

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6151930号
(P6151930)

(45) 発行日 平成29年6月21日 (2017. 6. 21)

(24) 登録日 平成29年6月2日 (2017. 6. 2)

(51) Int. Cl.	F I
G O 3 B 5/00 (2006.01)	G O 3 B 5/00 J
H O 4 N 5/232 (2006.01)	H O 4 N 5/232 Z

請求項の数 6 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2013-30409 (P2013-30409)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成25年2月19日 (2013. 2. 19)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2014-160145 (P2014-160145A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成26年9月4日 (2014. 9. 4)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成28年2月12日 (2016. 2. 12)		弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置およびその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

装置の並進方向および回転方向の動きを検出する検出手段と、
光学部材を駆動して、前記並進方向の動きによる撮像画像の像振れを軽減する光学像振れ補正手段と、

検出された前記回転方向の動きによる前記撮像画像の歪みを、前記撮像画像に幾何変形処理を適用することによって補正する幾何変形処理手段と、を有し、

前記幾何変形処理手段は、前記撮像画像の撮像領域よりも小さな出力画像領域に対して、前記歪みを補正するために必要な参照領域の画素を用いた幾何変形処理を適用して前記出力画像領域における前記歪みを補正し、

前記光学像振れ補正手段は、前記参照領域を内部に含む矩形領域の中心が前記撮像領域の中心に近づくように前記光学部材を駆動することを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記検出された回転方向の動きから、前記撮像画像の歪みを補正するために必要な幾何変形処理を規定する幾何変形パラメータを生成する幾何変形パラメータ生成手段と、

前記幾何変形パラメータと、前記出力画像領域の位置情報とから、前記参照領域を算出する参照領域算出手段と、

前記参照領域に対応する矩形領域の中心と前記撮像領域の中心とのずれを小さくするオフセット量を算出するオフセット量算出手段と、をさらに有し、

前記光学像振れ補正手段は、前記オフセット量を適用して前記光学部材を駆動すること

10

20

を特徴とすることを特徴とする請求項 1 記載の撮像装置。

【請求項 3】

前記幾何変形処理による幾何変形量を削減するように前記幾何変形パラメータを調整する幾何変形パラメータ調整手段をさらに有し、

前記参照領域が前記撮像領域に収まらないと判定される場合、前記参照領域が前記撮像領域に収まると判定されるまで、前記幾何変形パラメータ調整手段により前記幾何変形パラメータを調整することを特徴とする請求項 2 記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記オフセット量算出手段は、過去に算出したオフセット量の経時変化に基づいて予測したオフセット量を算出することを特徴とする請求項 2 または請求項 3 記載の撮像装置。

【請求項 5】

前記光学部材が、光学系に含まれるシフトレンズもしくは撮像素子であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 6】

検出手段が、装置の並進方向および回転方向の動きを検出する検出工程と、

光学像振れ補正手段が、光学部材を駆動して、前記並進方向の動きによる撮像画像の像振れを軽減する光学像振れ補正工程と、

幾何変形処理手段が、検出された前記回転方向の動きによる前記撮像画像の歪みを、前記撮像画像に幾何変形処理を適用することによって補正する幾何変形処理工程と、を有し、

前記幾何変形処理工程において前記幾何変形処理手段は、前記撮像画像の撮像領域よりも小さな出力画像領域に対して、前記歪みを補正するために必要な参照領域の画素を用いた幾何変形処理を適用することにより、前記出力画像領域における前記歪みを補正し、

前記光学像振れ補正工程において前記光学像振れ補正手段は、前記参照領域を内部に含む矩形領域の中心が前記撮像領域の中心に近づくように前記光学部材を駆動することを特徴とする撮像装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像装置およびその制御方法に関し、特に、手振れなど撮像装置の動きによって生じる画像振れを抑制する像振れ補正技術に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、撮像装置の動きによって発生する撮像画像のブレ（像振れ）を補正（軽減）するいわゆる像振れ補正機能が知られており、像振れ補正機能を実現する代表的な方式として、光学式像振れ補正と、電子式像振れ補正がある（特許文献 1）。光学式像振れ補正は、検出された撮像装置の振れ量に基づき、シフトレンズや撮像素子といった光学部材を移動させることで、被写体像の動きを抑制する方式である。また、電子式像振れ補正は、撮像可能範囲よりも小さい有効画素領域を設定し、検出された撮像装置の振れ量に基づいて有効画素領域の位置をずらすことで、被写体像の動きを抑制する方式である。

【0003】

また、撮像装置の動きによって発生する撮像画像のブレ（像振れ）には、特許文献 1 に記載されている像振れ補正方式で補正可能な平行移動（並進方向）成分以外に、撮像装置の回転（回転振れ）に起因するヨー、ピッチ、ロールといった回転方向成分が含まれる。そして、特許文献 2 には、撮像画像に幾何変形処理を適用することで、振れの回転方向成分による像振れを補正する技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2011 - 145604 号公報

10

20

30

40

50

【特許文献２】特開２００８－５０８４号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

例えば、特許文献１に記載された像振れ補正技術を用いて振れの並進方向成分による像振れを補正したのちに、特許文献２に記載された幾何変形処理を用いて振れの回転方向成分による像振れを補正することが考えられる。

【０００６】

特許文献２に記載されるような画像の幾何変形処理は、補正後の画素値を生成するために他の画素値を参照する必要がある、参照される画素からなる領域を参照領域と呼ぶ。必要な参照領域が撮像範囲（撮像画像）に含まれていない場合、その参照領域を必要とする補正は正しく行うことができず、場合によっては補正後の画像の一部が欠けてしまう。

【０００７】

そのため、振れの並進方向成分による像振れが補正された画像に対して幾何変形処理を行う場合、幾何変形処理に必要な参照領域が撮像範囲（メモリに保持されている撮影画像の範囲）に含まれず、補正後の画像の一部が欠けてしまう可能性があった。

【０００８】

振れの並進方向成分による像振れが補正された画像に対して幾何変形処理を行う場合について、図１１を用いて説明する。

図１１（ａ）において、全体領域１１００は撮像画像の全体（例えば撮像装置のメモリに保持されている撮影画像全体）の領域である。参照領域１１０１は、振れの回転方向成分を補正するための幾何変形処理に必要な参照領域である。また、領域１１０２は参照領域１１０１のうち、撮像画像１１００に含まれない領域を示す。領域１１０３は参照領域１１０１に外接する矩形領域を示す。

【０００９】

図１１（ｂ）において、画像１１０４は参照領域１１０１を用いて幾何変形処理した画像である。図１１（ａ）のＰ１は被写体像の中心位置を示し、図１１（ｂ）のＰ２は、Ｐ１の位置の画素が、幾何変形処理によって変換される位置を示している。Ｐ２は幾何変形後の画像の中心（対角線の交点）に位置している。

【００１０】

従来の光学式像振れ補正は、像振れ補正後の幾何変形処理を想定していない。このため、振れの回転方向成分の大きさとは無関係に、被写体像と撮像素子の撮像領域とが所定の位置関係（例えば被写体像と撮像領域の中心が対応した状態）を維持するような補正を行っていた。しかし、あおりなどの振れの回転方向成分によって被写体像に生じる歪を補正するために必要となる参照領域１１０１に外接する矩形領域１１０３の中心は、撮像領域の中心と必ずしも一致しない。そのため、記録サイズよりも大きな撮像領域で撮影する場合において、幾何変形処理による振れの回転方向成分による像振れを補正する能力が有効に活かされない場合があった。

【００１１】

例えば、図１１（ａ）の例において、Ｐ１が右上方向にずれていれば、参照領域１１０１（および矩形領域１１０３）は撮像画像に収まり、参照領域１１０１を用いた幾何変形処理を行っても補正後の画像に欠けは生じない。しかし、従来の光学式像振れ補正においては、Ｐ１の位置が変化しないように光学部材を制御するものであるため、参照領域１１０１が撮像画像に収まらない領域１１０２を有していた。

【００１２】

本願発明はこのような従来技術の課題に鑑みてなされたものであり、撮像装置の動きによる画像のブレ（像振れ）を、光学式像振れ補正と幾何変形処理とを組み合わせることで効果的に補正することができる撮像装置およびその制御方法の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１３】

10

20

30

40

50

上述の目的は、装置の並進方向および回転方向の動きを検出する検出手段と、光学部材を駆動して、並進方向の動きによる撮像画像の像振れを軽減する光学像振れ補正手段と、検出された回転方向の動きによる撮像画像の歪みを、撮像画像に幾何変形処理を適用することによって補正する幾何変形処理手段と、を有し、幾何変形処理手段は、撮像画像の撮像領域よりも小さな出力画像領域に対して、歪みを補正するために必要な参照領域の画素を用いた幾何変形処理を適用して出力画像領域における歪みを補正し、光学像振れ補正手段は、参照領域を内部に含む矩形領域の中心が撮像領域の中心に近づくように光学部材を駆動することを特徴とする撮像装置によって達成される。

【発明の効果】

【0014】

10

本発明によれば、撮像装置の動きによる画像のブレ（像振れ）を、光学式像振れ補正と幾何変形処理とを組み合わせることで効果的に補正することができる撮像装置およびその制御方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る画像処理装置の一例としてのデジタルカメラの機能構成例を示すブロック図である。

【図2】図1の幾何変形処理部の動作を説明するための模式図である。

【図3】図1の幾何変形量算出部の構成例を示すブロック図である。

【図4】図1の参照領域算出部の動作を説明するための模式図である。

20

【図5】図1の調整量算出部の構成例を示すブロック図である。

【図6】図5のシフトレンズオフセット量算出部の動作を説明するためのフローチャートである。

【図7】図5の参照領域アドレス算出部の動作を説明するためのフローチャートである。

【図8】図5のシフトレンズオフセット量算出部および参照領域アドレス算出部の動作を説明するための模式図である。

【図9】本発明の第2の実施形態に係る画像処理装置の一例としてのデジタルカメラの機能構成例を示すブロック図である。

【図10】図9のオフセット量予測部の動作を説明するための模式図である。

【図11】従来技術の課題を説明するための模式図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0016】

（第1の実施形態）

以下、本発明の例示的な実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

図1は、本発明の第1の実施形態に係る画像処理装置の一例としてのデジタルカメラの機能構成例を示すブロック図である。なお、本実施形態では、光学式像振れ補正を実現する光学部材がシフトレンズである場合について説明するが、撮像素子を移動させるセンサシフト方式であっても同様に実施可能である。

【0017】

光学系100はシフトレンズ113を含む。シフトレンズ113は光学系100の光軸Oに対して非平行な方向（直交する方向や光軸上に回転中心を有する回転方向）に移動可能であり、装置の動き（振れ）の並進方向成分による像振れを軽減する。撮像素子101は、光学系100を通過して結像された光学像を画像信号に変換する。現像部102は、撮像素子101からの画像信号に対してA/D変換、ホワイトバランス調整、色（輝度・色差信号）変換、補正などの現像処理を実施する。メモリ103は、現像部102にて現像処理が実行された画像信号を格納する。以下、メモリ103に格納された画像信号が表す領域を、本実施形態では撮像領域と定義する。撮像領域は、撮像画像の全体に対応する。

40

【0018】

本実施形態では、画像に幾何変形処理を適用することで装置の動き（振れ）の回転方向

50

成分による像振れを補正する構成を前提としている。そのため、撮像領域は、幾何変形処理の対象となる画像領域もしくは出力する画像領域（以下ではまとめて出力画像領域と呼ぶ）より大きい。

【0019】

メモリコントローラ104は、メモリ103に格納された画像信号を入力されるアドレスに従って読み出し、幾何変形処理部105に inputs。メモリコントローラ104は、例えば、読み出す画像領域の最も上（上端）のラインから順に、左端の画素から右端の画素へ読み出されるようなアドレスをメモリ103に提供する。

【0020】

幾何変形処理部105は、後述する幾何変形量算出部110からの幾何変形量を用いて撮像画像に幾何変形処理を適用する。幾何変形処理に必要なとなる画像領域を、本実施形態では参照領域と定義する。

【0021】

システム制御部106は、光学系100の焦点距離や絞り値、フォーカス距離、シフトレンズの駆動や撮像素子101の駆動方式の制御を含む、デジタルカメラの動作全体を制御する。特に、シフトレンズ113の駆動を制御する光学像振れ補正手段として機能する際には、振れ検出部107からの角速度から求めた並進方向成分の補正量に、調整量算出部112からのシフトレンズオフセット量を加算して、シフトレンズ113の駆動量を決定する。

【0022】

デジタルカメラの動きに関する情報を検出する振れ検出部107は、例えば角速度センサである。振れ検出部107は、デジタルカメラの動きによって生じる3軸（X、Y、Z）周り（ピッチ、ヨー、ロール）の角速度（振れ情報）を検出する。そして振れ検出部107は動き情報として幾何変形パラメータ生成部108およびシステム制御部106へ検出した振れ情報を出力する。

【0023】

ここで、カメラのヨー方向、ピッチ方向、ロール方向の振れ角度をそれぞれ θ_x 、 θ_y 、 θ_z とし、光学系の焦点距離を f とすると、並進移動量 t_x 、 t_y 、回転角度 θ_x 、 θ_y 、 θ_z 、および角速度 v_x 、 v_y は、以下のように求めることができる。

$$\begin{aligned} t_x &= f (\tan \theta_x \cos \theta_z / \cos \theta_y + \tan \theta_y \sin \theta_z) \\ t_y &= f (-\tan \theta_x \sin \theta_z / \cos \theta_y + \tan \theta_y \cos \theta_z) \\ &= - \\ v_x &= -\tan \theta_x / f \\ v_y &= -\tan \theta_y / (f \cos \theta_z) \end{aligned}$$

なお、振れ角度 θ_x 、 θ_y 、 θ_z は、振れ検出部107から得られる振れの角速度を積分することによって得られる。

【0024】

従って、システム制御部106は、振れ検出部107から得られる振れの角速度から、並進移動量 t_x 、 t_y を補正するための像振れ補正量（シフトレンズ113の駆動量および駆動方向）を求めることができる。なお、並進方向成分の補正量は、加速度センサ、動きベクトル、または光学像振れ補正手段であるシフトレンズまたは撮像素子に加わる速度から求めても良い。

【0025】

幾何変形パラメータ生成部108は、振れ検出部107からの振れ情報（角速度）から、振れの回転方向成分（上述した回転角度 θ_x 、 θ_y 、 θ_z 、および角速度 v_x 、 v_y ）による撮像画像の歪みを補正するための幾何変形パラメータを生成する。そして幾何変形パラメータ生成部108は幾何変形パラメータを幾何変形パラメータ調整部109へ出力する。幾何変形パラメータは、幾何変形処理、たとえば本実施例においてはリサイズ、切り出し処理、射影変換処理を規定するパラメータである。幾何変形パラメータ生成部108は、幾何変形処理部105が実行可能な複数の幾何変形処理の組み合わせによって振れの回転方向成分によ

10

20

30

40

50

る撮像画像の歪みを補正できるよう、幾何変形処理の種類ごとのパラメータを生成する。後述するように、本実施形態の幾何変形処理部 105 はリサイズ及び切り出し処理と、射影変換処理とを実行可能である。

【0026】

幾何変形パラメータ調整部 109 は調整量算出部 112 からの調整量に基づき、幾何変形パラメータ生成部 108 からの幾何変形パラメータを幾何変形量を減らすように調整し、幾何変形量算出部 110 へ出力する。なお、幾何変形パラメータ調整部 109 の具体的な調整方法は後述する。

【0027】

幾何変形量算出部 110 は幾何変形パラメータ調整部 109 からの幾何変形パラメータから幾何変形量を算出し、幾何変形処理部 105 および参照領域算出部 111 へ出力する。

10

【0028】

参照領域算出部 111 は、幾何変形量算出部 110 からの幾何変形量を用いて、参照領域を示す第 1 参照領域アドレスを生成し、調整量算出部 112 へ出力する。参照領域は、幾何変形処理を考慮しない光学式像振れ補正が行われた場合において幾何変形処理に必要なとなる画像領域である。

【0029】

調整量算出部 112 は参照領域算出部 111 からの第 1 参照領域アドレスを用いて、幾何変形量を考慮した参照領域（シフトレンズのオフセット量を考慮した場合において幾何変形処理に必要なとなる画像領域）を示す第 2 参照領域アドレスを生成する。調整量算出部 112 は、第 2 参照領域アドレスをメモリコントローラ 104 へ出力する。また、調整量算出部 112 は幾何変形量を考慮したシフトレンズ 113 のオフセット量（移動させる量）を生成し、システム制御部 106 へ出力する。

20

【0030】

まず、幾何変形処理部 105 における幾何変形処理の詳細について、図 2 を用いて説明する。幾何変形量は、着目画素位置における幾何変形量を水平、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。

【0031】

図 2 (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、仮想画素 S' は、着目画素 S が振れの影響で水平方向に Hp、垂直方向に Vp、それぞれ位相ズレして撮像された位置を示す。幾何変形処理によって振れを補正するには、仮想画素 S' の値を求め、着目画素 S の値を置換すればよい。仮想画素 S' の値は、図 2 (b) に示すように、仮想画像 S' の近傍に存在する画素 s1、s2、s3、s4 の値を、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。図 2 (c) に示すように、着目画素 S の値が生成された仮想画素 S' の値で置換され、着目画素 S に対する幾何変形処理が完了する。

30

【0032】

次に、幾何変形量算出部 110 の詳細について図 3 を用いて説明する。

幾何変形量算出部 110 は、複数の幾何変形処理による座標変換を 1 つの座標変換に合成し、水平、垂直方向の位相ズレ成分として生成する。

40

幾何変形量算出部 110 は、複数の幾何変形要素に対応した第 1 座標演算部 301 および第 2 座標演算部 302 と、座標移動ベクトル合成部 303 で構成される。第 1 および第 2 座標演算部 301 および 302 は、幾何変形パラメータ調整部 109 から入力されるそれぞれの幾何変形パラメータと、幾何変換処理前の座標とから、座標移動ベクトルと、幾何変換処理後の座標を算出する。

【0033】

第 1 座標演算部 301 は、幾何変換処理としてのリサイズ及び切り出し処理を実現する座標を演算する。また、第 2 座標演算部 302 は、幾何変換処理としての射影変換を実現する座標を演算する。

50

【 0 0 3 4 】

第 1 座標演算部 3 0 1 は、幾何変換処理前の座標 (X, Y) と、リサイズ及び切り出し処理パラメータ P r とから、リサイズ及び切り出し処理を表す座標移動ベクトル (d r x, d r y) と、リサイズ及び切り出し処理後の座標 (X r, Y r) とを算出する。

【 0 0 3 5 】

幾何変形パラメータ P r が、変倍率の逆数 r、変換の中心 (X0r, Y0r)、並進移動 (c, d) で構成される場合、座標移動ベクトル (d r x, d r y) および処理後の座標 (X r, Y r) は以下の計算式で算出される。

【 数 1 】

$$\begin{bmatrix} X'r \\ Y'r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r & 0 \\ 0 & r \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X - X0r \\ Y - Y0r \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c \\ d \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X0r \\ Y0r \end{bmatrix} \quad (式 1)$$

10

$$\begin{bmatrix} d r x \\ d r y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'r - X \\ Y'r - Y \end{bmatrix} \quad (式 2)$$

$$\begin{bmatrix} X'r \\ Y'r \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} Xr \\ Yr \end{bmatrix} \quad (式 3)$$

【 0 0 3 6 】

20

第 2 座標演算部 3 0 2 は、第 1 座標演算部 3 0 1 による幾何変換処理後の座標 (X r, Y r) と、射影変換パラメータ P h とから、射影変換を表す座標移動ベクトル (d h x, d h y) と、射影変換後の座標 (X h, Y h) とを算出する。

【 0 0 3 7 】

幾何変形パラメータ P h が、射影変換行列 H および変換の中心 (X0h, Y0h) で構成される場合、座標移動ベクトル (d h x, d h y) および処理後の座標 (X h, Y h) は以下の計算式で算出される。

【 数 2 】

$$\begin{bmatrix} X'h \\ Y'h \\ m \end{bmatrix} = H \begin{bmatrix} Xr - X0h \\ Yr - Y0h \\ 1 \end{bmatrix} \quad (式 4)$$

30

$$\begin{bmatrix} X''h \\ Y''h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'h/m \\ Y'h/m \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X0h \\ Y0h \\ 0 \end{bmatrix} \quad (式 5)$$

$$\begin{bmatrix} d h x \\ d h y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X''h - Xr \\ Y''h - Yr \end{bmatrix} \quad (式 6)$$

40

$$\begin{bmatrix} X''h \\ Y''h \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} Xh \\ Yh \end{bmatrix} \quad (式 7)$$

【 0 0 3 8 】

なお、振れの回転方向成分が上述した回転角度 およびあおり量 v x , v y である場合、射影変換行列 H は、画像の回転を補正するための射影変換行列 H 1 と、画像のあおりを補正するための射影変換行列 H 2 との積として、以下のように表わされる。

【数 3】

$$H1 = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (\text{式 } 8)$$

$$H2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ vx & vy & 1 \end{bmatrix} \quad (\text{式 } 9)$$

$$H = H1H2 = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ vx & vy & 1 \end{bmatrix} \quad (\text{式 } 10)$$

10

【 0 0 3 9 】

最後に、座標移動ベクトル合成部 3 0 3 で、幾何変換処理前の座標 (X, Y) 及び、第 1 および第 2 座標演算部 3 0 1, 3 0 2 で算出した座標移動ベクトル (drx, dry), (dhx, dhy) を、幾何変形パラメータ P c に従って重み付け合成する。幾何変形パラメータ P c が合成の重み ax、bx、ay、by である場合、合成座標移動ベクトル (dcx, dcy) および、幾何変換処理後の座標 (Xc, Yc) は、以下の計算式で算出される。

20

【数 4】

$$\begin{bmatrix} dcx \\ dcy \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ax & bx \\ ay & by \end{bmatrix} \begin{bmatrix} drx & dry \\ dhx & dhy \end{bmatrix} \quad (\text{式 } 11)$$

$$\begin{bmatrix} Xc \\ Yc \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} dcx \\ dcy \end{bmatrix} \quad (\text{式 } 12)$$

30

【 0 0 4 0 】

次に、参照領域算出部 1 1 1 の動作について、図 4 を参照して説明する。

参照領域算出部 1 1 1 は、画像出力領域の位置情報、具体的には画像出力領域に含まれる個々の画素の座標 (X, Y) に対し、幾何変換処理後の座標 (Xc, Yc) を算出することにより、参照領域を算出することができる。

【 0 0 4 1 】

図 4 において、撮影領域 4 0 0 は、メモリ 1 0 3 に保持されている撮影画像全体である。参照領域 4 0 1 は、振れの回転方向成分を補正するための幾何変形処理に必要な領域である。また、領域 4 0 2 は参照領域 4 0 1 のうち、撮像領域 4 0 0 に含まれない領域である。矩形領域 4 0 3 は、参照領域 4 0 1 に対応する矩形領域の一例としての外接矩形領域である。

40

【 0 0 4 2 】

また、Xsize、Ysize は撮像領域 4 0 0 の水平サイズと垂直サイズを示す。X0、Y0、X1、Y1 は参照領域 4 0 1 に外接する矩形領域 4 0 3 の左上および右下の頂点の座標であり、メモリ 1 0 3 における第 1 参照領域アドレスを示す。第 1 参照アドレスは、幾何変形処理を考慮しない光学式像振れ補正が行われた場合における参照領域 (第 1 参照領域) を示すアドレスである。

【 0 0 4 3 】

X0、Y0、X1、Y1 は、参照領域 4 0 1 の 4 辺の座標を算出することにより、各頂点の座標のうち、左端座標から X0 が、右端座標から X1 が、上端座標から Y0 が、下端座標から Y1 がそ

50

れぞれ得られる。参照領域 4 0 1 の 4 辺の座標値は、例えば、出力画像領域の 4 辺の座標に対し、上述した幾何変形処理を適用することで算出できる。

参照領域算出部 1 1 1 は、このようにして算出した、第 1 参照領域アドレスを示す X0、Y0、X1、Y1 を調整量算出部 1 1 2 へ出力する。

【 0 0 4 4 】

次に、本実施形態の特徴である調整量算出部 1 1 2 の構成および動作について、図 5 ~ 図 8 を参照して説明する。

図 5 は、調整量算出部 1 1 2 の機能構成例を示すブロック図である。調整量算出部 1 1 2 は、シフトレンズオフセット量算出部 1 1 1 0 および参照領域アドレス算出部 1 1 1 1 を有する。

10

【 0 0 4 5 】

次に、シフトレンズオフセット量算出部 1 1 1 0 の動作を、図 6 のフローチャートおよび図 8 を参照しながら説明する。

図 8 (a) は、図 4 のうち撮像領域 4 0 0 と矩形領域 (第 1 参照領域) 4 0 3 を抜き出した図である。各変数については後述する。また、図 8 (b) は参照領域アドレス算出部 1 1 1 1 が生成する、幾何変形処理を考慮した光学式像振れ補正が行われた場合における参照領域 (第 2 参照領域) を示す図である。

【 0 0 4 6 】

まず、S 6 0 1 において、シフトレンズオフセット量算出部 1 1 1 0 は、参照領域算出部 1 1 1 より第 1 参照領域アドレス (幾何変形処理を考慮しない光学式像振れ補正が行われた場合における参照領域を示すアドレス) を取得する。次に、S 6 0 2 においてシフトレンズオフセット量算出部 1 1 1 0 は、例えば以下の計算式を用いて、図 8 (a) に示す第 1 参照領域 (矩形領域 4 0 3) の中心アドレスを計算する。

20

$$\text{REF1_HCENT} = (X1 - X0) / 2 \quad (\text{式 1 3})$$

$$\text{REF1_VCENT} = (Y1 - Y0) / 2 \quad (\text{式 1 4})$$

【 0 0 4 7 】

S 6 0 3 においてシフトレンズオフセット量算出部 1 1 1 0 は、例えば以下の計算式を用いて、図 8 (a) に示す撮像領域 4 0 0 の中心アドレス (MEM_HCENT, MEM_VCENT) を計算する。

$$\text{MEM_HCENT} = X_{\text{size}} / 2 \quad (\text{式 1 5})$$

$$\text{MEM_VCENT} = Y_{\text{size}} / 2 \quad (\text{式 1 6})$$

30

【 0 0 4 8 】

上述の通り、従来の光学式像振れ補正は、撮像領域 4 0 0 と被写体像との位置関係が振れによってずれないようにシフトレンズや撮像素子といった光学部材を移動させるものであった。そのため、光学式像振れ補正後に幾何変形処理を適用する場合、参照領域が撮像領域を有効に利用できず、幾何変形処理による補正量が制限されたり、幾何変形処理後の画像に欠けが生じたりする場合があった。

【 0 0 4 9 】

そのため、本実施形態では、適用される幾何変形処理 (あるいは幾何変形処理によって補正される像振れ) を考慮した光学式像振れ補正を行うことで、幾何変形処理による補正を効果的に実行することを可能にする。

40

具体的には、幾何変形処理に必要な参照領域に外接する矩形領域 4 0 3 の中心と、撮像領域 4 0 0 の中心とのずれを補償するようなオフセット量を算出する。そしてそのオフセット量の分だけシフトレンズ 1 1 3 を駆動して画角を移動させる。

【 0 0 5 0 】

具体的には、シフトレンズオフセット量算出部 1 1 1 0 は S 6 0 4 において、例えば以下の計算式を用いてシフトレンズオフセット量を算出する。

$$\text{HS_OFST} = \text{MEM_HCENT} - \text{REF1_HCENT} \quad (\text{式 1 7})$$

$$\text{VS_OFST} = \text{MEM_VCENT} - \text{REF1_VCENT} \quad (\text{式 1 8})$$

【 0 0 5 1 】

50

S 6 0 5 においてシフトレンズオフセット量算出部 1 1 1 0 は、S 6 0 4 で算出したシフトレンズオフセット量を保持するとともに、システム制御部 1 0 6 に出力する。

【 0 0 5 2 】

システム制御部 1 0 6 が、振れ検出部 1 0 7 の出力に基づいて算出した振れの並進方向成分を補正するためのシフトレンズ駆動量にシフトレンズオフセット量を適用してシフトレンズ 1 1 3 を駆動する。これにより、矩形領域 4 0 3 の中心が撮像領域 4 0 0 の中心となるような光学式像振れ補正が実現できる。

【 0 0 5 3 】

なお、矩形領域 4 0 3 の中心が撮像領域 4 0 0 の中心に一致する場合に最も大きな効果が得られるが、矩形領域 4 0 3 の中心が、幾何変形処理を考慮しない場合よりも撮像領域の中心に近づくようにシフトレンズ 1 1 3 を駆動すれば、効果は得られる。つまり、矩形領域 4 0 3 の中心と、撮像領域 4 0 0 の中心とのずれが小さくなるようなオフセット量を算出すればよい。なお、上述したように、光学式像振れ補正において駆動する光学部材はシフトレンズ 1 1 3 に限らず、例えば撮像素子 1 0 1 であってもよい。また、複数の光学部材を駆動してもよい。

【 0 0 5 4 】

次に、参照領域アドレス算出部 1 1 1 1 の動作を図 7 のフローチャートおよび図 8 を参照して説明する。

光学式像振れ補正によるシフトレンズ 1 1 3 が、撮像素子 1 0 1 の出力する映像の垂直同期信号に同期して駆動される場合、メモリ 1 0 3 より読みだそうとする参照領域は、1 垂直同期時間 (1 V) 前のシフトレンズオフセット分だけ平行移動して撮影されている。そのため、読みだそうとする第 1 参照領域アドレスに、1 V 前のシフトレンズオフセット量を加えた位置より読み出す。

【 0 0 5 5 】

S 7 0 1 において参照領域アドレス算出部 1 1 1 1 は、シフトレンズオフセット量算出部 1 1 1 0 に保持されている 1 V 前のシフトレンズオフセット量を読み出す。

参照領域アドレス算出部 1 1 1 1 は、S 7 0 2 において、参照領域算出部 1 1 1 より第 1 参照領域アドレス (X0 , Y0 , X1 , Y1) を取得する。そして、S 7 0 3 において参照領域アドレス算出部 1 1 1 1 は、第 1 参照領域アドレスとシフトレンズオフセット量とから、例えば以下の式を用いて第 2 参照領域アドレス (X0 ' , Y0 ' , X1 ' , Y1 ') を算出する。第 2 参照領域アドレスは、図 8 (b) に示すように、シフトレンズのオフセット量を考慮した参照領域 8 0 3 を示すアドレスである。

$$X0' = X0 + HS_OFST \quad (\text{式 1 9})$$

$$Y0' = Y0 + VS_OFST \quad (\text{式 2 0})$$

$$X1' = X1 + HS_OFST \quad (\text{式 2 1})$$

$$Y1' = Y1 + VS_OFST \quad (\text{式 2 2})$$

【 0 0 5 6 】

S 7 0 4 において参照領域アドレス算出部 1 1 1 1 は、第 2 参照領域アドレスで示される第 2 参照領域が撮像領域に収まるかどうかを判定し、収まると判定される場合は S 7 0 5 へ、収まらない (はみ出している) と判定される場合は S 7 0 6 へ、処理を進める。

【 0 0 5 7 】

S 7 0 5 において参照領域アドレス算出部 1 1 1 1 は、第 2 参照領域アドレスをメモリコントローラ 1 0 4 へ出力する。メモリコントローラ 1 0 4 は、第 2 参照領域アドレスに基づき、第 2 参照領域の画像をメモリ 1 0 3 から順次読み出し、幾何変形処理部 1 0 5 に供給する。

【 0 0 5 8 】

一方、第 2 参照領域が撮像領域に収まっていない場合、そのまま幾何変形を行ってしまうと幾何変形後の画像の一部が欠落してしまう。第 2 参照領域が撮像領域に収まらないのは、幾何変形量が大きいためである。そのため、S 7 0 6 において参照領域アドレス算出部 1 1 1 1 は、幾何変形量を減らすための調整量 k を算出し、幾何変形パラメータ調整部

10

20

30

40

50

109に出力する。

【0059】

幾何変形パラメータ調整部109は、幾何変形パラメータ生成部108からの幾何変形パラメータ P_r 、 P_h 、 P_c に、例えば以下のように調整量 k を適用し、幾何変形量を削減する。この場合、調整量 k は $0 < k < 1$ の値を有する。

$$P_r' = k * P_r \quad (\text{式23})$$

$$P_h' = k * P_h \quad (\text{式24})$$

$$P_c' = k * P_c \quad (\text{式25})$$

【0060】

幾何変形量算出部110および参照領域算出部111は、調整後の幾何変形パラメータに基づいて幾何変形量および第1参照領域アドレスを再計算する。S706から戻って実行されるS702からの処理では、再計算された第1参照領域アドレスが用いられる。

【0061】

なお、幾何変形量の削減は、幾何変形処理による振れの回転方向成分の補正量の削減であるため、削減量は小さい方がよい。そのため、本実施形態では、削減量が徐々に大きくなるように調整量 k の値を段階的に変化させる。例えば上述の例のように調整量 k が係数である場合、調整量 k を徐々に小さい値に変化させる。

【0062】

具体的には、撮像領域を超えない第2参照領域アドレスが得られるまで、調整量 k を変化させながら、幾何変形パラメータの調整、調整後の幾何変形パラメータに基づく幾何変形量および第1参照領域アドレスを再計算の動作を繰り返し行う。繰り返し回数に応じて削減量が徐々に大きくなるように調整量 k を設定していくことで、削減量を抑制しつつ、撮像領域を超えない参照領域アドレスを算出することが可能となる。

【0063】

以上説明したように、本実施形態によれば、撮像装置の動きによる像振れを、光学式像振れ補正と幾何変形処理とを組み合わせることで補正する撮像装置において、光学式像振れ補正における光学部材の駆動量を幾何変形処理を考慮した値とする。具体的には、幾何変形処理に必要な参照領域に対応する矩形領域の中心が、幾何変形処理を考慮しない場合よりも撮像領域の中心に近づくように光学部材を駆動する。そのため、参照領域が撮像領域に収まる可能性を高めることができ、補正後の画像における欠けを抑制しつつ、幾何変形処理による補正を効果的に行うことが可能になる。

【0064】

(第2の実施形態)

図9は、本発明の第2の実施形態に係る撮像装置の一例としてのデジタルカメラの機能構成例を示すブロック図である。図9において図1と同一の機能ブロックには同一の参照数字を付し、重複する説明は省略する。図9と図1との比較から分かるように、本実施形態のデジタルカメラは、シフトレンズオフセット量を予測するオフセット量予測部114を有する点で第1の実施形態と異なる。

【0065】

以下、第1の実施形態との相異点を中心に本実施形態のデジタルカメラの構成および動作を説明する。

振れ検出部107からの角速度の情報は、幾何変形処理を適用したい画像が撮影された時間におけるものであり、この角速度の情報から算出したシフトレンズオフセット量も、幾何変形処理を適用したい画像が撮影された時間に対応したものである。

【0066】

すなわち、これから撮影する画像に適用するシフトレンズオフセット量は、1垂直同期時間(1V)前の振れに対応した量である。そのため、デジタルカメラの振れ量が急に大きくなった場合、1V前のシフトレンズオフセット量と実際に必要なシフトレンズオフセット量の差が大きくなり、参照領域が撮像領域に収まらない可能性がある。

【0067】

10

20

30

40

50

そこで、本実施形態では調整量算出部 112 が算出したシフトレンズオフセット量から、次の垂直同期時間におけるシフトレンズオフセット量を予測するオフセット量予測部 114 を追加し、予測値をシステム制御部 106 と調整量算出部 112 に出力する。

【0068】

図 10 にオフセット量予測部 114 の予測方法を説明する図を示す。

t_0 、 t_1 、 t_2 は時間を表し、 t_1 が現在時刻、 t_0 が 1 V 前の時刻、 t_2 が 1 V 先の時刻を示す。また n_0 、 n_1 は、それぞれ時刻が t_0 、 t_1 の時のシフトレンズオフセット量を示し、 n_2 は例えば以下の式を用いて算出される時刻 t_2 におけるシフトレンズオフセット量の予測値である。

【数 5】

$$n_2 = \frac{n_1 - n_0}{t_1 - t_0} * t_2 + (n_1 - \frac{n_1 - n_0}{t_1 - t_0} * t_1) \quad (\text{式 26})$$

【0069】

このように、本実施形態のオフセット量予測部 114 は、調整量算出部 112 が算出したシフトレンズオフセット量の経時変化から、次の撮影時（垂直同期時間）におけるシフトレンズオフセット量を予測する。

【0070】

本実施形態では、システム制御部 106 はシフトレンズオフセット量の予測値を用いてシフトレンズを駆動する。また、調整量算出部 112 は、シフトレンズオフセット量算出部 1110 で算出したシフトレンズオフセット量をオフセット量予測部 114 に出力する。なお、シフトレンズオフセット量算出部 1110 に保持するオフセット量は、オフセット量予測部 114 が算出した予測値（実際に使用したオフセット量）とする。

【0071】

以上、説明したように、本実施形態によれば、第 1 の実施形態において光学式像振れ補正に用いる光学部材の駆動量のオフセット量を、過去に算出されたオフセット量から予測した予測値とする。そのため、第 1 の実施形態の効果に加え、撮像装置の動きが大きく変化する場合であっても参照領域が撮像領域に収まる可能性を高めることができ、補正後の画像における欠けを抑制する効果をさらに高めることが可能になる。

【0072】

（その他の実施形態）

上述した実施形態は、デジタルカメラやデジタルビデオカメラのような撮像装置はもちろん、撮像装置を備えた任意の機器、例えば携帯電話機、ゲーム機、パーソナルコンピュータ、携帯情報機器（PDA）、タブレット端末などにおいて実施することができる。

【0073】

第 2 の実施形態においては、過去に算出したオフセット量の経時変化に基づいてオフセット量の予測値を算出した。しかし、振れ検出部 107 により検出された過去の振れ量の情報から次の撮影時における振れ量を予測し、その振れ量に対応したオフセット量を用いてもよい。

【0074】

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。即ち、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（または 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。

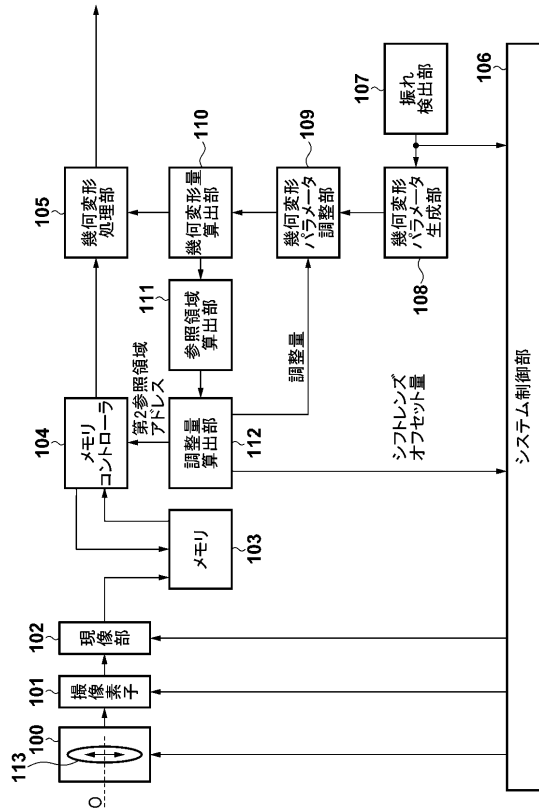
10

20

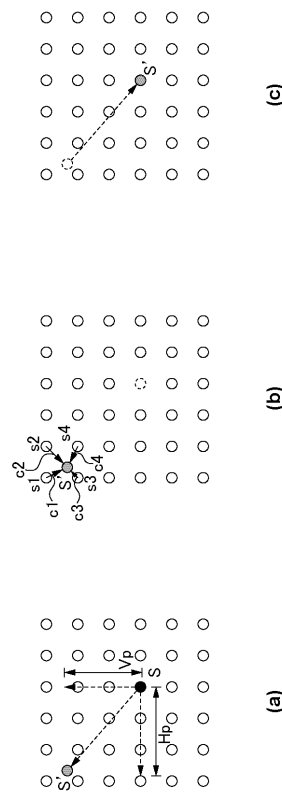
30

40

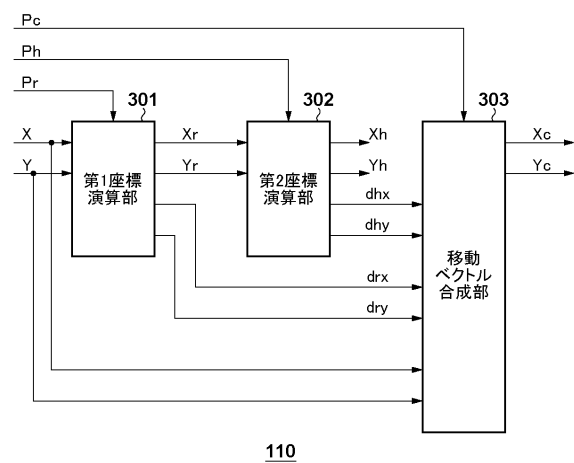
【図 1】



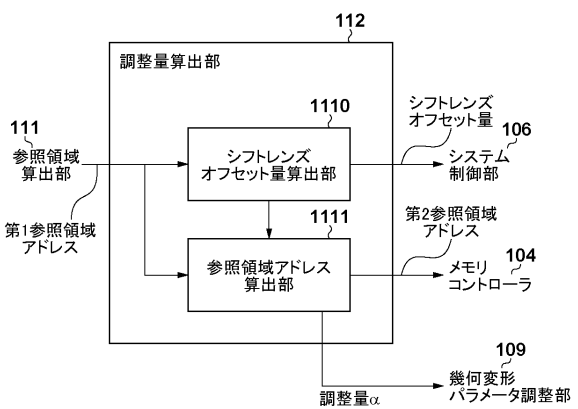
【図 2】



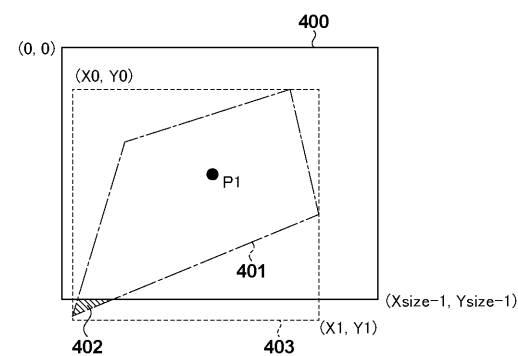
【図 3】



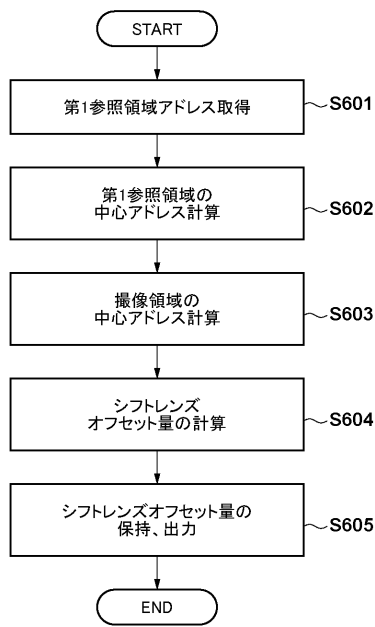
【図 5】



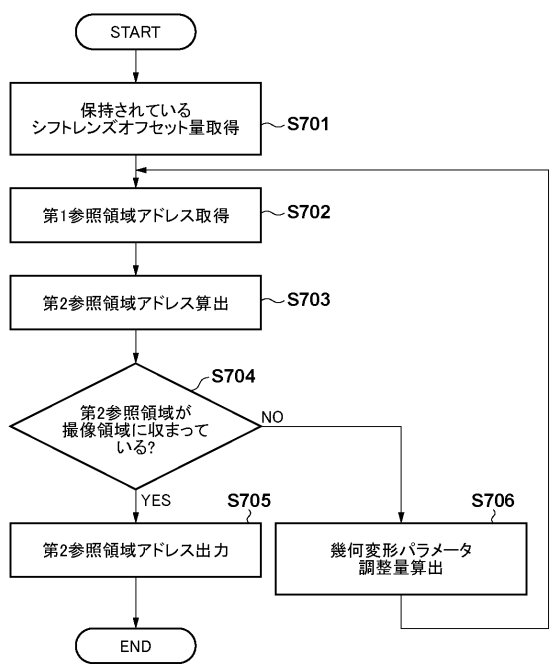
【図 4】



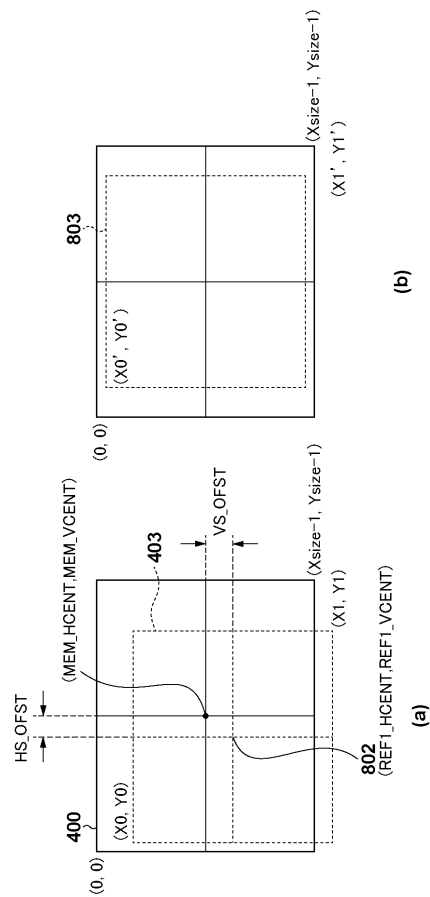
【図 6】



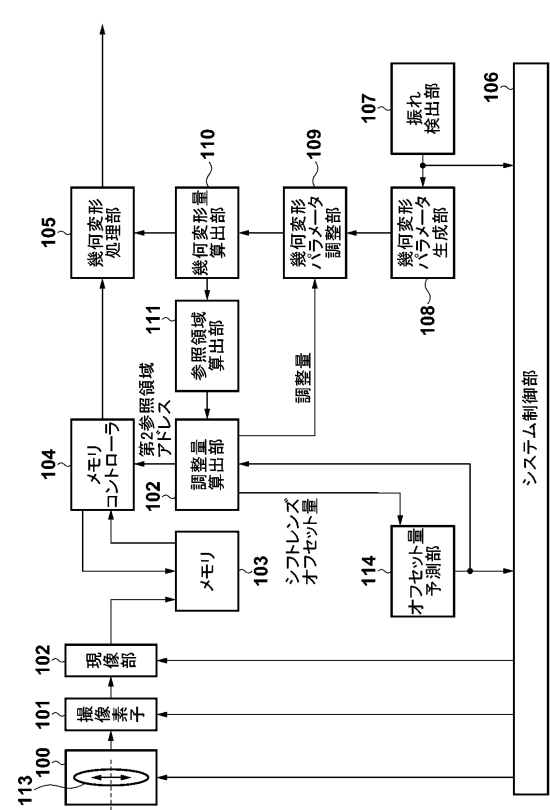
【図 7】



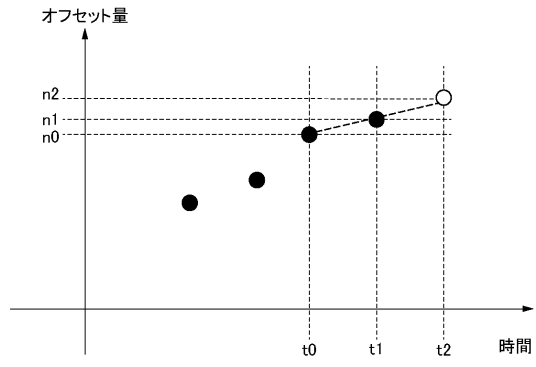
【図 8】



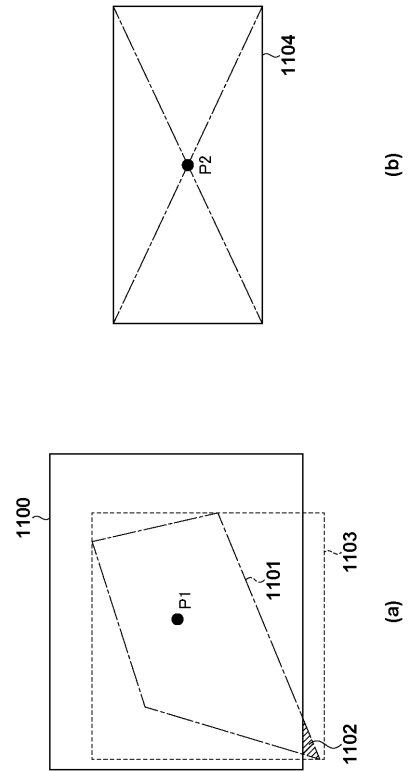
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 高 山 和紀

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 荒井 良子

(56)参考文献 特開2012-114809(JP,A)

特開2002-094877(JP,A)

特開2012-242563(JP,A)

特開平09-200606(JP,A)

特開2009-244647(JP,A)

特開2011-097512(JP,A)

特開2006-287946(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03B 5/00

H04N 5/232