

【書類名】 明細書

【発明の名称】 固体撮像装置

【技術分野】

【0001】

本実施形態は、固体撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

固体撮像装置で得られる画像信号には、暗電流によるノイズが含まれることがある。かかるノイズを低減するための手段の一つとして、画像信号の黒レベルを理想とするレベルへ補正する黒レベル補正が知られている。黒レベルは、輝度のレベルを階調として表す際の基準とする信号レベルである。固体撮像装置は、高精度な黒レベル補正により、画素領域における特性のばらつきによる画像への影響を低減できることが求められている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】 特開2011-71709号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

一つの実施形態は、画素領域における特性のばらつきによる画像への影響を低減可能とする固体撮像装置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】

一つの実施形態によれば、固体撮像装置は、画素領域および回路部を備える。画素領域において画素は行列状に配列されている。画素は、光電変換素子を含む。回路部は、画素領域から伝送された信号を処理する。画素領域は、有効画素領域および遮光画素領域を備える。有効画素は、有効画素領域に配列されている。有効画素は、被写体からの光を取り込むための画素である。遮光画素は、遮光画素領域に配列されている。遮光画素は、遮光された画素である。回路部は、第1演算回路、第2演算回路および第3演算回路を備える。第1演算回路は、第1の近似関数を求める。第1の近似関数は、遮光画素領域の第1方向における遮光画素の位置と遮光画素からの信号に応じた画素値との関係を表す。第1演算回路は、第1の近似関数を基に、有効画素における階調の基準となる画素値の推定値を算出する。第2演算回路は、第2の近似関数を用いて、推定値の補正のための演算を実施する。第2の近似関数は、第2方向における画素の位置を変数とする。第2方向は、第1方向に垂直な方向である。第3演算回路は、第2演算回路での演算結果に基づいて、有効画素からの信号に応じた画素値を補正する。

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】 図1は、第1の実施形態の固体撮像装置のブロック構成を示す図である。

【図2】 図2は、図1に示す固体撮像装置を備えるカメラシステムのブロック構成を示す図である。

【図3】 図3は、図1に示す画素領域の模式平面図である。

【図4】 図4は、図1に示す黒レベル補正回路の構成を示すブロック図である。

【図5】 図5は、図4に示す黒レベル補正回路での演算について説明する図である。

【図6】 図6は、第2の実施形態の固体撮像装置に備えられている黒レベル補正回路の構成を示すブロック図である。

【図7】 図7は、図6に示す黒レベル補正回路での演算について説明する図である。

【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、

これらの実施形態により本発明が限定されるものではない。

【0008】

(第1の実施形態)

図1は、第1の実施形態の固体撮像装置のブロック構成を示す図である。図2は、図1に示す固体撮像装置を備えるカメラシステムのブロック構成を示す図である。

【0009】

カメラシステム1は、カメラモジュール2を備える電子機器である。カメラシステム1は、例えばカメラ付き携帯端末である。カメラシステム1は、デジタルカメラ等の電子機器であっても良い。

【0010】

図2に示すカメラシステム1は、カメラモジュール2および後段処理部3を備える。カメラモジュール2は、撮像光学系4および固体撮像装置5を備える。後段処理部3は、イメージングナルプロセッサ (ISP) 6、記憶部7および表示部8を備える。

【0011】

撮像光学系4は、被写体からの光を取り込む。撮像光学系4は、被写体像を結像させるレンズを備える。固体撮像装置5は、CMOSイメージセンサである。固体撮像装置5は、被写体像を撮像する。ISP6は、固体撮像装置5での撮像により得られた画像信号の信号処理を実施する。記憶部7は、ISP6での信号処理を経た画像を格納する。記憶部7は、ユーザの操作等に応じて、表示部8へ画像信号を出力する。

【0012】

表示部8は、ISP6あるいは記憶部7から入力される画像信号に応じて、画像を表示する。表示部8は、例えば、液晶ディスプレイである。カメラシステム1は、ISP6での信号処理を経たデータに基づき、カメラモジュール2のフィードバック制御を実施する。

【0013】

図1に示す固体撮像装置5は、画素領域11、制御回路12、行走査回路13、列走査回路14、カラム処理回路15および信号処理回路16を備える。制御回路12、行走査回路13、列走査回路14、カラム処理回路15および信号処理回路16は、画素領域11が実装されているチップ上に集積された周辺回路部を構成する。

【0014】

画素領域11は、行列状に配列された画素を備える領域である。各画素は、光電変換素子であるフォトダイオードを備える。光電変換素子は、入射光量に応じた信号電荷を生成する。画素は、入射光量に応じて生成された信号電荷を蓄積する。

【0015】

固体撮像装置5の駆動のための各種データおよびクロック信号は、チップ外部から制御回路12へ供給される。制御回路12は、固体撮像装置5の外部から供給されるクロック信号に応じて、周辺回路部の駆動を制御するための各種パルス信号を生成する。制御回路12は、駆動タイミングを指示するパルス信号を、行走査回路13、列走査回路14、カラム処理回路15および信号処理回路16のそれぞれに供給する。

【0016】

行走査回路13は、シフトレジスタおよびアドレスデコーダ等を備える。画素駆動回路である行走査回路13は、画素領域11の画素へ駆動信号を供給する。制御回路12は、垂直同期信号に応じたパルス信号を、行走査回路13へ供給する。行走査回路13は、画素信号が読み出される画素行を、制御回路12からのパルス信号に応じて順次選択する。行走査回路13は、選択された画素行において画素ごとに順次読み出し信号を供給することによる読み出し走査を行う。読み出し信号は、入射光量に応じて生成された画素信号を画素から読み出すための駆動信号である。

【0017】

行走査回路13は、画素ごとへの読み出し信号の供給に先行して、各画素へのリセット信号の供給による掃き出し走査を行う。リセット信号は、光電変換素子に残存されている

電荷を排出させるための駆動信号である。各画素は、リセット信号が供給されたときから読み出し信号が供給されるまでの間、入射光量に応じて生成された信号電荷を蓄積する。

【0018】

駆動信号は、行走査回路13から各画素へ、画素駆動線18を通じて伝送される。画素駆動線18は、画素領域11の画素行ごとに設けられている。画素行は、行方向（水平方向）へ配列された画素からなる。

【0019】

画素信号は、各画素からカラム処理回路15へ、垂直信号線19を通じて伝送される。垂直信号線19は、画素領域11の画素列ごとに設けられている。画素列は、列方向（垂直方向）へ配列された画素からなる。

【0020】

カラム処理回路15は、垂直信号線19を伝送した画素信号を、画素列ごとに設けられた単位回路（図示省略）にて処理する。カラム処理回路15は、画素信号へ、固定パターンノイズの低減のための相関二重サンプリング処理（CDS）を施す。カラム処理回路15は、画素信号へ、アナログ方式の信号からデジタル方式の信号への変換であるAD変換を施す。カラム処理回路15は、CDSおよびAD変換以外の処理を実施しても良い。カラム処理回路15は、CDSおよびAD変換を経た画素信号を、単位回路ごとに保持する。

【0021】

列走査回路14は、シフトレジスタおよびアドレスデコーダ等を備える。制御回路12は、水平同期信号に応じたパルス信号を、列走査回路14へ供給する。列走査回路14は、画素信号を読み出す画素列を、制御回路12からのパルス信号に応じて順次選択する。カラム処理回路15は、列走査回路15による選択走査に応じて、各単位回路に保持されている画素信号を順次出力する。

【0022】

信号処理回路16は、カラム処理回路15からの画素信号を成分とする画像信号に対し、各種の信号処理を実施する。信号処理回路16は、黒レベル補正回路17を備える。黒レベル補正回路17は、信号処理回路16へ入力された画像信号の黒レベルを補正する。黒レベルは、輝度のレベルを階調として表す際の基準とする信号レベルである。

【0023】

信号処理回路16は、黒レベル補正回路17での画像信号の補正以外に、キズ補正、ゲイン調整、ホワイトバランス調整等を実施する。図1に示す信号処理回路16は、黒レベル補正回路17以外の構成の図示を省略している。固体撮像装置5は、信号処理回路16での処理を経た画像信号を出力する。

【0024】

カメラシステム1は、実施形態において信号処理回路16が実施するものとした信号処理の少なくともいずれかを、後段処理部3のISP6が実施することとしても良い。カメラシステム1は、信号処理の少なくともいずれかを、信号処理回路16及びISP6の双方が実施しても良い。信号処理回路16及びISP6は、実施形態で説明する信号処理以外の信号処理を実施することとしても良い。黒レベル補正回路17の機能は、信号処理回路16及びISP6で分担しても良い。

【0025】

図3は、図1に示す画素領域の模式平面図である。画素領域11は、有効画素領域20、垂直オプティカルブラック領域（VOB領域）21、および水平オプティカルブラック領域（HOB領域）22を備える。

【0026】

有効画素領域20は、有効画素23が行列状に配列された領域である。有効画素23は、被写体からの光を取り込むための画素である。有効画素23は、入射光量に応じたレベルのアナログ信号である有効画素信号を出力する。各有効画素23の入射側には、色配列に応じたカラーフィルタ（図示省略）が設けられている。各有効画素23は、色配列に応

【0027】

VOB領域21およびHOB領域22は、それぞれ遮光画素24が行列状に配列された遮光画素領域である。遮光画素24は、遮光された画素である。遮光画素24は、暗時におけるレベルを示すアナログ信号であるオプティカルブラック信号(OB信号)を出力する。各遮光画素24には、光を遮蔽する遮光膜(図示省略)が設けられている。遮光膜は、アルミニウム等の金属材料からなる。

【0028】

第1遮光画素領域であるHOB領域22は、行方向において有効画素領域20と隣り合う。第2遮光画素領域であるVOB領域21は、列方向において有効画素領域20およびHOB領域22と隣り合う。VOB領域21は、画素領域11のうち、フレーム期間のうち先頭の期間において行走査回路13により選択される複数の画素行を含む領域である。

【0029】

VOB領域21は、画素領域21のうち行方向における第1端から第2端へ配列された遮光画素24を含む。行方向における第1端は、画素領域21のうち行方向における一方の端であって、例えば図中左側の端とする。行方向における第2端は、画素領域21のうち行方向における第1端以外の端であって、例えば図中右側の端とする。

【0030】

図4は、図1に示す黒レベル補正回路の構成を示すブロック図である。黒レベル補正回路17は、近似演算回路31、線形補正回路32およびクランプ回路33を備える。黒レベル補正回路17に含まれるこれらの回路は、各種論理回路と、演算結果および各種データの保持のための記憶素子を適宜組み合わせ構成されている。記憶素子は、レジスタおよびメモリのいずれであっても良い。

【0031】

有効画素信号には、暗電流によるノイズ成分が含まれる。暗電流の量は、温度に依存して変動する。有効画素信号に含まれるノイズ成分は、固体撮像装置5の周辺温度の影響などにより、有効画素領域20における有効画素23の位置ごとに変動する場合がある。かかるノイズ成分の変動は、有効画素領域20における黒レベルのシェーディング特性となって現れる。

【0032】

第1演算回路である近似演算回路31は、VOB領域21およびHOB領域22のそれぞれについて、最小二乗法による近似関数を求めるための演算を実施する。近似演算回路31は、第1の近似関数である二次関数をそれぞれの領域に対して求める。近似演算回路31は、第1の近似関数を用いる演算により、第1方向の画素位置ごとに対して、第1の近似関数に応じた黒レベルの推定値である第1の値を生成する。

【0033】

近似演算回路31は、VOB領域21からのOB信号に応じた画素値を基に、VOB領域21の第1方向である行方向における遮光画素24の位置と画素値との関係に基づいた二次関数を求める。画素値は、アナログ信号である画素信号へのAD変換によって得られるデジタル値とする。近似演算回路31は、求めた二次関数を用いて、有効画素領域20における行方向の画素位置ごとに対して、黒レベルの推定値を求める。黒レベル補正回路17は、行方向における黒レベルのシェーディング特性の補正のために、近似演算回路31によるかかる演算を実施する。

【0034】

近似演算回路31は、HOB領域22からのOB信号に応じた画素値を基に、HOB領域22の第1方向である列方向における遮光画素24の位置と画素値との関係に基づいた二次関数を求める。近似演算回路31は、列方向における画素位置を変数とするかかる二次関数を、行方向における画素位置を変数とする上記の二次関数とは別に求める。近似演算回路31は、求めた二次関数を用いて、有効画素領域20における列方向の画素位置ごとに対して、黒レベルの推定値を求める。黒レベル補正回路17は、列方向における黒レ

ベルのシェーディング特性の補正のために、近似演算回路 3 1 によるかかる演算を実施する。

【0035】

第2演算回路である線形補正回路 3 2 は、第2の近似関数である一次関数を用いて、近似演算回路 3 1 における演算結果を補正する演算を実施する。線形補正回路 3 2 は、近似演算回路 3 1 で生成された第1の値を、一次関数を用いて、補正值である第2の値へ変換する。一次関数は、第1方向に垂直な第2方向における有効画素 2 3 の位置を変数の1つとする。

【0036】

線形補正回路 3 2 は、VOB領域 2 1 についての第1方向である行方向の画素位置ごとに対して求めた黒レベルの推定値を、第2の近似関数に基づいて補正する。第2の近似関数は、第1方向に垂直な第2方向である列方向における画素の位置を変数の1つとする一次関数である。黒レベル補正回路 1 7 は、VOB領域 2 1 と、有効画素 2 3 との間の距離に応じた出力差の補正のために、線形補正回路 3 2 によるかかる演算を実施する。

【0037】

線形補正回路 3 2 は、HOB領域 2 2 についての第1方向である列方向の画素位置ごとに対して求めた黒レベルの推定値を、第2の近似関数に基づいて補正する。第2の近似回路は、第1方向に垂直な第2方向である行方向における画素の位置を変数の1つとする一次関数である。黒レベル補正回路 1 7 は、HOB領域 2 2 と、有効画素 2 3 との間の距離に応じた出力差の補正のために、線形補正回路 3 2 によるかかる演算を実施する。

【0038】

第3演算回路であるクランプ回路 3 3 は、線形補正回路 3 2 での補正を経た推定値である第2の値から、黒レベルの目標値を差し引く。クランプ回路 3 3 は、かかる差し引きにより、有効画素 2 3 ごとに対する黒レベルの補正值を求める。これにより、クランプ回路 3 3 は、各有効画素 2 3 に対し、線形補正回路 3 2 での補正を経た黒レベルの推定値と目標値とのずれを相殺させる補正值を算出する。なお、黒レベル補正回路 1 7 は、黒レベルの目標値をあらかじめレジスタに保持する。

【0039】

クランプ回路 3 3 は、各有効画素 2 3 からの信号に応じた画素値を、画素位置ごとに対する黒レベルの補正值を用いて補正する。このようにして、クランプ回路 3 3 は、線形補正回路 3 2 での演算結果に基づいて、有効画素 2 3 の画素値を補正する。

【0040】

図5は、図4に示す黒レベル補正回路での演算について説明する図である。近似演算回路 3 1 は、VOB領域 2 1 の遮光画素 2 4 からの画素値を用いて、次に示す式(1)におけるQが最小となるA、BおよびCを求める。

【0041】

【数1】

$$Q = \sum \left\{ Y - (AX^2 + BX + C) \right\}^2 \quad \cdots (1)$$

【0042】

式(1)において、Xは行方向における画素位置を表す変数とする。Yは画素値を表す変数とする。A、BおよびCは、第1近似関数である二次関数の定数を表す。式(1)および以下に述べる式(2)と(3)において、総和(Σ)は、VOB領域 2 1 に含まれる各遮光画素 2 4 についての(X、Y)のデータの総和を表すものとする。

【0043】

近似演算回路 3 1 には、遮光画素 2 4 ごとに実測された画素値が入力される。近似演算回路 3 1 は、VOB領域 2 1 の各遮光画素 2 4 について、行方向における画素位置を示す座標、および画素値の実測値である(X、Y)のデータを集める。

【0044】

近似演算回路 3 1 は、QをA、BおよびCのそれぞれで偏微分して得られる項が0に等

【0045】

X²の定数であるAの分子を α 、分母を β と置いた場合に($A = \alpha / \beta$)、近似演算回路31は、例えば次に示す式(2)および(3)を用いてAを求める。なお、Aを求めるための演算は、以下に示す式を使用するものに限られない。演算に使用される式は適宜変更可能であるものとする。

【0046】

【数2】

$$\alpha = N \sum (X^2 Y) \sum X^2 - \sum (X^2 Y) (\sum X)^2 - N \sum (XY) \sum X^3 \dots (2) \\ + \sum (XY) \sum X^2 \sum X + \sum X \sum Y \sum X^3 - \sum X^2 \sum X^2 \sum Y$$

$$\beta = N \sum X^4 \sum X^2 - \sum X^4 (\sum X)^2 - (\sum X^2)^3 - N (\sum X^3)^2 \dots (3) \\ + 2 \sum X \sum X^2 \sum X^3$$

【0047】

式(2)および(3)において、NはVOB領域21の行方向における遮光画素24の数とする。Xの総和は、有効画素領域20に含まれる画素数に応じてあらかじめ求めることができる。近似演算回路31は、式(2)および(3)に含まれる各項のうちXの総和を含みかつYを含まない項については、あらかじめ計算された結果をレジスタあるいはメモリに保持している。近似演算回路31は、実測値が入力されるごとにYを含む項の値を計算し、計算結果をレジスタあるいはメモリにて保持する。

【0048】

近似演算回路31は、Aと同様に、上述する連立方程式を基に、Xの定数であるBと、定数項であるCを求める。近似演算回路31は、1つのフレームにおけるVOB領域21への読み出し走査によって得られた画素値についてのデータが揃うと、A、BおよびCを求める。これにより、近似演算回路31は、第1の近似関数である二次関数 $Y = AX^2 + BX + C$ の定数A、BおよびCを決定する。

【0049】

曲線L1は、近似演算回路31で求められた二次関数を、行方向における座標Xを第1軸、遮光画素24の画素値Yを第2軸として表したグラフとする。かかる第1軸の原点である $X = 0$ の位置は、VOB領域21のうち行方向における第1端とする。

【0050】

近似演算回路31は、VOB領域21に基づいて求めた二次関数のXに、有効画素23の行方向における座標を代入する。Xに座標を代入して得られるYは、当該座標に位置する有効画素23における黒レベルの推定値である。これにより、近似演算回路31は、当該座標にある有効画素23における黒レベルの推定値を求める。

【0051】

近似演算回路31は、HOB領域22の遮光画素24からの画素値を用いて、上記の式(1)におけるQが最小となるA、BおよびCを求める。この場合において、式(1)に示すXは、列方向における画素位置を表す変数とする。近似演算回路31は、上述するVOB領域21については行方向における画素位置をXとする一方、HOB領域22については列方向における画素位置をXとする。

【0052】

近似演算回路31は、Xの方向を異ならせる以外は、HOB領域22についてもVOB領域21についての場合と同様の演算を実施する。HOB領域22についての演算では、上述する式(1)から(3)における総和(Σ)は、HOB領域22に含まれる各遮光画

【0053】

近似演算回路31は、HOB領域22の各遮光画素24について、列方向における画素位置を示す座標、および画素値の実測値である(X, Y)のデータを集める。式(2)および(3)において、NはHOB領域22の列方向における遮光画素24の数とする。

【0054】

近似演算回路31は、1つのフレームにおけるHOB領域22への読み出し走査によって得られた画素値についてのデータが揃うと、A, BおよびCを求める。これにより、近似演算回路31は、第1の近似関数である二次関数 $Y = AX^2 + BX + C$ の定数A, BおよびCを決定する。

【0055】

曲線L2は、近似演算回路31で求められた二次関数を、列方向における座標Xを第1軸、遮光画素24の画素値Yを第2軸として表したグラフとする。かかる第1軸の原点である $X = 0$ の位置は、HOB領域22のうち、列方向におけるVOB領域21側の端の位置とする。

【0056】

近似演算回路31は、HOB領域22に基づいて求めた二次関数のXに、有効画素23の列方向における座標を代入する。これにより、近似演算回路31は、当該座標にある有効画素23における黒レベルの推定値を求める。

【0057】

次に、第2演算回路である線形補正回路32における演算について説明する。有効画素領域20の列方向における黒レベルのシェーディング特性は、VOB領域21から遠くなるにしたがい、VOB領域21における黒レベルのシェーディング特性に対して変化していく。線形補正回路32は、VOB領域21における第2方向である列方向の特性変化を表す第2の近似関数を基に、近似演算回路31で求めた推定値を補正する。

【0058】

線形補正回路32は、VOB領域21について曲線L1で表される二次関数から得られた黒レベルの推定値を、一次関数である $Y = DX + E$ を用いて補正する。かかる関数において、Xは列方向における画素位置を表す変数とする。Yは推定値に対する補正量を表す変数とする。

【0059】

線形補正回路32は、Xの定数であるDと、定数項であるEについて、あらかじめ計算された結果をレジスタあるいはメモリに保持している。DおよびEは、列方向における画素位置を示す座標と、VOB領域21および有効画素23間の黒レベル特性の誤差を示す差分とである(X, Y)のデータに基づいて求められる。黒レベル特性の誤差を示す差分としては、例えば、有効画素23の画素行ごとにおける画素値の平均値と、VOB領域21における遮光画素24の画素行ごとにおける画素値の平均値との差分が用いられる。(X, Y)のデータを線形近似することで、DおよびEが求められる。

【0060】

直線L3は、線形補正回路32で使用される一次関数を、列方向における座標Xを第1軸、補正量Yを第2軸として表したグラフとする。かかる第1軸の原点である $X = 0$ の位置は、有効画素領域20のうち、列方向におけるVOB領域21側の端の位置とする。線形補正回路32は、かかる一次関数を用いて、有効画素領域20における列方向の画素位置ごとに対して、黒レベルの推定値を補正する。クランプ回路33は、列方向の画素位置ごとに対する補正を経た推定値を基に、各有効画素23に対する黒レベルの補正值を求める。

【0061】

線形補正回路32は、HOB領域22における黒レベルのシェーディング特性の変化についても、HOB領域22における第2方向である行方向の特性変化を表す第2の近似関数を基に、近似演算回路31で求めた推定値を補正する。

【0062】

線形補正回路32は、HOB領域22について曲線L2で表される二次関数から得られた黒レベルの推定値を、一次関数である $Y = DX + E$ を用いて補正する。かかる関数において、 X は行方向における画素位置を表す変数とする。 Y は推定値に対する補正量を表す変数とする。行方向における画素位置を変数とする一次関数は、列方向における画素位置を変数とする上記の一次関数とは別に求められる。

【0063】

この場合においても、線形補正回路32は、 X の定数である D と、定数項である E について、あらかじめ計算された結果をレジスタあるいはメモリに保持している。 D および E は、行方向における画素位置を示す座標と、HOB領域22および有効画素23間の黒レベル特性の誤差を示す差分とである(X , Y)のデータに基づいて求められる。黒レベル特性の誤差を示す差分としては、例えば、有効画素23の画素列ごとにおける画素値の平均値と、HOB領域22における遮光画素24の画素列ごとにおける画素値の平均値との差分が用いられる。(X , Y)のデータを線形近似することで、 D および E が求められる。

【0064】

直線L4は、線形補正回路32で使用される一次関数を、行方向における座標 X を第1軸、補正量 Y を第2軸として表したグラフとする。かかる第1軸の原点である $X = 0$ の位置は、有効画素領域20のうち、行方向におけるHOB領域22側の端の位置とする。線形補正回路32は、かかる一次関数を用いて、有効画素領域20における行方向の画素位置ごとに対して、黒レベルの推定値を補正する。クランプ回路33は、行方向の画素位置ごとに対する補正を経た推定値を基に、各有効画素23に対する黒レベルの補正値を求める。

【0065】

なお、線形補正回路32は、遮光画素領域および有効画素23間の黒レベル特性の誤差を適時にて観測することで、一次関数を更新することとしても良い。

【0066】

第1の実施形態によると、固体撮像装置5は、第1演算回路での演算を実施することで、行方向および列方向における黒レベルのシェーディング特性を補正する。固体撮像装置5は、第2演算回路での演算を実施することで、遮光画素領域から離れることによる黒レベル特性の誤差を低減したうえで、黒レベルを補正できる。これにより、固体撮像装置5は、画素領域20における特性のばらつきによる影響が低減された画像を得ることができるという効果を奏する。

【0067】

(第2の実施形態)

図6は、第2の実施形態の固体撮像装置に備えられている黒レベル補正回路の構成を示すブロック図である。上記第1の実施形態と同一の部分には同一の符号を付し、重複する説明を適宜省略する。黒レベル補正回路40は、図1に示す黒レベル補正回路17と同様に、固体撮像装置5の信号処理回路16に設けられている。黒レベル補正回路40は、信号処理回路16へ入力された画像信号の黒レベルを補正する。

【0068】

黒レベル補正回路40は、近似演算回路31、移動平均演算回路41およびクランプ回路33を備える。黒レベル補正回路40に含まれるこれらの回路は、各種論理回路と、演算結果および各種データの保持のための記憶素子を適宜組み合わせで構成されている。記憶素子は、レジスタおよびメモリのいずれであっても良い。第4演算回路である移動平均演算回路41は、遮光画素24からの信号に応じた画素値の指数移動平均を計算する。

【0069】

図7は、図6に示す黒レベル補正回路での演算について説明する図である。第2の実施形態では、第1演算回路である近似演算回路31は、VOB領域21について、最小二乗法による近似関数を求めるための演算を実施する。近似演算回路31は、VOB領域21

からのOB信号に応じた画素値を基に、第1の近似関数である二次関数を求める。近似演算回路31は、求めた二次関数を用いて、有効画素領域20における行方向の画素位置ごとに対して、黒レベルの推定値を求める。クランプ回路33は、近似演算回路31で得られた推定値を基に、有効画素23の画素列ごとに対する黒レベルの補正値を求める。

【0070】

移動平均演算回路41は、HOB領域22について、遮光画素24の画素値の指数移動平均を算出する。移動平均演算回路41は、HOB領域22への読み出し走査によって得られた画素値が入力されるごとに、例えば次の式(4)を用いて指数移動平均を算出する。

$$S_t = K \times Y_{t-1} + (1-K) \times S_{t-1} \quad (4)$$

【0071】

S_t および S_{t-1} は、それぞれ時系列上のある時点 t 、 $t-1$ における指数移動平均の値を示す。 Y_{t-1} は、時点 $t-1$ にて得られた画素値を示す。 K は平滑化係数を示す。平滑化係数は定数であって、0および1の間のいずれかの値とする。移動平均演算回路41は、 K の値をレジスタあるいはメモリにて保持する。

【0072】

移動平均演算回路41は、VOB領域21について近似演算回路31で求められた第1の近似関数である二次関数に基づいて、指数移動平均の初期値を求める。移動平均演算回路41は、HOB領域22のうちVOB領域21側から1つ目の画素行の遮光画素24に対して、かかる初期値を使用する。

【0073】

移動平均演算回路41は、VOB領域21に対する二次関数である $Y = AX^2 + BX + C$ の X に、HOB領域22の1行目の各遮光画素24について、行方向における座標を代入する。移動平均演算回路41は、1行目の各遮光画素24について求めた推定値の平均値を、指数移動平均の初期値 S_0 、および画素値 Y_0 とする。

【0074】

移動平均演算回路41は、HOB領域22の2行目以降については、上記の式(4)を用いて指数移動平均を算出する。クランプ回路33は、移動平均演算回路41で求められた指数移動平均を基に、有効画素23の画素行ごとに対する黒レベルの補正値を求める。

【0075】

指数移動平均は、データの時系列に対して指数関数的に重みを減少させる。このため、指数移動平均の算出において、直近におけるデータの変動は、演算結果に大きく影響を及ぼすこととなる。仮に、移動平均演算回路41が実測値を基に指数移動平均の演算を開始した場合に、実測値の変動により演算結果に大幅な変動が生じ得る。曲線L5は、HOB領域22のうちVOB領域21側の部分において演算結果に変動が生じている様子を表している。曲線L5は、列方向における座標 X を第1軸、指数移動平均 Y を第2軸として表したグラフとする。

【0076】

移動平均演算回路41は、近似演算回路31で求められた第1の近似関数を初期値の算出に使用することで、安定かつ高い精度で指数移動平均を求めることができる。なお、第1の近似関数に基づいて初期値を求めるための範囲は、HOB領域22の1つ目の画素行である場合に限られない。移動平均演算回路41は、HOB領域22のうちVOB領域21に近いいずれの範囲の遮光画素24について初期値を求めることとしても良い。移動平均演算回路41は、初期値としては、第1の近似関数に基づいて求められる値以外に、いずれの値を適用しても良い。また、移動平均演算回路41は、指数移動平均以外の移動平均である加重移動平均等を計算するものであっても良い。

【0077】

黒レベル補正回路40は、第1の実施形態にて述べる線形補正回路32を備えていても良い。線形補正回路32は、VOB領域21からの画素値を基に求めた黒レベルの推定値を、第2の近似関数である一次関数に基づいて補正する。

【0078】

黒レベル補正回路40は、HOB領域22からの画素値に基づく演算を、近似演算回路31および線形補正回路32にて実施しても良い。黒レベル補正回路40は、近似演算回路31および線形補正回路32での演算結果を基に、有効画素23の画素行ごとに対する黒レベルの補正値を算出する。

【0079】

黒レベル補正回路40は、HOB領域22からの画素値の利用による黒レベルの補正を、移動平均演算回路41での演算結果による第1の補正と、近似演算回路31および線形補正回路32での演算結果による第2の補正とに切り換えても良い。一例として、黒レベル補正回路40は、画像信号に応じた黒レベル補正の開始から最初のフレーム期間にて得られた画像信号に対し、移動平均演算回路41による演算を実施する。移動平均演算回路41は、最初のフレーム期間におけるHOB領域22への読み出し走査によって得られた画素値を利用して、指数移動平均を算出する。クランプ回路33は、算出された指数移動平均を基に、当該フレーム期間における有効画素領域20への読み出し走査によって得られた画素値を補正する。

【0080】

一方、近似演算回路31は、最初のフレーム期間におけるHOB領域22への読み出し走査によって得られた画素値を利用して、第1の近似関数を求める。近似演算回路31は、求めた二次関数を用いて、列方向の画素位置ごとに対し黒レベルの推定値を求める。線形補正回路32は、近似演算回路31で求められた推定値を補正する。クランプ回路33は、線形補正回路32での補正を経た推定値を基に、2番目のフレーム期間における有効画素領域20への読み出し走査によって得られた画素値を補正する。

【0081】

このように、黒レベル補正回路40は、2番目のフレーム期間では、最初のフレーム期間における画素値に対する近似演算回路31および線形補正回路32での演算結果に基づいて黒レベルを補正する。黒レベル補正回路40は、2番目以降のフレーム期間において、1つ前のフレーム期間における画素値に対する近似演算回路31および線形補正回路32での演算結果に基づいて黒レベルを補正する。

【0082】

黒レベル補正回路40は、最初のフレーム期間にて得られた画像信号に対して移動平均演算回路41での演算を適用することで、黒レベル補正の開始時から、画像信号の黒レベルを補正することができる。

【0083】

黒レベル補正回路40は、黒レベルの補正を切り換えるための切り換え回路を備えていても良い。切り換え回路は、黒レベルの補正を、移動平均演算回路41での演算結果による第1の補正と、近似演算回路31および線形補正回路32での演算結果による第2の補正とに切り換える。切り換え回路は、最初のフレーム期間から2番目のフレーム期間への移行時に、第1の補正から第2の補正への切り換えを行う。

【0084】

黒レベル補正回路40は、黒レベルの補正として、第1の補正および第2の補正以外の補正を実施しても良い。黒レベル補正回路40は、例えば第3の補正として、VOB領域21への読み出し走査によって得た画素値の平均値と、HOB領域22への読み出し走査によって得た画素値の平均値とに基づく黒レベル補正を実施しても良い。

【0085】

この場合、黒レベル補正回路40は、かかる平均値を算出する回路を備える。黒レベル補正回路40は、VOB領域21の列ごとに画素値を平均した結果を基に、行方向における黒レベルのシェーディング特性を補正する。黒レベル補正回路40は、HOB領域22の行ごとに画素値を平均した結果を基に、列方向における黒レベルのシェーディング特性を補正する。

【0086】

切り換え回路は、黒レベルの補正を、第1の補正、第2の補正および第3の補正に切り換えても良い。切り換え回路は、例えばカメラシステム1へのユーザの操作に応じて黒レベルの補正を切り換えても良い。黒レベル補正回路40は、ユーザによる機能の選択に応じて、各種の黒レベル補正を実施できる。第1の実施形態の黒レベル補正回路17も、第3の補正の実施のための回路および切り換え回路を備えていても良い。

【0087】

第2の実施形態によると、固体撮像装置5は、第1演算回路および第4演算回路での演算を実施することで、行方向および列方向における黒レベルのシェーディング特性を補正する。固体撮像装置5は、黒レベル補正の開始時から、画像信号の黒レベルを補正することができる。これにより、固体撮像装置5は、画素領域20における特性のばらつきによる影響が低減された画像を得ることができるという効果を奏する。

【0088】

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。

【符号の説明】

【0089】

5 固体撮像装置、11 画素領域、16 信号処理回路、20 有効画素領域、21 VOB領域、22 HOB領域、23 有効画素、24 遮光画素、31 近似演算回路、32 線形補正回路、33 クラмп回路、41 移動平均演算回路。

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

光電変換素子を含む画素が行列状に配列された画素領域と、
前記画素領域から伝送された信号を処理する回路部と、を備え、
前記画素領域は、被写体からの光を取り込むための画素である有効画素が配列された有効画素領域と、遮光された画素である遮光画素が配列された遮光画素領域と、を備え、
前記回路部は、
前記遮光画素領域の第 1 方向における遮光画素の位置と遮光画素からの信号に応じた画素値との関係を表す第 1 の近似関数を求め、前記第 1 の近似関数を基に、有効画素における階調の基準となる画素値の推定値を算出する第 1 演算回路と、
第 1 方向に垂直な第 2 方向における画素の位置を変数とする第 2 の近似関数を用いて、前記推定値の補正のための演算を実施する第 2 演算回路と、
前記第 2 演算回路での演算結果に基づいて、有効画素からの信号に応じた画素値を補正する第 3 演算回路と、を備えることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 2】

前記回路部は、遮光画素からの信号に応じた画素値の移動平均を計算する第 4 演算回路をさらに備え、
前記第 3 演算回路は、前記第 4 演算回路で得られた前記移動平均に基づいて、前記有効画素からの信号に応じた画素値を補正することを特徴とする請求項 1 に記載の固体撮像装置。

【請求項 3】

前記遮光画素領域は、
行方向において前記有効画素領域と隣り合う第 1 遮光画素領域と、
列方向において前記有効画素領域および前記第 1 遮光画素領域と隣り合う第 2 遮光画素領域と、を備え、
前記第 1 演算回路は、前記第 1 遮光画素領域については列方向における遮光画素の位置および画素値の関係を表す前記第 1 の近似関数を求め、前記第 2 遮光画素領域については行方向における遮光画素の位置および画素値の関係を表す前記第 1 の近似関数を求め、
前記第 2 演算回路は、前記第 1 遮光画素領域における画素値に基づいて求められた前記推定値を、行方向における画素の位置を変数とする前記第 2 の近似関数を用いて補正し、
前記第 2 遮光画素領域における画素値に基づいて求められた前記推定値を、列方向における画素の位置を変数とする前記第 2 の近似関数を用いて補正することを特徴とする請求項 1 に記載の固体撮像装置。

【請求項 4】

前記遮光画素領域は、
行方向において前記有効画素領域と隣り合う第 1 遮光画素領域と、
列方向において前記有効画素領域および前記第 1 遮光画素領域と隣り合う第 2 遮光画素領域と、を備え、
前記第 1 演算回路は、前記第 2 遮光画素領域について、行方向における遮光画素の位置および画素値の関係を表す前記第 1 の近似関数を求め、
前記第 4 演算回路は、前記第 1 遮光画素領域の遮光画素についての前記移動平均を計算することを特徴とする請求項 2 に記載の固体撮像装置。

【請求項 5】

前記第 4 演算回路は、前記第 1 演算回路で求められた前記第 1 の近似関数に基づいて、前記移動平均の初期値を求めることを特徴とする請求項 2 または 4 に記載の固体撮像装置。

【請求項 6】

前記第 1 の近似関数は、第 1 方向における画素の位置を変数とする二次関数であって、
前記第 1 演算回路は、前記有効画素領域の第 1 方向における位置ごとに対する前記推定値を求めることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の固体撮像装置。

【請求項 7】

前記第 2 の近似関数は、第 1 方向における画素の位置を変数とする一次関数であることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の固体撮像装置。

【書類名】 要約書

【要約】

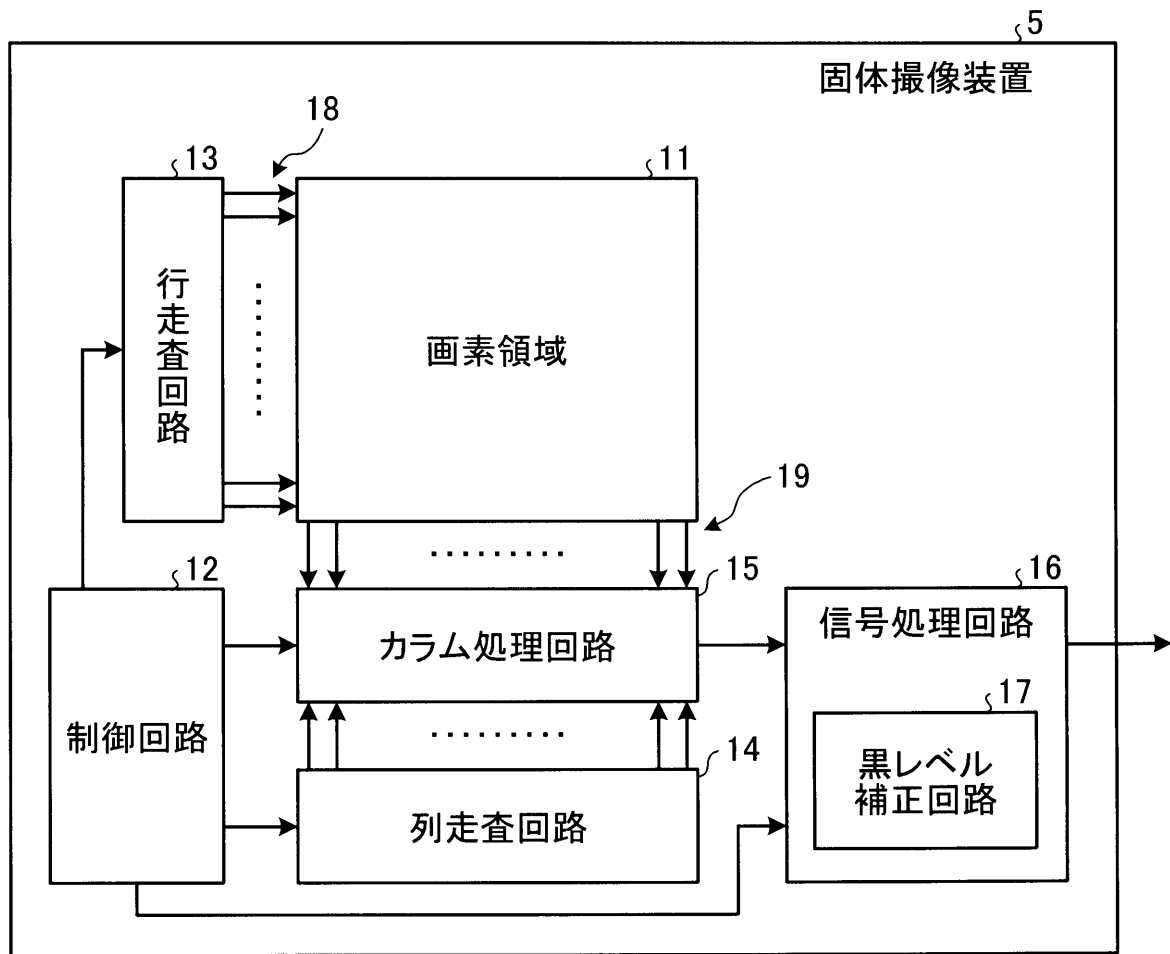
【課題】画素領域における特性のばらつきによる画像への影響を低減可能とする固体撮像装置を提供すること。

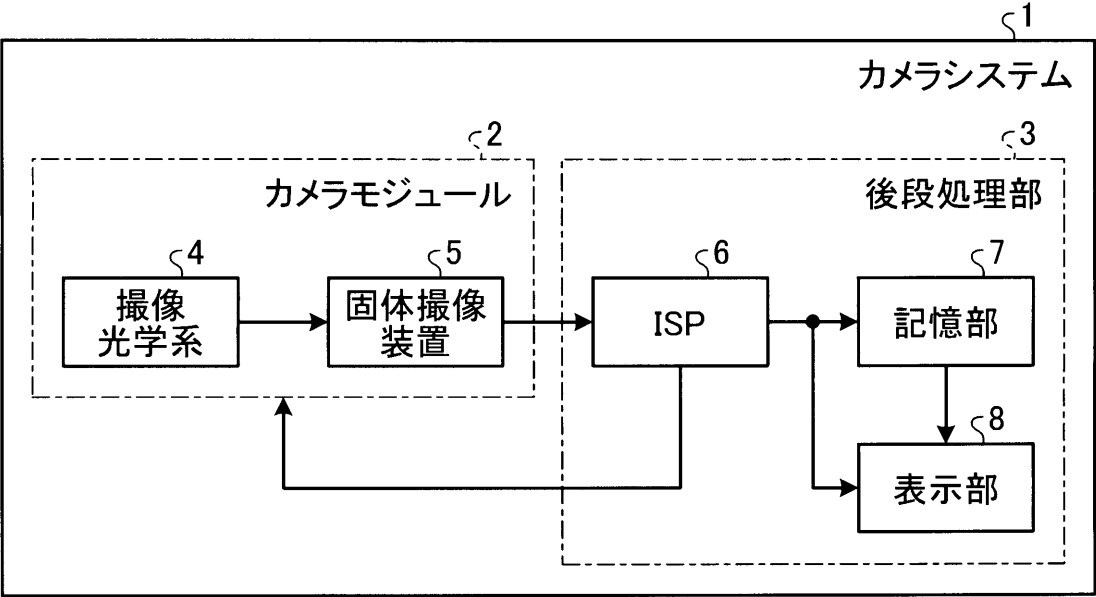
【解決手段】実施形態によれば、固体撮像装置は、第1演算回路、第2演算回路および第3演算回路を備える。第1演算回路である近似演算回路31は、第1の近似関数を求める。第1の近似関数は、遮光画素領域の第1方向における遮光画素の位置と遮光画素からの信号に応じた画素値との関係を表す。第1演算回路は、第1の近似関数を基に、有効画素における階調の基準となる画素値の推定値を算出する。第2演算回路である線形補正回路32は、第2の近似関数を用いて、推定値の補正のための演算を実施する。第2の近似関数は、第2方向における画素の位置を変数とする。第2方向は、第1方向に垂直な方向である。第3演算回路であるクランプ回路33は、第2演算回路での演算結果に基づいて、有効画素からの信号に応じた画素値を補正する。

【選択図】 図4

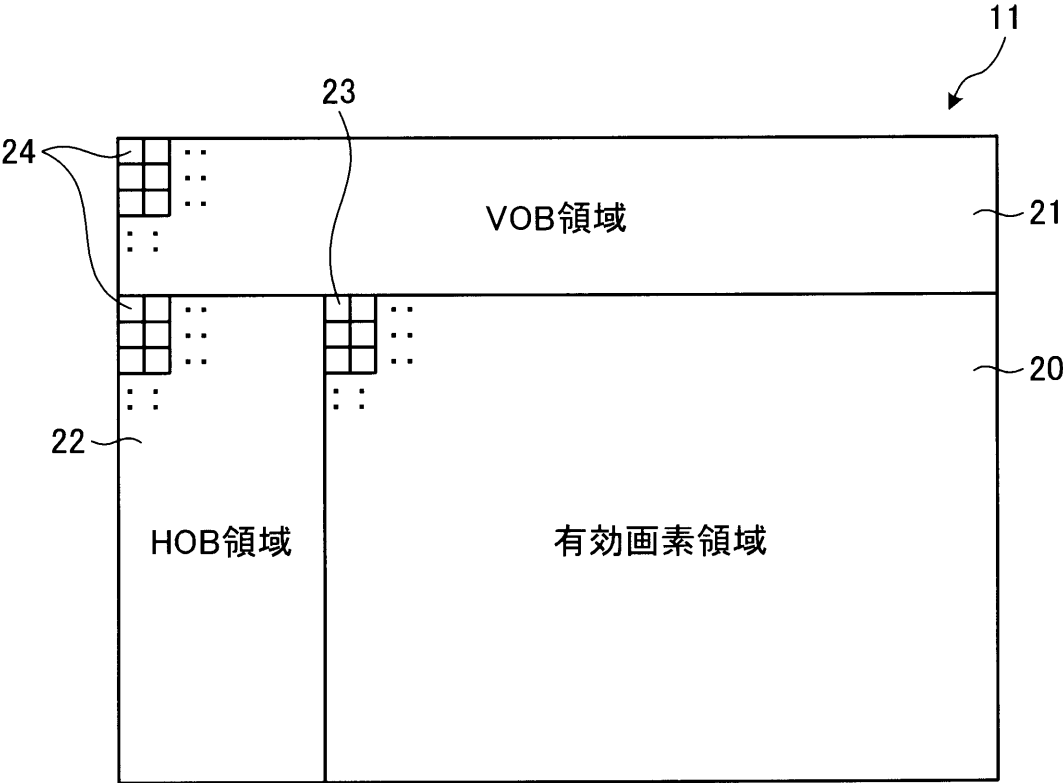
【書類名】 図面

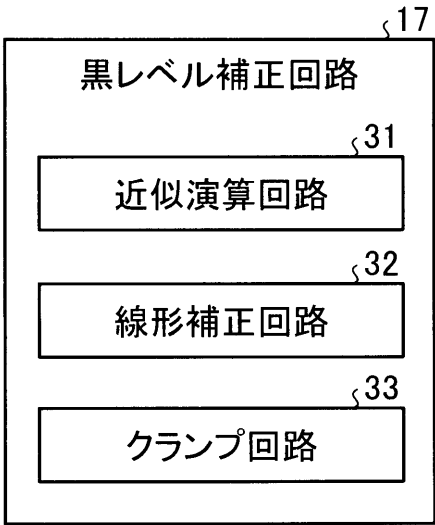
【図 1】



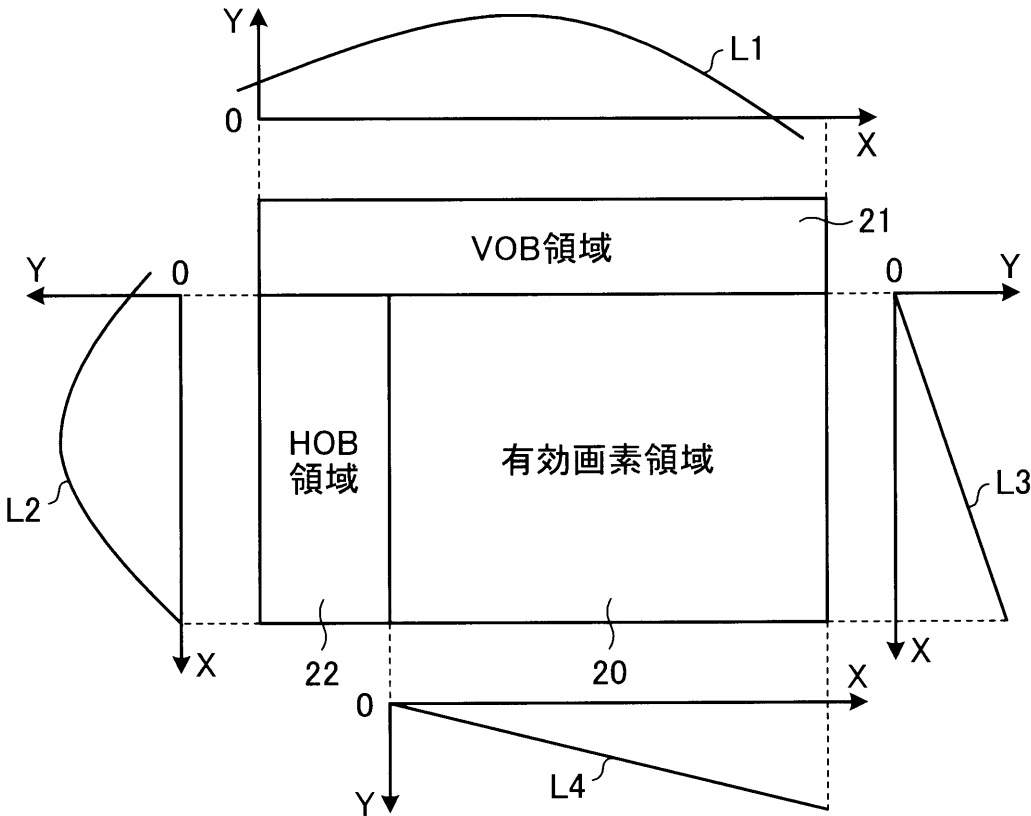


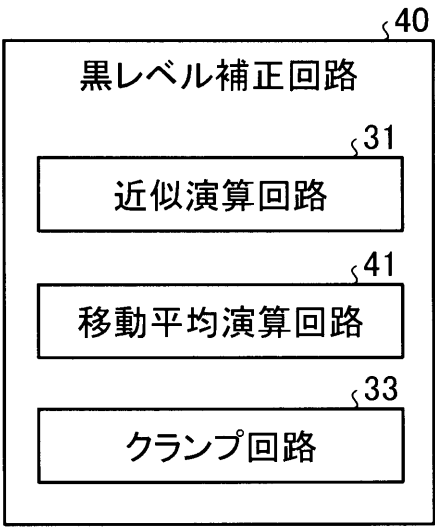
【図 3】





【図 5】





【図 7】

