

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-4370

(P2010-4370A)

(43) 公開日 平成22年1月7日(2010.1.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H04N 5/232 (2006.01)	H04N 5/232 Z	5C122
G03B 5/00 (2006.01)	G03B 5/00 H	
	G03B 5/00 J	
	G03B 5/00 K	

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2008-162101 (P2008-162101)	(71) 出願人	000002185
(22) 出願日	平成20年6月20日 (2008. 6. 20)		ソニー株式会社
			東京都港区港南1丁目7番1号
		(74) 代理人	100067736
			弁理士 小池 晃
		(74) 代理人	100096677
			弁理士 伊賀 誠司
		(74) 代理人	100106781
			弁理士 藤井 稔也
		(74) 代理人	100113424
			弁理士 野口 信博
		(74) 代理人	100150898
			弁理士 祐成 篤哉

最終頁に続く

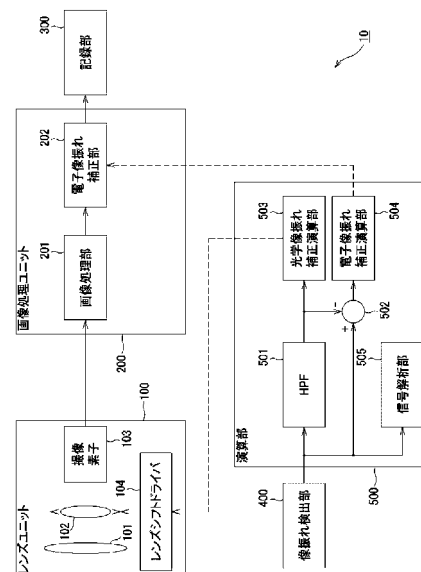
(54) 【発明の名称】 撮像装置、及び像振れ補正方法並びにプログラム

(57) 【要約】

【課題】 振幅の大きな像振れに対しても十分な補正余裕を確保することを可能にし、効率的な像振れ補正を行うことができる撮像装置を提供する。

【解決手段】 センサを用いて像振れ信号を検出し、検出した像振れ信号を周波数帯域別に分離し、分離した像振れ信号に基づいて、補正量を算出し、算出された補正量に基づいて像振れ補正処理を行う。周波数帯域別の分離に際しては、その像振れ信号を高周波成分と低周波成分とに分離し、分離された高周波成分の像振れ信号に基づき光学的に補正するための補正量を算出するとともに、分離された低周波成分の像振れ信号に基づき電氣的に補正するための補正量を算出し、各補正量に応じて、光学像振れ補正処理及び電子像振れ補正処理を施す。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被写体像を形成する撮像光学系と、

上記撮像光学系によって形成される被写体像を光電変換した撮像画像を読み出す撮像素子と、

動き検出センサを用いて像振れ信号を出力する像振れ検出部と、

上記像振れ信号に基づいて、光学的補正量と電子的補正量とからなる像振れ補正量を算出する演算部と、

上記撮像光学系の一部を構成する光学素子と上記撮像素子の少なくとも一方を移動させ、上記光学補正量に応じて、光学的に像振れを補正する光学像振れ補正部と、

上記撮像素子により読み出された撮像画像の像振れを上記電子的補正量に基づく画像処理により電子的に補正する電子像振れ補正部と

を備え、

上記演算部は、

上記像振れ信号を周波数帯域別に分離する分離部と、

上記分離部にて分離された像振れ信号の高周波成分に基づいて、上記光学的補正量を算出する光学像振れ補正演算部と、

上記分離部にて分離された像振れ信号の低周波成分に基づいて、上記電子的補正量を算出する電子像振れ補正演算部と備える撮像装置。

【請求項 2】

上記演算部は、さらに、検出された上記像振れ信号の振幅の大きさを解析する信号解析部を備え、

上記信号解析部は、解析した上記振幅の大きさに応じて、上記光学的補正量を変更する請求項 1 記載の撮像装置。

【請求項 3】

上記演算部は、さらに、補正限界制御部を備え、

上記補正限界制御部は、像振れ信号に基づいて上記光学像振れ補正演算部及び上記電子像振れ補正演算部にて算出された全補正量と光学像振れ補正限界量とを比較し、該算出された全補正量が該光学像振れ補正限界量以下の場合には、該像振れ信号に対して光学像振れ補正を優先的に施す請求項 1 又は 2 記載の撮像装置。

【請求項 4】

上記電子像振れ補正演算部は、上記撮像素子により読み出された撮像画像の複数分割された領域毎に補正量を算出する請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項記載の撮像装置。

【請求項 5】

上記撮像素子は、CMOS イメージセンサである請求項 4 記載の撮像装置。

【請求項 6】

動き検出センサを用いて検出された像振れ信号を高周波成分と低周波成分に分離する分離工程と、

上記高周波成分に基づいて光学的補正量を算出する光学的補正量算出工程と、

上記低周波成分に基づいて電子的補正量を算出する電子的補正量算出工程と、

上記光学的補正量に基づいて、光学的に像振れ補正処理を行う光学的像振れ補正工程と

、

上記電子的補正量に基づいて、電子的に像振れ補正処理を行う電子的像振れ補正工程とを有する像振れ補正方法。

【請求項 7】

動き検出センサを用いて検出された像振れ信号を高周波成分と低周波成分に分離する分離工程と、

上記高周波成分に基づいて光学的補正量を算出する光学的補正量算出工程と、

上記低周波成分に基づいて電子的補正量を算出する電子的補正量算出工程と、

上記光学的補正量に基づいて、光学的に像振れ補正処理を行う光学的像振れ補正工程と

、
上記電子的補正量に基づいて、電子的に像振れ補正処理を行う電子的像振れ補正工程とを有する像振れ補正方法をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、振動等によって生じた像振れを効率的に処理することができる撮像装置、及び像振れ補正方法並びにプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

10

デジタルカメラ等の撮像装置で撮像された画像は、画像撮像時にカメラ本体を保持する、例えばユーザの手が揺れることにより被写体像に振れ、いわゆる手振れが生じる場合がある。このため、デジタルカメラには、ユーザの手の動きを含め、カメラ本体に加えられた振動によって撮像画像に現れる被写体像の振れ（以下、「像振れ」という。）を補正する補正機能が組み込まれている。

【0003】

像振れ補正処理としては、従来より光学的像振れ補正処理や、電子的像振れ補正処理が知られており、これらの処理によって像振れをキャンセルすることで実現している。

【0004】

光学式像振れ補正処理は、角加速度センサなどでカメラ本体に加えられた振動を検出して、この検出結果に応じて被写体像を形成する撮像光学系内部に設けられたプリズムを回転させ、この撮像光学系の光軸方向を変化させることによって撮像素子の受光面に結像される像を移動して像振れを補正する処理である。また、電子式像振れ補正は、撮像画像に画像処理を施して、擬似的に像振れを補正する処理である。

20

【0005】

ところで、光学的像振れ補正処理または電子的像振れ補正処理のどちらかを採用して像振れ補正処理を施していた従来の撮像装置においては、検出した像振れ信号のうち、比較的振幅の小さな像振れに対しては、十分な補正余裕を確保して補正することが可能であった。しかしながら、例えば車等の移動体の中から撮像された場合に生じる振幅の大きな像振れに対しては、補正余裕を十分に確保することができない場合があり、効率的に像振れ補正を施すことができない場合があった。

30

【0006】

このような振幅の大きな像振れに対して補正処理を行うために、従来の撮像装置では、以下のようにして補正余裕を確保していた。すなわち、光学式像振れ補正を行う場合には、補正角を広げることによって補正余裕を確保し、一方電子式像振れ補正を行う場合には、補正余剰領域を広げることによって補正余裕を確保していた。

【0007】

しかしながら、光学式像振れ補正の場合、補正角を広げるようにすることで、レンズやアクチュエーターが大型化してしまい、それに伴って撮像装置自体が重量化し、さらに大型化したレンズをシフト駆動するために多くの電力を消費し、レンズを大きく振ることによって光学性能が劣化する等の種々の問題を発生させていた。

40

【0008】

また、電子式像振れ補正の場合では、補正余剰領域を広げることによって、実効領域が縮小し、それに伴って画像が劣化してしまい、また画像更新周期が長いことによって補正性能が劣化するといった問題を生じさせていた。

【0009】

これらの問題に対して、特許文献1の技術が提案されている。この特許文献1の技術は、光学式振れ補正と電子式振れ補正とを併用することによって、画質劣化のない振れ補正を実現させようとするものである。

【0010】

50

【特許文献１】特開平１１－１４６２６０号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１１】

しかしながら、特許文献１に記載された技術では、光学式振れ補正は角速度センサによる振れ検出に基づいて処理され、一方で電子式振れ補正は画像動き検出回路による検出に基づいて処理され、それぞれの補正手段は撮像装置内において独立して存在しているとともに、その振れ検出機構もそれぞれ独立して設けられているので、双方の処理の整合性を取った制御を行うことができない。このように、各処理が独立して行われる場合には、電力消費が増大するとともに、効率的な振れ補正を実現することができないという問題があった。

10

【００１２】

そこで、本発明は、このような実情に鑑みて提案されたものであり、振幅の大きな像振れに対しても十分な補正余裕を確保することを可能にし、効率的な像振れ補正を行うことができる撮像装置、及び像振れ補正方法並びにプログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１３】

上述した課題を解決するため、本発明における撮像装置は、被写体像を形成する撮像光学系と、上記撮像光学系によって形成される被写体像を光電変換した撮像画像を読み出す撮像素子と、動き検出センサを用いて像振れ信号を出力する像振れ検出部と、上記像振れ信号に基づいて、光学的補正量と電子的補正量とからなる像振れ補正量を算出する演算部と、上記撮像光学系の一部を構成する光学素子と上記撮像素子の少なくとも一方を移動させ、上記光学補正量に応じて、光学的に像振れを補正する光学像振れ補正部と、上記撮像素子により読み出された撮像画像の像振れを上記電子的補正量に基づく画像処理により電子的に補正する電子像振れ補正部とを備え、上記演算部は、上記像振れ信号を周波数帯域別に分離する分離部と、上記分離部にて分離された像振れ信号の高周波成分に基づいて、上記光学的補正量を算出する光学像振れ補正演算部と、上記分離部にて分離された像振れ信号の低周波成分に基づいて、上記電子的補正量を算出する電子像振れ補正演算部と備える。

20

【００１４】

また、上述した課題を解決するため、本発明における像振れ補正方法は、センサを用いて検出された像振れ信号を高周波成分と低周波成分に分離する分離工程と、上記高周波成分に基づいて光学的補正量を算出する光学的補正量算出工程と、上記低周波成分に基づいて電子的補正量を算出する電子的補正量算出工程と、上記光学的補正量に基づいて、光学的に像振れ補正処理を行う光学的像振れ補正工程と、上記電子的補正量に基づいて、電子的に像振れ補正処理を行う電子的像振れ補正工程とを有する。

30

【００１５】

また、本発明におけるプログラムは、センサを用いて検出された像振れ信号を高周波成分と低周波成分に分離する分離工程と、上記高周波成分に基づいて光学的補正量を算出する光学的補正量算出工程と、上記低周波成分に基づいて電子的補正量を算出する電子的補正量算出工程と、上記光学的補正量に基づいて、光学的に像振れ補正処理を行う光学的像振れ補正工程と、上記電子的補正量に基づいて、電子的に像振れ補正処理を行う電子的像振れ補正工程とからなる像振れ補正方法をコンピュータに実行させる。

40

【発明の効果】

【００１６】

本発明に係る撮像装置によれば、検出した像振れ信号を周波数帯域別に分離し、光学像振れ補正処理と電子像振れ補正処理とによる補正処理を施すことを可能にしているため、振幅の大きな像振れに対しても十分な補正余裕を確保できるとともに、振幅の小さな像振れに対しては光学像振れ補正処理を施すようにすることで、電力消費を最小限に抑え、画像劣化の少ない補正処理を施すことができる。

50

【発明を実施するための最良の形態】**【0017】**

以下、本実施の形態に係る撮像装置について、図面を参照にして詳細に説明する。

【0018】**<システム構成>**

図1は、本実施の形態に係る撮像装置のシステム構成を示す図である。この図1に示すように、この撮像装置100は、被写体像を形成してその被写体像に応じた画像信号を読み出すレンズユニット100と、レンズユニット100から読み出された画像信号に対して画像処理を施す画像処理ユニット200と、画像データを記録する記録部300と、動きを検出するセンサを用いて像振れ信号を検出する像振れ検出部400と、像振れ検出部400より検出された像振れを補正するための補正量を算出する演算部500とを備えている。

10

【0019】

レンズユニット100は、複数の光学素子と撮像素子とからなり、被写体像を撮像素子103の受光面に形成する撮像光学系である。このレンズユニット100は、レンズ101と、像振れ補正するためのシフト防振レンズ102と、レンズ101において結像された被写体像を光電変換して電気信号として取り込むための撮像素子103と、シフト防振レンズ102を制御するためのレンズシフトドライバ104とから構成され、その撮像素子103は、例えば、CCD (Charge Coupled Device) イメージセンサやCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサ等の固体撮像素子により構成されている。このような構成を有するレンズユニット100においては、結像された被写体像がデジタル信号に変換されて画像処理ユニット200に出力される。

20

【0020】

より具体的には、複数の光学素子からなるレンズ101は、被写体像を変倍可能に形成するズームレンズ群を有しており、被写体像を撮像素子103の受光面に形成していく。そして、撮像素子103は、レンズ101によって形成される被写体像を、その受光面上に配列した複数の画素で光電変換を行い、光電変換した電気信号をアナログ形式からデジタル形式に変換し、この変換したデジタル形式の撮像画像を画像処理ユニット200に供給する。

30

【0021】

このレンズユニット100において、後述する光学像振れ補正演算部503から出力された光学像振れ補正量に基づき、シフト防振レンズ102をレンズ101の光軸に対して直交する方向にシフトさせることで、装置に加えられた振動によって生じる像振れを光学的に補正する。なお、光学的な像振れ補正としては種々のものが知られており、例えば、撮像素子103の受光面をx方向及びy方向に移動させることで像振れを補正してもよい。また、シフト防振レンズ102の代わりにプリズムをレンズユニット100に設けて、このプリズムをx方向及びy方向を軸とした回転方向に移動することで像振れを補正するようにしてもよい。

【0022】

画像処理ユニット200は、レンズユニット100から出力されたデジタル画像信号に対して所定の画像処理を施す。この画像処理ユニット200は、画像処理部201と、像振れ補正部202とから構成されている。

40

【0023】

画像処理部201は、レンズユニット100における撮像素子103から出力されたデジタル信号を処理するためのもので、デジタルゲインによる明るさ、色、ガンマなどの画像処理を施し、後述する記録部300における記憶形式や、図示しない表示部の表示形式に応じたデータ形式に変換して、処理したデジタル信号を電子像振れ補正部202に供給する。電子像振れ補正部202は、電子的な像振れ補正処理を行うためのブロックであり、後述する電子像振れ補正演算部504より指示された像振れ補正量に応じて画像処理に

50

よる電子的な像振れ補正処理を施す。

【 0 0 2 4 】

なお、この画像処理ユニット 2 0 0 の説明において、画像処理部 2 0 1 によりデジタル信号に対して所定の画像処理を施した後に、電子像振れ補正部 2 0 2 に画像処理したデジタル信号を供給する例を挙げて説明したが、これに限られるものではなく、電子像振れ補正部 2 0 2 において補正処理を施した後に、画像処理部 2 0 1 において所定の画像処理を施すようにしてもよい。

【 0 0 2 5 】

記録部 3 0 0 は、画像処理ユニット 2 0 0 から供給されるデジタル画像信号を記録する。また、記録部 3 0 0 は、記憶しているデジタル画像信号を、例えば後述する演算部 5 0 0 からの制御命令に従って、画像処理ユニット 2 0 0 に読み出す処理も行う。

10

【 0 0 2 6 】

像振れ検出部 4 0 0 は、動き検出センサを用いて撮像装置に加振された像振れ信号を検出し、その像振れ信号を後述する演算部 5 0 0 に出力する。具体的に、像振れ検出部 4 0 0 は、撮像装置本体の動きを検出するために、角速度センサなどのセンサにより実現される。例えば、角速度を検出するジャイロセンサによって実現される場合、ピッチング方向、ヨーイング方向、それぞれの方向に加えられた角速度のデータに基づく振動量を検出し、検出した振動量に基づく像振れ信号をそれぞれ演算部 5 0 0 に供給する。なお、この像振れ検出部 4 0 0 は、加速度センサを用いて、撮像装置本体の動きを検出するようにしてもよい。

20

【 0 0 2 7 】

演算部 5 0 0 は、CPU (C e n t r a l P r o c e s s i n g U n i t) 等によって構成され、像振れ検出部 4 0 0 が検出した振動量に基づいて補正演算を行い、振れに伴う動きを補正するために像振れ補正量算出し、像振れ補正手段に対して補正量に関する指示を出力する。このような演算部 5 0 0 は、HPF 5 0 1 と、減算部 5 0 2 と、光学像振れ補正演算部 5 0 3 と、電子像振れ補正演算部 5 0 4 と、信号解析部 5 0 5 とから構成されている。

【 0 0 2 8 】

HPF 5 0 1 は、像振れ検出部 4 0 0 より出力された像振れ信号の高周波成分を抽出し、光学像振れ補正演算部 5 0 3 に出力する。

30

【 0 0 2 9 】

減算部 5 0 2 は、像振れ検出部 4 0 0 より出力された像振れ信号から HPF 5 0 1 によって出力された高周波成分を引き算することで、像振れ信号の低周波成分を抽出する。

【 0 0 3 0 】

光学像振れ補正演算部 5 0 3 は、HPF 5 0 1 の出力値に基づいて、像振れ補正量を演算し、レンズユニット 1 0 0 におけるレンズシフトドライバ 1 0 4 に対してその像振れ補正量を出力する。

【 0 0 3 1 】

電子像振れ補正演算部 5 0 4 は、減算部 5 0 2 の出力値に基づいて、像振れ補正用を使用する余剰領域を用いて有効領域内において実行領域を移動させるための像振れ補正量を演算し、画像処理ユニットにおける像振れ補正部 2 0 2 に対して出力する。

40

【 0 0 3 2 】

信号解析部 5 0 5 は、像振れ検出部 4 0 0 から出力された像振れ信号の特徴を解析し、レンズシフトドライバ 1 0 4 に対して指示する。具体的には、像振れ信号の振幅の大きさ等の振幅状態の確認を行い、例えば、大振幅であった場合には、レンズシフトドライバ 1 0 4 の電力を増やし、補正角を十分大きく確保するように制御することを可能にしている。このように像振れ信号の振幅の大きさを解析して、その像振れ信号の振幅状態に基づく光学補正処理を施すようにすることで、電力量等の制御を行い、消費電力量を低減させることができる。詳しくは後述する。

【 0 0 3 3 】

50

このような構成からなる本実施の形態に係る撮像装置 10 の各処理部は、以下のような動作周波数で動作させることができる。すなわち、像振れ検出部 400 の動作周波数は、像振れ信号の高周波成分よりも高い周波数以上でサンプリングを行い、これにより、精度高く像振れ信号を検出することを可能にする。また、HPF 501 のカットオフ周波数は、シフト防振レンズ 102 の可動範囲と像振れにおける周波数特性から、高周波成分の振幅がシフト防振レンズ 102 の可動範囲に収まる振幅の周波数に設定される。また、光学像振れ補正演算部 503 の動作周波数は、像振れ信号の高周波成分よりも高い周波数で動作する。さらに、電子像振れ補正演算部 504 の動作周波数は、補正周波数が画像更新周波数 (NTSC (National TV Standards Committee) 方式: 60 Hz、PAL (Phase Alternating Line) 方式: 50 Hz) であり、露光中心に像振れ信号のサンプリングポイントを合致させるために、画像更新周波数以上で動作させる。

【0034】

具体的に、上記の動作周波数条件を満たす周波数例としては、例えば、像振れ検出部 400 は像振れ信号の周波数成分よりも十分高い 4 kHz で動作させ、HPF 501 のカットオフ周波数は高周波成分の振幅がシフト防振レンズ 102 の可動範囲に収まる周波数である 2 Hz で動作させる。また、光学像振れ補正演算部 503 は像振れ検出部 400 と同じ 4 kHz で動作させ、そして、電子像振れ補正演算部 504 は画像更新周波数よりも高く、露光中心のサンプリングポイントに合わせるために必要な周波数である 1 kHz で動作させる。なお、この動作周波数条件は、一例であり、当然これに限られるものではない。

【0035】

このように、本実施の形態に係る撮像装置 10 においては、像振れ検出部 400 にて検出した像振れ信号を、演算部 500 において高周波成分と低周波成分とに分離し、分離した各周波数帯域の像振れ信号毎にそれぞれ補正演算して、像振れ補正処理を施すようにしている。具体的には、分離した像振れ信号のうち、高周波成分の像振れ信号に基づいて光学的補正量を算出し、算出した光学的補正量に応じて光学的に像振れを補正する。一方で、分離した像振れ信号のうち、低周波成分の像振れ信号に基づいて電子的補正量を算出し、算出した電子的補正量に応じて電子的に像振れを補正する。

【0036】

ここで、図 2 に、一般的に取得される、像振れ信号の周波数とその像振れ周波数の像振れ振幅との関係性についての一例を示す。また、図 3 に、像振れ信号とその周波数成分毎の波形を示す。

【0037】

この図 2 及び図 3 から判るように、一般的に、像振れ信号のうちの高周波成分の振幅は小さく、低周波成分の振幅は大きくなっている。すなわち、振幅の大きな像振れ信号は低周波帯域に偏っていることが判る。

【0038】

上述したように、例えば、光学像振れ補正によって全ての周波数帯域に亘る像振れをキャンセルさせようとする場合、補正角を広げて、振幅の大きな像振れにも対応可能なように補正余裕を確保することによって対応させることができる。しかしながら、この場合には、レンズやアクチュエーターが大型化し、それに伴って重量が増加するとともに、レンズを駆動するための消費電力が増大する。また、レンズを大きく振ることによって光学性能が劣化等の種々の問題が発生し、効率的な像振れ補正を実現することが難しくなる。

【0039】

一方で、電子像振れ補正によって全ての周波数帯域にわたる像振れをキャンセルさせようとする場合、補正余剰領域を広げて、振幅の大きな像振れにも対応可能なように補正余裕を確保することによって対応させることができる。しかしながら、この場合では、実効領域の縮小による画像劣化、画像更新周期が長いことによる補正性能の劣化等により、効果的な像振れ補正を実現させることがやはり難しい。

【0040】

10

20

30

40

50

そこで、本実施の形態に係る撮像装置 10 においては、上述したように、装置に加えられた動きや振動によって生じた像振れに対して、光学像振れ補正処理と電子像振れ補正処理を施すようにしている。これにより、光学補正処理または電子補正処理の単独で像振れ補正処理を行うよりも、それぞれ少ない補正余裕を確保するだけで、大振幅の像振れに対しても十分な補正余裕を確保することができる。そして、従来生じていた装置の大型化や画像劣化といった問題をなくすことが可能となる。

【0041】

さらに、本実施の形態に係る撮像装置 10 においては、像振れ信号に対して光学像振れ補正処理と電子像振れ補正処理とを施すにあたり、像振れ信号の周波数帯域別に補正方式を区別するようにしている。すなわち、像振れ検出部 400 において検出した像振れ信号を高周波成分と低周波成分とに分離し、高周波成分の像振れ信号に対しては算出した光学像振れ補正量に応じて光学像振れ補正処理を施し、低周波成分の像振れ信号に対しては算出した電子像振れ補正量に応じて電子像振れ補正処理を施すようにしている。

【0042】

高周波成分からなる像振れ信号を光学像振れ補正によって処理する理由としては、高周波に対する像振れ補正特性の優位性にある。すなわち、電子像振れ補正処理を実行する電子像振れ補正部 202 は、その放送方式 (NTSC 方式または PAL 方式等) に強く依存するために、画像更新周期 (NTSC 方式では 60 Hz、PAL 方式では 50 Hz) より高い周波数の補正が不可能となる。それに対して、レンズシフトドライバ 104 は、その放送方式に依存しないため、高周波で補正駆動させることが可能となっている。したがって、このことから、像振れ信号のうち、高周波帯域にあるものに対しては光学像振れ補正処理を施し、低周波帯域にあるものに対しては電子像振れ補正処理を施すようにしている。

【0043】

このように、像振れ信号を高周波成分と低周波成分とに分離し、像振れ信号の周波数特性に合わせて補正処理を施すことにより、周波数特性に合った像振れ補正処理を施すことが可能となり、効果的な像振れ補正を実現することができる。

【0044】

また、詳しくは後述するが、撮像装置内に光学像振れ補正処理と電子像振れ補正処理との両方が可能となるようにした場合においても、光学像振れ補正部と電子像振れ補正部とを、その装置内において独立して存在させている場合、双方の補正処理の整合性をとるのが難しく、所望とする像振れ補正結果が得られないという問題が発生する。

【0045】

しかしながら、本実施の形態に係る撮像装置 10 においては、像振れ検出部 400 からの像振れ信号を、像振れ検出部と像振れ演算部とが一元管理可能のように構成された演算部 500 に出力して、各補正処理量を算出するようにしているので、光学像振れ補正部と電子像振れ補正部の双方の整合性をとることが容易になり、所望の像振れ補正結果を得易くすることができる。

【0046】

以下では、さらに詳細に上記構成を有する撮像装置 10 の像振れ補正処理について説明をしていく。

【0047】

< 光学像振れ補正処理 >

まず、本実施の形態に係る撮像装置 10 における光学像振れ補正処理について図 4 を参照にして説明する。図 4 は、光学像振れ補正量演算の処理を説明するための処理フローである。

【0048】

本実施の形態に係る撮像装置 10 は、上述したように、像振れ検出部 400 において検出された像振れ信号を演算部 500 に出力し、その像振れ信号を H P F 501 に通過させて高周波成分の像振れ信号を抽出する。そして、抽出した高周波成分の像振れ信号は光学像振れ補正演算部 503 に出力され、この光学像振れ補正演算部 503 は、まずステップ

S 1 0 1において、抽出した高周波成分からなる像振れ信号から角速度を取得する。

【 0 0 4 9 】

具体的には、例えば、像振れ検出部 4 0 0 においてジャイロセンサ等の角速度センサを用いた場合、この角速度センサは撮像装置本体の x 方向の移動を検出する x 方向移動検出センサと、 y 方向の移動を検出する y 方向移動検出センサとからなっており、これらの移動検出センサによって、 x 方向及び y 方向の位置移動量が検出され、光学像振れ補正演算部 5 0 3 は、この位置移動量から角速度を取得する。なお、像振れ検出部 4 0 0 に用いられる像振れ検出センサは、角速度センサには限られず、例えば 3 軸の加速度センサを用いるようにしてもよい。

【 0 0 5 0 】

このようにして、ステップ S 1 0 1 にて抽出した高周波成分からなる像振れ信号の角速度を取得すると、光学像振れ補正演算部 5 0 3 は、次にステップ S 1 0 2 において、下記に示す式のように、その取得した角速度を時間積分することによって補正角度を算出する。

補正角度 = $\int$ 角速度 d t

【 0 0 5 1 】

そして、ステップ S 1 0 2 にて補正角度を算出すると、次に、ステップ S 1 0 3 において、算出した補正角度の情報を、レンズユニット 1 0 0 におけるレンズシフトドライバ 1 0 4 に対して供給することで補正角を指示する。

【 0 0 5 2 】

このような光学像振れ補正処理のフローにより、 H P F 5 0 1 より出力された像振れの高周波成分は、光学像振れ補正演算部 5 0 3 により角速度から補正角度が決定され、その補正角度をレンズシフトドライバ 1 0 4 に対して指示し、その結果、撮像素子 1 0 3 は像振れの高周波成分が打ち消された状態で露光されるようになる。

【 0 0 5 3 】

具体的には、撮像装置 1 0 では、上述のようにして、装置本体に加えられた振動を検出し、この検出結果に応じて、レンズシフトドライバ 1 0 4 の制御のもとにシフト防振レンズ 1 0 2 をレンズ 1 0 1 の光軸に対して直交する方向に移動させることで、この装置に加えられた振動によって生じる像振れを光学的に補正する。

【 0 0 5 4 】

すなわち、撮像装置 1 0 は、レンズユニット 1 0 0 の光軸を変化させ撮像素子 1 0 3 の受光面上で被写体像の移動がなくなるように制御する。

【 0 0 5 5 】

なお、上述した光学像振れ補正処理に関わらず、撮像装置 1 0 は、次のような補正処理を行うようにしてもよい。すなわち、撮像装置 1 0 は、撮像素子 1 0 3 の受光面を x 方向及び y 方向に移動させることで像振れを補正してもよい。このように撮像素子 1 0 3 を移動させて像振れを補正する場合には、レンズユニット 1 0 0 の光軸を固定した状態で撮像素子 1 0 3 の受光面上で被写体像の移動がなくなるように制御する。また、撮像装置 1 0 は、シフト防振レンズ 1 0 2 の代わりにプリズムをレンズユニット 1 0 0 に設けて、このプリズムを x 方向及び y 方向を軸とした回転方向に移動することで像振れを補正するようにしてもよい。同様にして撮像装置 1 0 は、撮像素子 1 0 3 を x 方向及び y 方向を軸とした回転方向に移動することで像振れを光学的に補正するようにしてもよい。

【 0 0 5 6 】

< 光学補正角範囲の制御 >

ところで、上述したように、本実施の形態に係る撮像装置 1 0 は、 H P F 5 0 1 抽出した高周波帯域にある像振れ信号に対しては光学像振れ補正処理を施すようにしているが、その高周波帯域に存在する像振れ信号のうちでも、振幅の大小に違いがあり、その振幅の大きさによって適切なレンズユニット 1 0 0 の制御を行うことが好ましい。それにより、必要最小限の電力量で光学像振れ補正処理を施すことを可能にし、電子消費を抑えることができる。そこで、本実施の形態に係る撮像装置 1 0 においては、演算部 5 0 0 に信号解

10

20

30

40

50

析部 505 を備えており、撮像装置 10 に生じた像振れ信号の振幅の大小等に関する特徴を解析し、その解析情報を用いて補正角範囲を決定するようにしている。以下では、詳細に、この光学補正角範囲の制御機構について説明する。

【0057】

図 5 は、本実施の形態に係る撮像装置 10 の、光学像振れ補正処理の補正角の制御について説明するための制御フローである。

【0058】

本実施の形態に係る撮像装置 10 は、上述したように、像振れ検出部 400 において、撮像装置 10 に加えられた振動によって生じた像振れを検出すると、その像振れ信号を演算部 500 に出力し、HPF 501 を通過させて像振れ信号を高周波成分と低周波成分に分離して周波数帯域毎に補正量を算出するが、このとき、本実施の形態に係る撮像装置 10 は、まずステップ S201 において、検出した像振れ信号を信号解析部 505 にも出力し、その信号解析部 505 にて像振れ信号の解析を行う。

【0059】

具体的には、例えば、高速フーリエ変換 (FFT: Fast Fourier Transform) 等の周波数解析を行い、例えば、高周波成分が高い場合には歩行中の状態や車等の移動体中に居る状態であると判断し、また低周波成分が高い場合にはパンやチルト状態であると判断する。

【0060】

このように、まず信号解析部 505 において、検出された像振れ信号から、その像振れ信号の状態を解析すると、次に、ステップ S202 において、その解析した状態に応じて、像振れの振幅が大きいかな否かを判断する。

【0061】

具体的には、例えば、歩行中状態であると判断された場合には、検出した像振れの振幅が大きい状態 (大振幅状態) であると判断する。そして、このステップ S202 において、大振幅状態であると判断されると (ステップ S202 にて YES: Y の場合)、ステップ S203 に進む。一方で、ステップ S202 において、大振幅状態ではないと判断されると (ステップ S202 にて NO: N の場合)、ステップ S204 に進む。

【0062】

ステップ S202 にて、大振幅状態にあると判断されると、次に、ステップ S203 において、検出された大振幅の像振れ信号に対応した光学像振れ補正処理を可能にするために、光学補正範囲を拡大する。

【0063】

一方、ステップ S202 にて、大振幅状態ではないと判断されると、次に、ステップ S204 に進み、光学補正範囲を縮小するような補正処理を可能にする。

【0064】

具体的に、ステップ S203 またはステップ S204 にて、それぞれ光学補正範囲を拡大または光学補正範囲を縮小する処理について、図 6 を参照にして説明する。なお、この図 6 は、本実施の形態に係る撮像装置 10 の他の構成例の一例を表すブロック図であり、この図中の構成において、図 1 の撮像装置 10 に示した同一の符号番号から構成されるものは同一の処理を行うものであり、ここではその説明は省略する。この図 6 に示すように、撮像装置 10 の演算部 500 には、図 1 を参照にして上で説明した構成の他に、さらに、レンズシフトドライバ指示部 507 を備えている。なお、図 6 中のリミット制御部 506 と電子補正指示部 508 に関しては、後述する。

【0065】

ステップ S203 においては、HPF 501 を通過した高周波成分からなる像振れ信号に基づいて光学像振れ補正演算部 503 にて光学像振れ補正量が算出されるとともに、検出した像振れ信号の特徴を解析した信号解析部 505 から大振幅信号であるとの情報がレンズシフトドライバ指示部 507 に出力される。そして、レンズシフトドライバ指示部 507 は、光学像振れ補正演算部 503 にて算出された補正量と、その信号解析部 505

10

20

30

40

50

から供給された情報とに基づいて、光学補正角範囲を拡大するように、レンズユニット 100 のレンズシフトドライバ 104 に指示する。このようにして、像振れ信号が大振幅であると判断された場合には、信号解析部 505 からのその情報に基づいて、光学補正範囲を拡大するようにしている。

【0066】

また、ステップ S204 においては、上述したように、光学像振れ補正演算部 503 にて光学像振れ補正量が算出されるとともに、検出した像振れ信号の特徴を解析した信号解析部 505 からの小振幅信号であるとの情報がレンズシフトドライバ指示部 507 に出力される。そして、レンズシフトドライバ指示部 507 は、光学像振れ補正演算部 503 にて算出された補正量と、その信号解析部 505 から供給された情報とに基づいて、光学補正角範囲を縮小するように、レンズユニット 100 のレンズシフトドライバ 104 に指示する。このようにして、像振れ信号が小振幅であると判断された場合には、信号解析部 505 からのその情報に基づいて、光学補正範囲を縮小するようにしている。

【0067】

このようにして、信号解析部 505 での信号解析に基づいて、光学補正範囲を変化させるように制御すると、処理を終了する。

【0068】

以上、図 5 の制御フロー及び図 6 のブロック図の一例を用いて説明したように、本実施の形態に係る撮像装置 10 は、演算部 500 に信号解析部 505 を備えており、この信号解析部 505 は検出された像振れ信号の振幅の大きさを解析し、その振幅の大きさに関する情報をレンズシフトドライバ指示部 507 に供給する。そして、その振幅の大きさに関する情報と光学像振れ補正演算部 503 にて算出された補正量とを受けたレンズシフトドライバ指示部 507 は、レンズユニット 100 におけるレンズシフトドライバ 104 をそれらの情報を指示して制御させるようにしている。これにより、小振幅状態ではレンズシフトドライバ 104 からの指示によりシフト防振レンズ 102 の動きを抑えて電力消費を抑え、必要最小限の電力で像振れ補正処理を施すことができるようにしている。

【0069】

また、このように信号解析部 505 からの特徴情報に基づいて補正量を算出するようにすることで、より精度の高い光学像振れ補正を実現することができる。

【0070】

なお、上述の説明においては、演算部 500 における信号解析部 505 で解析した特徴情報は、レンズシフトドライバ指示部 507 に出力され、その特徴情報及び光学像振れ補正演算部 503 にて算出された補正量に基づいて、レンズシフトドライバ指示部 507 がレンズシフトドライバ 104 に補正角範囲を指示して制御する例について説明したが、これに限られるものではない。例えば、この信号解析部 505 において解析した信号情報は、光学像振れ補正演算部 503 に出力されるようにして、光学像振れ補正演算部 503 はその入力された信号解析結果に基づいて補正量を算出し、レンズシフトドライバ 104 を制御して補正範囲を変化させるように構成してもよい。

【0071】

< 電子像振れ補正処理 >

次に、電子像振れ補正の処理について説明する。図 7 は、電子像振れ補正量演算の処理を説明するための処理フローである。また、図 8 は、撮像面上の実行領域、有効領域及び余剰領域を示す図である。

【0072】

本実施の形態に係る撮像装置 10 は、上述したように、像振れ検出部 400 において検出された像振れ信号を演算部 500 に出力し、その像振れ信号から、HPF 501 に通過させて抽出された高周波成分の像振れ信号を減算部 502 を介して減算することによって低周波成分からなる像振れ信号を抽出する。そして、抽出した高周波成分の像振れ信号は電子像振れ補正演算部 504 に出力され、この電子像振れ補正演算部 504 は、まずステップ S301 において、抽出した低周波成分からなる像振れ信号から角速度を取得する。

【 0 0 7 3 】

具体的には、上述した光学像振れ補正処理におけるジャイロセンサ等の角速度センサと同様に、x方向及びy方向の位置移動量が検出され、電子像振れ補正演算部504は、この位置移動量から角速度を取得する。

【 0 0 7 4 】

このようにして、ステップS301にて抽出した低周波成分からなる像振れ信号の角速度を取得すると、電子像振れ補正演算部504は、次にステップS302において、下記に示す式のように、その取得した角速度を時間積分することによって補正角度を算出する。

$$\text{補正角度} = \int \text{角速度} \, dt$$

10

【 0 0 7 5 】

そして、ステップS302にて補正角を算出すると、電子像振れ補正演算部504は、次にステップS303において、下記に示す式に基づき、算出した補正角度を補正画素に変換する。電子像振れ補正処理の場合は、補正単位が補正角度ではなく補正画素であるので、算出した補正角度から補正が画素に変換することが必要となる。

$$\text{補正画素} = f(\text{補正角度})$$

【 0 0 7 6 】

この補正画素を算出する関係式の一例としては、例えば、像振れ信号の角速度から算出した補正角度が微小である場合には、下記に示す数式等により算出することができるが、当然これに限られるものではない。

20

$$\text{補正画素} = \text{補正角度} \times \text{光学倍率}$$

【 0 0 7 7 】

このようにして、電子像振れ補正演算部504は、ステップS303にて補正角度から補正画素を算出すると、ステップS304において、算出した補正画素を、画像処理ユニット200における像振れ補正部202に対して指示する。

【 0 0 7 8 】

このような電子像振れ補正処理のフローにより、減算部502より出力された像振れの低周波成分は、電子像振れ補正演算部504により補正画素が決定され、電子像振れ補正演算部504はその補正画素を像振れ補正部202に対して指示する。そして、像振れ補正部202において、その供給された補正画素に基づいて算出した補正ベクトルにより、記録部300に像振れの低周波成分が打ち消された状態で画像が記録される。

30

【 0 0 7 9 】

より具体的に説明すると、検出した低周波成分の像振れ信号から算出された補正画素に基づいて補正ベクトルが生成されると、図8に示す余剰領域を用いて、有効領域の範囲内で像振れによって移動した実行領域を、その補正ベクトルに従って移動させる。これにより、記録部300に像振れの低周波成分が打ち消された状態で画像が記録される。なお、本明細書においては、図8で示す有効領域とは、撮像面上の全領域を意味し、実行領域とは、像振れ補正で抽出する有効領域の一部分を意味し、また余剰領域とは、像振れ補正に使用するための領域を意味するものとする。

【 0 0 8 0 】

40

本実施の形態に係る撮像装置10は、この電子像振れ補正と、上で説明した光学像振れ補正と組み合わせることで、高周波成分からなる像振れと低周波成分からなる像振れの両方を打ち消した状態で記録することができる。例えば、車等の移動体から撮像したときに生じる大振幅からなる低周波成分からなる像振れに、ユーザの手振れ等による小振幅からなる像振れが混合したような場合では、それぞれの周波数帯域からなる像振れを精度高く補正処理することが可能となる。

【 0 0 8 1 】

このように、光学像振れ補正と電子像振れ補正とを組み合わせることによって、振幅の大きな像振れに対しても、補正余裕を十分に確保することができ、効果的な像振れ補正を実現することができる。

50

【 0 0 8 2 】

また、電子像振れ補正処理では補正することができない露光中の像振れに対しても、光学像振れ補正処理を併用することで補正することが可能となる。

【 0 0 8 3 】

ところで、上述したように、本実施の形態に係る撮像装置 1 0 では、高周波成分からなる像振れ信号に対しては光学像振れ補正処理を施し、低周波成分に対しては電子像振れ補正処理を施すようにしているが、像振れ信号の低周波成分を電子像振れ補正にて処理する場合には、その用いる撮像素子の読み出し方式の違いにより、補正処理にも違いが生じる。

【 0 0 8 4 】

以下では、本実施の形態に係る撮像装置 1 0 の、撮像素子別による電子像振れ補正処理について説明していく。

【 0 0 8 5 】

< 撮像素子別の補正処理 >

本実施の形態に係る撮像装置 1 0 では、その撮像素子 1 0 3 として、C C D センサや C M O S センサのどちらを用いるようにしてもよいが、C C D センサと C M O S センサでは読み出し方式が異なるため、露光タイミングがそれぞれ異なり、各撮像素子に適合した制御を行う必要がある。

【 0 0 8 6 】

具体的には、C C D センサは、読み出し方式が電荷転送型の固体撮像素子であり、この C C D センサの場合には、全画素を同時期に露光して、画素データを読み出すことが可能となっている。そして、この C C D センサを用いた像振れ補正処理においては、全ての画素の露光期間が等しく、画像の歪みが生じないために、像振れによる影響を低減させるための処理を実行する上で必要とされる像振れ補正量は、1 フィールドまたは 1 フレーム内で得られた像振れ情報に基づいて算出された単一の値を用いて処理することができる。

【 0 0 8 7 】

図 9 は、C C D センサの像振れ補正処理タイミングを示すものである。上述したように、撮像素子として C C D センサを用いた場合の電子像振れ補正処理は、全画素の像振れ補正量が同じであるため、画像更新周期に 1 回のみ補正処理が動作する。

【 0 0 8 8 】

これに対して、C M O S センサは、読み出し方式が 2 次元アドレス型の固体撮像素子であり、1 画素単位あるいは 1 ライン単位で順番に読み出されるようになっている。

【 0 0 8 9 】

さらに詳細にライン単位で読み出しを行う撮像素子である C M O S センサについて図 1 0 を参照にして説明する。図 1 0 は、C M O S センサのライン毎の読み出しのずれについて説明するための図である。ここでは、全画素の読出し周期が $1/T$ 秒で、1 画素がライン y_0 乃至ライン y_2 で構成される C M O S センサの場合を例に挙げて説明する。なお、説明の便宜上、図 1 0 (B) では 1 画面中におけるライン y_0 、ライン y_1 、ライン y_2 の 3 つのラインを抽出し、各ライン毎の電荷蓄積の様子と読み出しタイミングのずれについて示す。

【 0 0 9 0 】

この図 1 0 (B) を参照すると、ライン y_0 の露光期間は、開始時刻が時刻 t_1 であり、終了時刻が時刻 t_2 である。ライン y_1 の露光期間の終了時間は、時刻 t_3 であり、ライン y_2 の露光期間の終了時間は、時刻 t_4 である。

【 0 0 9 1 】

時刻 t_2 と時刻 t_3 との時間差は時間差 Δt であり、時刻 t_3 と時刻 t_4 の時間差は時間差 Δt である。すなわち、露光期間は、1 ライン毎に時間差が時間差 Δt だけ生じることになる。したがって、画面の一番上のライン y_0 と一番下のライン y_2 とでは、この場合、露光期間に $1/T$ 秒に近い時間差が発生することになる。このように、1 画像を読み出す際、一番上のライン y_0 と一番下のライン y_2 とでは露光期間に $1/T$ 秒に近い時間

10

20

30

40

50

差（露光期間のずれ）が生じるため、このずれが生じる状況下で像振れが生じた場合、このライン毎による露光期間の時間差により、被写体である物体の画像が変形してしまうこととなる。

【0092】

図11は、CMOSセンサの像振れ補正処理タイミングを示すものである。上述したように、撮像素子としてCMOSセンサを用いた場合の電子像振れ補正処理において、1フィールドまたは1フレーム内で得られた像振れ信号情報に基づいて算出された単一の補正量で像振れ補正処理を行った場合、各ライン毎に露光期間のずれ（撮像のタイミングのずれ）が生じるため、像振れの影響を完全に取り除くことができない。そして、結果として、ユーザに提供される画像が歪んだ画像となってしまうことが考えられる。したがって、CMOSセンサを用いて電子像振れ補正処理を施す場合には、CCDセンサのように全画素同一補正量ではなく、1画面中の各ライン毎に補正量を算出して補正処理を行うことが必要となる。

10

【0093】

このように、画像更新周期と独立して処理することができる光学像振れ補正演算は、画像更新周期とは別の同期で処理できるのに対し、画像更新の同期で処理する電子像振れ補正演算は、撮像素子の読み出し方式に依存し、画像更新周期に同期して処理する必要がある。そして、一般的にCCDセンサでは、全ての画素は露光の開始と終了のタイミングが同じであるため各画素の同時性があるのに対して、CMOSセンサでは画素毎の同時性がなく、それぞれ露光タイミングが異なる。

20

【0094】

近年、高精細装置の普及による撮像素子の多画素化が一般化しており、多画素の撮像素子を高速に読み出すには、XYアドレス走査型の読み出しを行うことが必要とされている。また、このXYアドレス走査型の撮像素子では、各画素の信号を選択方式で取り出すため、取り出す順番を容易に変えることができ、走査の自由度が高く、この点においても高精細な装置への適用が望ましい。したがって、これらの観点から近年では、撮像素子としてCMOSセンサを適用させることへの要望が強くなっている。

【0095】

さらに、CMOSセンサでは、以下のような利点を有している、すなわち、2次元アドレス走査型のCMOSセンサでは、電荷転送型のCCDセンサと比べて、その動作方式の違いからノイズひとつであるスミアの発生をなくすることができるとともに、CMOSセンサの場合には、より小さい消費電力で駆動させることが可能となっている。

30

【0096】

そこで、以下では、撮像素子103としてCMOSセンサを用いた場合の、本実施の形態に係る撮像装置10の電子像振れ補正処理について詳細に説明していく。

【0097】

上述したように、電子像振れ補正処理においては、撮像素子103としてCMOSセンサを用いた場合、読み出し方式により各ライン毎の露光タイミングが異なることから、その複数分割された領域（ライン）毎に像振れに対する補正量を算出することが必要となってくる。

40

【0098】

図12は、各ライン毎に異なった補正ベクトルを適応させることを説明するための模式図である。図12(A)は、1画像中のライン0、ラインn、ラインNにおける時間tに対する像振れ検出ベクトル v を示す。すなわち、関数 $f(t)$ によって時間tにおける像振れベクトルを算出する。また、図12(B)は、各ラインにおける補正ベクトルを示している。

【0099】

上述したように、撮像素子103としてCMOSセンサを用いた場合には、1画像中における各ライン毎に露光タイミングが異なる。したがって、図12に示すように、各ライン毎に像振れベクトルも相違し、その像振れベクトルを打ち消すように各ライン毎に補正

50

ベクトル量を算出することが必要となり、電子像振れ補正演算部 504 にて各ライン毎に像振れ量と補正量を算出することにより、像振れをキャンセルする。

【0100】

図13は、画像の更新周期と各ラインにおける電荷蓄積タイミングを示す図である。なお、この図11中において、 T_B は画像更新周期、 T_C は電荷蓄積期間、 T_S は電子シャッター時の掃き捨て蓄積期間、 N はライン数、 T_O は光学像振れ補正演算部の検出と補正の周期、 T_E は電子像振れ補正演算部の周期を示している。

【0101】

この図13から判るように、本実施の形態に係る撮像装置10においては、電子シャッター機能が備えられている。電子シャッターは、1回の水平走査期間につき1回の電荷掃き捨てパルスを印加することで、それまでにCMOSセンサの受光部に蓄積された不要電荷を掃き捨てる機能であり、これにより適切な電荷蓄積が行われる。そして、電子シャッターをOFFにし、すぐに露光を開始することで、再び電荷の蓄積させることができる。これにより不要な電荷を蓄積させずに、必要な電荷だけがCMOSセンサの受光部に蓄積した状態を保持できる。また、このように電子シャッター機能を備えることにより、過度の電荷蓄積時間、すなわち過度の露光時間による像振れの発生を防止することが可能となる。

【0102】

本実施の形態に係る撮像装置10においては、このように、電子シャッター機能を備えているので適切な電荷蓄積を行うことが可能となるが、装置に発生した像振れを検出し、その検出した像振れ信号に基づいて電子像振れ補正量を算出するに際しては、画像更新周期 T_B 中における電子シャッターによる電荷掃き捨て期間を考慮して、電荷蓄積期間 T_C の中心、換言すると有効露光期間の中心（露光中心）における像振れ信号を検出し、その検出した像振れ信号から補正量を算出することが必要となる。

【0103】

この図13を参照して、例えば、60Hzの画像更新周期 T_B あたりに、電子像振れ補正のサンプリング周波数480Hzでサンプリングポイントを設定するような場合、電子シャッターによる電荷掃き捨て期間 T_S を考慮して電荷蓄積期間 T_C の露光中心にサンプリングタイミングが合致するように設定することが望ましいが、電子シャッターによる電荷掃き捨て期間 T_S を任意に設定した場合には、必ずしも露光中心がサンプリングタイミングに合致させることができるとは限らない。

【0104】

そこで、本実施の形態に係る撮像装置10では、適切な像振れ信号を検出し、その像振れ信号に対して適切な補正量を算出するために、1画像中の各ライン毎の露光中心における像振れ信号を算出し、一定周期の各サンプリングポイントにおける像振れ信号の検出結果を補間するようにしている。具体的には、下記の数式1から、各ラインの露光中心に相当する時間 t を算出し、その算出結果から、図12に示したように、各ライン毎に補正ベクトル v を算出することができるようになっている。

【0105】

【数1】

$$t = m \times T_B + \left(\frac{T_B}{N} \right) \times n - \frac{T_C}{2}$$

m : フィールド番号

n : ライン番号

N : 総ライン数

T_B : 画像更新周期

T_C : 電荷蓄積期間

【0106】

このように、本実施の形態に係る撮像装置 10 では、画像更新周期 T_B におけるサンプリングポイントにおいて検出する像振れ信号を補間し、補間した検出結果に基づいて補正量を算出するようにしているので、精度の高い像振れ信号検出と、その像振れに対する補正量の算出が可能となっている。また、任意に電子シャッター機能を実行させた場合でも、上記数式 1 より電荷蓄積期間 T_C における露光中心 t を算出することで、適切な像振れ補正量を算出することができる。

【0107】

従来の撮像装置における電子像振れ補正処理においては、撮像素子として CMOS センサを用いた場合、画面上部と下部では露光タイミングにずれが生じてしまうため、画像による像振れの検出は、結像面の被写体の時間的なずれが問題となっていた。このことから、領域毎に時間的に異なるものを比較することは難しく、検出誤差につながりやすくなるという問題があった。また、画像検出は被写体の影響を受けやすいので、ローコントラスト、高周波画像、S/N が悪い画像等では、像振れ信号を誤検出するという問題があった。

10

【0108】

しかしながら、本実施の形態に係る撮像装置 10 によれば、サンプリングタイミングにおける像振れ信号検出に補間するようにして、電荷蓄積期間 T_C の露光中心 t における像振れ信号を検出し、その時点における補正ベクトル v を算出するようにし、算出した補正ベクトル v を、画像処理ユニット 200 における像振れ補正部 202 に供給するようにしている。これにより、上記の問題を解決するとともに、精度の高い、電子像振れ補正処理

20

【0109】

そして、このように、精度の高い電子像振れ補正処理を実現させることで、振幅が大きい像振れ信号が多い低周波数帯域の像振れに対して、的確に補正処理を施すことができる。

【0110】

以上、本実施の形態に係る撮像装置 10 における、光学像振れ補正処理と電子像振れ補正処理について説明した。本実施の形態に係る撮像装置 10 は、このように、光学像振れ補正と電子像振れ補正とを組み合わせることで像振れ補正処理を施すようにしているので、容易に十分な補正余裕を確保することが可能となり、振幅の大きな像振れに対しても、精度高く補正処理を施すことができる。

30

【0111】

また、これにより、従来の撮像装置に比して、レンズユニットにおけるレンズやアクチュエーターの大型化を防止することができ、それに伴う装置の重量化を防止することができる。さらに、レンズをシフト駆動するための消費電力の増大、またさらにレンズを大きくシフトさせることによる光学性能劣化等を防止することもできる。

【0112】

また、電子像振れ補正処理を採用していた従来の撮像装置に比して、補正角を十分に確保することに伴う実効領域の縮小による画像劣化等を防止することが可能となる。

【0113】

40

< 補正量の分配制御フロー >

上述したように、本実施の形態に係る撮像装置 10 によれば、光学像振れ補正処理と電子像振れ補正処理とを組み合わせることによって、大きい補正角を確保することができ、振幅の大きな像振れに対しても、効率的に像振れ補正処理を施すことができる。

【0114】

一方でまた、この本実施の形態に係る撮像装置 10 では、装置に生じた像振れを補正するための補正角が比較的小さい場合、すなわち補正量が小さい場合には、光学像振れ補正を優先的に補正手段として用いることも可能となっている。このように、補正角が小さい場合には光学像振れ補正を優先的に処理することによって、電子像振れ補正処理に伴う画像劣化等の問題発生を防止することができる。また、撮像装置 10 の演算量を抑えること

50

も可能となり、必要最小限の電力で、高速に補正処理を施すことができる。

【 0 1 1 5 】

また、このように光学像振れ補正処理を優先的に行うことにより、露光中の像振れ補正処理を可能にすることができる。光学像振れ補正と電子像振れ補正の相違として、撮像素子の露光振れに対する補正の対応の有無があり、光学像振れ補正の場合には露光中も補正が可能であるのに対して、電子像振れ補正の場合には露光中に像振れを補正することはできない。上述したように、電子像振れ補正の場合、例えば撮像素子としてCMOSセンサを用いた場合では、その露光タイミングにずれが生じてしまうため、1画像中の各ライン毎に補正量が異なり、露光中に補正ができないことによる影響をさらに大きくしてしまう。

10

【 0 1 1 6 】

そこで、本実施の形態に係る撮像装置10においては、補正量限界に基づいて制御することにより、光学像振れ補正処理を優先させる処理を行うようにしており、これにより、露光中の像振れ補正を可能な限り可能にし、露光中に生じる被写体振れ等を最小限に抑えることができる。以下に、光学像振れ補正処理優先制御機構について、再び図6のブロック図と、さらに図14のフローチャートを参照にして詳細に説明する。

【 0 1 1 7 】

上述したように、図6は、本実施の形態に係る撮像装置10の他の構成例の一例を表すブロック図であり、各補正演算部503、504における補正限界に基づいた制御を行うものである。

20

【 0 1 1 8 】

この図6に示すように、撮像装置10の演算部500には、図1を参照にして上で説明した構成の他に、さらにリミット制御部506と、レンズシフトドライバ指示部507と、電子補正指示部508とを備えている。

【 0 1 1 9 】

像振れ検出部400にて検出した像振れ信号のうち、高周波成分の像振れ信号は光学像振れ補正演算部503に、低周波成分の像振れ信号は電子像振れ補正演算部504に入力され、各補正演算部503、504にて補正量が算出されると、その補正量はリミット制御部506に出力される。このリミット制御部506では、各補正演算部503、504にて算出された補正量を統合するとともに、各補正演算部503、504にて算出された像振れに対する全補正量が、光学補正及び電子補正の補正限界(補正量max)にあるかを判断する。そして、このリミット制御部506からの補正量情報は、光学像振れ補正処理を施すためにレンズシフトドライバ104に指示するためのレンズシフトドライバ指示部507と、電子像振れ補正処理を施すために像振れ補正部202に指示するための電子補正指示部508に、それぞれ出力される。そして、これらの指示部からの指示に基づき、補正処理が施される。このように構成された本実施の形態に係る撮像装置10は、このリミット制御部506における制御に基づいて、光学像振れ補正処理を優先させる処理を行うことができるようになっている。

30

【 0 1 2 0 】

ここで、より具体的に、図14のフローを参照して、光学像振れ補正処理優先制御機構について詳細に説明する。図14は、本実施の形態に係る撮像装置10の、光学像振れ補正処理を優先的に用いる動作制御を説明するための制御フローである。

40

【 0 1 2 1 】

本実施の形態に係る撮像装置10は、上述したように、像振れ検出部400において、撮像装置10の移動に伴う像振れを検出すると、その像振れ信号を演算部500に出力し、HPF501を通過させて像振れ信号を高周波成分と低周波成分に分離する。そして、まずステップS401において、分離した各像振れ信号のうち、高周波成分の像振れ信号に対しては光学像振れ補正演算処理を施し、低周波成分の像振れ信号に対しては電子像振れ補正演算処理を施す。

【 0 1 2 2 】

50

具体的には、上述したように、像振れ検出部 400 において検出された像振れ信号が演算部 500 に入力され、HPF 501 において検出された像振れ信号のうちの高周波成分が抽出されると、その高周波帯域の像振れ信号は光学像振れ補正演算部 503 にて補正量が算出される。一方、像振れ検出部 400 にて検出された全像振れ信号から HPF 501 にて抽出された高周波帯域の像振れ信号が減算部 502 において差し引かれることによって抽出された低周波帯域の像振れ信号は、電子像振れ補正演算部 504 にて補正量が算出される。

【0123】

このようにして、まずステップ S401 にて、検出された像振れ信号のうち高周波成分が光学像振れ補正演算部 503 で、低周波成分が電子像振れ補正演算部 504 で、それぞれ補正量が算出されると、次にステップ S402 において、総合像振れ補正量と光学像振れ補正量の比較を行う。すなわち、ステップ S401 において、光学像振れ補正演算部 503 にて算出された補正量と電子像振れ補正演算部 504 にて算出された補正量とを合算した像振れに対する全補正量（総合補正量）と、光学像振れ補正限界量とを比較する。そして、この比較の結果、「総合像振れ補正量（ V_t ）＞光学像振れ補正限界（ V_o_max ）」である場合（ステップ S402 にて YES：Y の場合）にはステップ S403 に進む。一方、比較の結果、「総合像振れ補正量（ V_t ）＞光学像振れ補正限界（ V_o_max ）」ではない場合（ステップ S402 にて NO：N の場合）にはステップ S404 に進む。

10

【0124】

ステップ S402 にて「総合像振れ補正量（ V_t ）＞光学像振れ補正限界（ V_o_max ）」であると判断されると、ステップ S403 において、
 光学像振れ補正量（ V_o ）＝光学像振れ補正量限界（ V_o_max ）
 電子像振れ補正量（ V_e ）＝総合像振れ補正量（ V_t ）－光学像振れ補正量限界（ V_o_max ）
 を設定し、次にステップ S405 に進む。

20

【0125】

一方で、ステップ S402 にて、「総合像振れ補正量（ V_t ）＞光学像振れ補正限界（ V_o_max ）」ではないと判断されると、ステップ S404 において、
 光学像振れ補正量（ V_o ）＝総合像振れ補正量（ V_t ）
 電子像振れ補正量＝0

30

を設定する。このステップ S404 において、このようにして光学像振れ補正量（ V_o ）＝総合像振れ補正量（ V_t ）が設定されて、検出した像振れ信号のすべてが光学像振れ補正によって処理されるように設定されると、この制御フローの処理は終了となり、光学像振れ補正演算部 503 にて算出された補正量は、撮像装置 10 のレンズユニット 100 におけるレンズシフトドライバ 104 に出力され、その補正量に基づきシフト防振レンズ 102 を制御して光学像振れ補正処理を実行する。

【0126】

ステップ S403 にて光学像振れ補正量（ V_o ）と電子像振れ補正量（ V_e ）が設定されると、次にステップ S405 において、電子像振れ補正量（ V_e ）と電子像振れ補正限界（ V_e_max ）の比較を行う。すなわち、ステップ S403 にて総合像振れ補正量（ V_t ）から光学像振れ補正限界（ V_o_max ）に設定された光学像振れ補正量（ V_o ）を差し引くことによって決定された電子像振れ補正量（ V_e ）が、電子像振れ補正限界（ V_e_max ）よりも大きいのか否かの判断が行われる。そして、この比較の結果、「電子像振れ補正量（ V_e ）＞電子像振れ補正限界（ V_e_max ）」である場合（ステップ S405 にて YES：Y の場合）には、ステップ S406 に進む。一方、比較の結果、「電子像振れ補正量（ V_e ）＞電子像振れ補正限界（ V_e_max ）」ではない場合（ステップ S402 にて NO：N の場合）には、ステップ S407 に進む。

40

【0127】

ステップ S405 にて「電子像振れ補正量（ V_e ）＞電子像振れ補正限界（ V_e_max ）」

50

$x)$ 」であると判断されると、ステップ S 4 0 6 において、
 光学像振れ補正量 (V o) = 光学像振れ補正量限界 (V o__m a x)
 電子像振れ補正量 (V e) = 電子像振れ補正量限界 (V e__m a x)
 を設定し、この制御フローの処理は終了となる。そして、光学像振れ補正限界に設定された光学像振れ補正量は、光学像振れ補正演算部 5 0 3 からレンズユニット 1 0 0 におけるレンズシフトドライバ 1 0 4 に出力されて、その補正量に基づいてシフト防振レンズ 1 0 2 を制御して光学像振れ補正処理を実行する。また、電子像振れ補正限界に設定された電子像振れ補正量は、電子像振れ補正演算部 5 0 4 から、撮像装置 1 0 における画像処理ユニット 2 0 0 の像振れ補正部 2 0 2 に出力されて、その補正量に基づいて電子像振れ補正処理を実行する。

10

【 0 1 2 8 】

一方で、ステップ S 4 0 5 にて「電子像振れ補正量 (V e) > 電子像振れ補正限界 (V e__m a x)」ではないと判断されると、ステップ S 4 0 7 において、
 光学像振れ補正量 (V o) = 光学像振れ補正量限界 (V o__m a x)
 電子像振れ補正量 (V e) = 総合像振れ補正量 (V t) - 光学像振れ補正量限界 (V o__m a x)
 を設定し、この制御フローの処理は終了となり、ステップ S 4 0 3 において設定された補正量まま、補正処理を実行することとなる。すなわち、光学像振れ補正限界に設定された光学像振れ補正量は、光学像振れ補正演算部 5 0 3 からレンズユニット 1 0 0 におけるレンズシフトドライバ 1 0 4 に出力されて、その補正量に基づいてシフト防振レンズ 1 0 2 を制御して光学像振れ補正処理を実行する。また、総合像振れ補正量 (V t) から光学像振れ補正限界 (V o__m a x) に設定された光学像振れ補正量 (V o) を差し引くことによって決定された電子像振れ補正量 (V e) は、電子像振れ補正演算部 5 0 4 から、撮像装置 1 0 における画像処理ユニット 2 0 0 の像振れ補正部 2 0 2 に出力され、その補正量に基づいて電子像振れ補正処理を実行する。

20

【 0 1 2 9 】

以上、図 6 及び図 1 4 を用いて説明したように、本実施の形態に係る撮像装置 1 0 は、像振れ信号に対する補正量を算出する演算部 5 0 0 において、リミット制御部 5 0 6 を備えており、補正量演算結果に基づいて、補正量を制御することができるようになっている。具体的に、このリミット制御部 5 0 6 は、光学像振れ補正演算部 5 0 3 と電子像振れ補正演算部 5 0 4 とで算出された補正量から全補正量を算出する。また、このリミット制御部 5 0 6 は、光学像振れ補正及び電子像振れ補正の補正限界量に関する情報を保持しており、全補正量と光学像振れ補正限界量とを比較する。さらに、各補正演算部 5 0 3 , 5 0 4 にて算出された各補正量と各像振れ補正限界量とを比較する。

30

【 0 1 3 0 】

そして、例えば、検出された像振れ信号に基づいて光学像振れ補正演算部及び電子像振れ補正演算部にて算出された全補正量と光学像振れ補正限界量とを比較し、算出された全補正量が光学像振れ補正限界量以下の場合には、検出された像振れ信号に対して光学像振れ補正を優先的に実行させる。このように、リミット制御部 5 0 6 の制御に基づき光学像振れ補正を優先させることにより、撮像装置における演算負荷を軽減することができるとともに、電力消費を抑え、また高速な補正処理を実行することができる。また、露光中の像振れ補正を可能にし、精度の高い像振れ処理を実行することができるようになっている。

40

【 0 1 3 1 】

また、光学像振れ補正処理を優先して行わせることにより、撮像素子から読み出された後に擬似的に像振れを補正する電子像振れ補正処理に比べて、像振れによる画像劣化をより低減することができる。

【 0 1 3 2 】

なお、上述した光学像振れ補正を優先して行わせる制御に際して、演算部 5 0 0 に備えられている信号解析部 5 0 5 による振幅の大きさに関する信号解析結果を反映させて制御するようにしてもよい。すなわち、信号解析部 5 0 5 が、検出した像振れ信号が小振幅信

50

号であると解析すると、その解析結果に関する情報を、例えば、リミット制御部 506 に供給する。そして、リミット制御部 506 は、その供給された情報を利用して、光学像振れ補正を優先して行わせるようにしてもよい。また、信号解析部 505 が小振幅信号であるとの信号解析を行うと、その解析結果に関する情報を、例えば、HPF 501 に供給する。そして、HPF 501 は、その供給された情報を利用して、周波数帯域別に分離するカットオフ機能を停止し、全ての像振れ信号を光学像振れ補正演算部 503 に出力するようにし、全像振れ信号に対する光学像振れ補正量に基づいて光学像振れ補正を行わせるようにしてもよい。

【0133】

上述したように、本実施の形態に係る撮像装置 10 は、光学像振れ補正処理と電子像振れ補正処理とを周波数帯域別に行うことが可能となっている。そしてまた、本実施の形態に係る撮像装置 10 においては、その光学像振れ補正処理と電子像振れ補正処理とを実行するに際し、統一した検出部である像振れ検出部 400 によって検出した像振れ信号を、像振れ検出部と像振れ演算部とが一元管理可能のように構成された演算部 500 に出力して、各補正処理量を算出するようにしている。これにより、光学像振れ補正部と電子像振れ補正部の双方の整合性をとることが容易になり、所望の像振れ補正結果を得易くすることができる。

10

【0134】

さらに、このように各補正処理を一元管理することによって、上述したような信号解析部 505 による像振れ信号の振幅の大きさの解析に基づいて、消費電力を抑えた補正処理を行うことができる。また、各補正処理部における補正限界を考慮してそれぞれの補正量を算出することができるので、より効率的な像振れ補正処理を可能にすることができる。

20

【0135】

またさらに、各補正処理を一元管理し、それぞれの補正処理の限界量に応じて各補正処理を制御することにより、画像劣化や消費電力の増大を防止した効率的かつ効果的な像振れ補正処理を施すことができる。

【0136】

上述した像振れを補正するための処理は、それぞれの機能を有するハードウェアにより実行させることもできるが、ソフトウェアにより実行させることもできる。一連の処理をソフトウェアにより実行させる場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが専用のハードウェアに組み込まれているコンピュータ、または各種のプログラムをインストールすることで、各種の機能を実行することが可能な、例えば汎用のパーソナルコンピュータなどに、記録媒体からインストールされる。

30

【0137】

記録媒体について説明するために、簡単に、記録媒体を扱うパーソナルコンピュータについて説明する。図 15 は、汎用のパーソナルコンピュータの内部構成例を示す図である。パーソナルコンピュータの CPU 601 は、ROM (Read Only Memory) 602 に記憶されているプログラムに従って各種の処理を実行する。RAM (Random Access Memory) 603 には、CPU 601 が各種の処理を実行する上において必要なデータやプログラムなどが適宜記憶される。入出力インタフェース 605 は、キーボードやマウスから構成される入力部 606 が接続され、入力部 606 に入力された信号を CPU 601 に出力する。また、入出力インタフェース 605 には、ディスプレイやスピーカなどから構成される出力部 607 も接続されている。

40

【0138】

さらに、入出力インタフェース 605 には、ハードディスクなどから構成される記憶部 608、および、インターネットなどのネットワークを介して他の装置とデータの授受を行う通信部 609 も接続されている。ドライブ 610 は、磁気ディスク 611、光ディスク 612、光磁気ディスク 613、半導体メモリ 614 などの記録媒体からデータを読み出したり、データを書き込んだりするときに用いられる。

【0139】

50

記録媒体は、図 15 に示すように、パーソナルコンピュータとは別に、ユーザにプログラムを提供するために配布される、プログラムが記録されている磁気ディスク 611 (フレキシブルディスクを含む)、光ディスク 612 (CD-ROM (Compact Disc-Read Only Memory)、DVD (Digital Versatile Disc) を含む)、光磁気ディスク 613 (MD (Mini-Disc) (登録商標) を含む)、若しくは半導体メモリ 614 等よりなるパッケージメディアにより構成されるだけでなく、コンピュータに予め組み込まれた状態でユーザに提供される、プログラムが記憶されている ROM 602 や記憶部 608 が含まれるハードディスクなどで構成される。

【0140】

10

なお、本明細書において、媒体により提供されるプログラムを記述するステップは、記載された順序に従って、時系列的に行われる処理は勿論、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的あるいは個別に実行される処理をも含むものである。

【0141】

その他、本発明はこれらの実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々の変更や修正を加えることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0142】

【図 1】本実施の形態に係る撮像装置のシステム構成を示すブロック図である。

【図 2】像振れ周波数と振幅との関係を示すグラフである。

20

【図 3】像振れ信号とその周波数成分毎の波形を示すグラフである。

【図 4】本実施の形態に係る撮像装置の光学像振れ補正量演算の処理を説明するためのフローチャートである。

【図 5】本実施の形態に係る撮像装置の光学像振れ補正の補正角範囲を制御処理を説明するためのフローチャートである。

【図 6】本実施の形態に係る撮像装置のシステム構成を示すブロック図である。

【図 7】本実施の形態に係る撮像装置の電子像振れ補正量演算の処理を説明するためのフローチャートである。

【図 8】撮像面上の実行領域、有効領域及び余剰領域を示す図である。

【図 9】CCD センサの像振れ補正処理タイミングを示す図である。

30

【図 10】CMOS センサのライン毎の読み出しのずれについて説明するための図である。

【図 11】CMOS センサの像振れ補正処理タイミングを示す図である。

【図 12】1 画像中の各ライン毎に異なった補正ベクトルを適応させることを説明するための図である。

【図 13】画像の更新周期と各ラインにおける電荷蓄積タイミングを示す図である。

【図 14】本実施の形態に係る撮像装置の光学像振れ補正処理を優先的に行う動作制御を説明するためのフローチャートである。

【図 15】本実施の形態に係る撮像装置の機能を実現するコンピュータの構成例を示す図である。

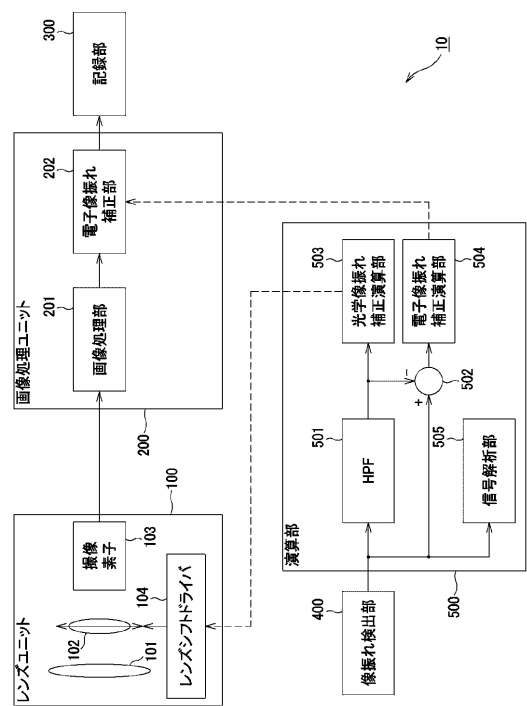
40

【符号の説明】

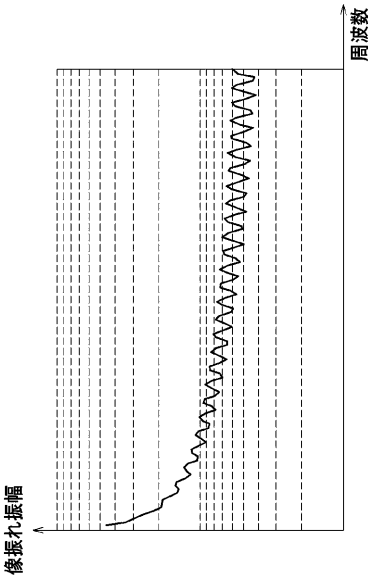
【0143】

10 撮像装置、100 レンズユニット、101 レンズ、102 シフト防振レンズ、103 撮像素子、104 レンズシフトドライバ、200 画像処理ユニット、201 画像処理部、202 像振れ補正部、300 記録部、400 像振れ検出部、500 演算部、501 HPF、502 減算部、503 光学像振れ補正演算部、504 電子像振れ補正演算部、506 リミット制御部、507 レンズシフトドライバ指示部、508 電子補正指示部

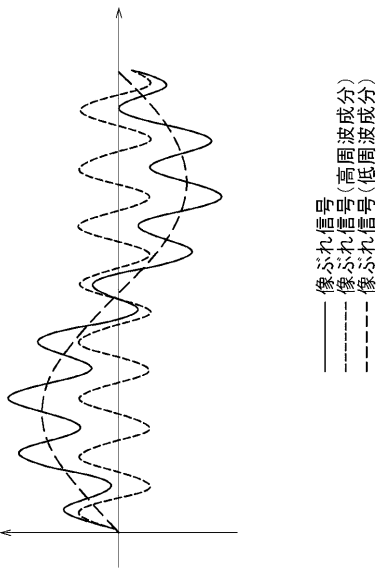
【図 1】



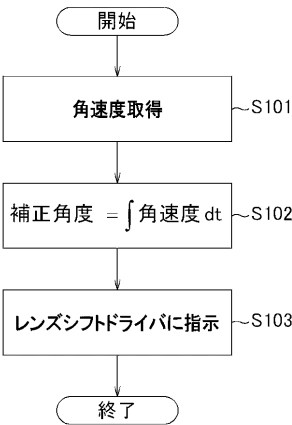
【図 2】



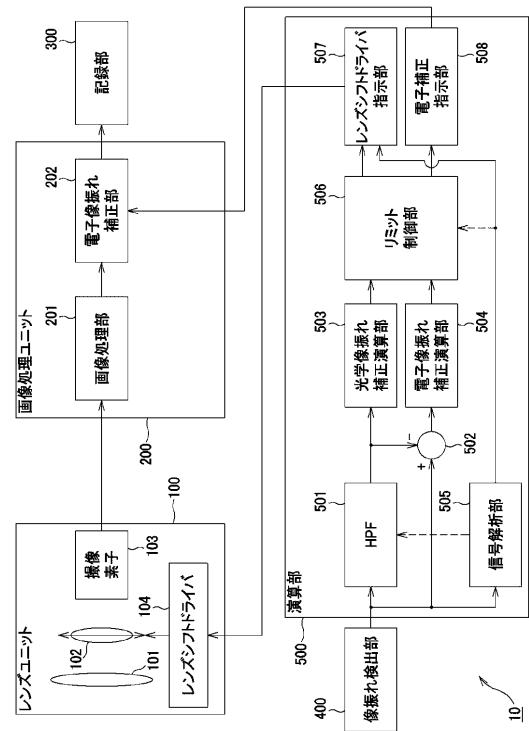
【図 3】



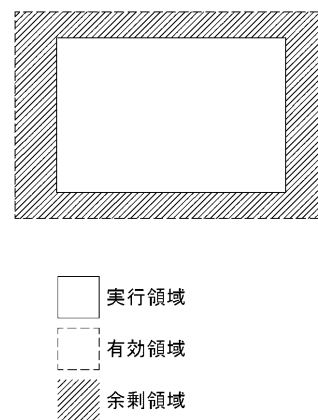
【図 4】



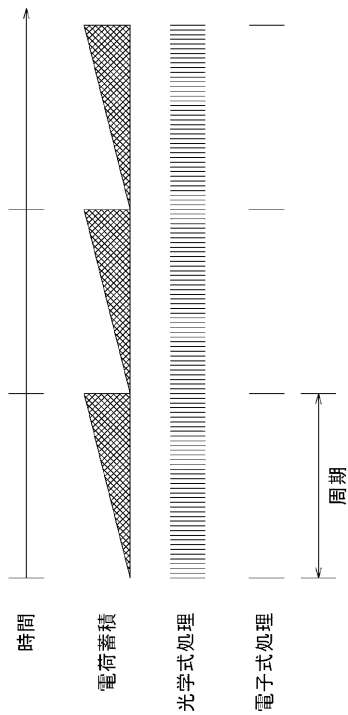
【 図 6 】



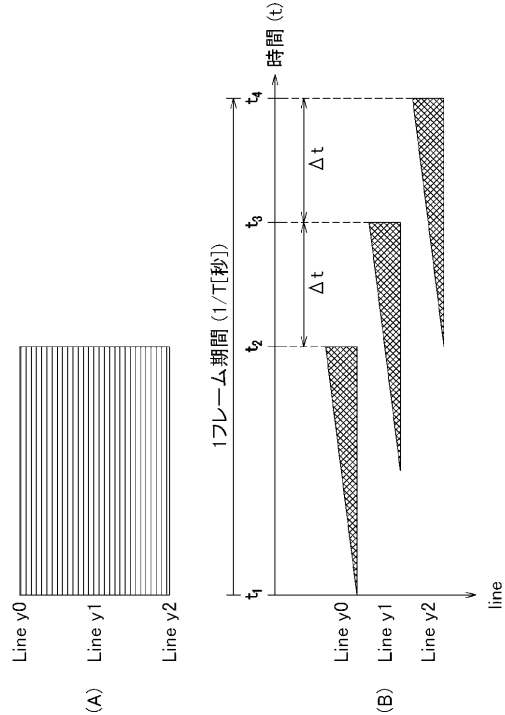
【 図 8 】



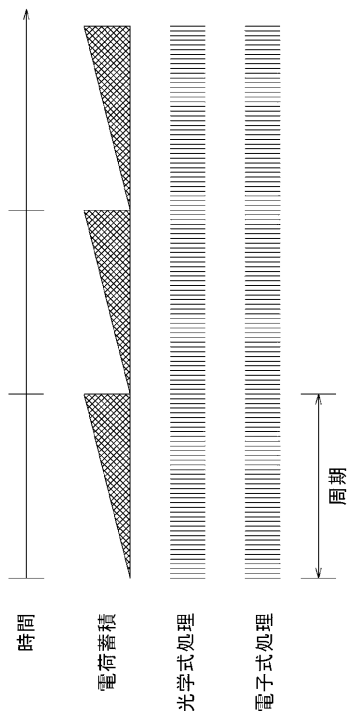
【 図 9 】



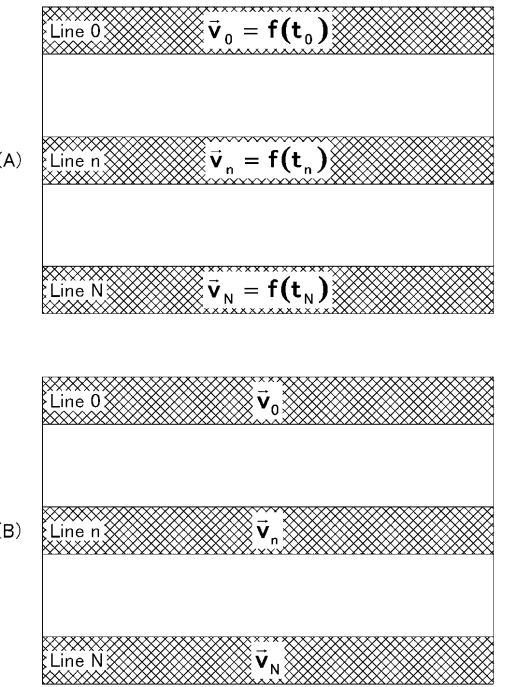
【 図 1 0 】



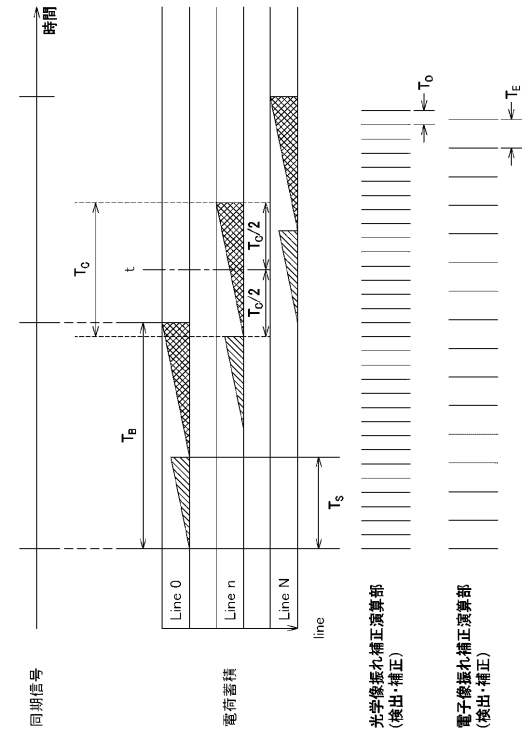
【 図 1 1 】



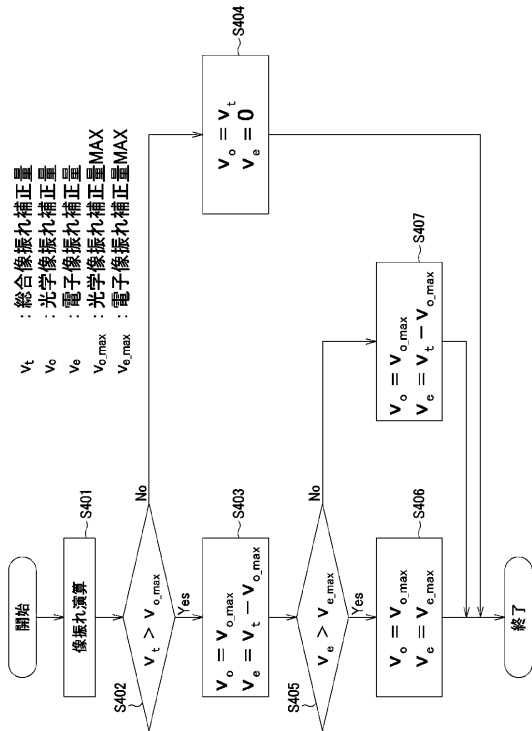
【 図 1 2 】



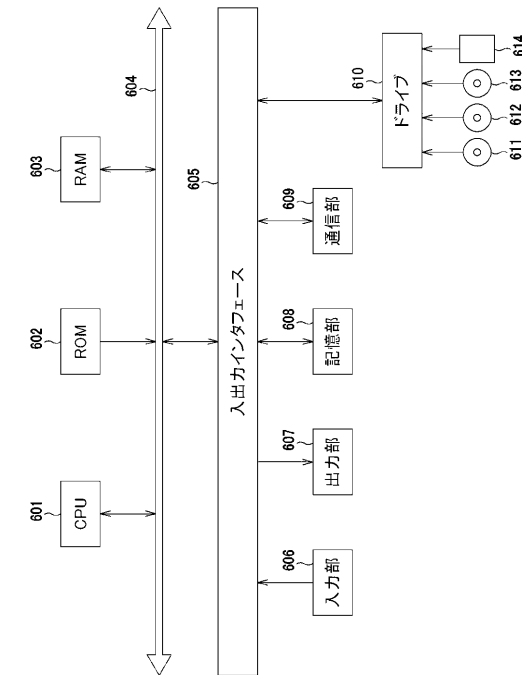
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



フロントページの続き

(72)発明者 野村 博文

東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 ソニー株式会社内

F ターム(参考) 5C122 DA01 EA41 FC02 FH09 FH13 FH23 HA78 HB01 HB02 HB07