

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の受光画素が配された受光領域と複数の遮光画素が配された遮光領域とを有する撮像センサから出力される信号を処理する信号処理装置であって、

前記遮光領域における複数の第 1 の遮光画素の信号を第 1 の積分領域で積分平均する先行積分部と、

前記遮光領域における複数の第 2 の遮光画素の信号を、前記先行積分部の積分平均結果に応じて決定された第 2 の積分領域で積分平均する本積分部と、

前記本積分部の積分平均結果に応じて基準黒レベルを決定し、決定された基準黒レベルを用いて受光画素の信号の黒レベルを補正する補正部と、
を備えたことを特徴とする信号処理装置。

10

【請求項 2】

前記本積分部は、前記先行積分部の積分平均結果に応じて前記第 2 の積分領域の中心を決定する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の信号処理装置。

【請求項 3】

前記本積分部は、前記第 2 の積分領域のレベル幅が前記第 1 の積分領域のレベル幅より小さくなるように前記第 2 の積分領域を決定する

ことを特徴とする請求項 2 に記載の信号処理装置。

20

【請求項 4】

前記先行積分部は、前記複数の第 1 の遮光画素の信号に対する積分平均を複数回行うことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の信号処理装置。

【請求項 5】

前記複数の第 1 の遮光画素と前記複数の第 2 の遮光画素とは、前記遮光領域における同一行に配されている

ことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の信号処理装置。

【請求項 6】

前記遮光領域では、複数行を構成するように複数の遮光画素が配され、

前記複数の第 1 の遮光画素と前記複数の第 2 の遮光画素とは、前記遮光領域における異なる行に配されている

ことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の信号処理装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、信号処理装置及び撮像システムに関する。

【背景技術】

【0002】

CMOS イメージセンサ等の撮像センサでは、受光画素で取得された信号が暗電流によるノイズを含み、受光画素の信号の黒レベルが理想的なレベルからずれることがある。受光画素の信号の黒レベルが理想的なレベルからずれると、複数の受光画素の信号に応じた画像において白浮きや黒沈みが発生する可能性がある。そこで、受光画素の信号の黒レベルを高精度に補正することが望まれる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2013 - 17040 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

1 つの実施形態は、例えば、受光画素の信号の黒レベルを高精度に補正できる信号処理

50

装置及び撮像システ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】

【0005】

1つの実施形態によれば、撮像センサから出力される信号を処理する信号処理装置であって、先行積分部と本積分部と補正部とを有する信号処理装置が提供される。撮像センサは、受光領域と遮光領域とを有する。受光領域では、複数の受光画素が配されている。遮光領域では、複数の遮光画素が配されている。先行積分部は、遮光領域における複数の第1の遮光画素の信号を第1の積分領域で積分平均する。本積分部は、遮光領域における複数の第2の遮光画素の信号を第2の積分領域で積分平均する。第2の積分領域は、先行積分部の積分平均結果に応じて決定された積分領域である。補正部は、本積分部の積分平均結果に応じて基準黒レベルを決定し、決定された基準黒レベルを用いて受光画素の信号の黒レベルを補正する。

10

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】実施形態におけるOBクランプ回路の構成を示す図。

【図2】実施形態におけるOBクランプ回路の動作を示す図。

【図3】実施形態におけるOBクランプ回路の動作を示す図。

【図4】実施形態におけるOBクランプ回路の動作を示す図。

【図5】基本の形態にかかる固体撮像装置を適用した撮像システムの構成を示す図。

【図6】基本の形態にかかる固体撮像装置を適用した撮像システムの構成を示す図。

20

【図7】基本の形態にかかる撮像センサの回路構成を示す図。

【図8】基本の形態にかかる信号処理装置の回路構成を示す図。

【図9】基本の形態におけるOBクランプ回路の構成を示す図。

【図10】基本の形態におけるOBクランプ回路の動作を示す図。

【図11】基本の形態におけるOBクランプ回路の動作を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0007】

以下に添付図面を参照して、実施形態にかかる固体撮像装置を詳細に説明する。なお、この実施形態により本発明が限定されるものではない。

【0008】

30

(実施形態)

実施形態にかかる固体撮像装置5 i について説明する前に、基本の形態にかかる固体撮像装置5 について説明する。固体撮像装置5 は、例えば、図5 及び図6 に示す撮像システム1 に適用される。図5 及び図6 は、撮像システム1 の概略構成を示す図である。

【0009】

撮像システム1 は、例えば、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラなどであってもよいし、カメラモジュールが電子機器に適用されたもの（例えばカメラ付き携帯端末等）でもよい。撮像システム1 は、図6 に示すように、撮像部2 及び後段処理部3 を備える。撮像部2 は、例えば、カメラモジュールである。撮像部2 は、撮像光学系4 及び固体撮像装置5 を有する。後段処理部3 は、ISP (Image Signal Processor) 6、記憶部7、及び表示部8 を有する。

40

【0010】

撮像光学系4 は、撮影レンズ4 7、ハーフミラー4 3、メカシャッタ4 6、レンズ4 4、プリズム4 5、及びファインダー4 8 を有する。撮影レンズ4 7 は、撮影レンズ4 7 a、4 7 b、絞り（図示せず）、及びレンズ駆動機構4 7 c を有する。絞りは、撮影レンズ4 7 a と撮影レンズ4 7 b との間に配され、撮影レンズ4 7 b へ導かれる光量を調節する。なお、図5 では、撮影レンズ4 7 が2 枚の撮影レンズ4 7 a、4 7 b を有する場合が例示的に示されているが、撮影レンズ4 7 は多数枚の撮影レンズを有していてもよい。

【0011】

固体撮像装置5 は、撮影レンズ4 7 の予定結像面に配置されている。例えば、撮影レン

50

ズ47は、入射した光を屈折させて、ハーフミラー43及びメカシャッタ46経由で固体撮像装置5の撮像面へ導き、固体撮像装置5の撮像面(画素配列12)に被写体の像を形成する。固体撮像装置5は、被写体像に応じた画像信号を生成する。

【0012】

固体撮像装置5は、図7に示すように、撮像センサ10、及び信号処理装置11を有する。図7は、固体撮像装置5の回路構成を示す図である。撮像センサ10は、例えば、CMOSイメージセンサであってもよいし、CCDイメージセンサであっても良い。撮像センサ10は、画素配列12、垂直シフトレジスタ13、タイミング制御部15、相関二重サンプリング部(CDS回路)16、アナログデジタル変換部(ADC回路)17、ラインメモリ18、水平シフトレジスタ19、及び基準電圧発生部20を有する。

10

【0013】

画素配列12では、複数の画素が2次元的に配列されている。各画素は、光電変換部を有する。光電変換部は、例えばフォトダイオードであり、受光した光量に応じた画素信号を生成する。すなわち、画素配列12は、各画素への入射光量に応じた画像信号(アナログ信号)を生成する。生成された画像信号は、タイミング制御部15及び垂直シフトレジスタ13により画素PからCDS回路16側へ読み出され、CDS回路16/ADC回路17を経て画像信号(デジタル信号)へ変換され、ラインメモリ18で保持される。このとき、ADC回路17は、基準電圧発生部20から供給されたスロープ電圧を用いてAD変換を行う。ラインメモリ18に保持された各列の画素信号(Vout)は、水平シフトレジスタ19により順次に選択され信号処理装置11に出力される。信号処理装置11では、画像信号に対して信号処理が行われて画像データが生成される。生成された画像データは、ISP6に出力される。

20

【0014】

図5に示すレンズ駆動機構47cは、ISP6(図6参照)による制御のもと、撮影レンズ47bを光軸OPに沿って駆動する。例えば、ISP6は、AF(Auto Focus)機能に従って、焦点調節情報を求め、焦点調節情報に基づいて、レンズ駆動機構47cを制御して、撮影レンズ47a, 47bを合焦状態(ジャストフォーカス)に調節する。

【0015】

図7に示す撮像センサ10では、画素配列12において、被写体を撮像するための有効画素領域(受光領域)123が設けられている。有効画素領域123では、複数の有効画素(受光画素)P3が2次元的に配列されている。各有効画素P3は、少なくとも光電変換部が遮光されておらず、入射した光を光電変換部が受光し、受光した光量に応じて光電変換部で取得された画素信号を出力可能なように構成されている。この有効画素P3で取得された信号が暗電流によるノイズを含み、有効画素P3の信号の黒レベルが理想的なレベルからずれることがある。有効画素P3の信号の黒レベルが理想的なレベルからずれると、複数の有効画素P3の信号に応じた画像において白浮きや黒沈みが発生する可能性がある。

30

【0016】

そのため、画素配列12では、有効画素P3の信号の黒レベルを調整及び補正するために、FBC用オプティカルブラック領域(FBC領域)124、垂直オプティカルブラック領域(VOB領域)121及び水平オプティカルブラック領域(HOB領域)122が設けられている。

40

【0017】

FBC用オプティカルブラック領域(第2の遮光領域)124では、複数の遮光画素P4が配されており、例えば、複数の遮光画素P4が2次元的に配列されている。各遮光画素P4は、少なくとも光電変換部が遮光されており、例えば遮光画素P4の全体が上層の遮光膜(例えば、金属膜)で遮光されている。各遮光画素P4は、遮光された状態の光電変換部で取得された画素信号を基準信号として出力可能な構成されている。

【0018】

50

垂直オプティカルブラック領域（遮光領域）121では、複数の遮光画素P1が配されており、例えば、複数の遮光画素P1が2次元的に配列されている。各遮光画素P1は、少なくとも光電変換部が遮光されており、例えば遮光画素P1の全体が上層の遮光膜（例えば、金属膜）で遮光されている。各遮光画素P1は、遮光された状態の光電変換部で取得された画素信号を基準信号として出力可能に構成されている。

【0019】

同様に、水平オプティカルブラック領域122では、複数の遮光画素P2が配されており、例えば、複数の遮光画素P2が2次元的に配列されている。各遮光画素P2は、少なくとも光電変換部が遮光されており、例えば遮光画素P2の全体が上層の遮光膜（例えば、金属膜）で遮光されている。各遮光画素P2は、遮光された状態の光電変換部で取得された画素信号を基準信号として出力可能に構成されている。

10

【0020】

図7に示す垂直シフトレジスタ13は、タイミング制御部15による制御のもと、例えば、画素配列12における行を図7における上から順次に選択し、選択された行に含まれる複数の画素の信号を並行してCDS回路16へ転送させる。CDS回路16へ転送された各列の画素信号は、ADC回路17でA/D変換されラインメモリ18で保持された後、信号処理装置11へ転送される。これに応じて、信号処理装置11は、FBC用オプティカルブラック領域124の遮光画素P4の信号及び垂直オプティカルブラック領域121の遮光画素P1の信号を用いて、有効画素の信号の黒レベルを調整及び補正する。

【0021】

例えば、FBC用オプティカルブラック領域124における遮光画素P4の信号は、垂直オプティカルブラック領域121における遮光画素P1の信号に先行して撮像センサ10から出力される。これに応じて、信号処理装置11は、FBC用オプティカルブラック領域124における遮光画素P4の信号を用いて有効画素の信号の黒レベルをアナログ的に調整する。

20

【0022】

例えば、信号処理装置11には、FBC用オプティカルブラック領域124における遮光画素P4の信号に対する黒レベルの目標値として、基準黒レベルV_{fb}cが予め設定されている。信号処理装置11は、遮光画素P4の信号の黒レベルが基準黒レベルV_{fb}cになるように、画素信号のアナログゲインを指定するクランプパラメータC_Pを求めて撮像センサ10の基準電圧発生部20へ供給する。これに応じて、撮像センサ10の基準電圧発生部20は、クランプパラメータC_Pに応じて、基準電圧（スロープ電圧）V_{ref}を発生させる際の傾きを決定し、決定された傾きで基準電圧（スロープ電圧）V_{ref}を発生させてADC回路17へ供給する。これにより、ADC回路17は、基準電圧発生部20から供給されたスロープ電圧を用いてAD変換を行う。このとき、ADC回路17により生成される画素カウント値は、画素信号のレベルが基準黒レベルV_{fb}cでクランプされたレベルに対応した値になる。信号処理装置11は、そのクランプされた画素信号（画素カウント値）を受けて、その画素信号の黒レベルが基準黒レベルV_{fb}cになるように、再びクランプパラメータC_Pを求めて撮像センサ10の基準電圧発生部20へ供給する。このように、信号処理装置11は、フィードバック制御を行いながら、画素信号の黒レベルが基準黒レベルV_{fb}cに収束するようにクランプパラメータC_Pを求めるフィードバッククランプ処理を行う。

30

40

【0023】

このフィードバッククランプ処理は、画素信号のアナログゲインを調整することで画素信号をクランプするものであるが、環境温度によりアナログゲインとクランプパラメータとの関係が変動することがある。これにより、画素信号の黒レベルを基準黒レベルV_{fb}cに合わせることで、すなわち、画素信号の黒レベルを基準黒レベルV_{fb}cに対して許容範囲内に収めることが困難になることがある。そのため、信号処理装置11は、アナログ的に調整された有効画素の信号の黒レベルを、垂直オプティカルブラック領域121における遮光画素P1の信号に応じてデジタル的に補正する。

50

【 0 0 2 4 】

例えば、信号処理装置 1 1 は、図 8 に示すように、黒レベル補償回路 (F B C 回路) 1 1 2、オプティカルブラッククランプ回路 (O B クランプ回路) 1 1 3、ゲイン調整回路 1 1 4、色分離・フォーマット変換回路 1 1 5、露光量調整回路 (A L C 回路) 1 1 6、及びタイミング生成回路 (T G 回路) 1 1 7 を有する。図 8 は、信号処理装置 1 1 の構成を示すブロック図である。信号処理装置 1 1 は、撮像センサ 1 0 によって撮像した画像から画像データ (例えば、Y U V 方式の映像信号) を生成できる。信号処理装置 1 1 において、デジタル的な黒レベルの補正処理は、O B クランプ回路 1 1 3 で行われる。

【 0 0 2 5 】

F B C (F e e d B a c k C l a m p) 回路 1 1 2 は、フィードバッククランプ処理を行う。例えば、F B C 回路 1 1 2 は、撮像センサ 1 0 から読み出された F B C 用オプティカルブラック領域 1 2 4 の画素信号の平均値を例えば行単位で計算する。F B C 回路 1 1 2 は、その計算された平均値があらかじめ設定している基準黒レベル V_{fbc} と差分があるとき、F B C 用オプティカルブラック領域 1 2 4 の画素信号の平均値が基準黒レベル V_{fbc} に近づく方向にクランプパラメータ C_P の調整を行う。F B C 回路 1 1 2 は、調整されたクランプパラメータ C_P を撮像センサ 1 0 にフィードバックする。撮像センサ 1 0 は、F B C 用オプティカルブラック領域 1 2 4 の次の行から読み出された画素信号に対してフィードバックされたクランプパラメータ C_P を使って調整した信号を F B C 回路 1 1 2 へ出力する。これを例えば 1 行毎に繰り返す。すなわち、F B C 回路 1 1 2 は、F B C 用オプティカルブラック領域 1 2 4 における遮光画素 P_4 の信号を用いて有効画素の信号の黒レベルをアナログ的に調整する。

【 0 0 2 6 】

O B クランプ回路 1 1 3 は、F B C 回路 1 1 2 によりアナログ的に調整された有効画素の信号をデジタル的に補正する。具体的には、O B クランプ回路 1 1 3 は、画像信号のフレーム先頭 (図 7 における有効画素領域 1 2 3 の上方) にある垂直オプティカルブラック領域 (V O B 領域) 1 2 1 の遮光画素 P_1 の信号を用いて基準黒レベルを決定する。O B クランプ回路 1 1 3 は、決定された基準黒レベルを用いて有効画素 P_3 の信号の黒レベルを補正する。例えば、O B クランプ回路 1 1 3 は、垂直オプティカルブラック領域 1 2 1 の遮光画素 P_1 の信号の平均値を基準黒レベルとして決定し、有効画素 P_3 の信号の黒レベルが基準黒レベルに近づくように有効画素 P_3 の信号に対して補正量を加算する。補正量は、有効画素 P_3 の信号の黒レベルが基準黒レベルより高レベル側にずれている場合、そのずれをキャンセルするような負の値を有する。補正量は、有効画素 P_3 の信号の黒レベルが基準黒レベルより低レベル側にずれている場合、そのずれをキャンセルするような正の値を有する。これにより、O B クランプ回路 1 1 3 は、有効画素 P_3 の信号の黒レベルの補正を行う。O B クランプ回路 1 1 3 の詳細については後述する。

【 0 0 2 7 】

ゲイン調整回路 1 1 4 は、画像信号 (R A W) を O B クランプ回路 1 1 3 から受ける。画像信号 (R A W) は、黒レベルの補正がそれぞれ施された複数の有効画素の信号 (有効画像信号) を含む。ゲイン調整回路 1 1 4 は、受けた画像信号のホワイトバランスやデジタルゲインの調整を行う。例えば、ゲイン調整回路 1 1 4 は、有効画像信号にパラメータ (デジタルゲイン信号 D_G) を乗算することでレベル調整を行う。調整するためのパラメータ (デジタルゲイン信号 D_G) は、コマンド設定値であってもよいし、A L C 回路 1 1 6 で計算した係数を使ってもよい。

【 0 0 2 8 】

色分離・フォーマット変換回路 1 1 5 は、ゲイン調整が施された画像信号 (R A W) をゲイン調整回路 1 1 4 から受ける。例えば、画像信号 (R A W) は、複数の有効画素の信号のそれぞれに対応付けられた、ベイヤ配列に従った色の情報を含んでいる。これに応じて、色分離・フォーマット変換回路 1 1 5 は、画像信号を色分離して、R G B や Y U V 信号に変換する。また、色分離・フォーマット変換回路 1 1 5 は、色分離するとき画像信号から輝度信号を抽出する。色分離・フォーマット変換回路 1 1 5 は、R G B 信号や Y U

10

20

30

40

50

V信号を画像データとしてISP6へ出力するとともに、輝度信号をALC回路116へ供給する。

【0029】

ALC(Auto Luminance Control)回路116は、輝度信号を色分離・フォーマット変換回路115から受ける。ALC回路116は、輝度信号に応じて、画面の輝度調節を制御するための制御信号AG、DGを発生する。例えば、ALC回路116は、色分離で抽出した輝度信号の1V期間(画素配列12を垂直方向に1回走査する期間)の積算値から画面の明るさを判断して、デジタルゲイン・アナログゲインの係数を自動で調整する。ALC回路116は、調整結果に応じたアナログゲイン信号AG、デジタルゲイン信号DGを発生する。ALC回路116は、デジタルゲイン信号DGをゲイン調整回路114へ供給し、アナログゲイン信号AGをTG回路117へ供給する。

10

【0030】

TG(Timing Generator)回路117は、撮像センサ10の動作タイミングを制御する。例えば、TG回路117は、電子シャッタタイミング信号ES、垂直読み出しタイミング信号VR、水平読み出しタイミング信号HRなどの変更タイミングを制御するパルスを発生し、撮像センサ10のタイミング制御部15に出力する。電子シャッタタイミング信号ESは、電子シャッタのシャッタースピードを規定する信号である。垂直読み出しタイミング信号VRは、画素配列12の垂直方向(V方向)における画素信号の読み出しタイミングを制御するための信号である。水平読み出しタイミング信号HRは、画素配列12の水平方向(H方向)における画素信号の水平転送のタイミングを制御するための信号である。また、TG回路117は、アナログゲイン信号AGをALC回路116から受けてFBC回路112と撮像センサ10のタイミング制御部15とへそれぞれ転送する。

20

【0031】

また、TG回路117は、VOBイネーブル信号VOB__EN、Vイネーブル信号V__EN、HOBイネーブル信号HOB__EN、Hイネーブル信号H__ENを発生してOBクランプ回路113へ供給する。

【0032】

次に、OBクランプ回路113について図9~図11を用いて説明する。図9は、OBクランプ回路113の構成を示す図である。図10及び図11は、それぞれ、OBクランプ回路113の動作を示す図である。

30

【0033】

OBクランプ回路113は、積分タイミング生成部113e、補正タイミング生成部113d、積分部113a、及び補正部113cを有する。

【0034】

積分タイミング生成部113eは、VOBイネーブル信号VOB__EN及びHイネーブル信号H__ENをTG回路117(図8参照)から受ける。積分タイミング生成部113eは、VOBイネーブル信号VOB__EN及びHイネーブル信号H__ENに応じて、積分タイミング信号Iを生成する。

【0035】

VOBイネーブル信号VOB__ENは、図10(a)に示すように、FBC用オプティカルブラック領域(FBC領域)124及び垂直オプティカルブラック領域(VOB領域)121を選択すべき期間を規定する信号である。例えば、VOBイネーブル信号VOB__ENは、アクティブレベルになっている期間が、垂直オプティカルブラック領域121の遮光画素P1の信号を用いて基準黒レベルの決定を行うべき期間として規定される。

40

【0036】

Hイネーブル信号H__ENは、図10(a)に示すように、垂直オプティカルブラック領域(VOB領域)121及び有効画素領域123を選択すべき期間を規定する信号である。例えば、Hイネーブル信号H__ENは、アクティブレベルになっている期間が、垂直オプティカルブラック領域121の遮光画素P1の信号を用いた基準黒レベルの決定を行

50

うべき期間として規定される。

【0037】

積分タイミング生成部113eは、図10(b)に示すように、VOBイネーブル信号VOB_EN及びHイネーブル信号H_ENがいずれもアクティブレベルになっている期間にアクティブレベルになるように積分タイミング信号Iを生成する。積分タイミング生成部113eは、生成された積分タイミング信号Iを積分部113aへ供給する。

【0038】

補正タイミング生成部113dは、HOBイネーブル信号HOB_EN、Vイネーブル信号V_EN、及びHイネーブル信号H_ENをTG回路117(図8参照)から受ける。補正タイミング生成部113dは、HOBイネーブル信号HOB_EN、Vイネーブル信号V_EN、及びHイネーブル信号H_ENに応じて、補正タイミング信号Cを生成する。

10

【0039】

HOBイネーブル信号HOB_ENは、図10(a)に示すように、FBC用オプティカルブラック領域(FBC領域)124及び水平オプティカルブラック領域(HOB領域)122を選択すべき期間を規定する信号である。例えば、HOBイネーブル信号HOB_ENは、ノンアクティブレベルになっている期間が、有効画素領域123の有効画素P3の信号の補正動作を行うべき期間として規定される。

【0040】

Vイネーブル信号V_ENは、図10(a)に示すように、水平オプティカルブラック領域(HOB領域)122及び有効画素領域123を選択すべき期間を規定する信号である。例えば、Vイネーブル信号V_ENは、アクティブレベルになっている期間が、有効画素領域123の有効画素P3の信号の補正動作を行うべき期間として規定される。

20

【0041】

Hイネーブル信号H_ENは、図10(a)に示すように、垂直オプティカルブラック領域(VOB領域)121及び有効画素領域123を選択すべき期間を規定する信号である。例えば、Hイネーブル信号H_ENは、アクティブレベルになっている期間が、有効画素領域123の有効画素P3の信号の補正動作を行うべき期間として規定される。

【0042】

補正タイミング生成部113dは、図10(b)に示すように、HOBイネーブル信号HOB_ENがノンアクティブレベルであり且つVイネーブル信号V_EN及びHイネーブル信号H_ENがいずれもアクティブレベルになっている期間にアクティブレベルになるように補正タイミング信号Cを生成する。補正タイミング生成部113dは、生成された補正タイミング信号Cを補正部113cへ供給する。

30

【0043】

図9に示す積分部113aには、垂直オプティカルブラック領域121における複数の遮光画素P1の信号であってその黒レベルがFBC回路112によりアナログ的に調整された信号が入力される。複数の遮光画素P1の信号には、白キズや黒キズなどの欠陥を有する遮光画素の信号(ノイズ信号)が踏まれることがある。白キズを有する遮光画素は、正常な遮光画素に比べて高い輝度の信号を出力する。黒キズを有する遮光画素は、正常な遮光画素に比べて低い輝度の信号を出力する。すなわち、白キズや黒キズなどの欠陥を有する遮光画素の信号は、正常な遮光画素の信号レベルから大幅にずれたレベルの信号となりやすい。また、複数の遮光画素P1の信号には、遮光膜による遮光が不完全な遮光画素の信号が踏まれることがある。遮光膜による遮光が不完全な遮光画素の信号(ノイズ信号)は、正常な遮光画素の信号レベルから大幅にずれたレベルの信号となりやすい。

40

【0044】

仮に、積分部113aにおいて、垂直オプティカルブラック領域121における複数の遮光画素P1の信号をそのまま積分すると、ノイズ成分が多く含まれたまま積分することになるので、遮光画素P1の信号を用いて基準黒レベルを決定する際の精度が劣化しやすい。

50

【 0 0 4 5 】

そのため、積分部 1 1 3 a は、垂直オプティカルブラック領域 1 2 1 における複数の遮光画素 P 1 の信号を第 1 の積分領域 I R 1 (図 1 1 参照) で積分平均する。すなわち、積分部 1 1 3 a は、入力される複数の遮光画素 P 1 の信号のレベル幅を第 1 の積分領域 I R 1 に制限し、レベル幅が制限された複数の信号を積分平均する。第 1 の積分領域 I R 1 は、その中心レベル R e f 1、上限レベル M a x 1、及び下限レベル M i n 1 がそれぞれ予め決められている。

【 0 0 4 6 】

具体的には、積分部 1 1 3 a は、振幅制限部 1 1 3 a 1 及び積分処理部 1 1 3 a 2 を有する。振幅制限部 1 1 3 a 1 は、入力される複数の遮光画素 P 1 の信号 (I N P U T _ S I G) のレベル幅を第 1 の積分領域 I R 1 に制限する。振幅制限部 1 1 3 a 1 は、レベル幅が制限された複数の信号を積分処理部 1 1 3 a 2 へ転送する。

10

【 0 0 4 7 】

第 1 の積分領域 I R 1 の中心レベル R e f 1、上限レベル M a x 1、及び下限レベル M i n 1 は、それぞれ、予め実験的に決められ振幅制限部 1 1 3 a 1 に設定されている。上限レベル M a x 1 から中心レベル R e f 1 までのレベル幅と中心レベル R e f 1 から下限レベル M i n 1 までのレベル幅とは、互いに均等であってもよい (図 1 1 参照)。また、第 1 の積分領域 I R 1 のレベル幅 L W 1 は、予め実験的に決められ振幅制限部 1 1 3 a 1 に設定されている。

【 0 0 4 8 】

例えば、振幅制限部 1 1 3 a 1 は、複数の遮光画素 P 1 の信号のうち第 1 の積分領域 I R 1 の上限レベル M a x 1 を超える信号を無視するとともに、下限レベル M i n 1 を下回る信号を無視する。すなわち、振幅制限部 1 1 3 a 1 は、複数の遮光画素 P 1 の信号のうち第 1 の積分領域 I R 1 から外れる信号を除外し、第 1 の積分領域 I R 1 内に収まる複数の信号を選択的に積分処理部 1 1 3 a 2 へ転送する。

20

【 0 0 4 9 】

あるいは、例えば、振幅制限部 1 1 3 a 1 は、複数の遮光画素 P 1 の信号のうち第 1 の積分領域 I R 1 の上限レベル M a x 1 を超える信号のレベルを上限レベル M a x 1 に揃えたとともに、下限レベル M i n 1 を下回る信号のレベルを下限レベル M i n 1 に揃える。すなわち、振幅制限部 1 1 3 a 1 は、複数の遮光画素 P 1 の信号のうち第 1 の積分領域 I R 1 から外れる信号を上限レベル M a x 1 及び下限レベル M i n 1 でスライスし、上限レベル M a x 1 及び下限レベル M i n 1 でスライスされた信号を含む複数の信号を積分処理部 1 1 3 a 2 へ転送する。

30

【 0 0 5 0 】

積分処理部 1 1 3 a 2 は、レベル幅が制限された複数の信号を振幅制限部 1 1 3 a 1 から受け、積分タイミング信号 I を積分タイミング生成部 1 1 3 e から受ける。積分処理部 1 1 3 a 2 は、積分タイミング信号 I に同期して、複数の信号を積分平均する。例えば、積分処理部 1 1 3 a 2 は、図 1 0 に示す積分タイミング信号 I がアクティブレベル (例えば、H レベル) の期間に、複数の信号を積分平均 (例えば、加算平均) する。積分処理部 1 1 3 a 2 は、積分平均結果を補正部 1 1 3 c へ供給する。

40

【 0 0 5 1 】

補正部 1 1 3 c は、基準黒レベルの決定を行うべき期間において、積分平均結果を積分処理部 1 1 3 a 2 から受ける。基準黒レベルの決定を行うべき期間は、例えば、図 1 0 (b) に示す V O B イネーブル信号 V O B _ E N がアクティブレベル (例えば、H レベル) の期間である。補正部 1 1 3 c は、受けた積分平均結果に応じて基準黒レベルを決定する。例えば、補正部 1 1 3 c は、複数回の本積分の積分平均結果を平均してその結果を基準黒レベルとして決定することができる。

【 0 0 5 2 】

補正部 1 1 3 c は、有効画素の信号を補正すべき期間において、有効画素領域 1 2 3 における複数の有効画素 P 3 の信号であってその黒レベルが F B C 回路 1 1 2 によりアナロ

50

グ的に調整された信号が入力される。有効画素の信号を補正すべき期間は、例えば、図 10 (b) に示す V O B イネーブル信号 V O B _ E N がノンアクティブレベル (例えば、L レベル) の期間である。補正部 1 1 3 c は、基準黒レベルの決定を行うべき期間に決定された基準黒レベルを用いて、有効画素の信号を補正する。例えば、補正部 1 1 3 c は、有効画素の信号の黒レベルと基準黒レベルとの差分を求め、その差分をキャンセルするような補正量を有効画素の信号に加算する。補正量は、例えば、求めた差分と振幅が均等であり符号が逆である。補正部 1 1 3 c は、補正後の有効画素の信号 (O U T P U T _ S I G) を I S P 6 へ出力する。

【 0 0 5 3 】

O B クランプ回路 1 1 3 では、上記のように、振幅制限部 1 1 3 a 1 が用いる第 1 の積分領域 I R 1 の中心レベル R e f 1 及びレベル幅 L W 1 は、予め実験的に決められ振幅制限部 1 1 3 a 1 に固定的に設定されている。この第 1 の積分領域 I R 1 は、F B C 回路 1 1 2 による黒レベルのアナログ的な調整が安定的に行われ、アナログ的な調整後の信号の中心レベルが第 1 の積分領域 I R 1 の中心レベル R e f 1 に略一致することが前提となっている。

【 0 0 5 4 】

しかし、実際には、環境温度によりアナログゲインとクランプパラメータとの関係が変動することがあるので、アナログ的な調整後の信号の中心レベルは第 1 の積分領域 I R 1 の中心レベル R e f 1 からずれやすい。また、信号処理装置 1 1 及び撮像センサ 1 0 を構成する各素子 (例えば、トランジスタ) の経年的な劣化に起因してアナログゲインとクランプパラメータとの関係が変動することがあるので、アナログ的な調整後の信号の中心レベルは第 1 の積分領域 I R 1 の中心レベル R e f 1 からずれやすい。例えば、アナログ的な調整後の信号の中心レベルが第 1 の積分領域 I R 1 の中心レベル R e f 1 よりも高振幅側にずれた場合、第 1 の積分領域 I R 1 は、図 1 1 (a) 、 (b) に示すようになる。図 1 1 (a) 、 (b) は、O B クランプ回路 1 1 3 の動作を示す図である。なお、図 1 1 (a) 、 (b) では、アナログ的な調整後の複数の遮光画素の信号 (複数の離散的なデジタル信号) が、図示の簡略化のため、疑似的に連続的な信号として示されている。

【 0 0 5 5 】

図 1 1 (a) に示すように第 1 の積分領域 I R 1 - 1 のレベル幅 L W 1 - 1 をアナログ的な調整後の信号のレベル幅の大部分をカバーするように広めにとった場合、余計なノイズレベルの部分 N P を積分処理部 1 1 3 a 2 の処理対象に含めてしまう。また、アナログ的な調整後の信号の中心レベルが第 1 の積分領域 I R 1 - 1 の中心レベル R e f 1 よりも高振幅側にずれているために、レベル幅 L W 1 - 1 を広めにとっているにもかかわらず、適正な基準信号レベルの部分 S P 1 が積分処理部 1 1 3 a 2 の処理対象から外れてしまう。これにより、適正な基準信号成分が減衰するとともにノイズ成分が多く含まれたまま積分が行われるので、遮光画素 P 1 の信号を用いて基準黒レベルを決定する際の精度が劣化しやすい。

【 0 0 5 6 】

図 1 1 (b) に示すように第 1 の積分領域 I R 1 - 2 のレベル幅 L W 1 - 2 をノイズレベルの部分 N P が含まれないように狭く取った場合、適正な基準信号レベルの部分 S P 2 が積分処理部 1 1 3 a 2 の処理対象から外れてしまう。適正な基準信号レベルの部分 S P 2 は、図 1 1 (a) に示す適正な基準信号レベルの部分 S P 1 に比べてその信号量が大幅に多くなっている。これにより、適正な基準信号成分が大幅に減衰した状態で積分が行われるので、遮光画素 P 1 の信号を用いて基準黒レベルを決定する際の精度が劣化しやすい。また、適正な基準信号レベルの部分 S P 2 は、図 1 1 (a) に示す適正な基準信号レベルの部分 S P 1 に比べてよりその本来の平均値に近い成分を含んでしまっている。これにより、例えば、本来の平均値に近い成分が欠けた状態で積分が行われるので、積分平均結果が利用できなくなってしまう可能性がある。

【 0 0 5 7 】

このように、固定的に設定された第 1 の積分領域 I R 1 を用いて基準黒レベルを決定し

10

20

30

40

50

ようとする、アナログ的な調整後の遮光画素の信号の中心レベルが変動したときに、基準黒レベルを決定する際の精度が低下しやすい。

【0058】

そこで、実施形態では、図1に示すように、2段階の積分平均を行い、1段階目の積分平均（先行積分）で遮光画素の信号の中心レベルを把握し、その把握された中心レベルを考慮した積分領域で2段階目の積分平均（本積分）を行う。図1は、実施形態におけるOBクランプ回路113iの構成を示す図である。以下では、基本の形態と異なる部分を中心に説明する。

【0059】

具体的には、固体撮像装置5iの信号処理装置11iは、OBクランプ回路113（図8，9参照）に代えて、OBクランプ回路113iを有する。OBクランプ回路113iは、2段階の積分平均として、先行積分及び本積分を行う。まず先行積分において、予め決定された第1の積分領域IR1（図4（a）参照）で積分平均を行い、遮光画素の信号の大まかな平均値を求める。そして、本積分において、その大まかな平均値を中心レベルとする第2の積分領域IR2を決定し、その決定された第2の積分領域IR2（図4（b）参照）で遮光画素の信号を積分平均する。このとき、第2の積分領域IR2のレベル幅LW2は、第1の積分領域IR1のレベル幅LW1より狭くてもよい。

【0060】

また、OBクランプ回路113iは、先行積分及び本積分を垂直オプティカルブラック領域121における同一行内で切り替えてもよいし（図2参照）、先行積分及び本積分を垂直オプティカルブラック領域121における行単位で切り替えてもよい（図3参照）。

【0061】

より具体的には、OBクランプ回路113iは、積分タイミング生成部113e及び積分部113a（図9参照）に代えて積分タイミング生成部113ei及び先行積分部113aiを有し、積分タイミング生成部113fi及び本積分部113biをさらに有する。

【0062】

積分タイミング生成部113eiは、VOBイネーブル信号VOB_EN及びHイネーブル信号H_ENをTG回路117（図8参照）から受ける。積分タイミング生成部113eiは、VOBイネーブル信号VOB_EN及びHイネーブル信号H_ENに応じて、先行積分タイミング信号I1を生成する。

【0063】

例えば、先行積分及び本積分を垂直オプティカルブラック領域121における同一行内で切り替える場合、積分タイミング生成部113eiは、図2（a）に示す遮光画素P11に対応するように、先行積分タイミング信号I1を生成する。すなわち、積分タイミング生成部113eiは、行VOB_0における先頭側の領域A11に含まれる複数の遮光画素P11が読み出されるタイミングでアクティブレベルになるように先行積分タイミング信号I1を生成する。例えば、積分タイミング生成部113eiは、図2（b）、（c）に示すように、VOBイネーブル信号VOB_EN及びHイネーブル信号H_ENがいずれもアクティブレベルになっている期間における先頭側の期間であって領域A11内の遮光画素P11の数に対応した長さを有する期間にアクティブレベルになるように先行積分タイミング信号I1を生成する。

【0064】

なお、図2（a）～（c）は、先行積分及び本積分を垂直オプティカルブラック領域121における同一行内で切り替える場合におけるOBクランプ回路113iの動作を示す図である。図2（a）～（c）では、垂直オプティカルブラック領域121における先頭行VOB_0における先頭側の領域A11について先行積分を行い、その次以降の行VOB_1～VOB_nにおいて先行積分を行わない場合が例示されているが、行VOB_1～VOB_nにおける少なくとも一部の行においてさらに先行積分を行ってもよい。

【0065】

10

20

30

40

50

あるいは、例えば、先行積分及び本積分を垂直オプティカルブラック領域 1 2 1 における行単位で切り替える場合、積分タイミング生成部 1 1 3 e i は、図 3 (a) に示す遮光画素 P 1 1 に対応するように、先行積分タイミング信号 I 1 を生成する。すなわち、積分タイミング生成部 1 1 3 e i は、垂直オプティカルブラック領域 1 2 1 における先頭側の行 V O B _ 0 , V O B _ 1 に含まれる複数の遮光画素 P 1 1 が読み出されるタイミングでアクティブレベルになるように先行積分タイミング信号 I 1 を生成する。例えば、積分タイミング生成部 1 1 3 e i は、図 3 (b)、(c) に示すように、V O B イネーブル信号 V O B _ E N 及び H イネーブル信号 H _ E N がいずれもアクティブレベルになっている期間であって先頭側の行 V O B _ 0 , V O B _ 1 に対応した期間にアクティブレベルになるように先行積分タイミング信号 I 1 を生成する。

10

【 0 0 6 6 】

なお、図 3 (a) ~ (c) は、先行積分及び本積分を垂直オプティカルブラック領域 1 2 1 における行単位で切り替える場合における O B クランプ回路 1 1 3 i の動作を示す図である。図 3 (a) ~ (c) では、垂直オプティカルブラック領域 1 2 1 における先頭側の数行 V O B _ 0 , V O B _ 1 について先行積分を行い、その次以降の行 V O B _ 2 ~ V O B _ n において先行積分を行わない場合が例示されているが、1つの行 V O B _ 0 について先行積分を行い、その次以降の行 V O B _ 1 ~ V O B _ n において先行積分を行わない処理であってもよい。あるいは、先頭側の数行 V O B _ 0 , V O B _ 1 について先行積分を行い、その次以降の行 V O B _ 2 ~ V O B _ n における一部の行 (例えば、V O B _ n / 2 , V O B _ n / 2 + 1) においてさらに先行積分を行ってもよい。

20

【 0 0 6 7 】

積分タイミング生成部 1 1 3 f i は、V O B イネーブル信号 V O B _ E N 及び H イネーブル信号 H _ E N を T G 回路 1 1 7 (図 8 参照) から受ける。積分タイミング生成部 1 1 3 f i は、V O B イネーブル信号 V O B _ E N 及び H イネーブル信号 H _ E N に応じて、本積分タイミング信号 I 2 を生成する。

【 0 0 6 8 】

例えば、先行積分及び本積分を垂直オプティカルブラック領域 1 2 1 における同一行内で切り替える場合、積分タイミング生成部 1 1 3 f i は、図 2 (a) に示す遮光画素 P 1 2 に対応するように、本積分タイミング信号 I 2 を生成する。すなわち、積分タイミング生成部 1 1 3 f i は、行 V O B _ 0 における領域 A 1 1 より後ろ側の領域 A 1 2 に含まれる複数の遮光画素 P 1 2 が読み出されるタイミングでアクティブレベルになるように本積分タイミング信号 I 2 を生成する。例えば、積分タイミング生成部 1 1 3 f i は、図 2 (b)、(c) に示すように、V O B イネーブル信号 V O B _ E N 及び H イネーブル信号 H _ E N がいずれもアクティブレベルになっている期間における中央側の期間であって領域 A 1 2 内の遮光画素 P 1 2 の数に対応した長さを有する期間にアクティブレベルになるように本積分タイミング信号 I 2 を生成する。

30

【 0 0 6 9 】

なお、図 2 (a) ~ (c) に示すように、垂直オプティカルブラック領域 1 2 1 における先頭行 V O B _ 0 における領域 A 1 2 について本積分を行い、その次以降の行 V O B _ 1 ~ V O B _ n においても、領域 A 1 2 に対応する領域について本積分を行ってもよい。

40

【 0 0 7 0 】

あるいは、例えば、先行積分及び本積分を垂直オプティカルブラック領域 1 2 1 における行単位で切り替える場合、積分タイミング生成部 1 1 3 f i は、図 3 (a) に示す遮光画素 P 1 2 に対応するように、本積分タイミング信号 I 2 を生成する。すなわち、積分タイミング生成部 1 1 3 f i は、垂直オプティカルブラック領域 1 2 1 における先行積分の行 V O B _ 0 , V O B _ 1 より後ろ側の行 V O B _ 2 ~ V O B _ n に含まれる複数の遮光画素 P 1 2 が読み出されるタイミングでアクティブレベルになるように本積分タイミング信号 I 2 を生成する。例えば、積分タイミング生成部 1 1 3 f i は、図 3 (b)、(c) に示すように、V O B イネーブル信号 V O B _ E N 及び H イネーブル信号 H _ E N がいずれもアクティブレベルになっている期間であって上記の後ろ側の行 V O B _ 2 ~ V O

50

B_nに対応した期間にアクティブレベルになるように本積分タイミング信号 I₂を生成する。

【0071】

なお、図3(a)~(c)では、垂直オプティカルブラック領域121における先頭側の数行VOB₀, VOB₁の次以降の行VOB₂~VOB_nにおいて本積分を行う場合が例示されているが、1つの次以降の行VOB₂~VOB_nについて本積分を行ってもよい。あるいは、先行積分と本積分とを交互におこなってもよい。例えば、先頭側の数行VOB₀, VOB₁について先行積分を行い、その次の行VOB₂~VOB_{n/2-1}について本積分を行い、その次の行VOB_{n/2}, VOB_{n/2+1}について先行積分を行い、残りの行VOB_{n/2+2}~VOB_nについて本積分を行ってもよい。

10

【0072】

先行積分部113aiには、垂直オプティカルブラック領域121における複数の遮光画素P11の信号であってその黒レベルがFBC回路112によりアナログ的に調整された信号が入力される。先行積分部113aiは、垂直オプティカルブラック領域121における複数の遮光画素P11の信号を第1の積分領域IR1(図4参照)で積分平均する。すなわち、先行積分部113aiは、入力される複数の遮光画素P11の信号のレベル幅を第1の積分領域IR1に制限し、レベル幅が制限された複数の信号を積分平均する。第1の積分領域IR1は、その中心レベルRef1、上限レベルMax1、及び下限レベルMin1がそれぞれ予め決められていてもよい。先行積分部113aiは、先行積分を複数回行ってもよい。

20

【0073】

具体的には、先行積分部113aiは、振幅制限部113a1及び積分処理部113a2を有する。振幅制限部113a1は、入力される複数の遮光画素P11の信号(INPUT_SIG)のレベル幅を第1の積分領域IR1に制限する。振幅制限部113a1は、レベル幅が制限された複数の信号を積分処理部113a2へ転送する。

【0074】

例えば、振幅制限部113a1は、複数の遮光画素P11の信号のうち第1の積分領域IR1の上限レベルMax1を超える信号を無視するとともに、下限レベルMin1を下回る信号を無視する。すなわち、振幅制限部113a1は、複数の遮光画素P11の信号のうち第1の積分領域IR1から外れる信号を除外し、第1の積分領域IR1内に収まる複数の信号を選択的に積分処理部113a2へ転送する。

30

【0075】

あるいは、例えば、振幅制限部113a1は、複数の遮光画素P11の信号のうち第1の積分領域IR1の上限レベルMax1を超える信号のレベルを上限レベルMax1に揃えたとともに、下限レベルMin1を下回る信号のレベルを下限レベルMin1に揃える。すなわち、振幅制限部113a1は、複数の遮光画素P11の信号のうち第1の積分領域IR1から外れる信号を上限レベルMax1及び下限レベルMin1でスライスし、上限レベルMax1及び下限レベルMin1でスライスされた信号を含む複数の信号を積分処理部113a2へ転送する。

40

【0076】

積分処理部113a2は、レベル幅が制限された複数の信号を振幅制限部113a1から受け、先行積分タイミング信号I₁を積分タイミング生成部113eiから受ける。積分処理部113a2は、先行積分タイミング信号I₁に同期して、複数の信号を積分平均する。

【0077】

例えば、先行積分及び本積分を垂直オプティカルブラック領域121における同一行内で切り替える場合、積分処理部113a2は、図2(b)、(c)に示す先行積分タイミング信号I₁がアクティブレベル(例えば、Hレベル)の期間に、複数の信号を積分平均(例えば、加算平均)する。

50

【 0 0 7 8 】

あるいは、例えば、先行積分及び本積分を垂直オプティカルブラック領域 1 2 1 における行単位で切り替える場合、積分処理部 1 1 3 a 2 は、図 3 (b)、(c) に示す先行積分タイミング信号 I 1 がアクティブレベル（例えば、Hレベル）の期間に、複数の信号を積分平均（例えば、加算平均）する。例えば、図 3 (b)、(c) に示す場合、積分処理部 1 1 3 a 2 は、先行積分を複数回行っている。

【 0 0 7 9 】

積分処理部 1 1 3 a 2 は、先行積分の積分平均結果を本積分部 1 1 3 b i へ供給する。積分処理部 1 1 3 a 2 は、複数回の先行積分を行う場合、先行積分を行う度に先行積分の積分平均結果を本積分部 1 1 3 b i へ供給してもよい。

10

【 0 0 8 0 】

本積分部 1 1 3 b i には、先行積分の積分平均結果を先行積分部 1 1 3 a i の積分処理部 1 1 3 a 2 から受ける。本積分部 1 1 3 b i は、先行積分の積分平均結果に応じて第 2 の積分領域 I R 2 (図 4 参照) を決定する。

【 0 0 8 1 】

例えば、本積分部 1 1 3 b i は、先行積分の積分平均結果に応じて第 2 の積分領域 I R 2 の中心レベルを決定する。本積分部 1 1 3 b i は、先行積分で求められた平均値 R_{ef2} を第 2 の積分領域 I R 2 の中心レベル R_{ef2} として決定してもよい (図 4 参照) 。また、本積分部 1 1 3 b i は、複数回の先行積分の積分平均結果を受けた場合、複数回の先行積分の積分平均結果を平均して得られた値を第 2 の積分領域 I R 2 の中心レベル R_{ef2} として決定してもよい (図 4 参照) 。

20

【 0 0 8 2 】

また、本積分部 1 1 3 b i は、第 2 の積分領域 I R 2 のレベル幅 LW_2 が第 1 の積分領域 I R 1 のレベル幅 LW_1 より小さくなるように第 2 の積分領域 I R 2 を決定してもよい (図 4 参照) 。これに応じて、本積分部 1 1 3 b i は、第 2 の積分領域 I R 2 の上限レベル Max_2 及び下限レベル Min_2 をそれぞれ決定してもよい。

【 0 0 8 3 】

本積分部 1 1 3 b i は、垂直オプティカルブラック領域 1 2 1 における複数の遮光画素 P 1 2 の信号を第 2 の積分領域 I R 2 で積分平均する。すなわち、本積分部 1 1 3 b i は、入力される複数の遮光画素 P 1 2 の信号のレベル幅を第 2 の積分領域 I R 2 に制限し、レベル幅が制限された複数の信号を積分平均する。本積分部 1 1 3 b i は、本積分を複数回行ってもよい。

30

【 0 0 8 4 】

具体的には、本積分部 1 1 3 b i は、振幅制限部 1 1 3 b 1 及び積分処理部 1 1 3 b 2 を有する。振幅制限部 1 1 3 b 1 は、入力される複数の遮光画素 P 1 2 の信号のレベル幅を第 2 の積分領域 I R 2 に制限する。振幅制限部 1 1 3 b 1 は、レベル幅が制限された複数の信号を積分処理部 1 1 3 b 2 へ転送する。

【 0 0 8 5 】

例えば、振幅制限部 1 1 3 b 1 は、複数の遮光画素 P 1 2 の信号のうち第 2 の積分領域 I R 2 の上限レベル Max_2 を超える信号を無視するとともに、下限レベル Min_2 を下回る信号を無視する。すなわち、振幅制限部 1 1 3 b 1 は、複数の遮光画素 P 1 2 の信号のうち第 2 の積分領域 I R 2 から外れる信号を除外し、第 2 の積分領域 I R 2 内に収まる複数の信号を選択的に積分処理部 1 1 3 b 2 へ転送する。

40

【 0 0 8 6 】

あるいは、例えば、振幅制限部 1 1 3 b 1 は、複数の遮光画素 P 1 2 の信号のうち第 2 の積分領域 I R 2 の上限レベル Max_2 を超える信号のレベルを上限レベル Max_2 に揃え、下限レベル Min_2 を下回る信号のレベルを下限レベル Min_2 に揃える。すなわち、振幅制限部 1 1 3 b 1 は、複数の遮光画素 P 1 2 の信号のうち第 2 の積分領域 I R 2 から外れる信号を上限レベル Max_2 及び下限レベル Min_2 でスライスし、上限レベル Max_2 及び下限レベル Min_2 でスライスされた信号を含む複数の信号を積分

50

処理部 1 1 3 b 2 へ転送する。

【 0 0 8 7 】

積分処理部 1 1 3 b 2 は、レベル幅が制限された複数の信号を振幅制限部 1 1 3 b 1 から受け、本積分タイミング信号 I 2 を積分タイミング生成部 1 1 3 f i から受ける。積分処理部 1 1 3 b 2 は、本積分タイミング信号 I 2 に同期して、複数の信号を積分平均する。

【 0 0 8 8 】

例えば、先行積分及び本積分を垂直オプティカルブラック領域 1 2 1 における同一行内で切り替える場合、積分処理部 1 1 3 b 2 は、図 2 (b)、(c) に示す本積分タイミング信号 I 2 がアクティブレベル (例えば、Hレベル) の期間に、複数の信号を積分平均 (例えば、加算平均) する。

10

【 0 0 8 9 】

あるいは、例えば、先行積分及び本積分を垂直オプティカルブラック領域 1 2 1 における行単位で切り替える場合、積分処理部 1 1 3 b 2 は、図 3 (b)、(c) に示す本積分タイミング信号 I 2 がアクティブレベル (例えば、Hレベル) の期間に、複数の信号を積分平均 (例えば、加算平均) する。

【 0 0 9 0 】

積分処理部 1 1 3 b 2 は、本積分の積分平均結果を補正部 1 1 3 c へ供給する。これにより、補正部 1 1 3 c は、受けた本積分の積分平均結果に応じて基準黒レベルを決定する。その後、補正部 1 1 3 c は、有効画素の信号を補正すべき期間において、その決定された基準黒レベルを用いて、有効画素の信号を補正する。そして、補正部 1 1 3 c は、補正後の有効画素の信号 (O U T P U T _ S I G) を I S P 6 へ出力する。

20

【 0 0 9 1 】

O B クランプ回路 1 1 3 i では、例えば、振幅制限部 1 1 3 a 1 が用いる第 1 の積分領域 I R 1 の中心レベル R e f 1 及びレベル幅 L W 1 は、予め実験的に決められ振幅制限部 1 1 3 a 1 に固定的に設定されている。このとき、例えば、アナログ的な調整後の遮光画素の信号の中心レベルが第 1 の積分領域 I R 1 の中心レベル R e f 1 よりも高振幅側にずれた場合、第 1 の積分領域 I R 1 は、図 4 (a) に示すようになる。図 4 (a)、(b) は、O B クランプ回路 1 1 3 i の動作を示す図である。なお、図 4 (a)、(b) では、アナログ的な調整後の複数の遮光画素の信号 (複数の離散的なデジタル信号) が、図示の簡略化のため、疑似的に連続的な信号として示されている。

30

【 0 0 9 2 】

先行積分では、図 4 (a) に示すように、第 1 の積分領域 I R 1 のレベル幅 L W 1 は、例えば、アナログ的な調整後の信号のレベル幅の大部分をカバーするように広めにとられる。この先行積分において、第 1 の積分領域 I R 1 で遮光画素の信号を積分平均すると、遮光画素の信号に対する大まかへ平均値 R e f 2 ' を求めることができる。この平均値 R e f 2 ' は、多少ノイズ成分を含む状態で積分されたものであるが、大まかへ平均値を表すものとしては使用できる。

【 0 0 9 3 】

そして、本積分では、図 4 (b) に示すように、先行積分で求められた平均値 R e f 2 ' に対応する中心レベル R e f 2 を有する第 2 の積分領域 I R 2 を決定する。このとき、第 2 の積分領域 I R 2 のレベル幅 L W 2 を第 1 の積分領域 I R 1 のレベル幅 L W 1 より狭くすれば、高振幅側のノイズ成分と低振幅側のノイズ成分とを効率的に除外できる。すなわち、ノイズ成分を低減した状態で積分を行うことができるので、遮光画素の信号を用いて基準黒レベルを決定する際の精度を容易に向上できる。

40

【 0 0 9 4 】

また、図 4 (b) に示すように、中心レベル R e f 2 が先行積分で求められた平均値 R e f 2 ' に対応するものである。これにより、アナログ的な調整後の遮光画素の信号の中心レベルの第 2 の積分領域 I R 2 の中心レベル R e f 2 からのずれは、アナログ的な調整後の遮光画素の信号の中心レベルの第 1 の積分領域 I R 1 の中心レベル R e f 1 からのず

50

れよりも小さくできる。すなわち、本来の平均値に近い成分が欠けた状態で積分が行われることを抑制できるので、この観点からも、遮光画素の信号を用いて基準黒レベルを決定する際の精度を容易に向上できる。

【0095】

以上のように、実施形態では、信号処理装置11iのOBクランプ回路113iにおいて、先行積分部113aiが、垂直オプティカルブラック領域121における複数の遮光画素P11の信号を第1の積分領域IR1で積分平均する。本積分部113biは、垂直オプティカルブラック領域121における複数の遮光画素P12の信号を、先行積分部113aiの積分平均結果に応じて決定された第2の積分領域IR2で積分平均する。補正部113cは、本積分部113biの積分平均結果に応じて基準黒レベルを決定し、決定された基準黒レベルを用いて有効画素P3の信号の黒レベルを補正する。これにより、アナログ的な調整後の遮光画素の信号の中心レベルが変動した場合に、その変動後の中心レベルに第2の積分領域IR2の中心レベルを近づけることができる。これにより、本積分部113biの積分平均の精度を向上できるので、本積分部113biの積分平均結果に応じた基準黒レベルの決定の精度も向上できる。すなわち、アナログ的な調整後の遮光画素の信号の中心レベルが変動した場合に、遮光画素の信号を用いて基準黒レベルを決定する際の精度を容易に向上できる。したがって、有効画素の信号の黒レベルを高精度に補正できる。

10

【0096】

また、実施形態では、信号処理装置11iのOBクランプ回路113iにおいて、本積分部113biが、先行積分部113aiの積分平均結果に応じて第2の積分領域IR2の中心レベルRef2を決定する。これにより、アナログ的な調整後の遮光画素の信号の中心レベルが変動した場合に、その変動後の中心レベルに第2の積分領域IR2の中心レベルを近づけることができる。

20

【0097】

また、実施形態では、信号処理装置11iのOBクランプ回路113iにおいて、本積分部113biは、第2の積分領域IR2のレベル幅LW2が第1の積分領域IR1のレベル幅LW1より小さくなるように第2の積分領域IR2を決定する。これにより、その変動後の中心レベルに第2の積分領域IR2の中心レベルを近づけながら、第2の積分領域IR2のレベル幅LW2を第1の積分領域IR1のレベル幅LW1より狭くできる。これにより、高振幅側のノイズ成分と低振幅側のノイズ成分とを効率的に除外でき、ノイズ成分を低減した状態で積分を行うことができるので、遮光画素の信号を用いて基準黒レベルを決定する際の精度を容易に向上できる。

30

【0098】

また、実施形態では、信号処理装置11iのOBクランプ回路113iにおいて、先行積分部113aiが、例えば、複数の遮光画素P11の信号に対する積分平均を複数回行う。このとき、本積分部113biは、先行積分部113aiの複数回の積分平均結果を平均し、平均された積分平均結果に応じて第2の積分領域IR2の中心レベルを決定する。これにより、第2の積分領域IR2の中心レベルを決定する際の精度を容易に向上できる。

40

【0099】

なお、本積分部113biは、先行積分部113aiの積分平均結果に応じて第2の積分領域IR2のレベル幅を決定してもよい。例えば、本積分部113biは、先行積分において遮光画素の信号が上限レベルMax1又は下限レベルMin1を超えた回数が閾値以上である場合、第1の積分領域IR1のレベル幅から第1の幅を減算して第2の積分領域IR2のレベル幅を求める。本積分部113biは、先行積分において遮光画素の信号が上限レベルMax1又は下限レベルMin1を超えた回数が閾値未満である場合、第1の積分領域IR1のレベル幅から第2の幅を減算して第2の積分領域IR2のレベル幅を求める。第2の幅は、第1の幅より大きい幅である。これにより、ノイズ成分が第1の積分領域IR1から外れる程度を考慮して第2の積分領域IR2のレベル幅を決定すること

50

ができる。

【0100】

あるいは、先行積分部113aiは、先行積分を複数回行う場合に、第1の積分領域を調整してもよい。例えば、先行積分部113aiは、1回目の先行積分において、その中心レベルRef1、上限レベルMax1、及び下限レベルMin1がそれぞれ予め決められた第1の積分領域IR1で遮光画素P11の信号を積分平均する。そして、先行積分部113aiは、1回目の先行積分の完了から2回目の先行積分の開始までの期間において、1回目の先行積分の積分平均結果に応じて第1の積分領域IR1'を決定する。すなわち、1回目の先行積分で求められた平均値を第1の積分領域IR1'の中心レベルRef1として決定するとともに、第1の積分領域IR1'のレベル幅が第1の積分領域IR1のレベル幅と均等になるように、第1の積分領域IR1'を決定する。そして、先行積分部113aiは、2回目以降の先行積分において、その決定された第1の積分領域IR1'で遮光画素P11の信号を積分平均してもよい。これにより、アナログ的な調整後の遮光画素の信号の中心レベルが変動した場合に、その変動後の中心レベルに第1の積分領域IR1'の中心レベルを近づけることができる。したがって、アナログ的な調整後の遮光画素の信号の中心レベルが変動した場合に、その変動後の中心レベルに第2の積分領域IR2の中心レベルをさらに容易に近づけることができる。

10

【0101】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

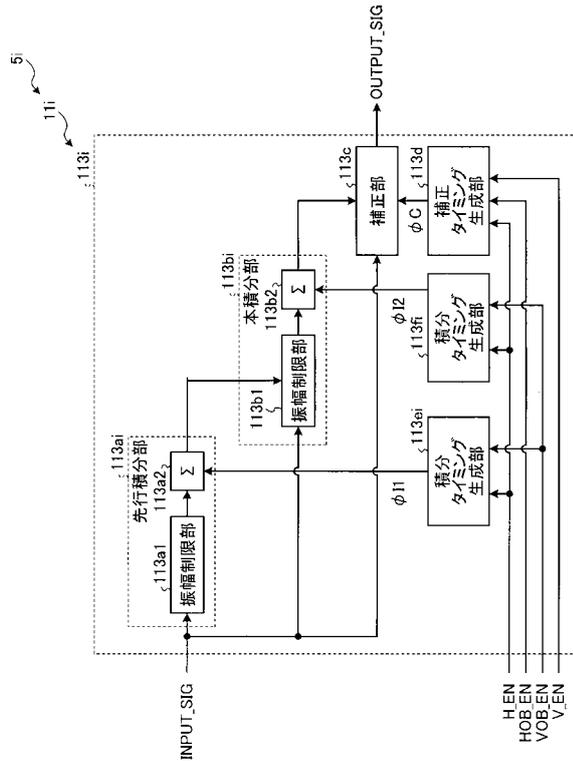
20

【符号の説明】

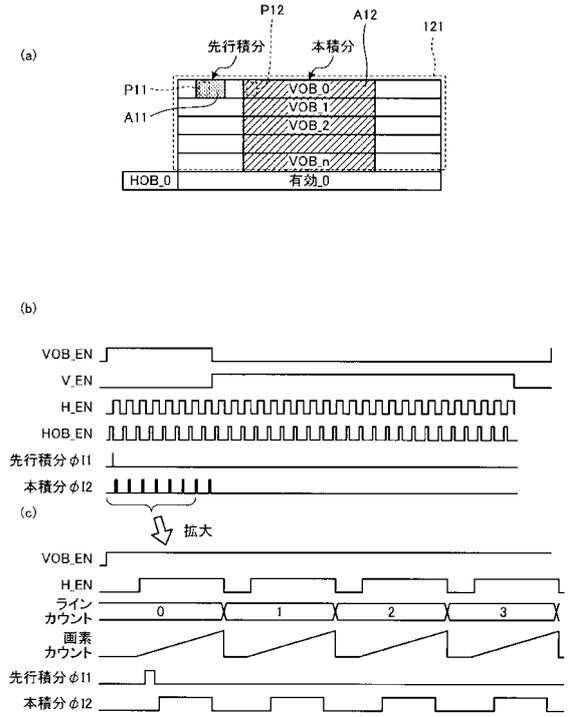
【0102】

1 撮像システム、10 撮像センサ、11, 11i 信号処理装置。

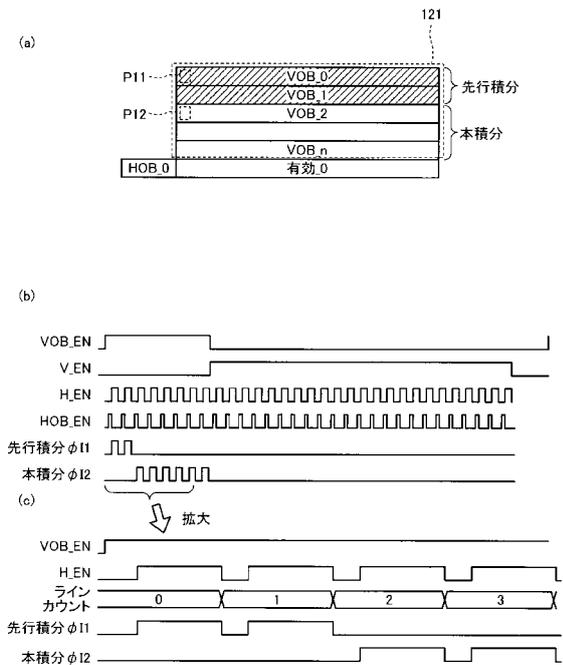
【図 1】



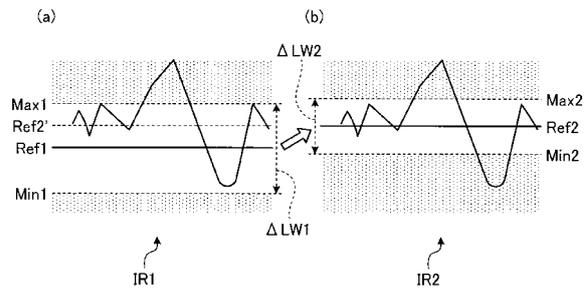
【図 2】



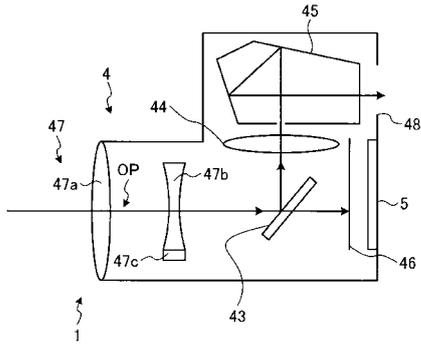
【図 3】



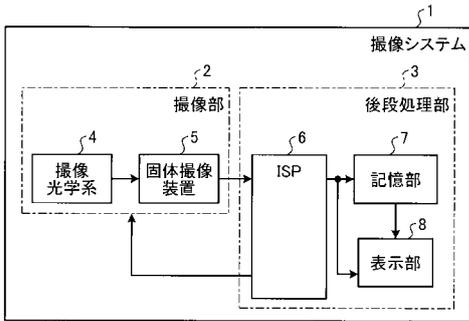
【図 4】



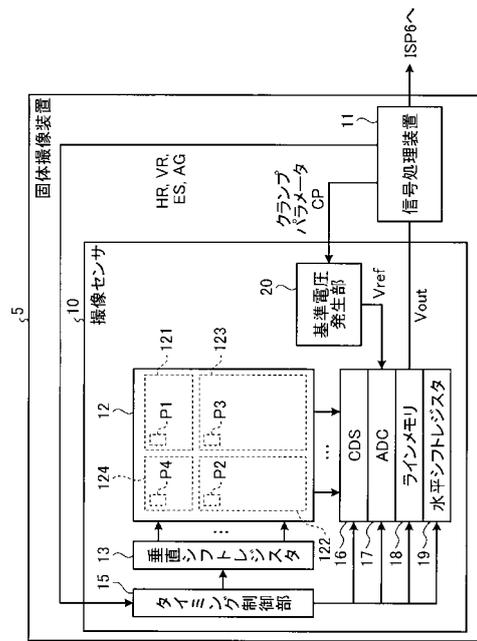
【図5】



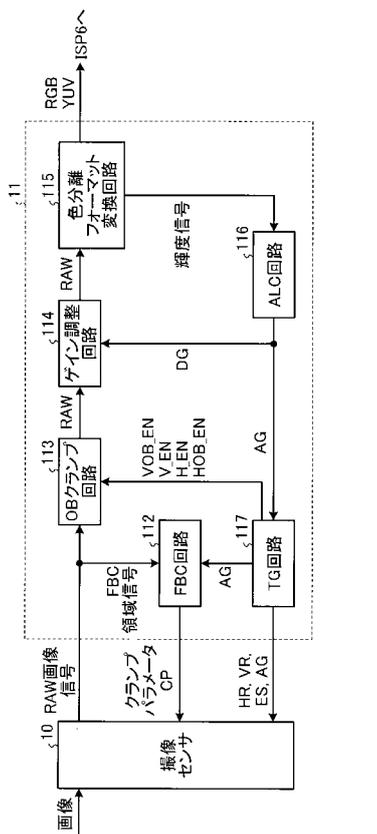
【図6】



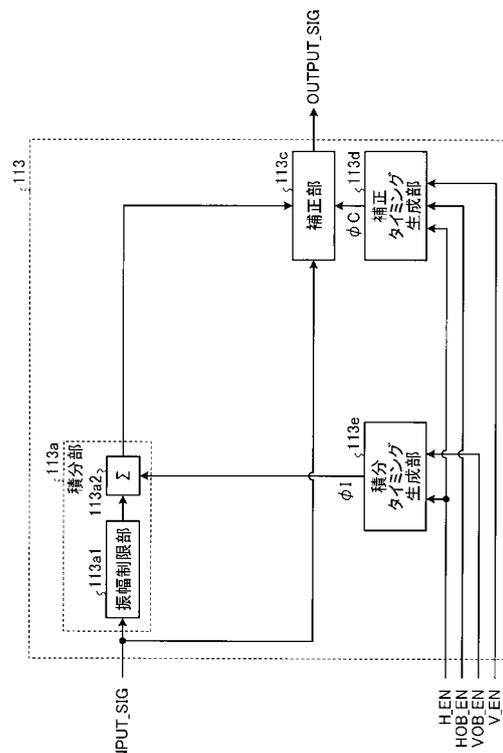
【図7】



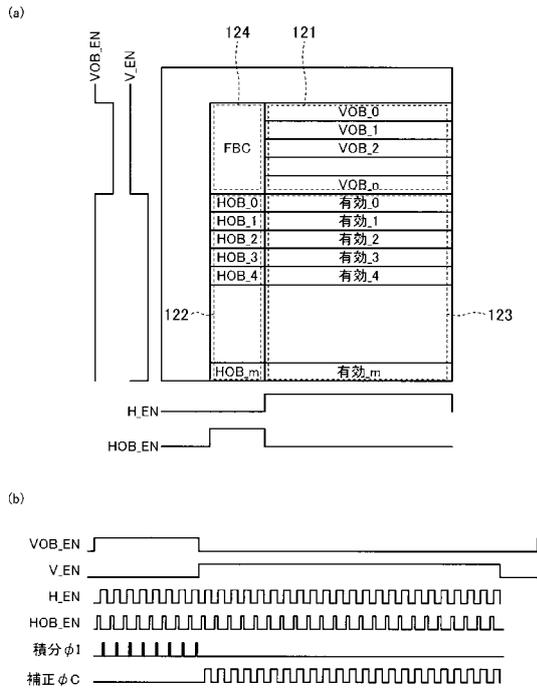
【図8】



【図9】



【図 10】



【図 11】

