

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第4719553号
(P4719553)

(45) 発行日 平成23年7月6日 (2011.7.6)

(24) 登録日 平成23年4月8日 (2011.4.8)

(51) Int.Cl.	F I
HO 4 N 5/232 (2006.01)	HO 4 N 5/232 Z
GO 3 B 5/00 (2006.01)	GO 3 B 5/00 G
GO 2 B 7/02 (2006.01)	GO 2 B 7/02 E
GO 2 B 7/14 (2006.01)	GO 2 B 7/14 A

請求項の数 12 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2005-321527 (P2005-321527)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成17年11月4日 (2005.11.4)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2007-129587 (P2007-129587A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成19年5月24日 (2007.5.24)	(74) 代理人	100090273
審査請求日	平成20年10月31日 (2008.10.31)		弁理士 國分 孝悦
		(72) 発明者	横井 敬明
			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	高野 美帆子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置、撮像方法、コンピュータプログラム、及びコンピュータ読み取り可能な記憶媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被写体を撮像面に結像する光学レンズで結像された被写体像を電気信号に変換する撮像素子と、

前記光学レンズの歪曲収差を補正するための歪曲収差補正用データを算出する算出手段と、

前記算出手段によって算出された歪曲収差補正用データに基づいて、前記撮像素子により電気信号に変換された被写体像に基づく画像に対して前記光学レンズの歪曲収差を補正する歪補正手段と、

前記歪補正手段により前記歪曲収差が補正された画像を用いて動きベクトルの検出を行う動きベクトル検出手段と、

前記動きベクトルの検出に基づいて動きを補正する動き補正手段とを有し、

前記歪補正手段は、動きベクトルの検出に必要な領域のみ前記光学レンズの歪曲収差を補正することを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記算出手段は、前記光学レンズの歪曲収差の影響を補正するためのテーブルから、前記光学レンズの焦点距離と、前記光学レンズの歪曲収差の影響がある画像の座標とに対応する歪曲収差補正座標を取得し、取得した歪曲収差補正座標を用いて前記歪曲収差補正用データを算出することを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 3】

前記算出手段は、前記光学レンズの歪曲収差の影響を補正するためのテーブルから、前記光学レンズの焦点距離に対応する歪係数を取得し、取得した歪係数を用いて歪曲収差補正用データを算出することを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記歪係数は、前記光学レンズの歪み率及び画像の中心からの距離に依存する係数であることを特徴とする請求項 3 に記載の撮像装置。

【請求項 5】

前記テーブルを有することを特徴とする請求項 2 乃至 4 の何れか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 6】

前記テーブルを有する交換式レンズ装置と通信を行うための通信手段を更に有し、
前記算出手段は、前記歪曲収差補正用データを、前記交換式レンズ装置が有している前記テーブルの情報を用いて算出することを特徴とする請求項 2 乃至 4 の何れか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 7】

被写体を撮像面に結像する光学レンズで結像された被写体像を電気信号に変換する撮像素子と、

前記光学レンズの歪曲収差を補正するための歪曲収差補正用データを算出する算出手段と、

前記算出手段によって算出された歪曲収差補正用データに基づいて、前記撮像素子により電気信号に変換された被写体像に基づく画像に対して前記光学レンズの歪曲収差を補正する歪補正手段と、

前記歪補正手段により前記歪曲収差が補正された画像を用いて動きベクトルの検出を行う動きベクトル検出手段と、

前記動きベクトルの検出に基づいて動きを補正する動き補正手段と、

前記光学レンズの歪曲収差の影響を補正するためのテーブルを有する交換式レンズ装置と通信を行うための通信手段とを有し、

前記算出手段は、前記交換式レンズ装置が有している前記テーブルから、前記通信手段を介して、前記光学レンズの焦点距離と、前記光学レンズの歪曲収差の影響がある画像の座標とに対応する歪曲収差補正座標を取得し、取得した歪曲収差補正座標を用いて前記歪曲収差補正用データを算出することを特徴とする撮像装置。

【請求項 8】

被写体を撮像面に結像する光学レンズで結像された被写体像を電気信号に変換する撮像素子と、

前記光学レンズの歪曲収差を補正するための歪曲収差補正用データを算出する算出手段と、

前記算出手段によって算出された歪曲収差補正用データに基づいて、前記撮像素子により電気信号に変換された被写体像に基づく画像に対して前記光学レンズの歪曲収差を補正する歪補正手段と、

前記歪補正手段により前記歪曲収差が補正された画像を用いて動きベクトルの検出を行う動きベクトル検出手段と、

前記動きベクトルの検出に基づいて動きを補正する動き補正手段と、

前記光学レンズの歪曲収差の影響を補正するためのテーブルを有する交換式レンズ装置と通信を行うための通信手段とを有し、

前記算出手段は、前記交換式レンズ装置が有している前記テーブルから、前記通信手段を介して、前記光学レンズの焦点距離に対応する歪係数を取得し、取得した歪係数を用いて歪曲収差補正用データを算出することを特徴とする撮像装置。

【請求項 9】

前記歪係数は、前記光学レンズの歪み率及び画像の中心からの距離に依存する係数であることを特徴とする請求項 8 に記載の撮像装置。

10

20

30

40

50

【請求項 10】

被写体を撮像面に結像する光学レンズで結像された被写体像を電気信号に変換する撮像素子を備える撮像装置を用いた撮像方法であって、

前記光学レンズの歪曲収差を補正するための歪曲収差補正用データを算出する算出工程と、

前記算出工程によって算出された歪曲収差補正用データに基づいて、前記撮像素子により電気信号に変換された被写体像に基づく画像に対して前記光学レンズの歪曲収差を補正する歪補正工程と、

前記歪補正工程により前記歪曲収差が補正された画像を用いて動きベクトルの検出を行う動きベクトル検出工程と、

前記動きベクトルの検出に基づいて動きを補正する動き補正工程とを有し、

前記歪補正工程は動きベクトルの検出に必要な領域のみ前記光学レンズの歪曲収差を補正することを特徴とする撮像方法。

10

【請求項 11】

請求項 10 に記載の撮像方法の各工程をコンピュータに実行させることを特徴とするコンピュータプログラム。

【請求項 12】

請求項 11 に記載のコンピュータプログラムを記憶したことを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像装置、撮像方法、コンピュータプログラム、及びコンピュータ読み取り可能な記憶媒体に関し、特に、光学レンズの歪曲収差を補正するために用いて好適なものである。

【背景技術】

【0002】

近年、ビデオカメラの小型化、軽量化、光学ズームの高倍率化が進んでいる。しかしながら、このような小型軽量のビデオカメラは撮影時に手ぶれを起こし易く、ズーム倍率が大きいほど手ぶれの影響が大きくなる。

30

そこで、このような撮影時の手ぶれを除去し安定した画像を得るために様々なぶれ補正手段が提案されている。

【0003】

特開平 5 - 257196 号公報では、1 フィールド前の画像信号と現フィールドとの画像信号から動きベクトルを検出し、検出した動きベクトルに合わせて記録手段からの読み出し位置を制御することでぶれを補正する手法が開示されている。

また、特開平 11 - 146260 号公報では、画像信号より画像の動きを検出するとともに、角速度センサにより撮像装置自体の動きを検出する。そして、これら検出した 2 つの動き情報を合成し、合成した 2 つの動き情報に基づき可変頂角プリズムを制御することで光学的にぶれを補正する手法が開示されている。

40

【0004】

ところで、ビデオカメラで被写体像を撮像した場合、装着されているレンズの特性に基づいて歪曲収差が生じる。

歪曲収差は、図 17 (A) に示す樽型歪曲 101 や、図 17 (B) に示す糸巻き型歪曲 102 があり、一般的に光学系が短焦点の場合は樽型歪曲 101 となり、長焦点の場合は糸巻き型歪曲 102 となる。

【0005】

歪曲収差が生じた場合、図 18 に示すように画面の中心から放射方向に像がずれ、本来であれば点線の位置に結像されるべき像が実線の位置にずれて結像される。

このため、同じ被写体を撮影した場合でも、撮像素子に結像される位置によって被写体

50

像が変形する。

【 0 0 0 6 】

このように被写体像が変形する点について、図 1 8 (A)、(B)、(C)を用いて説明する。図 1 8 (A)は、撮像素子の中心部分に被写体像 1 1 1 が結像された場合を示している。図 1 8 (A)に示すように、画面の中心部分は歪曲収差の影響が小さいため、被写体像 1 1 1 はほとんど変形しない。これに対し、図 1 8 (B)、(C)に示すように、被写体像 1 1 2、1 1 3 が画面の端に結像された場合は歪曲収差の影響が大きいため被写体像が変形する。

【 0 0 0 7 】

このような歪曲収差を補正する手法が、特開平 6 - 1 9 7 2 6 1 号公報に開示されている。具体的に説明すると、まず、動きベクトルの検出結果によって、記録手段からの読み出し位置を決定する。その後、光学系の歪曲収差情報に合わせて画像の補正に必要な走査線の形状を算出する。そして、算出した走査線の形状に関する情報に基づき記録手段からの読み出しアドレスを制御することで手ぶれと歪曲収差とを同時に補正する。

【 0 0 0 8 】

【特許文献 1】特開平 5 - 2 5 7 1 9 6 号公報

【特許文献 2】特開平 1 1 - 1 4 6 2 6 0 号公報

【特許文献 3】特開平 6 - 1 9 7 2 6 1 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

しかしながら、前述した従来技術の構成では、光学系の歪曲収差を持った画像間で動きベクトルの検出を行っている。このため、撮像素子に結像される被写体像が、例えば、図 1 8 (B)の位置から図 1 8 (C)の位置へ移動した場合のように、被写体像が変形するとブロックマッチングがとりづらくなり、動きベクトルの検出精度が低下するという問題があった。

【 0 0 1 0 】

以上のように従来技術では、光学系の歪曲収差の影響により、動きベクトルを正確に検出することが困難であるという問題点があった。

本発明は、このような問題点に鑑みてなされたものであり、動きベクトルを高精度で検出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 1 】

本発明の撮像装置は、被写体を撮像面に結像する光学レンズで結像された被写体像を電気信号に変換する撮像素子と、前記光学レンズの歪曲収差を補正するための歪曲収差補正用データを算出する算出手段と、前記算出手段によって算出された歪曲収差補正用データに基づいて、前記撮像素子により電気信号に変換された被写体像に基づく画像に対して前記光学レンズの歪曲収差を補正する歪補正手段と、前記歪補正手段により前記歪曲収差が補正された画像を用いて動きベクトルの検出を行う動きベクトル検出手段と、前記動きベクトルの検出に基づいて動きを補正する動き補正手段とを有し、前記歪補正手段は、動きベクトルの検出に必要な領域のみ前記光学レンズの歪曲収差を補正することを特徴とする。

本発明の撮像装置の他の態様例では、被写体を撮像面に結像する光学レンズで結像された被写体像を電気信号に変換する撮像素子と、前記光学レンズの歪曲収差を補正するための歪曲収差補正用データを算出する算出手段と、前記算出手段によって算出された歪曲収差補正用データに基づいて、前記撮像素子により電気信号に変換された被写体像に基づく画像に対して前記光学レンズの歪曲収差を補正する歪補正手段と、前記歪補正手段により前記歪曲収差が補正された画像を用いて動きベクトルの検出を行う動きベクトル検出手段と、前記動きベクトルの検出に基づいて動きを補正する動き補正手段と、前記光学レンズの歪曲収差の影響を補正するためのテーブルを有する交換式レンズ装置と通信を行うため

10

20

30

40

50

の通信手段とを有し、前記算出手段は、前記交換式レンズ装置が有している前記テーブルから、前記通信手段を介して、前記光学レンズの焦点距離と、前記光学レンズの歪曲収差の影響がある画像の座標とに対応する歪曲収差補正座標を取得し、取得した歪曲収差補正座標を用いて前記歪曲収差補正用データを算出することを特徴とする。

本発明の撮像装置のその他の態様例では、被写体を撮像面に結像する光学レンズで結像された被写体像を電気信号に変換する撮像素子と、前記光学レンズの歪曲収差を補正するための歪曲収差補正用データを算出する算出手段と、前記算出手段によって算出された歪曲収差補正用データに基づいて、前記撮像素子により電気信号に変換された被写体像に基づく画像に対して前記光学レンズの歪曲収差を補正する歪補正手段と、前記歪補正手段により前記歪曲収差が補正された画像を用いて動きベクトルの検出を行う動きベクトル検出手段と、前記動きベクトルの検出に基づいて動きを補正する動き補正手段と、前記光学レンズの歪曲収差の影響を補正するためのテーブルを有する交換式レンズ装置と通信を行うための通信手段とを有し、前記算出手段は、前記交換式レンズ装置が有している前記テーブルから、前記通信手段を介して、前記光学レンズの焦点距離に対応する歪係数を取得し、取得した歪係数を用いて歪曲収差補正用データを算出することを特徴とする。

10

【0012】

本発明の撮像方法は、被写体を撮像面に結像する光学レンズで結像された被写体像を電気信号に変換する撮像素子を備える撮像装置を用いた撮像方法であって、前記光学レンズの歪曲収差を補正するための歪曲収差補正用データを算出する算出工程と、前記算出工程によって算出された歪曲収差補正用データに基づいて、前記撮像素子により電気信号に変換された被写体像に基づく画像に対して前記光学レンズの歪曲収差を補正する歪補正工程と、前記歪補正工程により前記歪曲収差が補正された画像を用いて動きベクトルの検出を行う動きベクトル検出工程と、前記動きベクトルの検出に基づいて動きを補正する動き補正工程とを有し、前記歪補正工程は動きベクトルの検出に必要な領域のみ前記光学レンズの歪曲収差を補正することを特徴とする。

20

【0013】

本発明のコンピュータプログラムは、前記撮像方法の各工程をコンピュータに実行させることを特徴とする。

本発明のコンピュータ読み取り可能な記憶媒体は、前記コンピュータプログラムを記憶したことを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、光学レンズの歪曲収差を補正した画像間で動きベクトルの検出を行うようにしたので、光学レンズ系による歪曲収差の影響を受ける撮像装置であっても動きベクトルの検出精度を向上することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

(第1の実施形態)

本発明の第1の実施形態を、図面を参照しながら説明する。

図1は、本実施形態の撮像装置の構成の一例を示す図である。

40

図1において、1、4は固定レンズ、2は変倍を行うズームレンズ、3は絞り、5は焦点調整を行うフォーカスレンズである。6は撮像素子、7は相関二重サンプリングとアナログ-デジタル変換(A/D変換)とを行うアナログフロントエンド(AFE)である。8は歪曲収差を補正する歪補正部である。9は、固定レンズ1、4、ズームレンズ2、絞り3、及びフォーカスレンズ5を備えた光学レンズ系の焦点距離を検出するズームエンコーダである。10は、撮像素子6の読み出し位置を制御するタイミングジュエネレータである。

【0016】

11は、光学レンズ系の焦点距離と撮像素子6の読み出し位置とに対応した歪補正座標(歪補正処理に使用する座標)を記録する歪補正座標記録部である。この歪補正座標の算

50

出方法について説明すると、例えば、まず、工場での製品組み立て時に、図2(A)に示すようなテスト画像201を撮影する。そして、撮影したテスト画像201と、図2(B)に示すような撮像装置の出力画像202とから、光学レンズ系の焦点距離と、撮像素子6の読み出し位置とに対応した歪補正座標を算出する。こうして算出された歪補正座標が歪補正座標記録部11に予め記録される。

【0017】

図3は、歪補正座標記録部11に設けられているテーブル300に記録される記録内容の一例を示す図である。図4は、テスト画像201と、撮像装置の出力画像202との関係の一例を示す図である。

図4に示すように、テスト画像201上の座標 $P(x, y)$ (歪曲収差のない理想座標)に対し、撮像装置の出力画像202上の座標 $P'(x', y')$ は、歪曲収差の影響を受けてずれて結像される。この歪曲収差の影響は、光学レンズ系の焦点距離と、図4に示す画像の中心座標 $O(0, 0)$ からその画像の任意の点までの距離とにより変化する。そこで、本実施形態では、図3に示すように、光学レンズ系の焦点距離と、テスト画像201上の座標 $P(x, y)$ と、撮像装置の出力画像202上の座標 $P'(x', y')$ とをそれぞれ対応付けて、歪み補正座標記録部11に予め記録する。

【0018】

ところで、光学レンズ系における焦点距離と、撮像装置の出力画像202上の座標 $P(x', y')$ との全てについて、テスト画像201上の座標 $P(x, y)$ をテーブルに記録するようにすると、記録容量が大きくなってしまう。そこで、本実施形態では、所定の焦点距離毎(例えば図3に示すように5mm毎)に、テスト画像201上の座標 $P(x, y)$ と、撮像装置の出力画像202上の座標 $P'(x', y')$ とをテーブル300に記録するようにしている。また、各焦点距離において、テスト画像201上の座標 $P(x, y)$ と、撮像装置の出力画像202上の座標 $P'(x', y')$ とをそれぞれ3つずつテーブル300に記録するようにしている。なお、歪み補正座標記録部11に設けられているテーブル300は、例えば不図示のフラッシュメモリを用いることにより実現できる。

【0019】

12は、歪補正後の画像信号を記録する画像記録部、13は輪郭抽出部である。14は、前フィールドの画像信号を記録する前フィールドメモリ、15は、現在の画像信号を記録する現フィールドメモリである。16は、動きベクトルを算出する動きベクトル演算部、17は、画面の切り出し制御を行うアドレス制御部である。

【0020】

次に、本実施形態の撮像装置の動作の一例を説明する。

前述したように、光学レンズ系として、固定レンズ1と、変倍を行うズームレンズ2と、絞り3と、固定レンズ4と、焦点調整を行うフォーカスレンズ5とが光軸上に配置されており、被写体を撮像面に結像する。

【0021】

撮像素子6は、光学レンズ系で撮像面に結像された被写体像を光電変換し画像信号を生成する。

アナログフロントエンド7は、撮像素子6から出力信号に含まれるリセットノイズを除去する相関二重サンプリングと、A/D変換とを行って、デジタル化した画像信号を生成し、歪補正回路8に出力する。

ズームエンコーダ9は、ズームレンズ2の位置を検出し、光学レンズ系の焦点距離を算出する。タイミングジェネレータ10は、撮像素子6の読み出し位置を制御し、撮像素子6の読み出し位置情報を歪補正座標記録部11に出力する。

【0022】

歪補正座標記録部11は、ズームエンコーダ9から、光学レンズ系の焦点距離を入力する。また、歪補正座標記録部11は、タイミングジェネレータ10から、撮像素子6の読み出し位置を入力する。そして、歪補正座標記録部11は、入力した光学レンズ系の焦点距離と、撮像素子6の読み出し位置(図3及び図4に示した座標 $P'(x', y')$)

10

20

30

40

50

とに対応するテスト画像 201 上の座標 $P(x, y)$ を、歪補正座標としてテーブル 300 から読み出す。そして、読み出した座標 $P(x, y)$ を歪補正部 8 に出力する。

【0023】

前述したように、本実施形態では、所定の焦点距離毎に、テスト画像 201 上の座標 $P(x, y)$ と、撮像装置の出力画像 202 上の座標 $P'(x', y')$ とをそれぞれ 3 つずつテーブル 300 に記録している。したがって、入力した光学レンズ系の焦点距離と、撮像素子 6 の読み出し位置とが、それぞれテーブル 300 に記録されている焦点距離と、座標 $P'(x', y')$ と一致するとは限らない。

【0024】

このような場合、本実施形態では、例えば、以下のようにして歪補正座標を取得するようにしている。

まず、歪補正座標記録部 11 は、入力した光学レンズ系の焦点距離よりも大きい焦点距離のうち、入力した光学レンズ系の焦点距離に最も近い焦点距離をテーブル 300 から読み出す。

そして、歪補正座標記録部 11 は、読み出した焦点距離に対応付けられてテーブル 300 に登録されている座標 $P'(x', y')$ のうち、撮像素子 6 の読み出し位置に最も近い座標 $P'(x', y')$ に対応付けられている歪補正座標 $P(x, y)$ を読み出す。

同様に、歪補正座標記録部 11 は、入力した光学レンズ系の焦点距離よりも小さい焦点距離のうち、入力した光学レンズ系の焦点距離に最も近い焦点距離をテーブル 300 から読み出す。

【0025】

そして、歪補正座標記録部 11 は、読み出した焦点距離に対応付けられてテーブル 300 に登録されている座標 $P'(x', y')$ のうち、撮像素子 6 の読み出し位置に最も近い座標 $P'(x', y')$ に対応付けられている歪補正座標 $P(x, y)$ を読み出す。

歪補正座標記録部 11 は、以上のようにして読み出した 2 つの歪補正座標 $P(x, y)$ に対して補間処理を行い、撮像素子 6 の読み出し位置における歪補正座標 $P(x, y)$ を求めて、歪補正部 8 に出力する。

【0026】

なお、図 3 に示したテーブル 300 では、焦点距離の測定数 n が所定数 n_0 (n は自然数) 個であり、焦点距離の測定間隔が 5 mm であり、各焦点距離におけるデータの数 30

【0027】

歪補正部 8 は、アナログフロントエンド 7 から出力された画像信号を、不図示の RAM 等のメモリに一時的に記録する。このようにして一時的に記録された画像信号は、歪曲収差の影響を受けて歪んでいる。そこで、歪補正部 8 は、この歪曲収差の影響を受けて歪んでいる画像信号の座標が、歪補正座標記録部 11 から出力された歪補正座標に置き換わるように、メモリに一時的に記録した画像信号の読み出しアドレスを生成する。本実施形態の歪補正部 8 は、このようにして読み出しアドレスを、対応する歪補正座標に合わせて変えることによって、アナログフロントエンド 7 から出力された画像信号に生じている歪曲収差の影響を補正する。

以上のように、歪補正部 8 は、以上のような 2 次元の座標変換を行うことによって歪曲収差の影響を補正した画像信号を、画像記録部 12 及び輪郭抽出部 13 に出力する。

輪郭抽出部 13 は、歪補正部 8 から出力された画像信号を所定の閾値に応じて、「0」、又は「1」に 2 値化し、2 値化した情報から画像信号における輪郭情報を抽出し、前フィールドメモリ 14、及び現フィールドメモリ 15 に出力する。

【0028】

図 5 は、動きベクトル演算部 16 のフィールドメモリへのアクセス領域の一例を示す図である。

前フィールドメモリ 14 は、図 5 (A) に示すように、1 フィールド分だけ遅延した画

10

20

30

40

50

面全体の画像信号 501 を記録している。現フィールドメモリ 15 は、図 5 (B) に示すように画面の一部の領域における画像信号 502 を記録する。ここで、図 5 (B) に示す画像信号 502 は、図 5 (F) に示す 16 個のブロックのうち、第 1 のブロック (図中 1 で示すブロック) の画像信号である。

動きベクトル演算部 16 は、前フィールドメモリ 14 に記録されている画像信号 501 から、この第 1 のブロック (画像信号 502) の領域の大きさの画像信号 503 を切り出す (図 5 (C) を参照)。その後、動きベクトル演算部 16 は、第 1 のブロック (画像信号 502) の領域よりも広い範囲 504 を設定する。そして、設定した範囲 504 内で画像信号 502、503 の相関値を算出して第 1 のブロックにおける動きベクトルを求める。動きベクトル演算部 16 は、第 2 ~ 第 16 のブロックについても第 1 のブロックと同様の処理を行って第 2 ~ 第 16 のブロックの動きベクトルを順番に求め、求めた第 1 ~ 第 16 のブロックの動きベクトルを用いて画面全体の動きベクトルを求める。

【 0029 】

図 6 は、動きベクトル検出の動作の一例を示すフローチャートである。なお、この例では、垂直同期信号の立ち下がりから次の立ち下がりまでの期間を 1 フィールド期間とし、1 フィールド期間の最初に、図 6 の S T A R T から動作する。

【 0030 】

図 6 のステップ S 1 では、現フィールドメモリ 15 は、画面の一部の領域 (図 5 (F) に示すブロックの何れか) の画像信号 (例えば、第 1 のブロックの画像信号 502) を記録する。

ステップ S 2 では、動きベクトル演算部 16 は、前フィールドメモリ 14 に記録されている画像信号から、現フィールドメモリ 15 に記録された画像信号 (例えば第 1 のブロックの画像信号 502) の領域の大きさの画像信号 (例えば画像信号 503) を切り出す。そして、動きベクトル演算部 16 は、切り出した画像信号を読み出す。

【 0031 】

次に、ステップ S 3 では、動きベクトル演算部 16 は、ステップ S 1 で現フィールドメモリ 15 に記録された画像信号を読み出し、現フィールドメモリ 15 から読み出した画像信号と、前フィールドメモリ 14 から読み出した画像信号とを比較する。そして、動きベクトル演算部 16 は、各画像信号の相関値を算出する。第 1 のブロックの動きベクトルを求める場合、動きベクトル演算部 16 は、画像信号 502、503 を比較し、図 5 (D) に示す矢印の方向に対する画像信号 502、503 の相関値を算出する。

【 0032 】

次に、ステップ S 4 では、動きベクトル演算部 16 は、前フィールドメモリ 14 から画像信号の切り出す位置を順次変化させる。すなわち、動きベクトル演算部 16 は、ステップ S 1 で現フィールドメモリ 15 から読み出した画像信号よりも広い範囲であって、予め設定されている範囲について、ステップ S 2 ~ S 4 の処理を繰り返し行う。第 1 のブロックの動きベクトルを求める場合、図 5 (E) に示すように、動きベクトル演算部 16 は、予め設定されている範囲 504 について、ステップ S 2 ~ S 4 の処理を繰り返し行う。

【 0033 】

そして、予め設定されている範囲について、ステップ S 2 ~ S 4 の処理を行うと、ステップ S 5 に進み、動きベクトル演算部 16 は、ステップ S 3 で算出した複数の相関値のうち、最も相関値が最も高いベクトルを、例えば不図示の R A M に記録する。

次に、ステップ S 6 では、動きベクトル演算部 16 は、現フィールドメモリ 15 に記録する領域を変化させる指示を現フィールドメモリ 15 に対して行う。そして、動きベクトル演算部 16 は、図 5 (F) に示すようにして予め設定されている第 1 ~ 第 16 のブロックについて、ステップ S 1 ~ S 6 の処理を繰り返し行う。

【 0034 】

図 5 (F) に示すようにして予め設定されている第 1 ~ 第 16 のブロックについて、ステップ S 1 ~ S 6 の処理が終了するとステップ S 7 に進む。ステップ S 7 では、動きベク

10

20

30

40

50

トル演算部 16 は、ステップ S5 で記録した各ブロックにおけるベクトル値を用いて、画面全体の動きベクトルを算出する。

なお、本実施形態では、16 個のブロックについて動きベクトルを求めるようにしたが、ブロックの数は 16 個に限定されるものではないということも言うまでもない。

【0035】

アドレス制御部 17 は、動きベクトル演算部 16 で検出された動きベクトルに応じて画像記録部 12 から切り出す位置を制御する。すなわち、アドレス制御部 17 が、動きベクトル演算部 16 で検出された動きベクトルと逆方向に画面の切り出し位置を移動させることで、画像出力のぶれ（所謂手ぶれ）を補正する。

【0036】

ここで、図 7 のフローチャートを参照しながら、図 3 に示したようなテーブル 300 を作成する際の動作の一例を説明する。なお、図 7 に示す動作は、外部の情報処理装置又は撮像装置に設けられ、装置全体を制御する不図示の CPU が、不図示の RAM をワークメモリとして使用しながら、プログラムを実行することにより実現することができる。

まず、ステップ S11 では、テーブル 300 における焦点距離の測定数 n を 1 にセットする。次に、ステップ S12 では、第 n の焦点距離におけるテスト画像 201 を取得し、ステップ S13 では、第 n の焦点距離における撮像装置の出力画像 202 を取得する。

【0037】

そして、ステップ S14 では、テスト画像 201 上の座標 $P(x, y)$ と、その座標 $P(x, y)$ に対応する、撮像装置の出力画像 202 上の座標 $P'(x', y')$ とを求め

る。次に、ステップ S15 では、求めた座標 $P(x, y)$ 、 $P'(x', y')$ と、第 n の焦点距離とを対応付けてテーブル 300 に登録する。

次に、ステップ S16 では、焦点距離の測定数 n が所定数 n_0 であるか否かを判定する。すなわち、図 3 に示したように、 n_0 個の焦点距離について、登録すべき座標 $P(x, y)$ 、 $P'(x', y')$ を全て登録したか否かを判定する。この判定の結果、焦点距離の測定数 n が所定数 n_0 でない場合には、ステップ S17 に進む。ステップ S17 では、焦点距離の測定数 n に 1 を加算する。そして、焦点距離の測定数 n が所定数 n_0 になるまで、ステップ S12 ~ S17 を繰り返し行う。

【0038】

次に、図 8 のフローチャートを参照しながら、画像信号に生じている歪曲収差の影響を補正する際の歪補正座標記録部 11 及び歪補正部 8 の動作の一例について説明する。

まず、ステップ S21 では、歪補正座標記録部 11 は、ズームエンコーダ 9 から、光学レンズ系の焦点距離を入力するまで待機する。ズームエンコーダ 9 から、光学レンズ系の焦点距離が入力されると、ステップ S22 に進み、歪補正座標記録部 11 は、タイミングジェネレータ 10 から、撮像素子 6 の読み出し位置を入力するまで待機する。なお、ステップ S21、S22 の順序は、逆であってもよい。

【0039】

こうして光学レンズ系の焦点距離と、撮像素子 6 の読み出し位置とが入力されると、ステップ S23 に進む。ステップ S23 では、歪補正座標記録部 11 は、それら入力した光学レンズ系の焦点距離及び撮像素子 6 の読み出し位置が、それぞれテーブル 300 に登録されている焦点距離及び座標 $P'(x', y')$ と一致するか否かを判定する。この判定の結果、入力した光学レンズ系の焦点距離及び撮像素子 6 の読み出し位置が、それぞれテーブル 300 に登録されている焦点距離及び座標 $P'(x', y')$ と一致する場合には、ステップ S24 に進み、そうでない場合にはステップ S25 に進む。

【0040】

ステップ S24 に進むと、歪補正座標記録部 11 は、テーブル 300 に登録されている焦点距離及び座標 $P'(x', y')$ に対応付けられている歪補正座標 $P(x, y)$ をテーブル 300 から読み出して、歪補正部 8 に出力する。

一方、ステップ S25 に進むと、歪補正記録部 11 は、前述したようにして補間処理を

10

20

30

40

50

行い、その結果得られた補間値を、歪補正座標として歪補正部 8 に出力する。

【 0 0 4 1 】

こうして歪補正座標が歪補正部 8 に出力されると、ステップ S 2 6 に進む。ステップ S 2 6 では、歪補正部 8 は、アナログフロントエンド 7 から出力された画像信号を不図示の R A M 等のメモリに一時的に記録する。なお、このステップ S 2 6 の処理は、ステップ S 2 4、S 2 5 よりも前に行ってもよい。

【 0 0 4 2 】

次に、ステップ S 2 7 では、歪補正部 8 は、この歪曲収差の影響を受けて歪んでいる画像信号の座標が、ステップ S 2 4 又はステップ S 2 5 で出力された歪補正座標に置き換わるように、一時的に記録した画像信号の読み出しアドレスを生成する。そして、歪補正部 8 は、生成した読み出しアドレスに従って、一時的に記録した画像信号を読み出し、画像記録部 1 2 及び輪郭抽出部 1 3 に出力する。

10

次に、ステップ S 2 8 では、歪補正座標記録部 1 1 は、タイミングジェネレータ 1 0 から、撮像素子 6 の全ての読み出し位置が入力されたか否かを判定する。この判定の結果、撮像素子 6 の全ての読み出し位置が入力されていないならば、撮像素子 6 の全ての読み出し位置が入力されるまで、ステップ S 2 2 ~ ステップ S 2 8 を繰り返し行う。

【 0 0 4 3 】

以上のように本実施形態では、光学レンズ系の焦点距離と、テスト画像 2 0 1 上の座標 $P(x, y)$ と、撮像装置の出力画像 2 0 2 上の座標 $P(x', y')$ とをそれぞれ対応付けて、テーブル 3 0 0 に予め記録しておく。撮像が開始すると、歪補正座標記録部 1 1 は、ズームエンコーダ 9 から光学レンズ系の焦点距離を入力すると共に、タイミングジェネレータ 1 0 から撮像素子 6 の読み出し位置を入力する。

20

【 0 0 4 4 】

そして、歪補正座標記録部 1 1 は、入力した光学レンズ系の焦点距離と、撮像素子 6 の読み出し位置と、テーブル 3 0 0 とを用いて、歪補正座標を取得して歪補正部 8 に出力する。歪補正部 8 は、この歪補正座標に合わせて、アナログフロントエンド 7 から出力された画像信号の読み出しアドレスを変えることにより画像信号に生じている歪曲収差の影響を補正する。そして、動きベクトル検出部 1 6 は、歪補正部 8 で光学レンズ系の歪曲収差の影響が補正された画像信号を用いて動きベクトルの検出を行う。

以上のように本実施形態では、光学レンズ系の歪曲収差の影響を補正した画像信号を用いて動きベクトルを検出するようにしたので、光学レンズ系の歪曲収差の影響による動きベクトルの検出の誤判定を可及的に防止することができる。これにより、動きベクトルの検出精度を向上させることができる。

30

【 0 0 4 5 】

なお、本実施形態では、光学レンズ系の歪曲収差の影響を補正した画像信号を用いて動きベクトルを検出し、検出した動きベクトルに応じてアドレス制御部 1 7 で、手ぶれを補正するようにしたが、検出した動きベクトルの利用方法はこれに限定されない。すなわち、動きベクトルを利用する処理であれば、必ずしも手ぶれを補正する必要はなく、例えば A F (Auto Focus) を行う測距エリアの変更を行うために動きベクトルを利用するようにしてもよい。このようにすることにより、測距エリアの変更を適切に行うことができる。この他、被写体の動きベクトルを検出するようにしてもよい。

40

【 0 0 4 6 】

(第 2 の実施形態)

次に、本発明の第 2 の実施形態について説明する。前述した第 1 の実施形態では、光学レンズ系が一体化された撮像装置で動きベクトルを正確に検出する場合について説明した。これに対し、本実施形態では、光学レンズ系を交換することが可能な撮像装置で動きベクトルを正確に検出するようにしている。すなわち、本実施形態は、光学レンズ系に歪曲収差を補正するための歪係数を記録しておき、この歪係数と画像信号の座標位置とを用いて演算で画像信号に生じている歪曲収差の影響を補正するものである。

【 0 0 4 7 】

50

このように本実施形態と前述した第１の実施形態とは、光学レンズ系が取り外しできるか否かという点と、画像信号に生じている歪曲収差の影響を補正するためのデータの生成方法が主として異なる。したがって、本実施形態の説明において、第１の実施形態と同一部分については、図１～図８に付した符号と同一の符号を付す等して詳細な説明を省略する。

【００４８】

図９は、本実施形態の撮像装置の構成の一例を示す図である。図９に示すように、撮像装置７０１は、交換式レンズ７０２が取り付け可能になっている。

図９において、１８は、歪係数を記録する歪係数記録部、１９は、歪係数記録部１８に記録されている歪係数と、画像信号の読み出し位置とを用いて、歪補正座標を算出する歪補正座標算出部である。２０は、撮像装置側通信端子であり、２１は、交換式レンズ側通信端子である。これら撮像装置側通信端子２０及び交換式レンズ側通信端子２１を介して、歪係数記録部１８に記録されている歪係数が、歪補正座標算出部１９に入力する。

【００４９】

歪係数記録部１８には、焦点距離に対応した歪係数が予め記録されている。歪係数記録部１８は、例えば不図示のＲＯＭを用いることにより実現することができる。

【００５０】

ここで、歪係数記録部１８に予め記録されている歪係数の算出方法の一例について説明する。

まず、工場での製品組み立て時に、図２（Ａ）に示したようなテスト画像２０１を撮影する。そして、撮影したテスト画像２０１と、図２（Ｂ）に示したような撮像装置の出力画像２０２とを用いて、焦点距離に対応する歪係数を算出する。

【００５１】

図１０は、光学中心に対応するテスト画像２０１の中心から、テスト画像２０１上の任意の点の座標までの距離と、光学中心に対応するテスト画像２０１から、撮像装置の出力画像２０２上の任意の点の座標までの距離との一例を示す図である。

図１０において、光学中心に対応するテスト画像２０１の座標を $O(0, 0)$ としている。また、歪曲収差のない理想座標として、テスト画像２０１上の任意の点の座標を $P(x, y)$ としている。さらに、歪曲収差によって歪んでいる座標として、撮像装置の出力画像２０２上の任意の点の座標を $P'(x', y')$ としている。また、光学中心に対応するテスト画像２０１の中心から、テスト画像２０１上の任意の点の座標までの距離を r とし、光学中心に対応するテスト画像２０１の中心から、撮像装置の出力画像２０２上の任意の点の座標までの距離を r' としている。

【００５２】

ここで、撮像装置の出力画像２０２上の座標 $P'(x', y')$ での歪み率 $D(r) [\%]$ は、式（１）で表される。

$$D(r) = (r' - r) / r \times 100 \quad \cdots (1)$$

歪曲収差は、光学中心 $O(0, 0)$ からの距離が離れるほど影響を受け、光学レンズ系の焦点距離により特性が変化する。

一般に歪み率 $D(r)$ は、光学中心に対応するテスト画像２０１の中心から、テスト画像２０１上の任意の点の座標までの距離 r の２乗に比例するので、 $D(r)$ を焦点距離により決定する定数とすると、歪み率 $D(r)$ は、式（２）のように近似できる。

$$D(r) = k \times r^2 \quad \cdots (2)$$

また、焦点距離による定数 k 、 f の関係性を式（３）とする。

$$k = 100 / f^2 \quad \cdots (3)$$

【００５３】

式（１）、（２）、（３）より、光学中心から撮像装置の出力画像２０２上の座標までの距離 r' は式（４）で表される。

$$r' = r (1 + k \times r^2) \quad \cdots (4)$$

式（４）より、撮像装置の出力画像２０２上の座標 $P'(x', y')$ は、テスト画像２

10

20

30

40

50

01上の座標 $P(x, y)$ よりも、 $(1 + \cdot r^2)$ 倍、光学中心に対応するテスト画像201の座標 $O(0, 0)$ から離れていると考えられる。したがって、水平、垂直方向の距離も $(1 + \cdot r^2)$ 倍離れていることとなる。

【0054】

式(4)より、撮像装置の出力画像202上の座標 $P'(x', y')$ と、テスト画像201上の座標 $P(x, y)$ との関係は、式(5)、(6)で表される。

$$x' = x(1 + \cdot r^2) = x\{1 + \cdot (x^2 + y^2)\} \cdots (5)$$

$$y' = y(1 + \cdot r^2) = y\{1 + \cdot (x^2 + y^2)\} \cdots (6)$$

テスト画像201と、撮像装置の出力画像202と、式(5)、(6)とを用いることにより、歪係数が算出される。このような歪係数は、焦点距離毎に算出される。そして、算出された焦点距離と歪係数とが対応付けられたテーブルが、歪係数記録部18に予め記録される。

10

図11は、歪係数記録部18に設けられているテーブル1100に記録される記録内容の一例を示す図である。図11に示すように、本実施形態では、所定の焦点距離毎(例えば図11に示すように5mm毎)に、焦点距離と、歪係数とをテーブル1100に記録するようにしている。光学レンズ系における全ての焦点距離について、歪係数を記録するようにすると、記録容量が大きくなってしまふからである。なお、歪係数記録部18に設けられているテーブル1100は、例えば不図示のフラッシュメモリを用いることにより実現できる。

【0055】

20

タイミングジェネレータ10は、撮像素子6の読み出し位置情報を歪補正座標算出部19に出力する。

歪補正座標算出部19は、歪係数を取得するために歪係数要求信号を、撮像装置側通信端子20及び交換式レンズ側通信端子21を介して、歪係数記録部18に送信する。そうすると、歪係数記録部18は、光学レンズ系の焦点距離に対応した歪係数を歪係数記録部18から読み出して、撮像装置側通信端子20及び交換式レンズ側通信端子21を介して、歪補正座標算出部19に出力する。

【0056】

歪補正座標算出部19は、歪係数記録部18から出力された歪係数と、タイミングジェネレータ10から出力された読み出し位置情報とを式(5)、(6)に代入して、歪補正座標 $P(x, y)$ を算出し、歪補正部8に出力する。

30

【0057】

前述したように、本実施形態では、所定の焦点距離毎に歪係数をテーブル1100に記録している。したがって、入力した光学レンズ系の焦点距離が、それぞれテーブル1100に記録されている焦点距離と一致するとは限らない。

【0058】

このような場合、本実施形態では、以下のようにして歪係数を取得するようにしている。

まず、歪係数記録部18は、歪補正座標算出部19から歪係数要求信号を入力すると、入力した光学レンズ系の焦点距離よりも大きい焦点距離のうち、入力した光学レンズ系の焦点距離に最も近い焦点距離をテーブル1100から読み出す。そして、歪係数記録部18は、読み出した焦点距離と、その焦点距離に対応付けられてテーブル1100に登録されている歪係数とを読み出す。

40

【0059】

同様に、歪係数記録部18は、入力した光学レンズ系の焦点距離よりも小さい焦点距離のうち、入力した光学レンズ系の焦点距離に最も近い焦点距離をテーブル1100から読み出す。そして、歪係数記録部18は、読み出した焦点距離と、その焦点距離に対応付けられてテーブル1100に登録されている歪係数とを読み出す。

【0060】

歪係数記録部18は、以上のようにして読み出した2つの歪係数を用いて補間処理を

50

行い、その結果得られた歪係数 を、歪補正座標算出部 19 に出力する。

なお、図 11 に示したテーブル 1100 では、焦点距離の測定数 n が所定数 n_1 (n は自然数) 個であり、焦点距離の測定間隔が 5 mm である場合を例に挙げて示しているが、焦点距離の設定は図 11 に示したものに限定されない。

【0061】

歪補正部 8 は、アナログフロントエンド 7 から出力された画像信号を不図示の RAM 等のメモリに一時的に記録する。このようにして一時的に記録された画像信号は、歪曲収差の影響を受けて歪んでいる。そこで、歪補正部 8 は、この歪曲収差の影響を受けて歪んでいる画像信号の座標が、歪補正座標算出部 19 から出力された歪補正座標に置き換わるように、不図示の RAM 等のメモリに一時的に記録した画像信号の読み出しアドレスを生成する。歪補正部 8 は、このようにして読み出しアドレスを、対応する歪補正座標に合わせて変えることによって、アナログフロントエンド 7 から出力された画像信号に生じている歪曲収差の影響を補正する。そして、歪補正部 8 は、歪曲収差の影響を補正した画像信号を、画像記録部 12 及び輪郭抽出部 13 に出力する。

10

【0062】

ここで、図 12 のフローチャートを参照しながら、図 11 に示したようなテーブル 1100 を作成する際の動作の一例を説明する。なお、図 12 に示す動作は、例えば、外部の情報処理装置又は撮像装置に設けられ、装置全体を制御する不図示の CPU が、不図示の RAM をワークメモリとして使用しながら、プログラムを実行することにより実現することができる。

20

まず、ステップ S31 では、テーブル 1100 における焦点距離の測定数 n を 1 にセットする。次に、ステップ S32 では、第 n の焦点距離におけるテスト画像 201 を取得し、ステップ S33 では、第 n の焦点距離における撮像装置の出力画像 202 を取得する。

【0063】

そして、ステップ S34 では、テスト画像 201 上の座標 $P(x, y)$ と、その座標 $P(x, y)$ に対応する、撮像装置の出力画像 202 上の座標 $P'(x', y')$ とを求める。

次に、ステップ S35 では、求めた座標 $P(x, y)$ 、 $P'(x', y')$ を、式 (5)、式 (6) に代入して、歪係数 を算出する。

次に、ステップ S36 では、歪係数 と、第 n の焦点距離とを対応付けてテーブル 1100 に登録する。

30

次に、ステップ S37 では、焦点距離の測定数 n が所定数 n_1 であるか否かを判定する。すなわち、図 11 に示したように、テーブル 1100 に登録すべき全ての焦点距離について、歪係数 を登録したか否かを判定する。この判定の結果、焦点距離の測定数 n が所定数 n_1 でない場合には、ステップ S38 に進む。ステップ S38 では、焦点距離の測定数 n に 1 を加算する。そして、焦点距離の測定数 n が所定数 n_1 になるまで、ステップ S32 ~ S38 を繰り返し行う。

【0064】

次に、図 13 のフローチャートを参照しながら、歪補正座標を算出して画像信号に生じている歪曲収差の影響を補正する際の歪係数記録部 18、歪補正座標算出部 19、及び歪補正部 8 の動作の一例について説明する。

40

まず、ステップ S41 では、歪補正座標算出部 19 は、タイミングジェネレータ 10 から、撮像素子 6 の読み出し位置を入力するまで待機する。次に、ステップ S42 では、歪補正座標算出部 19 は、歪係数要求信号を歪係数記録部 18 に送信する。

次に、ステップ S43 では、歪係数記録部 18 は、入力した光学レンズ系の焦点距離が、テーブル 1100 に登録されている焦点距離と一致するか否かを判定する。この判定の結果、入力した光学レンズ系の焦点距離が、テーブル 1100 に登録されている焦点距離と一致する場合には、ステップ S44 に進み、そうでない場合にはステップ S45 に進む。

【0065】

50

ステップS 4 4に進むと、歪係数記録部 1 8は、テーブル 1 1 0 0に登録されている焦点距離に対応付けられている歪係数 を、テーブル 1 1 0 0から読み出して、歪補正座標算出部 1 9に出力する。

一方、ステップS 4 5に進むと、歪係数記録部 1 8は、前述したようにして補間処理を行い、その結果得られた補間値を、歪係数 として歪補正座標算出部 1 9に出力する。

【 0 0 6 6 】

こうして歪係数 が歪補正座標算出部 1 9に出力されると、ステップS 4 6に進む。ステップS 4 6では、歪補正座標算出部 1 9は、入力した撮像素子 6の読み出し位置と、歪係数記録部 1 8から出力された歪係数 とを式(5)、(6)に代入して、歪補正座標 P (x、y)を算出して歪補正部 8に出力する。

10

次に、ステップS 4 7では、歪補正部 8は、アナログフロントエンド 7から出力された画像信号を不図示の R A M等のメモリに一時的に記録する。なお、このステップS 4 7の処理は、ステップS 4 6よりも前に行ってもよい。

【 0 0 6 7 】

次に、ステップS 4 8では、歪補正部 8は、この歪曲収差の影響を受けて歪んでいる画像信号の座標が、ステップS 4 6で算出された歪補正座標 P (x、y)に置き換わるように、一時的に記録した画像信号の読み出しアドレスを生成する。そして、歪補正部 8は、生成した読み出しアドレスに従って、一時的に記録した画像信号を読み出し、画像記録部 1 2及び輪郭抽出部 1 3に出力する。

次に、ステップS 4 9では、歪補正座標算出部 1 9は、タイミングジェネレータ 1 0から、撮像素子 6の全ての読み出し位置が入力されたか否かを判定する。この判定の結果、撮像素子 6の全ての読み出し位置が入力されていなければ、撮像素子 6の全ての読み出し位置が入力されるまで、ステップS 4 1～ステップS 4 9を繰り返し行う。

20

【 0 0 6 8 】

以上のように本実施形態では、光学レンズ系の歪係数 と、撮像素子 6の読み出し位置と、式(5)、(6)とを用いて、歪補正座標 P (x、y)を算出するようにした。したがって、図 3に示したように、全ての読み出し位置に対応した歪補正座標 P (x、y)を記録する場合に比べて、小さな容量の記録媒体で歪補正座標を取得することが可能となる(図 1 1を参照)。

また、光学レンズ系自体に歪曲収差の情報を持たせているため、交換レンズ式のデジタルビデオカメラにおいても使用するレンズに対応した歪補正を行うことができる。

30

【 0 0 6 9 】

なお、本実施形態では、歪係数記録部 1 8を交換式レンズ 7 0 2に設けるようにしたが、歪係数記録部 1 8を撮像装置 7 0 1に設けるようにしてもよい。

また、本実施形態では、交換式レンズ 7 0 2が撮像装置 7 0 1に取り付けられる構成を例に挙げて説明したが、第 1の実施形態のように、光学レンズ系が一体化された撮像装置であっても本実施形態で説明した歪係数 を用いた歪曲収差の補正を行うことができる。このようにする場合には、例えば、図 9に示した構成において、光学レンズ系と歪係数記録部 1 8とを撮像装置 7 0 1に設けるようにすればよい。

【 0 0 7 0 】

40

また、本実施形態では、歪係数記録部 1 8で補間処理を行うようにしたが、歪補正座標算出部 1 9で補間処理を行うようにしてもよい。

さらに、本実施形態のような光学レンズ系を交換することが可能な撮像装置であっても、前述した第 1の本実施形態を実現することができる。このようにする場合には、例えば、図 9に示した構成において、歪係数記録部 1 8の代わりに図 3に示したテーブル 3 0 0を設け、歪補正座標算出部 1 9の代わりに歪補正座標記録部 1 1における処理機能(テーブル 3 0 0以外の構成)を設けるようにすればよい。

【 0 0 7 1 】

(第 3 の実施形態)

次に、本発明の第 3 の実施形態について説明する。前述した第 1 及び第 2 の実施形態で

50

は、動きベクトルを求める際に歪補正部 8 で画面全体に生じている歪曲収差の影響を補正するようにした。これに対し、本実施形態では、動きベクトルを検出するための現フィールドメモリで必要となる領域についてのみ、歪曲収差の影響を補正するようにしている。すなわち、本実施形態は、現フィールドメモリで必要となる領域についてのみ歪曲収差の影響を補正する第 2 の歪補正部 22 を用いることにより、撮像素子 6 に結像されてから動きベクトルの値が検出されるまでの時間を短縮するものである。また、本実施形態では、動きベクトルの検出結果をフィードバックして光学的に振れを補正するようにしている。

【0072】

このように本実施形態と前述した第 1 及び第 2 の実施形態とは、歪曲収差の影響を補正する方法と、動きベクトルの検出結果の利用方法と、撮像装置の振れの補正方法とが主として異なる。したがって、本実施形態の説明において、第 1 の実施形態と同一部分については、図 1 ~ 図 8 に付した符号と同一の符号を付す等して詳細な説明を省略する。

【0073】

本実施形態の説明を行う前に、本実施形態の撮像装置との対比として、まず、前述した第 1 の実施形態の撮像装置における動きベクトル検出動作について説明する。

図 14 は、第 1 の実施形態の撮像装置の動作タイミングの一例を示す図である。

図 14 において、垂直同期信号の立ち下がりから次の立ち下がりまでの期間を 1 フィールド期間として、現在のフィールドを F 0、1 フィールド前を F - 1、1 フィールド後を F 1 として説明する。

【0074】

図 14 (A) に撮像素子 6 の出力を示す。撮像素子 6 からは 1 フィールド期間に 1 画面分の画像信号が読み出され、アナログフロントエンド 7 でデジタル化されて歪補正部 8 に出力される。ここで、現在のフィールドで読み出される画像信号を 0、1 フィールド前に読み出された画像信号を - 1、1 フィールド後に読み出される画像信号を 1 とする。

【0075】

図 14 (B) に歪補正部 8 の出力を示す。

歪補正部 8 では、撮像素子 6 の全画面領域を歪補正するため、1 フィールドの歪補正処理時間が必要となる。

このため、図 14 (B) に示すように、歪補正部 8 は、撮像素子 6 の出力よりも 1 フィールド遅れた画像信号を出力する。

図 14 (C) に前フィールドメモリ 14 の出力を示す。

前フィールドメモリ 14 では、入力信号に対して 1 フィールドの遅延を持たせているため、図 14 (C) に示すように、前フィールドメモリ 14 は、撮像素子 6 から 2 フィールド遅れた画像信号を出力する。

【0076】

図 14 (D) に動きベクトルの検出タイミングを示す。

ここでは、矢印の左側に示す数字 (図 14 では「- 1」) が示すフィールド (フィールド F - 1) と、矢印の右側に示す数字 (図 14 では「0」) が示すフィールド (フィールド F 0) との間の動きベクトルを検出することを示している。

【0077】

動きベクトル演算部 16 は、図 14 (B) に示した歪補正部 8 の出力信号を現在のフィールド、図 14 (C) に示した前フィールドメモリ 14 の出力信号を 1 フィールド前の信号として動きベクトルの検出を行っている。

このため、現在のフィールド期間であるフィールド F 0 において発生した動きベクトル "- 1 0" は、次のフィールドであるフィールド F 1 になって検出されることになる。この結果、第 1 の実施形態の撮像装置では、動きベクトル検出結果をフィードバックして処理を行う場合、応答速度が低下する不都合があった。そこで、本実施形態では、このような不都合を解消するようにした。以下に、本実施形態の撮像装置について説明する。

【0078】

図 15 は、本実施形態の撮像装置の構成の一例を示す図である。

図 15 において、22 は第 2 の歪補正部、23 は第 2 の輪郭抽出部である。24 は可変頂角プリズム（以下 VAP と称する）、25 は VAP 制御部である。なお、第 1 の歪補正部 8 及び第 1 の輪郭抽出部 13 は、それぞれ図 1 に示した歪補正部 8 及び輪郭抽出部 13 と同じものである。

【0079】

第 2 の歪補正部 22 には、第 1 の歪補正部 8 と同様に、アナログフロントエンド 7 でデジタル化された画像信号と、歪補正記録部 11 から読み出された歪補正座標 $P(x, y)$ とが入力される。

その後、第 2 の歪補正部 22 は、第 1 の歪補正部 8 と同様に、アナログフロントエンド 7 から入力した画像信号を不図示の RAM 等のメモリに一時的に記録する。そして、第 2 の歪補正部 20 は、このメモリに一時的に記録された画像信号の座標が、歪補正座標記録部 11 から入力した歪補正座標 $P(x, y)$ に置き換わるように、RAM 等のメモリに一時的に記録した画像信号の読み出しアドレスを生成する。

【0080】

このようにして読み出しアドレスを、対応する歪補正座標 $P(x, y)$ に合わせて変えることによって、第 2 の歪補正部 22 は、アナログフロントエンド 7 から出力された画像信号に生じている歪曲収差の影響を補正する。そして、第 2 の歪補正部 22 は、以上のような 2 次元の座標変換を行うことによって歪曲収差の影響を補正した画像信号を、第 2 の輪郭抽出部 23 に出力する。

【0081】

第 2 の輪郭抽出部 23 は、第 2 の歪補正部 22 から出力された画像信号を、所定の閾値に応じて「0」、又は「1」に 2 値化し、2 値化した情報から画像信号における輪郭情報を抽出し、現フィールドメモリ 15 に出力する。

ここで、第 1 の歪補正部 8 の出力は、画像出力として使用される画像信号である。このため、第 1 の歪補正部 8 は、画像の全領域の歪補正を行う必要がある。

【0082】

これに対し、第 2 の歪補正部 22 は、動きベクトルの検出に使用する現フィールドメモリ 15 で必要となる領域における画像信号（例えば、図 5（B）に示した画面の一部の領域における画像信号 502）を順番に補正する。すなわち、第 2 の歪補正部 22 は、図 5（F）に示した各ブロックについて順番に画像信号を補正する。そして、動きベクトル演算部 16 は、第 2 の歪補正部 22 で画像信号が補正された各ブロックについて順番に動きベクトルを算出する。

【0083】

前述したような 2 次元の座標変換による歪補正の処理時間は補正画素数に比例する。このため、第 2 の歪補正部 22 は、第 1 の歪補正部 8 よりも短時間で歪補正を行うことができる。

以上のように本実施形態では、第 1 の歪補正部 8 からの画像信号を 1 フィールド前の画像信号とし、第 2 の歪補正部 22 からの画像信号を現在のフィールドの画像信号として動きベクトルの検出を行う。

【0084】

VAP 制御部 25 は、動きベクトル演算部 16 で検出された画像信号の動きベクトルに基づいて VAP 制御信号を生成する。VAP 22 は、VAP 制御信号に応じて頂角を変換することにより光学的に振れを補正する。

【0085】

図 15 と図 16 を用いて本実施形態の撮像装置における動きベクトルの検出動作について説明する。図 16 は、本実施形態の撮像装置の動作タイミングの一例を示す図である。

図 14 と同様に、図 16 においても、垂直同期信号の立ち下がりから次の立ち下がりまでの期間を 1 フィールド期間として、現在のフィールドを F_0 、1 フィールド前を $F-1$ 、1 フィールド後を $F+1$ として説明する。

【0086】

図16(A)に撮像素子6の出力を示す。撮像素子6からは1フィールド期間に1画面分の画像信号が読み出され、アナログフロントエンド7でデジタル化され第1及び第2の歪補正部8、22に出力される。ここで、現在のフィールドで読み出される画像信号を「0」、1フィールド前に読み出された画像信号を「-1」、1フィールド後に読み出される画像信号を「1」とする。

図16(B)に第2の歪補正部20の出力を示す。

第2の歪補正部22は、アナログフロントエンド7から入力される画像信号に対して、現フィールドメモリ15で必要となる画素領域のみの歪補正を行う。

ここで、第2の歪補正部22は、歪補正する画素領域を小さくすることによって、撮像素子6の出力と同一のフィールドで画像信号を第2の輪郭抽出部23に出力することができる。

10

【0087】

図16(C)に第1の歪補正部8の出力を示す。

第1の歪補正部8では画像の全領域を歪補正する。このため、1フィールドの歪補正処理時間が必要となる。

図16(D)に動きベクトルの検出タイミングを示す。

ここでは、矢印の左側に示す数字が示すフィールドと、矢印の右側に示す数字が示すフィールドとの間の動きベクトルを検出することを示している。

【0088】

動きベクトル演算部16は、図16(B)に示した第2の歪補正部22からの出力信号を現在のフィールドの信号とし、図16(C)に示した第1の補正部8からの出力信号を1フィールド前の信号として動きベクトルの検出を行っている。

20

このため、現在のフィールド期間であるフィールドF0において発生した動きベクトル"0-1"を現在のフィールドF0で検出する。この結果、動きベクトルの検出結果をフィールドバッグする場合でも応答速度の良い制御を行うことができる。

【0089】

なお、本実施形態は、第1の実施形態のように歪補正座標を歪補正座標記録部11に記録する場合だけでなく、第2の実施形態のように歪係数を用いて歪補正座標を歪補正座標算出部19で算出する場合にも適用することができる。

また、本実施形態において、第1の実施形態及び第2の実施形態のように画面の切り出し位置を変えて振れを補正する構成としてもよい。さらに、応答速度が遅くなる虞があるが、第1の実施形態及び第2の実施形態において、本実施形態のように光学的に振れを補正する構成としてもよい。

30

【0090】

(本発明の他の実施形態)

前述の実施形態の機能を実現するべく各種のデバイスを動作させるように、該各種デバイスと接続された装置又はシステム内のコンピュータに対し、前述の機能を実現するためのソフトウェアのプログラムコードを供給するものも、本発明の範疇に含まれる。そして、そのシステム又は装置のコンピュータ(CPUあるいはMPU)に格納されたプログラムに従って各種デバイスを動作させることによって実施したものも、本発明の範疇に含まれる。

40

【0091】

また、この場合、ソフトウェアのプログラムコード自体が前述の実施形態の機能を実現することになる。そして、そのプログラムコード自体、及びそのプログラムコードをコンピュータに供給するための手段、例えば、かかるプログラムコードを格納した記録媒体は本発明を構成する。かかるプログラムコードを記憶する記録媒体としては、例えばフレキシブルディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、磁気テープ、不揮発性のメモ리카ード、ROM、DVD等を用いることができる。

【0092】

また、プログラムコードがコンピュータにおいて稼働しているOS(オペレーティング

50

システム)あるいは他のアプリケーションソフト等と共同して前述の実施形態の機能が実現される場合にもかかるプログラムコードは本発明の実施形態に含まれる。

【0093】

さらに、供給されたプログラムコードをコンピュータの機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに格納する。その後、そのプログラムコードの指示に基づいてその機能拡張ボードや機能拡張ユニットに備わるCPU等が実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって上述した実施形態の機能が実現される場合にも本発明に含まれることは言うまでもない。

【0094】

なお、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。すなわち、本発明はその技術思想、また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。

【図面の簡単な説明】

【0095】

【図1】本発明の第1の実施形態を示し、撮像装置の構成の一例を示す図である。

【図2】本発明の第1の実施形態を示し、テスト画像と撮像装置の出力画像との一例を示す図である。

【図3】本発明の第1の実施形態を示し、歪補正座標記録部に設けられているテーブルの記録内容の一例を示す図である。

【図4】本発明の第1の実施形態を示し、歪曲収差のない理想座標と歪座標の一例を示す図である。

【図5】本発明の第1の実施形態を示し、メモリへのアクセス領域の一例を示す図である。

【図6】本発明の第1の実施形態を示し、動きベクトル検出の動作の一例を示すフローチャートである。

【図7】本発明の第1の実施形態を示し、歪補正座標記録部にテーブルを作成する際の動作の一例を説明するフローチャートである。

【図8】本発明の第2の実施形態を示し、画像信号に生じている歪曲収差の影響を補正する際の動作の一例について説明するフローチャートである。

【図9】本発明の第2の実施形態を示し、撮像装置の構成の一例を示す図である。

【図10】本発明の第2の実施形態を示し、光学中心に対応するテスト画像の中心から、テスト画像上の任意の点の座標までの距離と、光学中心に対応するテスト画像から、撮像装置の出力画像上の任意の点の座標までの距離との一例を示す図である。

【図11】本発明の第2の実施形態を示し、歪係数記録部に設けられているテーブルに記録される記録内容の一例を示す図である。

【図12】本発明の第2の実施形態を示し、歪補正記録部にテーブルを作成する際の動作の一例を説明するフローチャートである。

【図13】本発明の第2の実施形態を示し、歪補正座標を算出して画像信号に生じている歪曲収差の影響を補正する際の動作の一例について説明するフローチャートである。

【図14】本発明の第1の実施形態を示し、撮像装置の動作タイミングの一例を示す図である。

【図15】本発明の第3の実施形態を示し、撮像装置の構成の一例を示す図である。

【図16】本発明の第3の実施形態を示し、撮像装置の動作タイミングの一例を示す図である。

【図17】歪曲収差によって像ずれが生じた様子を概念的に示す図である。

【図18】結像位置によって被写体像が変形する様子を概念的に示す図である。

【符号の説明】

【0096】

1、4 固定レンズ

10

20

30

40

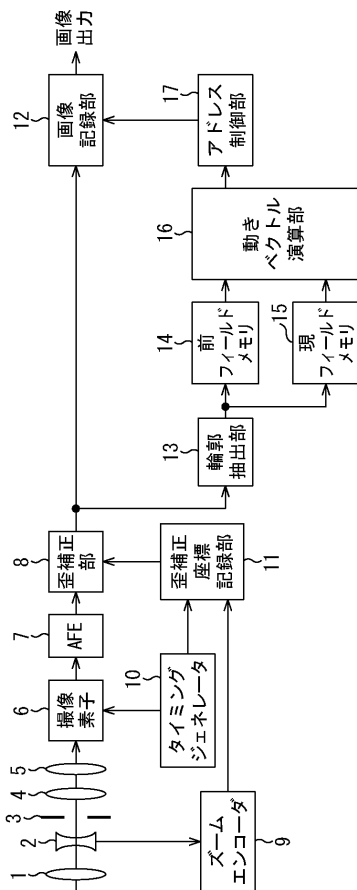
50

- 2 ズームレンズ
- 3 絞り
- 5 フォーカスレンズ
- 6 撮像素子
- 7 アナログフロントエンド
- 8 歪補正部
- 9 ズームエンコーダ
- 10 タイミングジェネレータ
- 11 歪補正座標記録部
- 12 画像記録部
- 13、21 輪郭抽出部
- 14 前フィールドメモリ
- 15 現フィールドメモリ
- 16 動きベクトル演算部
- 17 アドレス制御部
- 18 歪係数記録部
- 19 歪補正座標算出部
- 20 撮像装置側通信端子
- 21 交換式レンズ側通信端子
- 22 第2の歪補正部
- 23 第2の輪郭抽出部
- 24 可変頂角プリズム（VAP）
- 25 VAP制御部

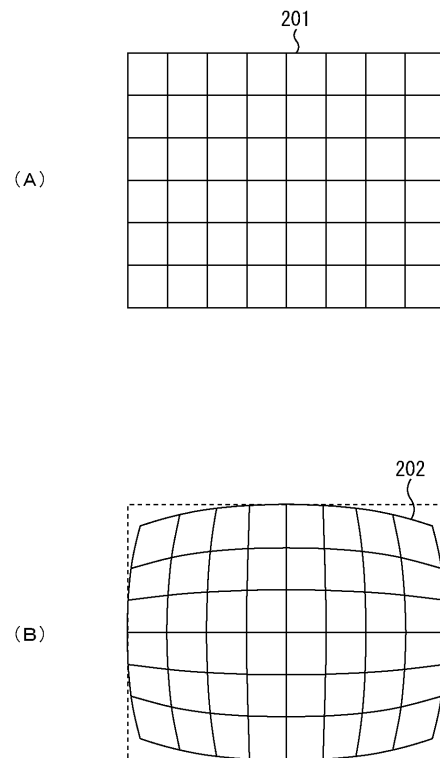
10

20

【図1】



【図2】

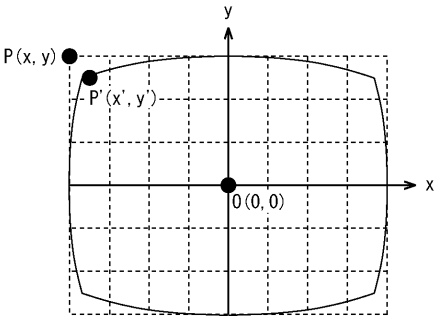


【図 3】

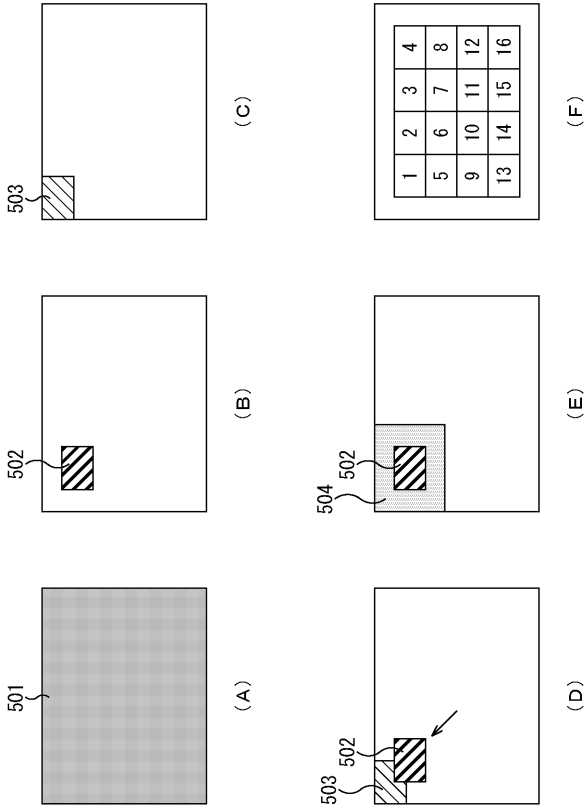
300

n	入力			出力		
	焦点距離 (mm)	水平座標 (x)	垂直座標 (y)	水平座標 (x')	垂直座標 (y')	
1	5	-40	30	-30	25	
	5	0	0	0	0	
	5	20	-15	16	-13	
2	10	-40	30	-27	23	
	10	0	0	0	0	
	10	20	-15	15	-12	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
n ₀	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	

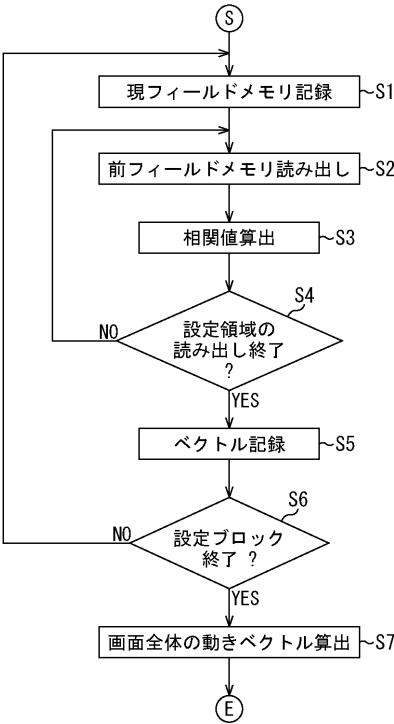
【図 4】



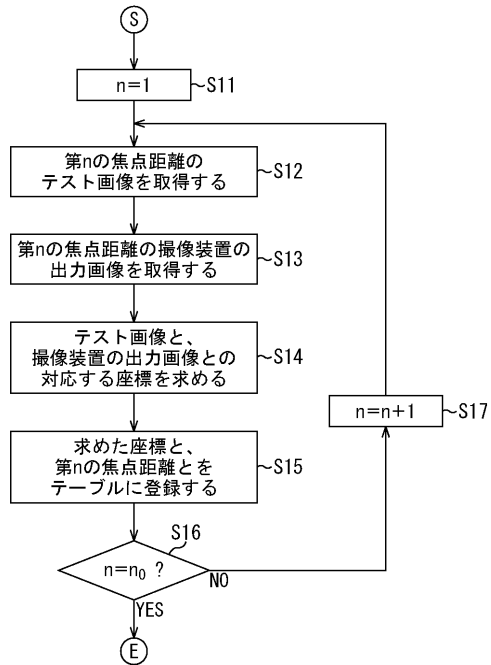
【図 5】



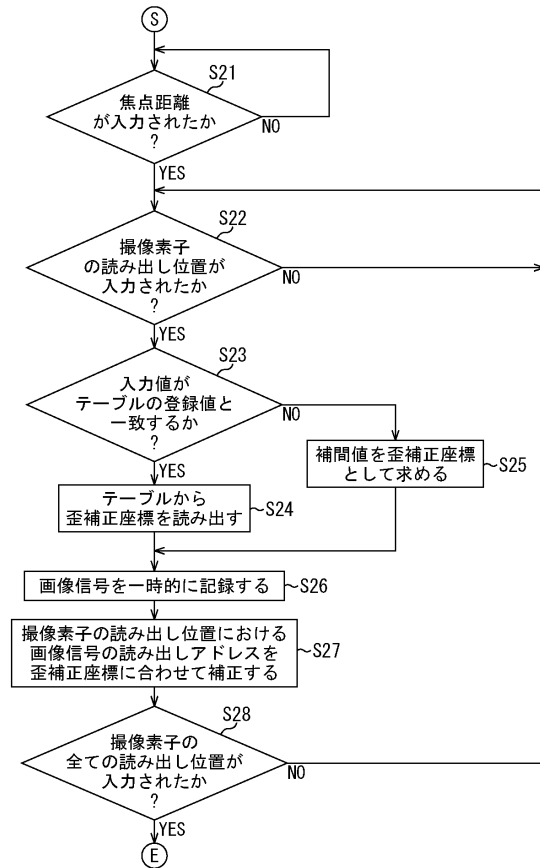
【図 6】



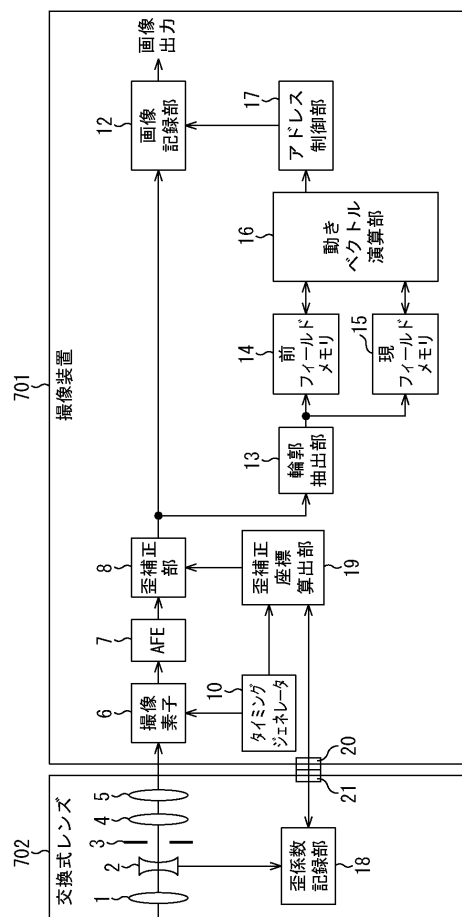
【 図 7 】



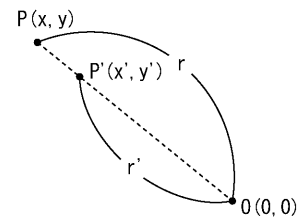
【 図 8 】



【 図 9 】



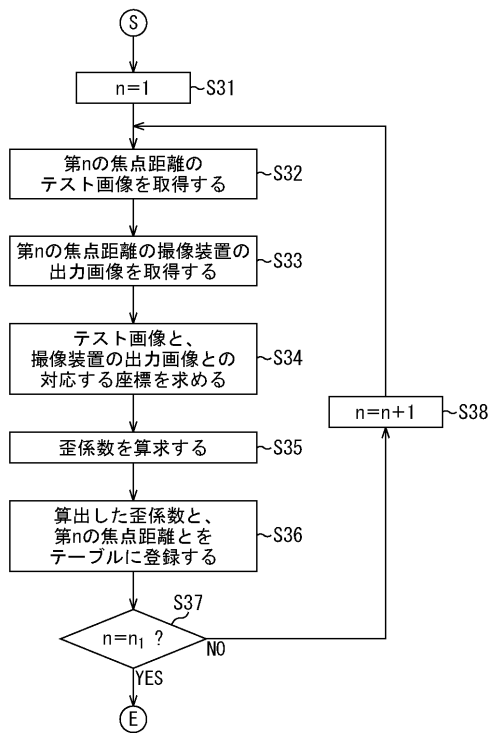
【 図 1 0 】



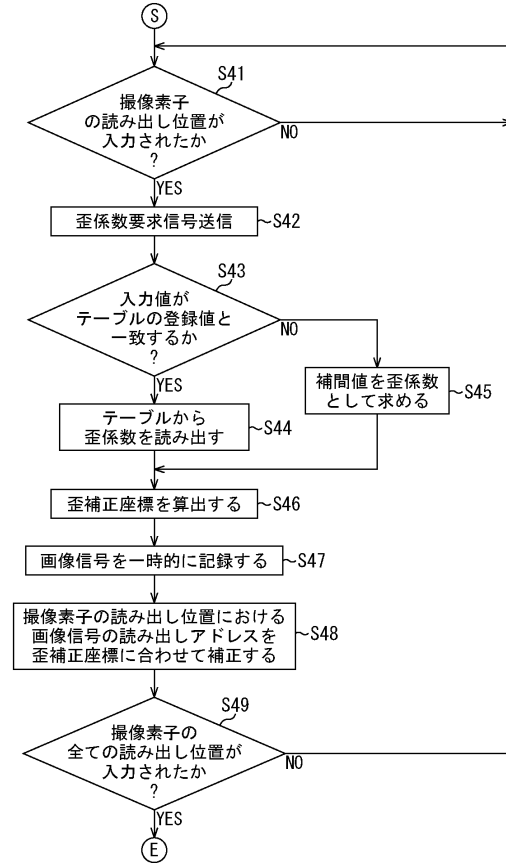
【 図 1 1 】

1100		
n	焦距距離	歪係數
1	5	-10^{-4}
2	10	-1.3×10^{-3}
\vdots	\vdots	\vdots
n_1	\dots	\dots

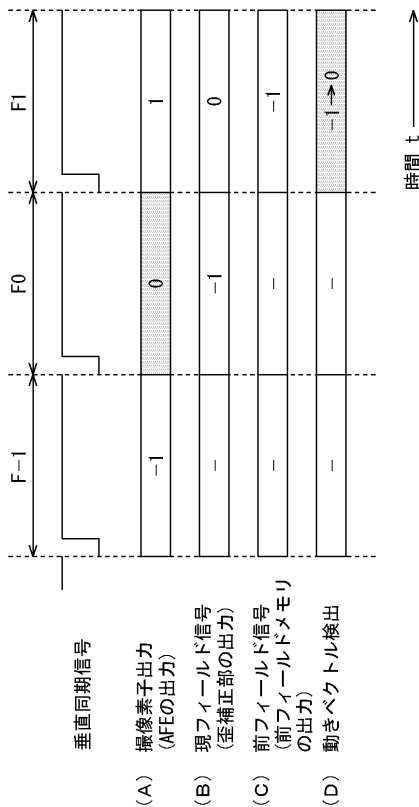
【図 12】



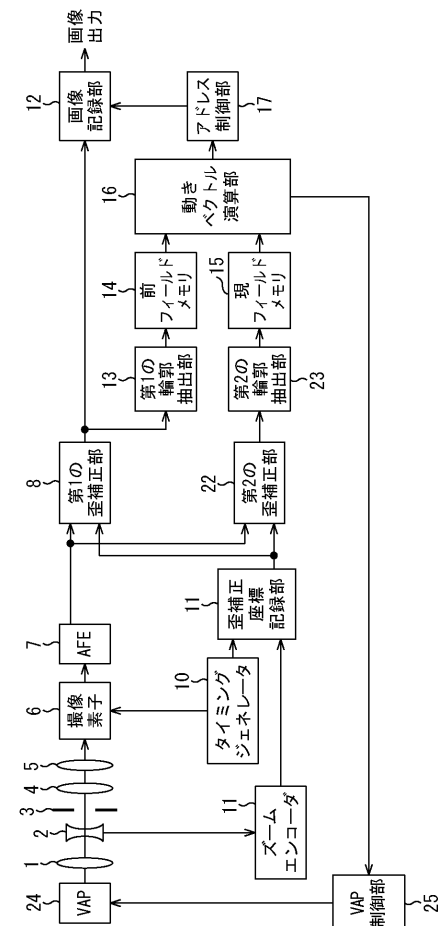
【図 13】



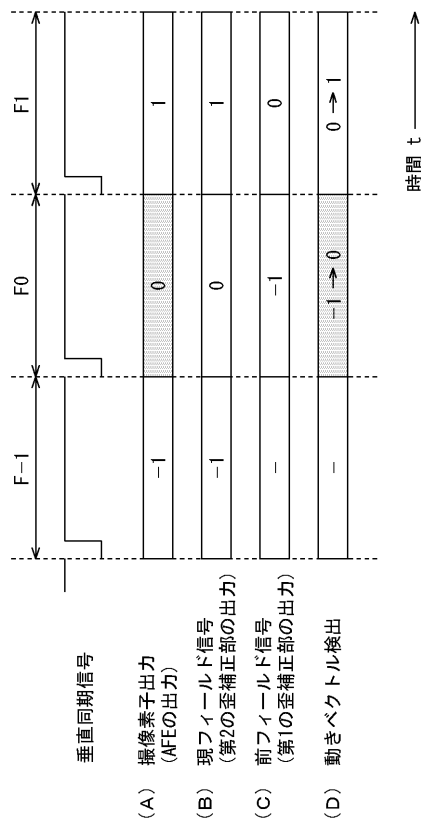
【図 14】



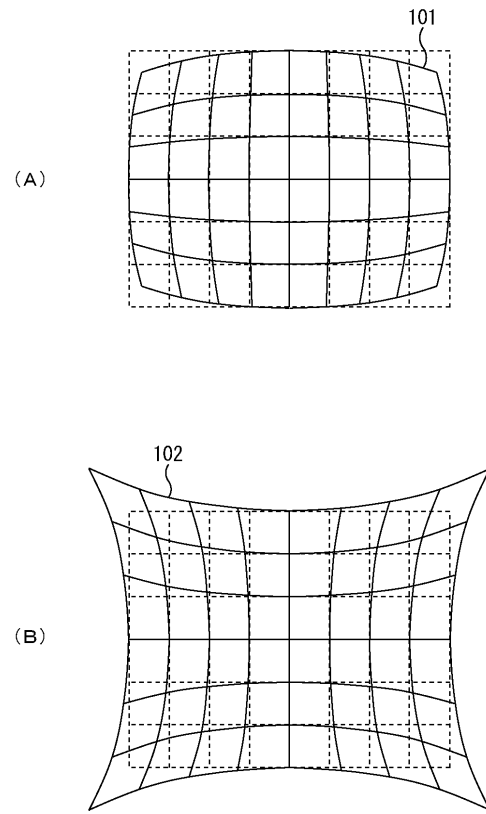
【図 15】



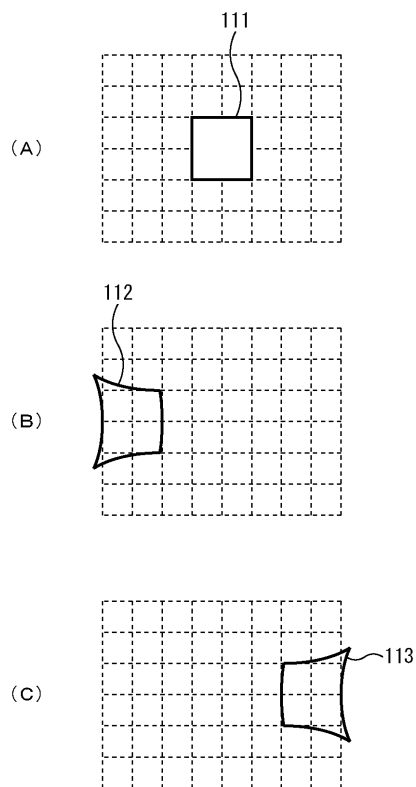
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平06-046311(JP,A)
特開平05-075913(JP,A)
特開平04-215378(JP,A)
特開2007-124088(JP,A)
特開平06-197261(JP,A)
特開2007-013430(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N	5/232
G02B	7/02
G02B	7/14
G03B	5/00