算部1 1 6 によって生成され像高データS 1 1 4 と、マイコン1 1 7 により設定された倍率色収差特性データS 1 1 9 とに基づいて倍率色収差補正值生成部1 1 3 により算出された倍率色収差補正值S 1 1 1 に基づいて行われる。

倍率色収差補正值生成部1 1 3 による倍率色収差補正值S 1 1 1 の生成動作の詳細、及び倍率色収差補正部1 0 7 による倍率色収差補正動作の詳細については、図2、図3を参照して後述する。像高演算部1 1 6 による像高データS 1 1 4 の生成動作の詳細についても後述する。

【 0 0 2 7 】

カメラ信号処理部1 0 9 では、第3の切替部1 0 8 で切り替えられた画像信号S 1 0 6 (画像信号S 1 0 3 又はS 1 0 5) に対して、ガンマ処理、白バランス処理、マトリクス処理等の周知のカメラ信号処理が施される。この結果、カメラ信号処理済画像信号S 1 0 7 が生成される。この処理は、マイコン1 1 7 により設定されるカメラ信号処理設定データS 1 2 1 に基づいて行われる。カメラ信号処理済画像信号S 1 0 7 は、図示しない記録部や表示部において、動画として記録されたり、表示されたりする。また、カメラ信号処理部1 0 9 では、入力された第3の切替部出力画像信号S 1 0 6 から、自動露光制御に用いるためのA E評価用信号S 1 2 3 と、自動焦点制御に用いるためのA F評価用信号S 1 2 4 とを生成し、それぞれA E評価値生成部1 1 9 及びA F評価値生成部1 2 0 に伝送する。

【 0 0 2 8 】

10

20

30

40

50

イメージエリアセンサ 102 は、センサ駆動部 111 によって生成されたセンサ駆動信号 S109 によって駆動されることにより、センサ出力映像信号が読み出される。また、センサ駆動部 111 では、同期信号生成部 115 によって生成された水平及び垂直同期信号 S113 に同期してセンサ駆動信号 S109 が生成されるので、センサ出力映像信号は水平及び垂直同期信号 S113 に同期したものとなる。さらに、マイコン 117 によって設定されるセンサ駆動設定データ S116 によって、蓄積時間の制御がなされる。

【0029】

像高演算部 116 では、同期信号生成部 115 によって生成された水平及び垂直同期信号 S113 から、水平座標及び垂直座標を生成し、これを極座標変換する処理を行うことにより、中心位置からの距離である像高データを生成する。その際に、マイコン 117 により中心座標データ S117 が与えられることにより、結像光学系 101 に光学手ぶれ補正部を含む場合に、光学手ぶれ補正に追従した像高データ S114 を生成することも可能である。中心座標データ S117 は、水平方向の光学中心位置 Cx と、垂直方向の光学中心位置 Cy とからなるものとすれば、水平座標 Xt 及び垂直座標 Yt から、中心位置 (Cx, Cy) を原点とする極座標系における極座標は下式(1)、(2)と表すことができる。像高演算部 116 は、上記式の演算により極座標値 Rt と α を求め、これらをもって像高データ S114 を出力する。平方根演算は、二分法、開平法等の既知の手法を有限語長精度で表現することにより、また atan 演算は、高次関数近似或いは XY 比を所定の値域に区間分割した区分低次関数近似により、ハードウェアでも実現が可能である。

【0030】

【数1】

$$Rt = \sqrt{(Xt - Cx)^2 + (Yt - Cy)^2} \cdots \text{式 (1)}$$

$$\alpha = \text{atan}\left(\frac{Yt - Cy}{Xt - Cx}\right) \cdots \text{式 (2)}$$

【0031】

A E 評価値生成部 119 では、A E 評価用信号 S123 を周知の測光用積分動作を行うことにより、A E 評価データ S125 を生成する。マイコン 117 は、所定のタイミングにて A E 評価データ S125 を読み込む動作を行う。さらに、マイコン 117 は、A E 評価データ S125 に基づき、結像光学系駆動設定データ S115 を生成して光学系駆動部 110 を制御する。これにより、結像光学系駆動信号 S108 を制御し、結像光学系 101 に含まれる光学絞り量を調節し、又は、センサ駆動設定データ S116 を生成することにより、センサ駆動部 111 を制御して、センサ駆動信号 S109 を生成することにより、RGB3板式イメージエリアセンサ 102 の蓄積時間を調節し、又は、カメラ信号処理設定データ S121 を生成することにより、カメラ信号処理部 109 におけるゲインを調節することにより、A E 動作を実現する。

【0032】

A F 評価値生成部 120 では、A F 評価用信号 S124 を周知の高周波検波積分動作を行うことにより、A F 評価データ S126 を生成する。マイコン 117 は、所定のタイミングにて A F 評価データ S126 を読み込む動作を行う。さらに、マイコン 117 は、A E 評価データ S125 に基づき、結像光学系駆動設定データ S115 を生成して光学系駆動部 110 を制御する。これにより、結像光学系駆動信号 S108 を制御し、結像光学系 101 に含まれるフォーカスレンズ位置を調節することにより、A F 動作を実現する。

【0033】

マイコン 117 は、ユーザ操作によるズーム操作入力部 121 からのズーム制御信号 S127 を検知して、結像光学系駆動設定データ S115 を生成して光学系駆動部 110 を制御する。これにより、結像光学系駆動信号 S108 を制御し、結像光学系 101 に含まれるズームレンズの焦点距離を調節する。

さらに、マイコン 117 は、光学補正データベース 118 に予め記憶された光学補正デ

10

20

30

40

50

ータ（光学補正特性情報）から、結像光学系駆動設定データS115に基づき、ズームレンズの焦点距離と、フォーカスレンズ位置と、光学絞り量に合致するか、又は、それに近い光学補正データを選択して読み出す。そして、ズームレンズの焦点距離と、フォーカスレンズ位置と、光学絞り量によって発生する、結像光学系101の光量落ちと倍率色収差を表す、光量落ち特性データS118及び倍率色収差特性データS119を生成する。光量落ち特性データS118及び倍率色収差特性データS119の生成について説明する。

【0034】

光学補正データベース118の保持する光学補正データは、例えば所定の像高位置における倍率色収差補正量、或いは光量落ち補正量を直接示すプロットデータであるが、これらの補正量特性を近似した関数の係数項を保持していてもよい。光学補正データベース118は、ビデオカメラの許容するメモリ容量や、光学系の特性変化量の傾向に応じて情報量を予め決定しておけばよいが、メモリ容量は有限であるため情報は離散的にしか持てない。したがって、情報のない光学パラメータ領域、像高位置、角度では、前後の情報から補間することで補う。

まず、マイコン117は、例えば光学補正データベース118が保持している光学補正特性情報のうち、現在の光学パラメータ近傍の2つOa、Obを選択する。光学補正データベース118には、図4(a)に示すように、光学パラメータOaにおける光学補正プロットデータcfa1～cfa4、及び光学パラメータObにおける光学補正プロットデータcfb1～cfb4が保持されている。マイコン117は、像高に対して与えられた2個の補正量プロットデータの補間処理を、現在の光学パラメータとOa、Obとの乖離度に応じて重み付けして行う。これにより、図4(b)に示すようなcm1～cm4の4個の補正プロットデータを算出し、補正量プロットデータセットCmとして出力する。このように生成した上記補正量プロットデータセットCmが、光量落ち特性データS118、及び倍率色収差補正データS119として生成される。

【0035】

次に、光量落ち補正部105の補正動作について説明する。

光量落ち特性データS118は、像高に応じてどのような補正ゲインをかけるべきであるかを示すデータとなっている。光量落ち補正部105では、入力された光量落ち特性データS118と、像高データS114の極座標値Rtにより補正ゲインを決定し、第1の切替部出力画像信号S102に対してゲイン補正を施すことにより光量落ち補正を実現する。

【0036】

次に、倍率色収差補正值生成部113の補正動作について説明する。

図2は、倍率色収差補正值生成部113の構成を示す図である。現在の着目画素における極座標値Rt、tを示す像高データS114と、マイコン117から出力された補正量プロットデータセットCm1～Cm4は、関数係数算出回路241に入力される。

関数係数算出回路241は、図4(c)に示すように、現在の着目画素における極座標値Rtが属するプロット区間を求め(太い黒線区間)、プロット区間に応する近似関数の係数a、b、cを出力する。上記の処理における各プロット区間は、例えば下式(3)という二次関数で近似する。これを一次関数(折れ線近似)としたり、三次以上の高次の関数としたりすることも可能である。

【0037】

【数2】

$$Zt = aRt^2 + bRt + c \cdots \text{式 (3)}$$

【0038】

補正值算出回路242は、上記式に基づき、現在の着目画素における極座標値Rtから補正量Ztを算出する。補正量Ztは、極座標系でt方向に見たときの補正量を示しているが、後述するように、倍率色収差補正部107では、水平、垂直に従属性に補間処理を行うことになる。このため、倍率色収差補正值生成部113は、求められた補正量Zt

10

20

30

40

50

を水平垂直方向（XY方向と略す）にベクトル分解する。

XYベクトル係数算出回路243は、着目画素tにおける極座標値Rt、tから、補正量ZtをXY方向にベクトル分解するためのベクトル係数Vx、Vyを、下式(4)で求める。

【0039】

【数3】

$$\begin{aligned} Vx &= \cos\theta \\ Vy &= \sin\theta \end{aligned} \cdots \text{式 (4)}$$

【0040】

10

\cos 、 \sin 演算は、高次関数近似或いは極座標値を所定の値域に区間分割した区分低次関数近似により、ハードウェアでも実現が可能である。

ベクトル係数Vx、Vyは、乗算器244、245で補正量Ztに乘じられ、下式(5)でXY方向の補正量ZtH、ZtVが求められる。

【0041】

【数4】

$$\begin{aligned} ZtH &= Rt \times Vx \\ ZtV &= Rt \times Vy \end{aligned} \cdots \text{式 (5)}$$

【0042】

20

このようにして求められたXY方向の補正量ZtH、ZtVは、倍率色収差補正の場合、RGB3板式イメージエリアセンサ102の各色に対応したRGB3チャネルの画像信号に独立で、水平、垂直方向の位相ズレ成分として分離した位相ズレ量である。なお、歪曲収差補正の場合、補正量ZtH、ZtVは、RGB3板式イメージエリアセンサ102の各色に対応したRGB3チャネルの画像信号に共通で、水平、垂直方向の位相ズレ成分として分離した位相ズレ量である。

なお、この例では、光学補正データベース118は、光学補正量を直接示すプロットデータを保持しているが、補正特性を近似した関数の係数項を保持していてもよく、その場合は、上記説明の補正量プロットデータが、近似関数の次数に置き換わる。

【0043】

30

次に、倍率色収差補正部107の補正動作について詳細に説明する。

倍率色収差補正や歪曲収差補正の場合、光学補正值は、着目画素位置における歪み量を水平、垂直方向の位相ズレ成分として分離した位相ズレ量である。この位相ずれを補正する概念を示す図が図5(a)～(c)であり、簡単のために、補間演算を着目画素位置近傍4画素で行うように例示している。

図5(a)の黒画素は、着目画素Sが本来あるべき位相を示しており、ドットで表す画素は、着目画素Sが倍率色収差や歪曲収差の影響で、位相ズレして撮像された位置を示す仮想画素S'である。

倍率色収差や歪曲収差を補正するには、水平方向にHp、垂直方向にVp位相がずれてしまった仮想画素S'を求め、着目画素Sの位置に再配置すればよい。仮想画素S'は、図5(b)に示すように、近傍に存在する実際に撮像した画素s1、s2、s3、s4から、画素s1、s2、s3、s4と仮想画素S'との画素間距離c1、c2、c3、c4で、重み付け補間演算することで生成することができる。

生成された仮想画素S'は、図5(c)に示すように、着目画素Sの位置に置き換えられ、倍率色収差や歪曲収差が補正される。

【0044】

図3は、倍率色収差補正部107の構成を示す図であり、図5(a)～(c)で説明した処理を、着目画素近傍位置64画素で補間演算することにより実現する構成を示す。

倍率色収差補正部107に入力された補正量ZtH、ZtVは、補間制御回路301、302に入力され、それぞれ整数の水平、垂直位相ズレ成分をHp、Vpとして出力する

40

50

。また、補間制御回路 301、302 は、小数の水平、垂直位相ズレ成分を補間係数 c_h
 $0 \sim c_h 7$ 、 $c_v 0 \sim c_v 7$ として出力する。

バッファメモリ 303 は、入力信号 S を水平、垂直方向に順次複数画素にわたり保持してあり、図 6 に示すように着目画素位置 S から H p、V p だけ離れたアドレスを中心に、仮想画素 S' 近傍の参照画素 $s_0 \sim s_7$ を同時に読み出す。なお、図 6 の、左右の画素位置 0 ~ 7、上下の画素位置 0 ~ 7 を組み合わせたものが、仮想画素 S' 近傍の 64 画素を示す画素番号 ($s_0 \sim s_7$ 等) を示すものとする。

バッファメモリ 303 から出力された参照画素 $s_0 \sim s_7$ は、各ライン毎に設けられた水平補間回路 304 ~ 311 に入力されるとともに、各参照画素に対応した補間係数 $c_h 0 \sim c_h 7$ が入力され、水平方向に補間処理した参照画素 $s'_0 \sim s'_7$ を出力する。
 水平補間回路 304 ~ 311 はいずれも同じ構成であり、例えば参照画素 $s_0 \sim s_7$ は、補間係数 $c_h 0 \sim c_h 7$ とそれぞれ乗じられ、その平均値を取り、水平方向の補間処理を施した参照画素 s'_0 となる。 $s'_1 \sim s'_7$ についても同様である。
 10

水平補間回路 304 ~ 311 から出力された参照画素 $s'_0 \sim s'_7$ は、垂直補間回路 312 に入力されるとともに、各参照画素に対応した補間係数 $c_v 0 \sim c_v 7$ が入力される。この結果、参照画素 $s'_0 \sim s'_7$ と補間係数 $c_v 0 \sim c_v 7$ がそれぞれ乗じられ、平均値を取り、垂直方向に補間処理した仮想画素 S' を出力する。

このように生成された仮想画素 S' は、上述した通り、倍率色収差や歪曲収差が補正された結果となる。

【0045】

結像光学系駆動設定データ S115 は、補正順序切替判定部 114 にも入力される。補正順序切替判定部 114 では、結像光学系駆動設定データ S115 の値に応じた制御線図を示す図 7 (a) 又は (b) と、図 8 に示すフローチャートに従って補正順序切替信号 S112 を決定する。

図 7 (a) は、ズームレンズの焦点距離 (Zoom と表記) と、光学絞りの絞り量 (Fno と表記) による補正順序切替信号 S112 の制御線図であって、下式 (6) で示す直線特性である。

図 7 (b) は、ズームレンズの焦点距離 (Zoom と表記) と、フォーカスレンズ位置 (Focus と表記) による補正順序切替信号 S112 の制御線図であって、下式 (7) で示す直線特性である。
 30

【0046】

$$\text{Zoom} = K_1 Fno + C_1 \dots \text{式 (6)}$$

K_1 及び C_1 は、固定の係数及び定数項

$$\text{Zoom} = K_2 Fno + C_2 \dots \text{式 (7)}$$

K_2 及び C_2 は、固定の係数及び定数項

【0047】

結像光学系駆動設定データ S115 は、図 7 (a) と図 7 (b) で表記した Zoom、Fno、Focus となる。したがって、結像光学系駆動設定データ S115 がマイコン 117 から与えられると、図 7 (a) と図 7 (b) に示した直線特性にあてはめ、値を比較することにより、補正順序切替信号 S112 を決定する。この決定の過程を、図 8 の補正順序切り替え制御を示すフローチャートで説明する。
 40

結像光学系駆動設定データ S115 が更新されたタイミングで処理開始となる。ステップ S1において、式 (6) に従った第1の判定を行い、次にステップ S2、S3において、補正順序切替信号 S112 を決定する。すなわち、ズームレンズの焦点距離がテレ端又はテレ端に近い領域か、光学絞りの絞り量が F5.6 以下の小絞りから開放の領域においては、補正順序切替信号 S112 を 1 とし、それ以外では補正順序切替信号 S112 を 0 とする。

次に、ステップ S4において、式 (7) に従った第2の判定を行い、次にステップ S5において、補正順序切替信号 S112 を更新する。すなわち、ズームレンズの焦点距離がワイド端に近いマクロ撮影領域であって、フォーカスレンズ位置が 10 cm 以下の至近距
 50

離領域である場合には補正順序切替信号 S 1 1 2 を 1 に更新し、それ以外の場合にはステップ S 2、S 3 において決定された補正順序切替信号 S 1 1 2 の値とする。その後、処理終了となる。

【 0 0 4 8 】

以上の補正順序切替判定部 1 1 4 の動作により、焦点距離とフォーカスレンズ位置がマクロ撮影領域近傍にある場合と、焦点距離がテレ端寄りか、光学絞りの絞り量が F 5 . 6 より開放側の場合には、補正順序切替信号 S 1 1 2 は 1 となり、それ以外の場合には、補正順序切替信号 S 1 1 2 は 0 となる。

したがって、補正順序切替判定部 1 1 4 の動作により、焦点距離とフォーカスレンズ位置がマクロ撮影領域近傍にある場合と、焦点距離がテレ端寄りで、光学絞りの絞り量が F 5 . 6 より開放側の場合には、第 1 の切替部 1 0 4 と、第 2 の切替部 1 0 6 と、第 3 の切替部 1 0 8 は 1 側に接続となる。これにより、第 1 の切替部出力画像信号 S 1 0 2 は倍率色収差補正済画像信号 S 1 0 5 、第 2 の切替部出力画像信号 S 1 0 4 は R A W 画像信号 S 1 0 1 、第 3 の切替部出力画像信号 S 1 0 6 は光量落ち補正済画像信号 S 1 0 3 となる。したがって、カメラ信号処理部 1 0 9 には、先に倍率色収差補正がされ、その後に光量落ち補正がされた画像信号が入力される。10

このように、倍率色収差が顕著であるマクロ撮影領域近傍、及び光量落ちが像高に対してなだらかであるテレ端よりの小絞り～開放においては、倍率色収差補正を先に行うことにより、倍率色収差補正の補正精度を重視した光学補正を実現できる。

【 0 0 4 9 】

一方、それ以外の場合には、第 1 の切替部 1 0 4 と、第 2 の切替部 1 0 6 と、第 3 の切替部 1 0 8 は 0 側に接続となる。これにより、第 1 の切替部出力画像信号 S 1 0 2 は R A W 画像信号 S 1 0 1 、第 2 の切替部出力画像信号 S 1 0 4 は光量落ち補正済画像信号 S 1 0 3 、光量落ち補正済画像信号 S 1 0 3 は倍率色収差補正済画像信号 S 1 0 5 となる。したがって、カメラ信号処理部 1 0 9 には、先に光量落ち補正がされ、その後に倍率色収差補正がされた画像信号が入力される。20

このように、倍率色収差がさほど顕著ではなく、逆に光量落ちが像高に対して急峻に発生する条件においては、光量落ち補正を先に行うことにより、光量落ち補正の補正精度を重視した光学補正を実現できる。

【 0 0 5 0 】

以上説明した動作の結果、ズーム・フォーカス・絞り位置に対する光量落ち特性と倍率色収差特性から、総合的に補正誤差の少ない光量落ち補正と倍率色収差補正が実現でき、最終補正画質を適切なものとすることができます。なお、本実施形態の倍率色収差補正部を、歪曲収差補正部と置き換えるても同様の効果がある。30

【 0 0 5 1 】

(第 2 の実施形態)

図 9 は、本発明を適用した画像処理装置の例である、第 2 の実施形態に係るビデオカメラの構成を示す図である。なお、第 1 の実施形態と同様の構成要素、信号及びデータには同じ符号を付加し、その説明を省略する。

9 2 2 は補正順序履歴データベースであり、補正順序の履歴を保持する。S 9 2 8 は補正順序切替判定データである。第 2 の実施形態において、第 1 の実施形態と異なる点は、補正順序履歴データベース 9 2 2 と、補正順序切替判定データ S 9 2 8 とを用いて、補正順序切替信号 S 1 1 2 を生成する補正順序切替判定部 1 1 4 の動作である。以下、図 1 0 のフローチャートを用いてその説明を行う。40

【 0 0 5 2 】

結像光学系駆動設定データ S 1 1 5 が更新されたタイミングで処理開始となる。ステップ S 1 1 において、式(6)に従った第 1 の判定を行い、次にステップ S 1 2 ～ S 1 5 において補正順序切替判定データ S 9 2 8 を参照し、補正順序切替信号 S 1 1 2 を更新するか否かを判定する。すなわち、補正順序切替信号 S 1 1 2 を 0 としたい場合、補正順序切替判定データ S 9 2 8 も 0 であれば(ステップ S 1 2)、補正順序切替信号 S 1 1 2 を 050

とする（ステップS14）。また、補正順序切替信号S112を1としたい場合、補正順序切替判定データS928も1であれば（ステップS13）、補正順序切替信号S112を1とする（ステップS15）。それ以外では補正順序切替信号S112を更新せず、ステップS19に進む。

次に、ステップS16において、式（7）に従った第2の判定を行い、次にステップS17、S18において、補正順序切替判定データS928を参照し、補正順序切替信号S112を更新するか否かを判定する。補正順序切替信号S112を1としたい場合、補正順序切替判定データS928も1であれば（ステップS17）、補正順序切替信号S112を1とする（ステップS18）。それ以外では補正順序切替信号S112を更新せず、ステップS19に進む。

次に、ステップS19において、補正順序切替信号S112の値を補正順序切替判定データS928として更新する。これにより、補正順序履歴データベース922に補正順序切替信号S112が過去の補正順序履歴として記憶される。その後、処理終了となる。

【0053】

以上の動作により、式（6）及び式（7）に従った第1及び第2の判定だけではなく、過去の判定履歴を補正順序切替判定データS928から反映することができる。これにより、第1の実施形態で説明した光量落ち補正と倍率色収差補正の補正順序が頻繁に入れ替わることを防止し、より安定した質の良い補正誤差の少ない光量落ち補正と倍率色収差補正が実現できる。なお、本実施形態においても、倍率色収差補正部を、歪曲収差補正部と置き換える同様の効果がある。

また、本実施形態での補正順序切替判定データS928の参照は、過去1回前の結果の参照としているが、その回数としては1回前に限るものではない。

また、第1及び第2の実施形態ではビデオカメラを例にあげて説明を行ったが、可変の光学パラメータの情報が付与された画像に対して、収差及び周辺光量落ちの補正を行う機能を備えた画像処理装置であれば、本発明を適用することが可能である。

【0054】

（他の実施形態）

また、本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。すなわち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア（プログラム）を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ（又はCPUやMPU等）がプログラムを読み出して実行する処理である。

【符号の説明】

【0055】

101：結像光学系、102：RGB3板式イメージエリアセンサ、103：AFE、104：第1の切替部、105：光量落ち補正部、106：第2の切替部、107：倍率色収差補正部、108：第3の切替部、109：カメラ信号処理部、110：光学系駆動部、111：センサ駆動部、112：光量落ち補正值生成部、113：倍率色収差補正值生成部、114：補正順序切替判定部、115：同期信号生成部、116：像高演算部、117：マイコン、118：光学補正データベース、119：AE評価値生成部、120：AF評価値生成部、121：ズーム操作入力部、122：補正順序履歴データベース

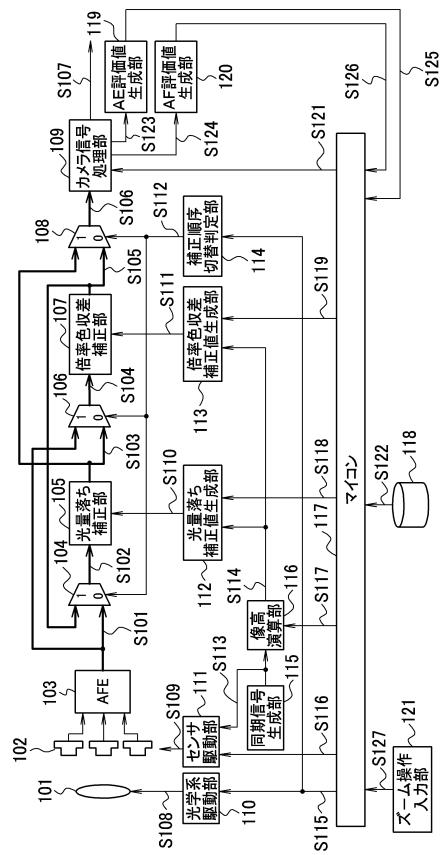
10

20

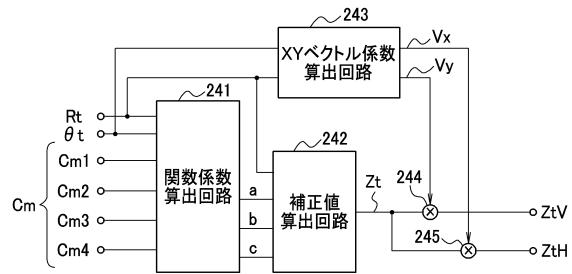
30

40

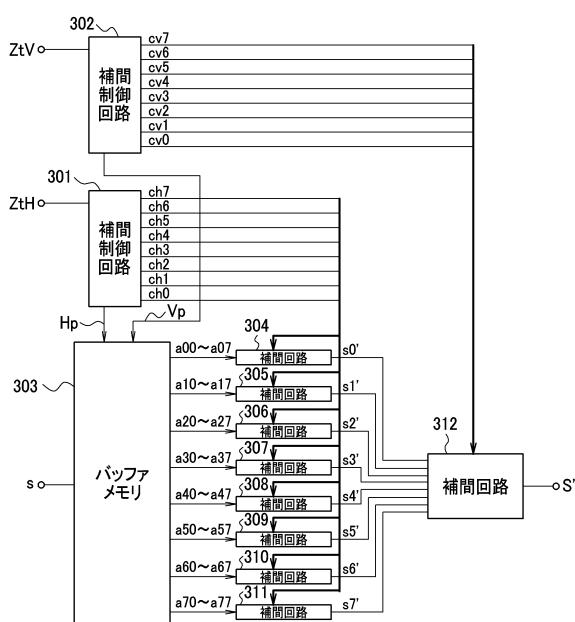
【図1】



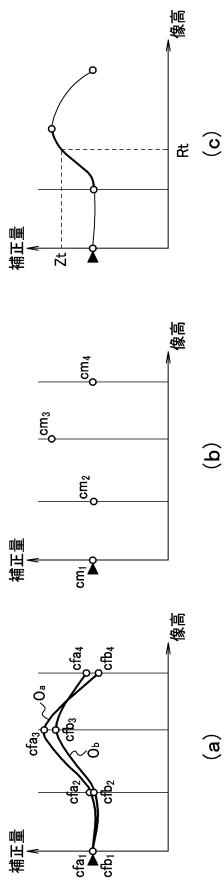
【図2】



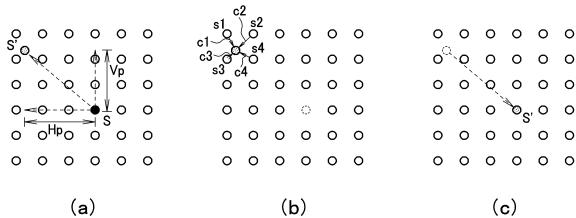
【図3】



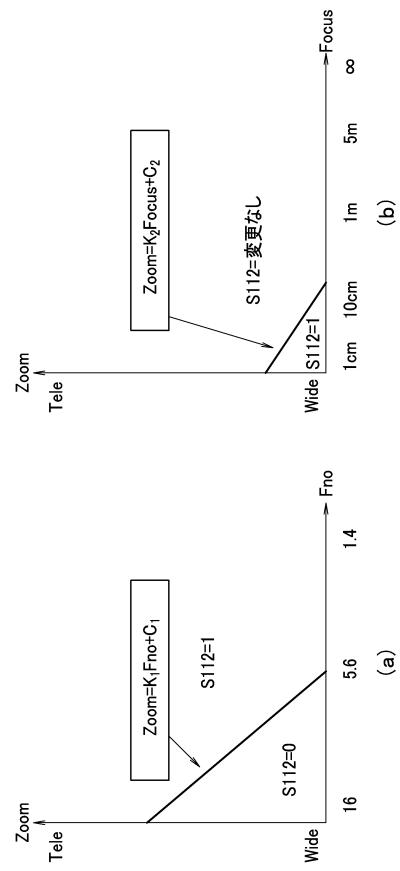
【図4】



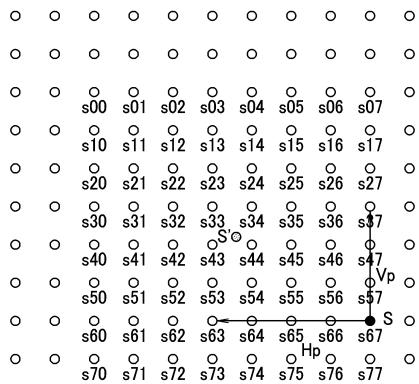
【図5】



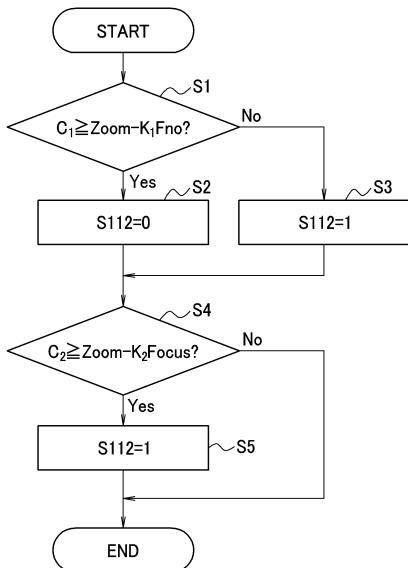
【図7】



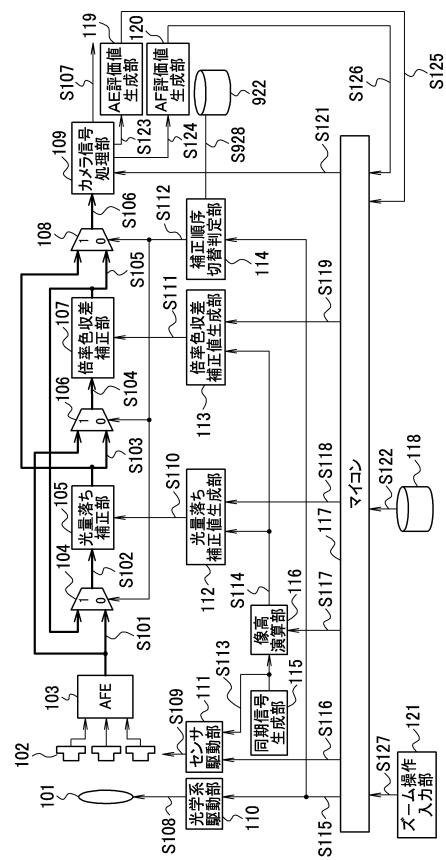
【図6】



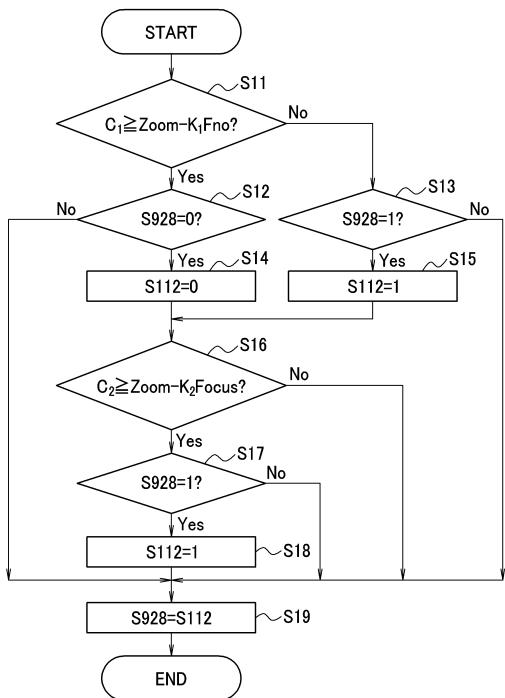
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2012-100062(JP,A)
特開2011-049641(JP,A)
特開2005-202593(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 04 N	5 / 232
G 06 T	3 / 00
H 04 N	5 / 243