

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5219934号
(P5219934)

(45) 発行日 平成25年6月26日 (2013.6.26)

(24) 登録日 平成25年3月15日 (2013.3.15)

(51) Int. Cl. F I
HO 4 N 5/335 (2011.01) HO 4 N 5/335
HO 4 N 5/235 (2006.01) HO 4 N 5/235
GO 3 B 7/093 (2006.01) GO 3 B 7/093
HO 4 N 101/00 (2006.01) HO 4 N 101:00

請求項の数 14 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2009-144639 (P2009-144639)	(73) 特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成21年6月17日 (2009.6.17)	(74) 代理人	100076428 弁理士 大塚 康德
(65) 公開番号	特開2011-4089 (P2011-4089A)	(74) 代理人	100112508 弁理士 高柳 司郎
(43) 公開日	平成23年1月6日 (2011.1.6)	(74) 代理人	100115071 弁理士 大塚 康弘
審査請求日	平成24年6月12日 (2012.6.12)	(74) 代理人	100116894 弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409 弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175 弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置およびその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

入射光を光電変換した電荷を蓄積する複数の画素からなる撮像素子を駆動することによって撮像を行う撮像手段と、

前記撮像手段で被写体に対する予備撮像を行うことによって得られた予備撮像データに基づき、前記撮像素子の各画素を、第1の領域を構成する画素と、該第1の領域よりも多い露光量を適用すべき第2の領域を構成する画素とのいずれかに分類する領域設定手段と

前記第1の領域が前記第2の領域の側に拡張されるように前記分類を補正する領域補正手段と、

前記撮像素子の各画素に対し、前記領域補正手段で補正された分類に応じた露光量を設定する露光量設定手段と、を有し、

前記撮像手段は、前記露光量設定手段で設定された露光量に応じて前記撮像素子の各画素に対する駆動パルスを生成することによって、前記被写体に対する本撮像を行うことを特徴とする撮像装置。

【請求項2】

前記領域設定手段は、前記第1および第2の領域を示す領域マップを生成し、

前記領域補正手段は、前記領域マップにおいて、前記第2の領域を構成する画素のうち、前記第1の領域との境界にある画素の分類を、前記第1の領域を構成する画素に変更し、

前記露光量設定手段は、前記領域補正手段で補正された前記分類に基づいて、各画素の露光量を示す露光量マップを生成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】

前記撮像手段は前記予備撮像を行う際に、前記撮像素子の各画素に対し均一な駆動パルス生成することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の撮像装置。

【請求項 4】

さらに、前記第 1 および第 2 の領域の境界輝度を設定する境界輝度設定手段を有し、前記領域設定手段は、前記予備撮像データにおける各画素の輝度を前記境界輝度を閾値として 2 値化して得られるデータに従って、前記撮像素子の各画素を前記第 1 および第 2 の領域を構成する画素のいずれかに分類することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

10

【請求項 5】

前記露光量設定手段は、前記第 1 および第 2 の領域のそれぞれに対応するシャッタースピードを設定し、

前記撮像手段は、該設定されたシャッタースピードに基づいて、前記撮像素子の各画素に対する駆動パルスを生成することを特徴とする請求項 2 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 6】

さらに、前記撮像手段で前記本撮像によって得られた本撮像データに対し、前記シャッタースピードに基づいてゲイン補正を行うゲイン演算手段を有することを特徴とする請求項 5 に記載の撮像装置。

20

【請求項 7】

前記撮像手段は、前記予備撮像データにおいて予め定められた値よりも画素値が大きい画素が存在する場合に、前記予備撮像を撮像条件を変えて再度行うことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 8】

前記撮像素子は CMOS センサであることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 9】

前記撮像手段は前記本撮像を行う際に、前記撮像素子の各画素に対する駆動パルスとして、リセットパルスと行転送パルス、および列転送パルスを生成し、

30

前記撮像素子の 1 行内の各画素に対し、前記列転送パルスによって 2 種類の列転送タイミングのうち前記分類に従う一方を与えることを特徴とする請求項 8 に記載の撮像装置。

【請求項 10】

前記撮像手段は前記本撮像を行う際に、前記撮像素子の各画素に対する駆動パルスとして、リセットパルスと行転送パルス、および列転送パルスを生成し、

前記リセットパルスと前記行転送パルスによって前記第 2 の領域を構成する画素にリセットタイミングを与え、前記リセットパルスと前記列転送パルスによって前記第 1 の領域を構成する画素にリセットタイミングを与えることを特徴とする請求項 8 に記載の撮像装置。

40

【請求項 11】

前記撮像手段は前記本撮像を行う際に、前記撮像素子の各画素に対する駆動パルスとして、行リセットパルスと列リセットパルス、および行転送パルスを生成し、

前記行リセットパルスと前記行転送パルスによって前記第 2 の領域を構成する画素にリセットタイミングを与え、前記列リセットパルスと前記行転送パルスによって前記第 1 の領域を構成する画素にリセットタイミングを与えることを特徴とする請求項 8 に記載の撮像装置。

【請求項 12】

入射光を光電変換した電荷を蓄積する複数の画素からなる撮像素子を駆動することによって撮像を行う撮像装置が行う撮像制御方法であって、

50

前記撮像装置が、被写体に対する予備撮像を行って予備撮像データを取得する予備撮像ステップと、

領域設定手段が、前記予備撮像データに基づき、前記撮像素子の各画素を、第1の領域を構成する画素と、該第1の領域よりも多い露光量を適用すべき第2の領域を構成する画素とのいずれかに分類する領域設定ステップと、

領域補正手段が、前記第1の領域が前記第2の領域の側に拡張されるように前記分類を補正する領域補正ステップと、

露光量設定手段が、前記撮像素子の各画素に対し、前記領域補正ステップにおいて補正された分類に応じた露光量を設定する露光量設定ステップと、

前記撮像装置が、前記露光量設定ステップにおいて設定された露光量に応じて前記撮像素子の各画素に対する駆動パルスを生成することによって、前記被写体に対する本撮像を行う本撮像ステップと、

を有することを特徴とする撮像制御方法。

【請求項13】

前記領域設定ステップにおいては、前記第1および第2の領域を示す領域マップを生成し、

前記領域補正ステップにおいては、前記領域マップにおいて、前記第2の領域を構成する画素のうち、前記第1の領域との境界にある画素の分類を、前記第1の領域を構成する画素に補正し、

前記露光量設定ステップにおいては、前記領域補正ステップにおいて補正された前記分類に基づいて、各画素の露光量を示す露光量マップを生成することを特徴とする請求項12に記載の撮像制御方法。

【請求項14】

入射光を光電変換した電荷を蓄積する複数の画素からなる撮像素子を駆動することによって撮像を行う撮像手段と、プロセッサとを備える撮像装置に、

被写体に対する予備撮像を行って予備撮像データを取得する予備撮像ステップと、

前記予備撮像データに基づき、前記撮像素子の各画素を、第1の領域を構成する画素と、該第1の領域よりも多い露光量を適用すべき第2の領域を構成する画素とのいずれかに分類する領域設定ステップと、

前記第1の領域が前記第2の領域の側に拡張されるように前記分類を補正する領域補正ステップと、

前記撮像素子の各画素に対し、前記領域補正ステップにおいて補正された分類に応じた露光量を設定する露光量設定ステップと、

前記露光量設定ステップにおいて設定された露光量に応じて前記撮像素子の各画素に対する駆動パルスを生成することによって、前記被写体に対する本撮像を行う本撮像ステップと、

を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、広ダイナミックレンジによる撮像を行う撮像装置およびその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、デジタル一眼、コンパクトデジタルカメラ、デジタルビデオカメラなどの撮像装置において用いられる撮像素子のダイナミックレンジは、自然界のダイナミックレンジに対して小さいことが知られている。そのため、従来から撮像素子のダイナミックレンジを拡大する手法が検討されており、例えば以下の3つの方法がある。

【0003】

- ・マルチショットによる多サンプリング

10

20

30

40

50

- ・固定パターンの感度配置によるワンショットサンプリング
- ・被写体輝度に応じた露光時間制御

以下、これら従来の、ダイナミックレンジ（以下、DR）を拡大する3つの方法について説明する。

【0004】

まず第1に、マルチショットによる多サンプリング法では、同じ被写体に対して、露光時間を変更して複数の撮像を行うことによって、DRの大きな情報（ハイダイナミックレンジ（HDR）画像）を得る。そして撮影後に、露光時間の比に基づいて各画像の画素値にゲイン補正を行い、複数ショット画像の合成を行う。例えば特許文献1に記載された方法では、長時間露光後に、全画素について高速読み出しを行う。この際、読み出しの1フレーム周期の、半分の時間で高速読み出しを行い、残りの時間の半分で短秒露光を行う。さらに短秒露光の読み出しを行っている間に、1/4の短秒露光を行い、合計3つの異なる露光時間で露光を行い、合成している。また、特許文献2においても、イメージセンサの画素部から長時間の蓄積による低照度信号と、短時間の蓄積による高照度信号と、極短時間の光電荷蓄積による超高照度用の信号を取り出すことで、合計3つの異なる露光時間で露光を行い、合成している。

10

【0005】

このように、マルチショットによる多サンプリングを行った場合、非常に広いダイナミックレンジを得ることができるが、結果として合成された画像はショット間に時間差で位置ズレが起こるため、合成後に輪郭ボケや擬似輪郭等の画像障害が発生してしまう。

20

【0006】

そこで第2に、動体の位置ズレを回避するなど、異なる露光ショット間の時間差を無くすための方法として、固定パターンの感度配置によるワンショットサンプリング法が知られている。この方法では、センサ上に複数種の感度センサを設け、一度の撮影で複数の露光情報を取得する。具体的な感度の設定方法として、各画素の開口率の大小やフィルタの透過率によって感度を変えたピクセルを固定パターンで配置する方法がある。この方法によれば、高低感度の時間差による位置ズレは改善される。しかしながら、高低感度が固定であるため、シーンの輝度レンジが低感度で撮像できるダイナミックレンジより広い場合には白トビが発生する等、ダイナミックレンジの拡大効果が出ない場合がある。また別の方法として、特許文献3に記載されているように、露光時間の長短によって高感度、低感度の値を設定する方法がある。この場合、シーンに応じて感度設定が可能である。

30

【0007】

しかしながら、このようなワンショットサンプリング法はセンサ上に固定パターンで感度差を設定する方法であるため、低感度、高感度ともにサンプリング点が従来のRGBセンサに比べて少なくなり、解像度が低下してしまう。また、被写体輝度に関係なく固定パターンを用いているため、低感度に該当するピクセルではノイズが増加する。

【0008】

そして第3に、被写体輝度に応じた露光時間制御を行う方法がある。例えば特許文献4に記載されているように、画素毎に、ADコンバータと、変換後のデジタル値と外部からのデジタル値とを比較する比較器を有することによって、一度も電荷を読み出すことなく画素の適正露光量を検出する方法がある。

40

【0009】

しかしながらこの方法では、毎回全画素に対して電荷量の比較を行わなくてはならないため、多画素化、多ビット化が困難であるという問題がある。さらには、フォトダイオードで発生する電荷は常にフローティングディフュージョンとして流されつづけるため、そこで発生するノイズを常に除外することができず、ノイズ耐性が非常に劣るといった問題点がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

50

【特許文献 1】特開2004-363666号公報

【特許文献 2】特開2004-159274号公報

【特許文献 3】特開2006-253876号公報

【特許文献 4】特表2007-532025号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

上述したように、従来の第1～第3の方法によっても、一度の撮影で高品位なHDR画像を得ることは困難であった。すなわち、高品位なHDR画像を撮像するためには、複数レベルの露光による撮像情報を一度に取得し、かつ、被写体輝度に応じて感度を変更し、解像度の低下やノイズを抑制することが課題となる。

10

【0012】

したがって、露光量を画素ごとに制御することによって、一度の撮影で高品位画像を得ることが考えられるが、この場合には、露光量の変化する境界部分において画質劣化が発生するおそれがある。例えば、露光量の制御値が露光量を多くする方向に誤差を有した場合、その画素が飽和し、情報の喪失すなわち白とびや、擬似輪郭等の画質劣化が発生してしまう。

【0013】

本発明は上述した課題を鑑みてなされたものであり、一度の撮影で高品位なハイダイナミックレンジ画像を取得する撮像装置およびその制御方法を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0014】

上述した目的を達成するための一手段として、本発明の撮像装置は以下のような構成を備える。

【0015】

すなわち、入射光を光電変換した電荷を蓄積する複数の画素からなる撮像素子を駆動することによって撮像を行う撮像手段と、前記撮像手段で被写体に対する予備撮像を行うことによって得られた予備撮像データに基づき、前記撮像素子の各画素を、第1の領域を構成する画素と、該第1の領域よりも多い露光量を適用すべき第2の領域を構成する画素とのいずれかに分類する領域設定手段と、前記第1の領域が前記第2の領域の側に拡張されるように前記分類を補正する領域補正手段と、前記撮像素子の各画素に対し、前記領域補正手段で補正された分類に応じた露光量を設定する露光量設定手段と、を有し、前記撮像手段は、前記露光量設定手段で設定された露光量に応じて前記撮像素子の各画素に対する駆動パルスを生成することによって、前記被写体に対する本撮像を行うことを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0016】

上記構成からなる本発明によれば、一度の撮影で高品位なハイダイナミックレンジ画像を取得することができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0017】

【図1】第1実施形態における撮像装置の構成例を示すブロック図、

【図2】第1実施形態における広ダイナミックレンジ画像の撮像処理を示すフローチャート、

【図3】第1実施形態における境界輝度パラメータ設定UI例を示す図、

【図4】第1実施形態における境界輝度パラメータ設定UIの状態遷移を示す図、

【図5】第1実施形態におけるピクセル露光量設定部の詳細構成を示すブロック図、

【図6】第1実施形態における再予備撮像判定処理を示すフローチャート、

【図7】第1実施形態における撮像条件の記録例を示す図、

【図8】第1実施形態におけるピクセル露光量設定処理を示すフローチャート、

50

【図 9】第 1 実施形態における露光時間マップの生成処理を示すフローチャート、
 【図 10】第 1 実施形態における明暗領域マップを模式的に示す図、
 【図 11】第 1 実施形態における CMOS センサ駆動パルスの生成処理を示すフローチャート、
 【図 12】第 1 実施形態におけるカラー撮像素子部の詳細構成を示すブロック図、
 【図 13】第 1 実施形態における撮像素子の回路構成例を示す図、
 【図 14】第 1 実施形態における画素駆動の例を示す図、
 【図 15】第 1 実施形態におけるゲイン補正処理を示すフローチャート、
 【図 16】第 2 実施形態における画素駆動クロックチャート、
 【図 17】第 3 実施形態における撮像素子の回路構成例を示す図、
 【図 18】第 3 実施形態における画素駆動クロックチャート、である。

10

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、添付の図面を参照して、本発明をその好適な実施形態に基づいて詳細に説明する。なお、以下の実施形態において示す構成は一例に過ぎず、本発明は図示された構成に限定されるものではない。

【0019】

< 第 1 実施形態 >

撮像装置の構成

図 1 は、本実施形態における撮像装置の構成例を示すブロック図である。撮像装置 1 において、101 はシャッタ、レンズ、絞りや光学 L P F 等からなる光学部である。102 は、水平方向および垂直方向にモザイク状に複数色配列されたカラーフィルタと CMOS センサから構成され、被写体の予備撮像並びに本撮像を行うカラー撮像素子部である。103 はカラー撮像素子部 102 による予備撮像結果から各ピクセルの露光量を設定するピクセル露光量設定部である。104 は複数の露光量間の境界輝度に関するパラメータを記憶する境界輝度パラメータ保存部である。105 はカラー撮像素子部 102 にて本撮像された画像とピクセル露光量設定部 103 にて設定された露光量から各画素にゲイン補正を行うゲイン演算部である。106 はゲイン演算部 105 にてゲイン補正処理が施されたモザイク状の画像に対して補間を施し、複数枚の独立プレーン画像を得る画素補間部である。

20

30

【0020】

107 は色処理、ノイズ低減処理、鮮鋭性向上処理等の処理を施す画像処理部である。108 は画像処理部 107 にて処理された画像を記録するメモリ部である。109 は撮影中や撮影後、画像処理後の画像などを表示する液晶ディスプレイ等の表示部である。そして 110 は画像を出力する画像出力部であり、111 はユーザが境界輝度パラメータを設定するための境界輝度パラメータ設定 UI である。なお、カラー撮像素子部 102 は、境界輝度パラメータ保存部 104 に格納された境界輝度パラメータを用いて予備撮像を行う。また画像出力部 110 には、ケーブル等を介してプリンタやディスプレイ、メモ리카ード等の記録媒体を接続することができる。

【0021】

40

上記構成からなる撮像装置 1 においては、詳細は後述するが、被写体輝度に応じて画素ごとの露光量を制御することによって、高品位な HDR 画像の撮影を行うことを特徴とする。このとき、露光量制御の境界部分においては、露光量の制御値が露光量を多くする方向に誤差を有すると、その画素が飽和し、情報の喪失すなわち白とびや、擬似輪郭等の画質劣化が発生してしまう。そこで本実施形態では、予備撮影画像に対する輪郭補正を行うことによって、露光量制御の境界部分における不適切な誤差を排除し、画質劣化を抑制する。

【0022】

以下、本実施形態における HDR 画像の撮像動作について、図 2 のフローチャートを用いて説明する。

50

【 0 0 2 3 】

本実施形態における広ダイナミックレンジ画像の撮像動作は、以下の8つの処理に大別される。まず、まず、ユーザの境界輝度パラメータ設定UI 1 1 1からの入力による境界輝度パラメータ保存部 1 0 4への境界輝度パラメータ設定処理（後述するステップS 2 0 1に対応）。そして、カラー撮像素子部 1 0 2における予備撮像処理（同S 2 0 2）、並びに本撮像処理（同S 2 0 6）。そして、ピクセル露光量設定部 1 0 3における再予備撮像判定処理（同S 2 0 3）と、予備撮像画像に対するピクセル露光量設定処理（同S 2 0 5）、およびゲイン演算部 1 0 5における本撮像画像に対するゲイン補正処理（同S 2 0 7）。そして、画素補間部 1 0 6におけるモザイク状の撮像画像に対する画素補間処理（同S 2 0 8）、さらに画像処理部 1 0 7における色、ノイズ低減、鮮鋭性向上等の画像処理（同S 2 0 9）、である。

10

【 0 0 2 4 】

図2において、まずステップS 2 0 1では、予備撮像の終了を示す変数*i*へのFALSEの設定や、メモリ確保等の初期化動作を行うと共に、後述する境界輝度パラメータ設定UI 1 1 1を表示する。そして、該表示に対するユーザ入力に応じたパラメータを、境界輝度パラメータ保存部 1 0 4に設定する。

【 0 0 2 5 】

次にステップS 2 0 2で、カラー撮像素子部 1 0 2においてCMOSセンサの全画素に対して均一な露光量を設定した予備撮像を行う。

【 0 0 2 6 】

そしてステップS 2 0 3において、再予備撮像判定を行う。ステップS 2 0 3ではすなわち、予備撮像データが後述する判定基準を満たしていれば、予備撮像の終了を示す変数*i*をTRUEに設定する。するとステップS 2 0 4で変数*i*にTRUEが設定されているか否かを判定し、TRUEが設定されていれば予備撮像を終了したとしてステップS 2 0 5へ進み、FALSEのままであればステップS 2 0 2に戻って、予備撮像を再度行う。なお、ステップS 2 0 3における再予備撮像判定処理の詳細については後述する。

20

【 0 0 2 7 】

ステップS 2 0 5では、ステップS 2 0 2で得られた予備撮像データに基づいて、本撮像における各画素の露光量を設定する。なお、このピクセル露光量設定処理の詳細については後述する。

30

【 0 0 2 8 】

次にステップS 2 0 6で、ステップS 2 0 5でのピクセル露光量設定結果に基づく本撮像処理を行う。そしてステップS 2 0 7で、ステップS 2 0 5でのピクセル露光量設定結果に基づき、ステップS 2 0 6で取得した本撮像データに対してゲイン補正を施す。なお、このゲイン補正の詳細については後述する。

【 0 0 2 9 】

そしてステップS 2 0 8で、ゲイン補正後のモザイク状の撮像画像に対する画素補間処理を行い、ステップS 2 0 9で、色処理、ノイズ低減処理、鮮鋭性向上処理等の画像処理を行う。そしてステップS 2 1 0において、ステップS 2 0 9で処理した画像データを記録し、終了に関する動作を行う。

40

【 0 0 3 0 】

なお、本実施形態における予備撮像の初期撮像条件は、本撮像に比べて十分に短いシャッタースピードに設定されていることが望ましい。

【 0 0 3 1 】

境界輝度パラメータ設定 (S 2 0 1)

以下、上記ステップS 2 0 1にて表示される境界輝度パラメータ設定UI 1 1 1について、図3を用いて説明する。なお、境界輝度パラメータ設定UI 1 1 1は、選択されたボタンに応じて表示ウィンドウ等が図3(a)と図3(b)に示すように変化するため、図3(a)と図3(b)において共通するボタンには同一番号を付してある。

【 0 0 3 2 】

50

まず、図3(a)と図3(b)に共通するボタン等について説明する。302は境界輝度パラメータ設定ボタンであり、ユーザがこのボタンを押下すると、当該UIにおいて設定された境界輝度パラメータを記録する。303は終了ボタンであり、ユーザがこのボタンを押下すると、当該UIにおいて境界輝度パラメータが一度でも設定されている場合にはメモリの解放等を行い、境界輝度パラメータ設定UIのダイアログウィンドウを終了する。一方、境界輝度パラメータが一度も設定されていない場合には、予め与えられている測光ウィンドウ内の平均輝度を境界輝度パラメータとして記録し、メモリの解放等を行って境界輝度パラメータ設定UIのダイアログウィンドウを終了する。

【0033】

304は主要被写体領域指定ラジオボタンであり、ユーザがこのボタンを選択すると、図3(a)のような領域指定表示がなされ、後述する表示画面306、スライダー308、309、テキストボックス310、311が表示される。

【0034】

305は相対輝度指定ラジオボタンであり、ユーザがこのボタンを選択すると、図3(b)のような相対輝度指定表示がなされ、後述するウィンドウ312、スライダー313、テキストボックス314が表示される。

【0035】

図3(a)の領域指定表示において、306はファインダー画像表示画面であり、ファインダー画像が表示される。307は主要被写体領域であり、ウィンドウ位置設定スライダー308、309をユーザがスライドさせることにより、ファインダー画像表示画面306上での主要被写体領域307の表示位置が設定される。310、311は主要被写体領域307のサイズ指定テキストボックスであり、ユーザが数値を入力すると、主要被写体領域307のサイズが変更される。

【0036】

図3(a)の領域指定表示では、境界輝度パラメータ設定ボタン302が押下されることにより、ファインダー画像表示画面306上における主要被写体領域307の位置とサイズが、境界輝度パラメータとして設定される。

【0037】

図3(b)の相対輝度指定表示において、312はヒストグラム表示ウィンドウであり、ファインダー画像の輝度ヒストグラムが表示される。313は主要被写体輝度設定スライダーであり、ユーザによってスライドされた相対輝度がテキストボックス314に反映される。また、テキストボックス314にユーザが数値を入力すると、その値がスライダー313に反映される。

【0038】

図3(b)の領域指定表示では、境界輝度パラメータ設定ボタン302が押下されることにより、ヒストグラム表示ウィンドウ312上において主要被写体輝度設定スライダー313の示す相対輝度が、境界輝度パラメータとして設定される。

【0039】

ここで、境界輝度パラメータ設定UI111における境界輝度パラメータ設定動作について、図4の状態遷移図を用いて説明する。

【0040】

まず状態401では、初期設定値の読み込みや、図3(a)のUIを表示する等の初期化動作を行い、状態402へ移行する。

【0041】

次に状態402では、図3(a)に示すUIでのユーザ操作判断待ち状態となる。また、境界輝度パラメータの指定パターンを示す変数kがTRUEに設定される。ここで、スライダー308、309がスライドされると、状態403へ移行して主要被写体領域307の表示位置を変更して再描画した後、状態402へ戻る。

【0042】

状態402において、テキストボックス310、311に数値が入力されるとステ

10

20

30

40

50

ート404へ移行し、ステート404では入力されたウィンドウサイズを変更して主要被写体領域307を再描画した後、ステート402へ戻る。

【0043】

ステート402において、境界輝度パラメータ設定ボタン302が押下されると、主要被写体領域307の位置とサイズ、並びに境界輝度パラメータの指定パターンを示す変数kを、境界輝度パラメータ保存部104に格納する。また、終了ボタン303が押下されると、ステート409へ移行し、終了に関する動作を行う。

【0044】

ステート402において、相対輝度ラジオボタン305が選択されると、ステート406へ移行し、図3(b)に示すUIでのユーザ操作判断待ち状態となる。また、境界輝度パラメータの指定パターンを示す変数kがFALSEに設定される。

10

【0045】

ステート406において、スライダー313またはテキストボックス314が変更されるとステート407へ移行し、スライダー313の位置あるいはテキストボックス314に入力された情報に基づいて主要被写体輝度を変更し、ステート406へ戻る。

【0046】

ステート406において、境界輝度パラメータ設定ボタン302が押下されると、主要被写体輝度、並びに境界輝度パラメータの指定パターンを示す変数kを、境界輝度パラメータ保存部104に格納する。また、終了ボタン303が押下されると、ステート409へ移行し、終了に関する動作を行う。

20

【0047】

ピクセル露光量設定部103

本実施形態におけるピクセル露光量設定部103では、上記ステップS203における再予備撮像判定処理、およびステップS205におけるピクセル露光量設定処理が行われる。これらの処理を詳細に説明するに先立ち、ピクセル露光量設定部103の詳細構成について、図5のブロック図を用いて説明する。

【0048】

ピクセル露光量設定部103において、501は予備撮像データに飽和画素が含まれているか否かを判定する飽和判定部、502は該飽和判定結果から予備撮像条件を変更する予備撮像条件変更部である。また、503は各画素について不飽和となる撮像条件を記録する撮像条件記録部、504は撮像条件記録部503に基づき、各画素の輝度を算出する輝度算出部である。505は、境界輝度パラメータ保存部104に保持された境界輝度パラメータと、輝度算出部504にて算出された輝度情報に基づいて、ピクセル明暗領域マップ(以下、明暗領域マップ)を生成する明暗領域マップ生成部である。

30

【0049】

506は明暗領域マップに基づいて明暗領域境界を輪郭として検出する輪郭検出部、507は明暗領域マップにおいて検出された輪郭を補正する輪郭補正部である。なお、この輪郭補正処理によって、明暗領域マップは本実施形態における露光時間マップとなる。

【0050】

508は生成された露光時間マップを記録する露光時間マップ記録部であり、509は該露光時間マップに基づいて各画素のCMOSセンサのトランジスタ駆動パルスを生成するタイミングジェネレータ部である。なお、露光時間マップ記録部508に記録した情報は、後段のゲイン補正処理においても利用される。

40

【0051】

再予備撮像判定処理(S203)

以下、ピクセル露光量設定部103で行われる、上記ステップS203における再予備撮像判定処理について、図6のフローチャートを用いて説明する。なお、本実施形態における再予備撮像判定は、飽和画素検出処理(後述するステップS602に対応)、予備撮像条件変更判定処理(同S606)、撮像条件記録処理(同S604)、以上の3つの処理を経て行われる。

50

【 0 0 5 2 】

まずステップ S 6 0 1 では、予備撮像データにおける画素番号 j への 0 設定やメモリ確保等の初期化動作を行う。

【 0 0 5 3 】

次にステップ S 6 0 2 で画素 j と所定の閾値を比較し、画素 j の方が該閾値よりも小さければステップ S 6 0 3 へ、そうでなければステップ S 6 0 6 へ進む。ここで所定の閾値としては例えば、図 2 のステップ S 2 0 1 で設定される境界輝度パラメータを用いる。この閾値としては、カラー撮像素子部 1 0 2 における CMOS センサ値が輝度に対して線形性を保持できる最大値（飽和閾値）を用いることが望ましいが、該センサが取得し得る値であれば、閾値として適用可能である。

10

【 0 0 5 4 】

画素 j が飽和していなければステップ S 6 0 3 において、画素 j に対する撮像条件が撮像条件記録部 5 0 3 に記録されているか否かを判定し、記録されていない場合はステップ S 6 0 4 へ進んで該撮像条件を格納する。ここで撮像条件とは、絞り値、シャッタースピード、ISO 感度、並びに画素値、とする。なお、ここで記録される撮像条件は、図 7 の表に示すように、画素番号と関連させて撮像条件記録部 5 0 3 に格納する。一方、ステップ S 6 0 3 において画素 j に対する撮像条件が記録されていればステップ S 6 0 5 へ進む。

次にステップ S 6 0 5 では、全ての画素に対して撮像条件の記録処理が行われたか否かを判定し、行われていればステップ S 6 0 7 へ、そうでなければ画素番号 j に 1 を加えてステップ S 6 0 2 へ進む。

20

【 0 0 5 5 】

次にステップ S 6 0 5 では、全ての画素に対して撮像条件の記録処理が行われたか否かを判定し、行われていればステップ S 6 0 7 へ、そうでなければ画素番号 j に 1 を加えてステップ S 6 0 2 へ進む。ステップ S 6 0 7 では、予備撮像の終了を示す変数 i に TRUE を設定し、終了に関する処理を行う。

【 0 0 5 6 】

一方、画素 j が飽和していればステップ S 6 0 6 において、予備撮像条件変更部 5 0 2 で撮像条件のシャッタースピードを短くなるように変更する。そして、タイミングジェネレータ部 5 0 7 で全ての画素について同じ条件、すなわち全画素について均一な露光量による CMOS センサ駆動パルスを生成した後、終了に関する処理を行う。

30

【 0 0 5 7 】

以上のように本実施形態の再予備撮像判定処理においては、予備撮像データにおいて所定の閾値よりも大きい画素が存在する場合、飽和が発生しているものとして、再度の予備撮像を行うべく撮影条件を変更する。このとき、変数 i は FALSE のままである。一方、飽和画素がない場合には、変数 i に TRUE を設定して予備撮像の終了を指示する。

【 0 0 5 8 】

ピクセル露光量設定処理 (S 2 0 5)

以下、上記ステップ S 2 0 5 におけるピクセル露光量設定処理について、図 8 のフローチャートを用いて説明する。なお、本実施形態における露光量設定動作は、以下の 3 つの処理を経て実行される。まず、各画素の輝度を算出する輝度算出処理（後述するステップ S 8 0 2 に対応）、そして境界輝度と各画素の輝度値から露光時間マップを生成する露光時間マップ生成処理（同 S 8 0 3）、そしてトランジスタの駆動パルス生成処理（同 S 8 0 4）、である。

40

【 0 0 5 9 】

まずステップ S 8 0 1 では、撮像条件記録部 5 0 3 に図 7 に示すように格納されている絞り値、シャッタースピード、ISO 感度、各画素の輝度値の読み込みや、メモリ確保等の初期化動作を行う。

【 0 0 6 0 】

次にステップ S 8 0 2 では輝度算出部 5 0 4 において、ステップ S 8 0 1 で取得した、図 7 に示す撮像条件の各情報に基づき、以下の式(1)～(6)によって輝度を算出する。

50

【 0 0 6 1 】

ここで、画素番号を j として、画素値を P_j 、画素の輝度値を $P B_j$ 、絞り値を F_j 、シャッタースピードを T_j 、ISO感度を $I S O_j$ 、被写体の適正輝度を B_j 、とする。また、絞り値を表す A P E X 値を $A V_j$ 、シャッタースピードを表す A P E X 値を $T V_j$ 、ISO感度を表す A P E X 値を $S V_j$ 、被写体輝度を表す A P E X 値を $B V_j$ とする。

【 0 0 6 2 】

はじめに、撮像条件から画素番号 j における各 A P E X 値が、以下の式(1)～(3)で算出される。

【 0 0 6 3 】

$$A V_j = 2 \log_2 (F_j) \quad \dots (1)$$

$$T V_j = -\log_2 (T_j) \quad \dots (2)$$

$$S V_j = \log_2 (I S O_j / 3.125) \quad \dots (3)$$

次に以下の式(4)を用いて、被写体輝度の A P E X 値を算出する。

【 0 0 6 4 】

$$B V_j = A V_j + T V_j - S V_j \quad \dots (4)$$

次に以下の式(5)を用いて、被写体輝度を算出する。但し、式(5)において N 、 K は定数である。

【 0 0 6 5 】

$$B_j = 2^{B V_j} \times N / K \quad \dots (5)$$

次に以下の式(6)を用いて、画素番号 j の輝度を算出する。

【 0 0 6 6 】

$$P B_j = B_j \times (P_j / \text{最大信号値}) \times (100 / 18) \quad \dots (6)$$

以上のように各画素の輝度が算出されると、次にステップ S 8 0 3 で露光時間マップを生成して露光時間マップ記録部 5 0 8 に保持する。なお、この露光時間マップ生成処理の詳細については後述する。

【 0 0 6 7 】

次にステップ S 8 0 4 でタイミングジェネレータ部 5 0 9 において、露光時間マップ記録部 5 0 8 に保持された露光時間マップに基づいて、C M O S センサにおけるトランジスタの駆動パルスを生成する。なお、この駆動パルス生成処理の詳細については後述する。

【 0 0 6 8 】

露光時間マップ生成処理 (S 8 0 3)

以下、上記ステップ S 8 0 3 における露光時間マップ生成処理について、図 9 のフローチャートを用いて説明する。

【 0 0 6 9 】

まずステップ S 9 0 1 では、境界輝度パラメータ、および撮像条件記録部 5 0 3 に格納されている絞り値、ISO感度、各画素の輝度値の読み込みや、メモリの確保等の初期化動作を行う。

【 0 0 7 0 】

次にステップ S 9 0 2 では、全画素の輝度値を走査して、最大輝度値 $M B$ を取得する。

【 0 0 7 1 】

次にステップ S 9 0 3 では、境界輝度パラメータの指定パターンを判定する。すなわち、境界輝度パラメータの指定パターンを示す変数 k が TRUE であればステップ S 9 0 4 へ、そうでなければ 9 0 5 へ進む。

【 0 0 7 2 】

ステップ S 9 0 4 では、図 3 (a) に示す U I によって設定された境界輝度パラメータ (主要被写体ウィンドウの位置とサイズ) に基づく、第 1 の境界輝度設定を行う。すなわち、境界輝度パラメータにおける指定領域位置の輝度情報と、ステップ S 9 0 2 で取得した最大輝度値 $M B$ に基づき、以下に示す式(7)、(8)によって境界輝度を算出・設定する。ここで、境界輝度以上の輝度領域を第 1 の領域すなわち明領域とし、境界輝度未満の輝度領域を第 2 の領域すなわち暗領域とする。撮影時の露光量制御としては、暗領域に対しては

10

20

30

40

50

、明領域よりも多い露光量を適用すべきである。ここでは、指定領域のサイズを $m \times n$ とし、指定領域内の各画素の輝度を $P B_k$ 、平均輝度を $P B_{ave}$ 、境界輝度を $S B$ とする。

【 0 0 7 3 】

$$P B_{ave} = (P B_k / (m \times n)) \quad \dots (7)$$

なお、 $S B$ は $1 \sim m \times n$ の画素における累積を示す。

【 0 0 7 4 】

$$S B = P B_{ave} \times (100 / 18) \quad \dots (8)$$

またステップ $S 9 0 5$ では、図 3 (b) に示す $U I$ によって設定された境界輝度パラメータ（主要被写体の相対輝度）に基づいて、第 2 の境界輝度設定を行う。すなわち、ステップ $S 9 0 2$ で取得した最大輝度値 $M B$ と境界輝度パラメータに基づき、式 (9) によって境界輝度 $S B$ を算出・設定する。

【 0 0 7 5 】

$$S B = \text{境界輝度パラメータ} \times M B \quad \dots (9)$$

次にステップ $S 9 0 6$ では、画素番号 j の輝度値と、ステップ $S 9 0 4$ または $S 9 0 5$ で設定された境界輝度 $S B$ とを比較し、画素番号 j の輝度値の方が小さければステップ $S 9 0 7$ へ進んで、明暗領域マップの対応位置に暗領域を示す 0 を記録する。一方、画素番号 j の輝度値が境界輝度 $S B$ 以上であればステップ $S 9 0 8$ へ進んで、明暗領域マップの対応位置に明領域を示す 1 を記録する。

【 0 0 7 6 】

ここで図 1 0 (a) に、暗領域または明領域のいずれかとして記録された明暗領域マップの例を示す。図 1 0 (a) に示すように明暗領域マップは、予備撮像画像の各画素を境界輝度を境に 2 値化したものとなる。

【 0 0 7 7 】

そしてステップ $S 9 0 9$ では、全ての画素に対して明暗領域マップの作成処理を行ったか否かを判定し、行っていればステップ $S 9 1 0$ へ進むが、そうでなければ画素番号 j に 1 を加えてステップ $S 9 0 6$ へ戻り、次の画素を処理する。ここまでの処理は、ピクセル明暗領域マップ生成部 $5 0 5$ にて行われる。

【 0 0 7 8 】

次にステップ $S 9 1 0$ では再び画素番号 j を 1 にリセットする。ステップ $S 9 1 1$ では、画素番号 j の画素が暗領域 / 明領域のいずれで記録されたかを判別し、暗領域画素であればステップ $S 9 1 2$ に進み、明領域画素であればステップ $S 9 1 4$ に進む。

【 0 0 7 9 】

暗領域であればステップ $S 9 1 2$ において、画素番号 j の画素（注目画素）の周囲 8 画素中に、注目画素とは異なる明領域画素があるか否かを判定する。ある場合はステップ $S 9 1 3$ に進み、注目画素が明領域画素となるように明暗領域マップを変更して、ステップ $S 9 1 4$ に進む。一方、注目画素の周囲に明領域画素が無い場合には、そのままステップ $S 9 1 4$ に進む。

【 0 0 8 0 】

なお、ステップ $S 9 1 3$ で明領域に変更する画素範囲は、予備撮像と本撮像との時間差により予測される誤差や、露光時間中の被写体ぶれ等に応じて適宜決定することが可能である。例えば、画素 j の周囲 8 画素全て、更にその周囲 1 4 画素全てに対して同様の判定処理を行うようにしても良い。

【 0 0 8 1 】

以上のステップ $S 9 1 1$, $S 9 1 2$ における判定処理が本実施形態における輪郭検出処理であり、輪郭検出部 $5 0 6$ において行われる。また、ステップ $S 9 1 3$ における領域判定の変更処理が本実施形態における輪郭補正処理であり、輪郭補正部 $5 0 7$ において行われる。このような輪郭補正処理により、明暗領域マップにおける明領域（短秒露光領域）が、隣接する暗領域（長秒露光領域）側に所定量拡張される。したがって、本来明領域である画素が暗領域に誤判定されてしまい、長秒露光が施されて入射光量が飽和してしまうという不具合を回避することができ、すなわち、露光制御の境界において発生する階調の

10

20

30

40

50

不具合や擬似輪郭の発生を回避することができる。

【 0 0 8 2 】

ここで図 1 0 (b) に、明暗領域マップに対して以上のような輪郭補正が施された例を示す。同図によれば、明領域と暗領域の境界において、暗領域として判定された画素が明領域となるように、補正（輪郭補正）されていることが分かる。このように輪郭補正が施された明暗領域マップが、以降の処理において露光時間マップとして利用される。

【 0 0 8 3 】

ステップ S 9 1 4 では、全画素についての処理が終了したか否かを判定し、終了している場合にはステップ S 9 1 5 へ進み、終了していない場合には画素番号 j に 1 を加えてステップ S 9 1 1 に戻る。

【 0 0 8 4 】

ステップ S 9 1 5 では、以下の式(10)～(12)を用いて、明領域に適用するシャッタースピード T_{light} を算出する。

【 0 0 8 5 】

はじめに、主要被写体の輝度の A P E X 値である $B V_{light}$ を、境界輝度値 $S B$ を用いて求める。

【 0 0 8 6 】

$$B V_{light} = \log_2(S B \times N / K) \quad \dots (10)$$

次に、上記式(1), (3)を用いて絞り値の A P E X 値 $A V_{light}$, I S O 感度の A P E X 値 $S V_{light}$ を求め、これに基づいて式(11)よりシャッタースピードの A P E X 値 $T V_{light}$ を求める。

【 0 0 8 7 】

$$T V_{light} = S V_{light} + B V_{light} - A V_{light} \quad \dots (11)$$

そして最後に、明領域のシャッタースピード T_{light} を算出する。このシャッタースピード T_{light} が、本実施形態における短秒露光に相当する。

【 0 0 8 8 】

$$T_{light} = 2^{-T V_{light}} \quad \dots (12)$$

次にステップ S 9 1 6 では、以下の式(13)～(15)を用いて、暗領域に適用するシャッタースピード T_{dark} を算出する。このシャッタースピード T_{dark} が、本実施形態における長秒露光に相当する。

【 0 0 8 9 】

はじめに、主要被写体の輝度の A P E X 値である $B V_{dark}$ を、最大輝度値 $M B$ を用いて求める。

【 0 0 9 0 】

$$B V_{dark} = \log_2(M B \times N / K) \quad \dots (13)$$

次に、上記式(1), (3)を用いて絞り値の A P E X 値 $A V_{dark}$, I S O 感度の A P E X 値 $S V_{dark}$ を求め、これに基づいて式(11)よりシャッタースピードの A P E X 値 $T V_{dark}$ を求める。

【 0 0 9 1 】

$$T V_{dark} = S V_{dark} + B V_{dark} - A V_{dark} \quad \dots (14)$$

そして最後に、暗領域のシャッタースピード T_{dark} を算出する。

【 0 0 9 2 】

$$T_{dark} = 2^{-T V_{dark}} \quad \dots (15)$$

次にステップ S 9 1 7 では、算出された明領域, 暗領域にそれぞれ適用するシャッタースピード (T_{light} , T_{dark}) を、露光時間マップに関連付けて格納する。なお、シャッタースピードの格納場所については特に限定しないが、例えば、露光時間マップに追加しても良いし、露光時間マップ内に設定した 2 値の値をそれぞれ、対応するシャッタースピードの値に置き換えて保持するようにしても良い。

【 0 0 9 3 】

以上のように本実施形態においては、まず、UIによって設定された境界輝度に基づい

10

20

30

40

50

て予備撮像データを2値化し、適用すべき露光量に応じた領域設定を行うことによって露光時間マップを作成する。そして、該露光時間マップに対して輪郭補正による領域補正を施す。そしてさらに、露光時間マップにおける各値に対応するシャッタースピードを算出しておく。

【0094】

なお、本実施形態では予備撮像データに基づき、シャッタースピードを示す露光時間マップを作成する例を説明したが、このマップとしては画素ごとの露光量を設定できれば良いため、露光量を示すパラメータを設定した露光量マップとして作成しても良い。

【0095】

カラー撮像素子部102の詳細構成

本実施形態におけるカラー撮像素子部102はCMOSセンサによって構成され、上述したように作成された露光時間マップに応じてCMOSセンサを構成するトランジスタを画素ごとに駆動することで、画素毎の露光時間の長短制御を行う。

【0096】

以下、本実施形態における露光制御、すなわち上記ステップS804におけるトランジスタ駆動パルスの生成処理を説明するに先立って、カラー撮像素子部102の構成および動作について詳細に説明する。

【0097】

図12は、カラー撮像素子部102の詳細構成を示すブロック図である。同図において、1201は撮像面である。撮像面1201上には、水平と垂直に配列された複数の画素1202が備えられている。撮像面1201はさらに、垂直走査回路1203、水平走査回路1204、出力回路1205、出力アンプ1206、タイミングジェネレータ1207等の構成要素を備える。画素1202の水平列毎の並びと垂直走査回路1203は、行選択線1208で結ばれている。同様に、画素1202の垂直列毎の並びと水平走査回路1204および出力回路1205とは、列選択線1209で結ばれている。

【0098】

カラー撮像素子部102における撮像動作は、ピクセル露光量設定部103で決定された露光量設定に基づき、タイミングジェネレータ1207にて生成された駆動パルスに基づいて行われる。各画素1202は、該駆動パルスによるトランジスタの導通/非導通によって、リセット/読み出しを制御する。各画素1202で読み出された電荷は電圧に変換され、水平走査回路1204から出力回路1205に転送され、アンプ1206に出力される。

【0099】

ここで図13に、カラー撮像素子部(CMOSセンサ)102を構成する画素1202の回路構成例を示す。

【0100】

画素1202は、埋め込み型PD(フォトダイオード)1301と、4つのNチャンネルMOSトランジスタ(以下、単にトランジスタと称する)1302~1305によって構成されている。トランジスタ1302,1304のドレインと、トランジスタ1303のソース接続部は、FD(フローティングディフュージョン)1306で構成されている。また、行信号線1307,1308、列信号線1309,1310は、各トランジスタに対する信号線を示し、VDDは電源、GNDは接地を示す。なお、信号がH(High)であれば各ゲートが導通し、L(Low)ならば非導通になるものとする。

【0101】

PD1301は光電変換部であり、被写体からの入射光量に応じた電荷、すなわち入射光を光電変換した電荷を蓄積する。蓄積した信号電荷は、転送ゲートと呼ばれる行転送トランジスタ1302あるいは、列転送トランジスタ1304によって、FD1306に完全転送されることで出力される。転送された信号電荷は、FD1306に蓄積される。なお、行転送トランジスタ1302の電位(行転送パルス)をTX1、列転送トランジスタ1304の電位(列転送パルス)をTX2で表すとする。

10

20

30

40

50

【0102】

トランジスタ1303はリセットトランジスタと呼ばれ、トランジスタ1303が導通することによって、FD1306を既定の電位(RSB)にリセットする。このリセット動作の際に、FD1306の電位がRSBに対してばらつくノイズ(リセットノイズ)が発生することがある。なお、リセットトランジスタ1303の電位(リセットパルス)をRSTで表すとする。

【0103】

トランジスタ1305は、ソースフォロワ増幅回路を構成するものであり、FD1306の電位VFDに対する電流増幅を行うことで、出力インピーダンスを下げる働きをする。また、トランジスタ1305のドレインは列選択線1310に接続されており、低インピーダンス化されて、画素出力Voutとして列選択線1209へ導出される。

10

【0104】

CMOSセンサ駆動方式

以下、CMOSセンサにおける画素1202の駆動方式とその特性について、図14を用いて説明する。

【0105】

図14(a)は、転送ゲートであるトランジスタ1302、トランジスタ1304、リセットトランジスタ1303の導通/非導通を制御する形式の駆動方法を示すタイミングチャートである。同図において、t11~t15はタイミングを表すものとする。

【0106】

図14(a)では、タイミングt11で、リセットトランジスタ1303、および行転送トランジスタ1302のゲート(それぞれ、RST, TX1に対応)が導通になる。これにより、PD1301の電荷がFD1306に完全転送されてリセットされ、FD1306もリセットトランジスタ1303のドレイン電位にリセットされる。そしてタイミングt12で行転送トランジスタ1302のゲートが非導通になることで、PD1301に電荷の蓄積が開始される。このとき、リセットトランジスタ1303は導通のままであるため、露光中にFD1306にて発生するノイズが列転送トランジスタ1304のゲート導通前に除去される。なお、動作に変化のないトランジスタの状態に関する説明については、以降は省略する。

20

【0107】

そしてタイミングt13で、リセットトランジスタ1303が非導通、列転送トランジスタ1304のゲート(TX2に対応)が導通となり、被写体からの光に応じて蓄積されたPD1301の電荷がFD1306に完全転送される。そしてタイミングt14で、列転送トランジスタ1304のゲートが非導通となることでトランジスタ1305が導通すると、FD1306の電位が低インピーダンス化されて、画素出力Voutとして、出力回路1205へ導出される。そしてタイミングt15で出力回路1205への導出が終了する。

30

本実施形態においては、1行内の各画素1202に対し、2種類のタイミングによる列転送パルスを送信することで露光時間の長短を制御する。以下、この列転送タイミングに応じた長短露光制御について、図14(b)、図14(c)を用いて説明する。本実施形態における長短露光制御はすなわち、列転送トランジスタ毎に2種類の導通タイミングのいずれかを与えることにより行われる。

40

【0108】

図14(b)は、ピクセル露光量設定部103において、n行目のm列~m+4列の画素に割り当てられた露光量を示す模式図であり、白い部分が長秒露光、黒い部分が短秒露光を表す。図14(c)は、n行目のm列~m+4列の画素について、行転送トランジスタ1302、列転送トランジスタ1304、リセットトランジスタ1303の導通/非導通を制御する形式の駆動方法を示すタイミングチャートである。

【0109】

図14(c)によれば、タイミングt21で、n行目全てのリセットトランジスタ1303、およびn行目全ての行転送トランジスタ1302のゲートが導通になる。これにより、

50

n行目全てのPD1301の電荷がFD1306に完全転送されてリセットされ、n行目全てのFD1306もリセットトランジスタ1303のドレイン電位にリセットされる。そしてタイミングt22で、n行目全ての行転送トランジスタ1302のゲートが非導通になることで、n行目全てのPD1301に電荷の蓄積を開始する。

【0110】

次にタイミングt23で、リセットトランジスタ1303が非導通となる。これにより、短秒露光が割り当てられているm+1, m+2, m+4列目の列転送トランジスタ1304のゲートが導通となり、被写体からの光が蓄積されたPD1301の電荷がFD1306に完全転送される。

【0111】

そしてタイミングt24で、短秒露光が割り当てられているm+1, m+2, m+4列目の列転送トランジスタ1304のゲートが非導通となり、トランジスタ1305が導通する。すると、FD1306の電位が低インピーダンス化されて、短秒画素出力VoutSとして、出力回路1205へ導出される。また、出力回路1205への導出後、リセットトランジスタ1303が導通、列転送トランジスタ1304が非導通となる。そしてタイミングt25で、短秒画素出力VoutSの出力回路1205への導出が終了する。

【0112】

次にタイミングt26で、リセットトランジスタ1303が非導通となり、長秒露光が割り当てられているm列目とm+3列目の列転送トランジスタ1304のゲートが導通となる。すると、被写体からの光が蓄積されたPD1301の電荷がFD1306に完全転送される。

【0113】

そしてタイミングt27で、長秒露光が割り当てられているm列目とm+3列目の列転送トランジスタ1304のゲートが非導通となり、トランジスタ1305が導通する。すると、FD1306の電位が低インピーダンス化されて、長秒画素出力VoutLとして、出力回路1205へ導出される。そしてタイミングt28で、長秒画素出力VoutLの出力回路1205への導出が終了する。

【0114】

以上、図14(c)に示す制御により、1行内における読み出しが行われる。このような読み出しを、行をまたがって行う場合のタイミングチャートを図14(d)に示す。図14(d)は、n行目~n+2行目について、行転送トランジスタ1302、列転送トランジスタ1304、リセットトランジスタ1303の導通/非導通を制御する形式の駆動方法を示すタイミングチャートである。

【0115】

図14(d)によれば、タイミングt31で、n行目全てのリセットトランジスタ1303、およびn行目全ての行転送トランジスタ1302のゲートが導通になる。これにより、n行目全てのPD1301の電荷がFD1306に完全転送されてリセットされ、n行目全てのFD1306もリセットトランジスタ1303のドレイン電位にリセットされる。

【0116】

そしてタイミングt32で、n行目全ての行転送トランジスタ1302のゲートが非導通になることで、n行目全てのPD1301に電荷の蓄積を開始する。

【0117】

次にタイミングt33で、n行目全てのリセットトランジスタ1303が非導通となり、n行目の短秒露光が割り当てられている列の列転送トランジスタ1304のゲートが導通となる。すると、被写体からの光が蓄積されたPD1301の電荷がFD1306に完全転送される。

【0118】

そしてタイミングt34で、n行目の短秒露光が割り当てられている列の列転送トランジスタ1304のゲートが非導通となり、n行目のトランジスタ1305が導通する。すると、FD1306の電位が低インピーダンス化されて、n行目の短秒画素出力Voutn_Sと

10

20

30

40

50

して、出力回路 1 2 0 5 へ導出される。また、出力回路 1 0 0 5 へ導出された後、n 行目全てのリセットトランジスタ 1 3 0 3 が導通となる。そしてタイミング t 35 で、短秒画素出力 Voutn_S の出力回路 1 2 0 5 への導出が終了する。

【 0 1 1 9 】

次にタイミング t 36 で、n 行目全てのリセットトランジスタ 1 3 0 3 が非導通となり、n 行目の長秒露光が割り当てられている列の列転送トランジスタ 1 3 0 4 のゲートが導通となり、PD 1 3 0 1 の電荷が FD 1 3 0 6 に完全転送される。

【 0 1 2 0 】

そしてタイミング t 37 で、n 行目の長秒露光が割り当てられている列の列転送トランジスタ 1 3 0 4 のゲートが非導通となり、n 行目のトランジスタ 1 3 0 5 が導通する。すると、FD 1 3 0 6 の電位が低インピーダンス化されて、n 行目の長秒画素出力 Voutn_L として、出力回路 1 2 0 5 へ導出される。さらに、n + 1 行目全てのリセットトランジスタ 1 3 0 3、および n + 1 行目全ての行転送トランジスタ 1 3 0 2 のゲートが導通になる。これにより、n + 1 行目全ての PD 1 3 0 1 の電荷が FD 1 3 0 6 に完全転送されてリセットされ、n + 1 行目全ての FD 1 3 0 6 も n + 1 行目のリセットトランジスタ 1 3 0 3 のドレイン電位にリセットされる。

10

【 0 1 2 1 】

次にタイミング t 38 で、n + 1 行目全ての行転送トランジスタ 1 3 0 2 のゲートが非導通になることで、n + 1 行目全ての PD 1 3 0 1 に電荷の蓄積を開始する。

【 0 1 2 2 】

20

そしてタイミング t 39 で、n + 1 行目のリセットトランジスタ 1 3 0 3 が非導通となり、n + 1 行目の短秒露光が割り当てられている列の列転送トランジスタ 1 3 0 4 のゲートが導通となり、PD 1 3 0 1 の電荷が FD 1 3 0 6 に完全転送される。また、長秒画素出力 Voutn_L の出力回路 1 2 0 5 への導出が終了する。

【 0 1 2 3 】

そしてタイミング t 310 で、n + 1 行目の短秒露光が割り当てられている列の列転送トランジスタ 1 3 0 4 のゲートが非導通となり、n + 1 行目のトランジスタ 1 3 0 5 が導通する。これにより、FD 1 3 0 6 の電位が低インピーダンス化されて、n + 1 行目の短秒画素出力 Vout n + 1 _S として、出力回路 1 2 0 5 へ導出される。また、出力回路 1 0 0 5 へ導出された後、リセットトランジスタ 1 3 0 3 が導通となる。そしてタイミング t 311 で、短秒画素出力 Vout n + 1 _S の出力回路 1 2 0 5 へ導出が終了する。

30

【 0 1 2 4 】

次にタイミング t 312 で、n + 1 行目のリセットトランジスタ 1 3 0 3 が非導通となり、n + 1 行目の長秒露光が割り当てられている列の列転送トランジスタ 1 3 0 4 のゲートが導通となり、PD 1 3 0 1 の電荷が FD 1 3 0 6 に完全転送される。

【 0 1 2 5 】

そしてタイミング t 313 で、n + 1 行目の長秒露光が割り当てられている列の列転送トランジスタ 1 3 0 4 のゲートが非導通となり、n + 1 列目のトランジスタ 1 1 0 5 が導通する。これにより、FD 1 3 0 6 の電位が低インピーダンス化されて、n + 1 列目の長秒画素出力 Vout n + 1 _S として、出力回路 1 2 0 5 へ導出される。また、出力回路 1 0 0 5 へ導出された後、リセットトランジスタ 1 3 0 3 が導通となる。さらに、n + 2 行目全てのリセットトランジスタ 1 3 0 3、および n + 2 行目全ての行転送トランジスタ 1 3 0 2 のゲートが導通になる。これにより、n + 2 行目全ての PD 1 3 0 1 の電荷が FD 1 3 0 6 に完全転送されてリセットされ、n + 2 行目全ての FD 1 3 0 6 もリセットトランジスタ 1 3 0 3 のドレイン電位にリセットされる。

40

【 0 1 2 6 】

次にタイミング t 314 で、n + 2 行目全ての行転送トランジスタ 1 3 0 2 のゲートが非導通になることで、n + 2 行目全ての PD 1 3 0 1 に電荷の蓄積を開始する。

【 0 1 2 7 】

そしてタイミング t 315 で、n + 2 行目のリセットトランジスタ 1 3 0 3 が非導通とな

50

り、 $n + 2$ 行目の短秒露光が割り当てられている列の列転送トランジスタ 1304 のゲートが導通となり、PD1301 の電荷が FD1106 に完全転送される。また、長秒画素出力 $V_{out\ n+1_L}$ の出力回路 1205 への導出が終了する。

【0128】

次にタイミング t_{316} で、 $n + 2$ 行目の短秒露光が割り当てられている列の列転送トランジスタ 1304 のゲートが非導通となり、 $n + 2$ 列目のトランジスタ 1305 が導通する。これにより、FD1306 の電位が低インピーダンス化されて、 $n + 2$ 列目の短秒画素出力 V_{outn+2_S} として、出力回路 1205 へ導出される。また、出力回路 1005 へ導出された後、リセットトランジスタ 1303 が導通となる。そしてタイミング t_{317} で、短秒画素出力 V_{outn+2_S} の出力回路 1205 への導出が終了する。

10

【0129】

次にタイミング t_{318} で、 $n + 2$ 行目のリセットトランジスタ 1303 が非導通となり、 $n + 2$ 行目の長秒露光が割り当てられている列の列転送トランジスタ 1304 のゲートが導通となり、PD1301 の電荷が FD1306 に完全転送される。

【0130】

そしてタイミング t_{319} で、 $n + 2$ 行目の長秒露光が割り当てられている列の列転送トランジスタ 1304 のゲートが非導通となり、 $n + 2$ 行目のトランジスタ 1305 が導通する。すると、FD1306 の電位が低インピーダンス化されて、 $n + 2$ 列目の長秒画素出力 V_{outn+2_L} として、出力回路 1205 へ導出される。そしてタイミング t_{320} で、長秒画素出力 V_{outn+2_L} の出力回路 1205 への導出が終了する。

20

【0131】

トランジスタ駆動パルス生成処理 (S804)

以下、上記ステップ S804 におけるトランジスタ駆動パルスの生成処理について、図 11 のフローチャートを用いて説明する。ここではすなわち、CMOS センサの各画素に対して上記トランジスタを制御する。

【0132】

まずステップ S1101 では、行を表す変数 l 、列を表す変数 q をそれぞれ 0 に設定する等の初期動作を行う。

【0133】

次にステップ S1102 では、行 l に対する全ての露光時間マップの値を取得する。

30

【0134】

次にステップ S1103 では、 l 行 q 列目の画素に対し、取得した露光時間マップの値に応じたシャッタースピードが明領域のシャッタースピードであるか否かを判定し、明領域であればステップ S1104 へ、そうでなければステップ S1105 へ進む。そしてステップ S1104 では、 l 行 q 列目の画素に対し、明領域のシャッタースピードに対応する、列転送トランジスタ 1304 の駆動パルス (列転送パルス 1) を割り当てる。同様にステップ S1105 では、 l 行 q 列目の画素に対し、暗領域のシャッタースピードに対応する、列転送トランジスタ 1304 の駆動パルス (列転送パルス 2) を割り当てる。

【0135】

そしてステップ S1106 では、行中の全ての列について列転送パルスの割り当てが行われたか否かを判定し、行われていれば列を表す変数 q を 0 に設定してステップ S1107 へ進み、そうでなければ変数 q に 1 を加えてステップ S1103 へ戻る。

40

【0136】

ステップ S1107 では、 l 行目の画素に対し、行転送トランジスタ 1302 およびリセットトランジスタ 1303 の駆動パルスを生成し、垂直走査回路 1203 に送信する。また、ステップ S1104、S1105 で割り当てた列転送トランジスタ 1304 の駆動パルスを生成し、水平走査回路 1204 に送信する。

【0137】

そしてステップ S1108 では、全ての行に対して駆動パルスの送信が行われたか否かを判定し、行われていれば処理を終了するが、そうでなければ行を表す変数 l に 1 を加え

50

てステップ S 1 1 0 2 へ戻る。

【 0 1 3 8 】

ゲイン補正処理 (S 2 0 7)

以下、上記ステップ S 2 0 7 におけるゲイン補正処理について、図 1 5 のフローチャートを用いて説明する。

【 0 1 3 9 】

まずステップ S 1 5 0 1 では、画素番号 j に 0 を設定することや、本撮像結果、並びに長秒、短秒の露光時間のシャッタースピード T_{dark} 、 T_{light} をそれぞれ取得すると共に、メモリ確保等の初期化動作を行う。

【 0 1 4 0 】

次にステップ S 1 5 0 2 では、露光時間の比を算出する。すなわち、露光時間マップにおける、明領域の短秒露光に対応するシャッタースピード T_{light} と、暗領域の長秒露光に対応するシャッタースピード T_{dark} の比 α を、以下のように算出する。

【 0 1 4 1 】

$$\alpha = T_{dark} / T_{light} \quad \dots (16)$$

次にステップ S 1 5 0 3 では、全画素の露光時間マップを取得する。

【 0 1 4 2 】

そしてステップ S 1 5 0 4 では、画素番号 j の露光時間が短秒であるか否かを判定し、短秒露光、すなわちシャッタースピードが T_{light} であればステップ S 1 5 0 5 へ、そうでなければステップ S 1 5 0 6 へ進む。

【 0 1 4 3 】

ステップ S 1 5 0 5 では、画素番号 j の画素値 P_j と露光時間比 α に基づき、以下の式(17)によってゲイン演算を行った後、ステップ S 1 5 0 6 へ進む。

【 0 1 4 4 】

$$P_j = \alpha \times P_j \quad \dots (17)$$

ステップ S 1 5 0 6 では画素値 P_j を記録する。そしてステップ S 1 5 0 7 で、全ての画素に対して処理を行ったか否かを判定し、行っていれば処理を終了し、そうでなければ画素番号を表す j に 1 を加えてステップ S 1 5 0 4 へ戻る。

【 0 1 4 5 】

以上説明したように本実施形態によれば、以下のような効果が得られる。

【 0 1 4 6 】

まず、予備撮像によって作成した露光時間マップに基づき、列転送トランジスタ毎に露光時間の長短に応じた 2 種類の導通タイミングのいずれかを与えることによって、画素毎の長短露光制御を行うことを可能とする。この際に、明領域と暗領域との境界である輪郭領域において、明領域を暗領域側に拡張するような補正を施すことによって、輪郭領域における階調の不具合や擬似輪郭の発生を回避し、より高画質な H D R 画像をワンショットの撮影で得ることができる。

【 0 1 4 7 】

また、予備撮像時の被写体の輝度を用いて各画素の露光時間を割り当てることで、白トビ、黒ツブレが発生しない、広いダイナミックレンジ撮像を行うことが可能となる。

【 0 1 4 8 】

また、露光時間による露光量制御を行うため、撮影時の感度を任意に設定することができる。したがって、様々なダイナミックレンジの被写体に対応することが可能となる。

【 0 1 4 9 】

さらに、一度の撮影で H D R 画像を取得することが可能であるため、特に動体撮影時の合成による位置ズレ等の問題が解決される。

【 0 1 5 0 】

また、固定パターンの感度配置による H D R 撮像と比較して、解像度が低下する、あるいは、被写体輝度に適さない短秒露光になった際のノイズ増加等の問題も回避できる。

【 0 1 5 1 】

10

20

30

40

50

< 第2実施形態 >

以下、本発明に係る第2実施形態について説明する。

【0152】

上述した第1実施形態においては、カラー撮像素子部102の各ライン上の各画素に対し、2種類のタイミングによる列転送パルスを送信して長短露光を制御する例を示した。第2実施形態においては、2種類のリセットタイミングと1種類の列転送パルスによって長短露光制御を行い、画素読み出しの高速化を実現することを特徴とする。なお、第2実施形態における撮像装置1およびそのカラー撮像素子部(CMOSセンサ)102の構成は上述した第1実施形態と同様であるため、同一番号を参照するものとして説明を省略する。

10

【0153】

CMOSセンサ駆動方式

第2実施形態における長短露光は、行転送トランジスタ1302とリセットトランジスタ1303、あるいは列転送トランジスタ1304とリセットトランジスタ1303、による2種類のリセットタイミングのいずれかを与えることによって制御される。

【0154】

以下、第2実施形態のCMOSセンサにおける画素1202の駆動方式とその特性について、図16を用いて説明する。図16は、転送ゲートであるトランジスタ1302、トランジスタ1304、リセットトランジスタ1303の導通/非導通を制御する形式の駆動方法を示すタイミングチャートである。同図において、 $t_{41} \sim t_{418}$ はタイミングを表すものとするが、 t_{320} は上述した第1実施形態との比較用に記載したものであり、第2実施形態における動作タイミングとは無関係である。以下、上述した第1実施形態とは異なる動作のみについて説明を行うとし、共通する部分についての説明は省略する。

20

【0155】

図16によれば、タイミング t_{41} で、 n 行目全てのリセットトランジスタ1303、および n 行目全ての行転送トランジスタ1302のゲートが導通になる。これにより、 n 行目全てのPD1301の電荷がFD1306に完全転送されてリセットされ、 n 行目全てのFD1306もリセットトランジスタ1303のドレイン電位にリセットされる。そしてタイミング t_{42} で、 n 行目全ての行転送トランジスタ1302のゲートが非導通になることで、 n 行目全てのPD1301に電荷の蓄積を開始する。

30

【0156】

次にタイミング t_{43} で、 $n+1$ 行目全てのリセットトランジスタ1303、および $n+1$ 行目全ての行転送トランジスタ1302のゲートが導通になる。これにより、 $n+1$ 行目全てのPD1301の電荷がFD1306に完全転送されてリセットされ、 $n+1$ 行目全てのFD1306もリセットトランジスタ1303のドレイン電位にリセットされる。そしてタイミング t_{44} で、 $n+1$ 行目全ての行転送トランジスタ1302のゲートが非導通になることで、 $n+1$ 行目全てのPD1301に電荷の蓄積を開始する。

【0157】

次にタイミング t_{45} で、 n 行目の短秒露光が割り当てられている列の列転送トランジスタ1304のゲートが導通となる。これにより、 n 行目の短秒露光が割り当てられている列のPD1301の電荷がFD1306に完全転送されてリセットされ、 n 行目の短秒露光が割り当てられている列のFD1306もリセットトランジスタ1303のドレイン電位にリセットされる。そしてタイミング t_{46} で、 n 行目の短秒露光が割り当てられている列の列転送トランジスタ1304が非導通になることで、 n 行目の短秒露光が割り当てられている列のPD1301に電荷の蓄積を開始する。

40

【0158】

次にタイミング t_{47} で、 $n+2$ 行目全てのリセットトランジスタ1303、および $n+2$ 行目全ての行転送トランジスタ1302のゲートが導通になる。これにより、 $n+2$ 行目全てのPD1301の電荷がFD1306に完全転送されてリセットされ、 $n+2$ 行目全てのFD1306もリセットトランジスタ1303のドレイン電位にリセットされる。

50

そしてタイミング t_{48} で、 n 行目全てのリセットトランジスタ 1303 が非導通となり、 n 行目全ての行転送トランジスタ 1302 のゲートが導通となり、被写体からの光が PD 1301 の電荷が FD 1306 に完全転送される。

【0159】

次にタイミング t_{49} で、 $n+2$ 行目全ての行転送トランジスタ 1302 のゲートが非導通になることで、 $n+2$ 行目全ての PD 1301 に電荷の蓄積を開始する。そしてタイミング t_{410} で、 n 行目全ての行転送トランジスタ 1302 のゲートが非導通となり、 n 行目のトランジスタ 1305 が導通する。すると、FD 1306 の電位が低インピーダンス化されて、 n 行目の画素出力 V_{outn} として出力回路 1205 に導出される。また、 $n+1$ 行目の短秒露光が割り当てられている列の列転送トランジスタ 1304 のゲートが導通となる。これにより、 $n+1$ 行目の短秒露光が割り当てられている列の PD 1301 の電荷が FD 1306 に完全転送されてリセットされ、 $n+1$ 行目の短秒露光が割り当てられている列の FD 1306 もリセットトランジスタ 1303 のドレイン電位にリセットされる。

10

【0160】

次にタイミング t_{411} で、 $n+1$ 行目の短秒露光が割り当てられている列の列転送トランジスタ 1304 が非導通になることで、 $n+1$ 行目の短秒露光が割り当てられている列の PD 1301 に電荷の蓄積を開始する。そしてタイミング t_{412} で、 $n+1$ 行目全てのリセットトランジスタ 1303 が非導通となり、 $n+1$ 行目全ての行転送トランジスタ 1302 のゲートが導通となる。これにより、被写体からの光を蓄積した PD 1301 の電荷が FD 1306 に完全転送される。

20

【0161】

次にタイミング t_{413} で、 $n+1$ 行目全ての行転送トランジスタ 1302 のゲートが非導通となり、 $n+1$ 列目全てのトランジスタ 1305 が導通する。すると、FD 1306 の電位が低インピーダンス化されて、 n 行目の画素出力 V_{outn+1} として、出力回路 1205 へ導出される。また、 $n+2$ 行目の短秒露光が割り当てられている列の列転送トランジスタ 1304 のゲートが導通となる。これにより、 $n+2$ 行目の短秒露光が割り当てられている列の PD 1301 の電荷が FD 1306 に完全転送されてリセットされ、 $n+1$ 行目の短秒露光が割り当てられている列の FD 1306 もリセットトランジスタ 1303 のドレイン電位にリセットされる。そしてタイミング t_{414} で、 $n+2$ 行目の短秒露光が割り当てられている列の列転送トランジスタ 1304 が非導通になることで、 $n+2$ 行目の短秒露光が割り当てられている列の PD 1301 に電荷の蓄積を開始する。

30

【0162】

次にタイミング t_{415} で、 $n+2$ 行目全てのリセットトランジスタ 1303 が非導通となり、 $n+2$ 行目全ての行転送トランジスタ 1302 のゲートが導通となり、被写体からの光が PD 1301 の電荷が FD 1306 に完全転送される。そしてタイミング t_{416} で、 $n+2$ 行目全ての行転送トランジスタ 1302 のゲートが非導通となり、 $n+2$ 行目全てのトランジスタ 1305 が導通する。これにより、FD 1306 の電位が低インピーダンス化されて、画素出力 V_{outn+2} として、出力回路 1205 へ導出される。

【0163】

そしてタイミング t_{417} で、画素出力 V_{outn+2} の出力回路 1205 への導出が終了する。ここで、上述した第 1 実施形態における画素駆動方式によれば、図 14 (d) に示す t_{320} のタイミングで、 $n+2$ 行目における短秒および長秒の画素出力が終了する。第 2 実施形態における $n+2$ 行目の全出力終了のタイミング t_{417} は、図 16 に示すように第 1 実施形態の出力終了タイミング t_{320} と比較すると、かなり短縮されていることが分かる。

40

【0164】

以上説明したように第 2 実施形態によれば、行転送トランジスタ 1302 とリセットトランジスタ 1303、あるいは列転送トランジスタ 1304 とリセットトランジスタ 1303、による 2 種類のリセットタイミングを用いる。すなわち、CMOS センサの各画素に対して 2 種類のリセットタイミングのいずれかを与えることによって、長短露光の制御

50

を実現する。この際に、1行の画素出力 V_{out} を一度で導出できる、すなわち1行の読み出しが一度で行えるため、上述した第1実施形態と比べて1フレームあたりの読み出し時間を短縮できる。また、列転送トランジスタに対しては1種類の列転送パルスによる導通制御を行えば良いため、トランジスタ制御にかかる負荷ならびにメモリを軽減することができる。

【0165】

また、短秒長秒にかかわらず、PD1301の電荷がFD1306に完全転送される前に、FD1306は必ずリセットトランジスタ1303のドレイン電位にリセットされているため、露光中にFD1306で発生するノイズを除去することができる。

【0166】

<第3実施形態>

以下、本発明に係る第3実施形態について説明する。

【0167】

第3実施形態においても上述した第2実施形態と同様に、カラー撮像素子部102の各ライン上の各画素に対し、2種類のリセットタイミングを与えることによって長短露光制御を行が、列転送パルスを不要とする。なお、第3実施形態における撮像装置1の構成は上述した第1実施形態と同様であるが、カラー撮像素子部(CMOSセンサ)102における画素1202の構成が異なる。

【0168】

カラー撮像素子部102の画素構成

図17は、第3実施形態におけるカラー撮像素子部(CMOSセンサ)102を構成する画素1202の回路構成例を示すブロック図である。以下、上述した第1実施形態とは異なる動作のみについて説明を行うとし、共通する部分についての説明は省略する。

【0169】

図17において、画素1202は、埋め込み型PD1801と、4つのNチャンネルMOSトランジスタ(以下、単にトランジスタと称する)1802~1805によって構成されている。トランジスタ1802, 1804のドレインと、トランジスタ1803, 1804のソース接続部は、FD(フローティングディフュージョン)1806で構成されている。また、行信号線1807, 1808、列信号線1809, 1810は、各トランジスタに対する信号線を示し、VDDは電源、GNDは接地を示す。なお、信号がH(High)であれば各ゲートが導通し、L(Low)ならば非導通になるものとする。

【0170】

PD1801は光電変換部であり、被写体からの入射光量に応じた電荷、すなわち入射光を光電変換した電荷を蓄積する。蓄積した信号電荷は、転送ゲートと呼ばれる行転送トランジスタ1802によってFD1806に完全転送されることで出力される。転送された信号電荷は、FD1806に蓄積される。なお、行転送トランジスタ1802の電位をTXで表すとする。

【0171】

トランジスタ1803は行リセットトランジスタと呼ばれ、トランジスタ1803が導通することによって、FD1806を既定の電位(RSB1)にリセットする。またトランジスタ1804は列リセットトランジスタと呼ばれ、トランジスタ1804が導通することによって、FD1806を既定の電位(RSB2)にリセットする。これらのリセット動作の際に、FD1806の電位がRSB1またはRSB2に対してばらつくノイズ(リセットノイズ)が発生することがある。なお、行リセットトランジスタ1803の電位(行リセットパルス)をRST1, 列リセットトランジスタ1804の電位(列リセットパルス)をRST2で表すとする。

【0172】

トランジスタ1805は、ソースフォロワ増幅回路を構成するものであり、FD1806の電位VFDに対する電流増幅を行うことで、出力インピーダンスを下げる働きをする。また、トランジスタ1805のドレインは列選択線1810に接続されており、低イン

10

20

30

40

50

ピーダンス化されて、画素出力 V_{out} として列選択線 1209 へ導出される。

【0173】

図17に示すように第3実施形態の画素1202は、列転送トランジスタに代えて列リセットトランジスタ1804を備えることを特徴とする。

【0174】

CMOSセンサ駆動方式

第3実施形態における長短露光は、行転送トランジスタ1802と行リセットトランジスタ1803、あるいは行転送トランジスタ1802と列リセットトランジスタ1804、による2種類のリセットタイミングのいずれかを与えることによって制御される。

【0175】

以下、第3実施形態のCMOSセンサにおける画素1202の駆動方式とその特性について、図18を用いて説明する。図18は、転送ゲートであるトランジスタ1802、行リセットトランジスタ1803、列リセットトランジスタ1804の導通/非導通を制御する形式の駆動方法を示すタイミングチャートである。同図において、 $t_{61} \sim t_{618}$ はタイミングを表すものとする。

【0176】

図18によれば、タイミング t_{61} で、 n 行目全ての行リセットトランジスタ1803、および n 行目全ての行転送トランジスタ1802のゲートが導通になる。これにより、 n 行目全てのPD1801の電荷がFD1806に完全転送されてリセットされ、 n 行目全てのFD1806も行リセットトランジスタ1803のドレイン電位にリセットされる。そしてタイミング t_{62} で、 n 行目全ての行リセットトランジスタ1803のゲートが非導通になることで、 n 行目全てのPD1801に蓄積された電荷がFD1806に転送される。

【0177】

次にタイミング t_{63} で、 $n+1$ 行目全ての行リセットトランジスタ1803、および $n+1$ 行目全ての行転送トランジスタ1802のゲートが導通になる。これにより、 $n+1$ 行目全てのPD1801の電荷がFD1806に完全転送されてリセットされ、 $n+1$ 行目全てのFD1806も行リセットトランジスタ1803のドレイン電位にリセットされる。そしてタイミング t_{64} で、 $n+1$ 行目全ての行リセットトランジスタ1803のゲートが非導通になることで、 $n+1$ 行目全てのPD1801の電荷がFD1806に転送される。

【0178】

次にタイミング t_{65} で、 n 行目の短秒露光が割り当てられている列のリセットトランジスタ1804のゲートが導通となり、 n 行目の短秒露光が割り当てられている列のFD1806の電荷が行リセットトランジスタ1803のドレイン電位にリセットされる。そしてタイミング t_{66} で、 n 行目の短秒露光が割り当てられている列のリセットトランジスタ1804が非導通になることで、 n 行目の短秒露光が割り当てられている列の電荷はFD1806に転送される。

【0179】

次にタイミング t_{67} で、 $n+2$ 行目全ての行リセットトランジスタ1803、および $n+2$ 行目全ての行転送トランジスタ1802のゲートが導通になる。これにより、 $n+2$ 行目全てのPD1801の電荷がFD1806に完全転送されてリセットされ、 $n+2$ 行目全てのFD1806も行リセットトランジスタ1803のドレイン電位にリセットされる。そしてタイミング t_{68} で、 $n+2$ 行目全ての行リセットトランジスタ1803のゲートが非導通になることで、 $n+2$ 行目全てのPD1801の電荷はFD1806に転送される。

【0180】

次にタイミング t_{69} で、 n 行目全ての行転送トランジスタ1802のゲートが非導通となり、 n 行目のトランジスタ1805が導通すると、FD1806の電位が低インピーダンス化されて、 n 行目の画素出力 V_{outn} として出力回路1205へ導出される。また、 n

10

20

30

40

50

+ 1 行目の短秒露光が割り当てられている列のリセットトランジスタ 1 8 0 4 のゲートが導通となり、n + 1 行目の短秒露光が割り当てられている列の F D 1 8 0 6 の電荷が行リセットトランジスタ 1 8 0 3 のドレイン電位にリセットされる。

【 0 1 8 1 】

次にタイミング t 610 で、n + 1 行目の短秒露光が割り当てられている列の列リセットトランジスタ 1 8 0 4 が非導通になることで、n + 1 行目の短秒露光が割り当てられている列の電荷は F D 1 8 0 6 に転送される。そしてタイミング t 611 で、画素出力 V_{outn} の出力回路 1 2 0 5 への導出が終了する。

【 0 1 8 2 】

次にタイミング t 612 で、n + 1 行目全ての行転送トランジスタ 1 8 0 2 のゲートが非導通となり、n + 1 行目のトランジスタ 1 8 0 5 が導通する。これにより、F D 1 8 0 6 の電位が低インピーダンス化されて、n + 1 行目の画素出力 V_{outn+1} として、出力回路 1 2 0 5 へ導出される。また、n + 2 行目の短秒露光が割り当てられている列のリセットトランジスタ 1 8 0 4 のゲートが導通となり、n + 2 行目の短秒露光が割り当てられている列の F D 1 8 0 6 の電荷が行リセットトランジスタ 1 8 0 3 のドレイン電位にリセットされる。

【 0 1 8 3 】

次にタイミング t 613 で、n + 2 行目の短秒露光が割り当てられている列の列リセットトランジスタ 1 8 0 4 が非導通になることで、n + 2 行目の短秒露光が割り当てられている列の電荷は F D 1 8 0 6 に転送される。そしてタイミング t 614 で、画素出力 V_{outn+1} の出力回路 1 2 0 5 へ導出が終了する。

【 0 1 8 4 】

次にタイミング t 615 で、n + 2 行目全ての行転送トランジスタ 1 8 0 2 のゲートが非導通となり、n + 2 列目のトランジスタ 1 8 0 5 が導通する。これにより、F D 1 8 0 6 の電位が低インピーダンス化されて、n + 2 行目の画素出力 V_{outn+2} として、出力回路 1 2 0 5 へ導出される。そしてタイミング t 616 で、画素出力 V_{outn+2} の出力回路 1 2 0 5 への導出が終了する。

【 0 1 8 5 】

以上説明したように第 3 実施形態によれば、行転送トランジスタ 1 8 0 2 と行リセットトランジスタ 1 8 0 3、あるいは行転送トランジスタ 1 8 0 2 と列リセットトランジスタ 1 8 0 4、による 2 種類のリセットタイミングを用いる。すなわち、C M O S センサの各画素に対して 2 種類のリセットタイミングのいずれかを与えることによって、長短露光の制御を実現する。この際に、1 行の画素出力 V_{out} を一度で導出できる、すなわち 1 行の読み出しが一度で行えるため、上述した第 1 実施形態と比べて 1 フレームあたりの読み出し時間を短縮することができる。

【 0 1 8 6 】

尚本発明は、前述した実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラムを、システムあるいは装置に直接あるいは遠隔から供給し、そのシステムあるいは装置のコンピュータが該供給されたプログラムコードを読み出して実行することによっても達成される。なお、この場合のプログラムとは、実施形態において図に示したフローチャートに対応したコンピュータ可読のプログラムである。

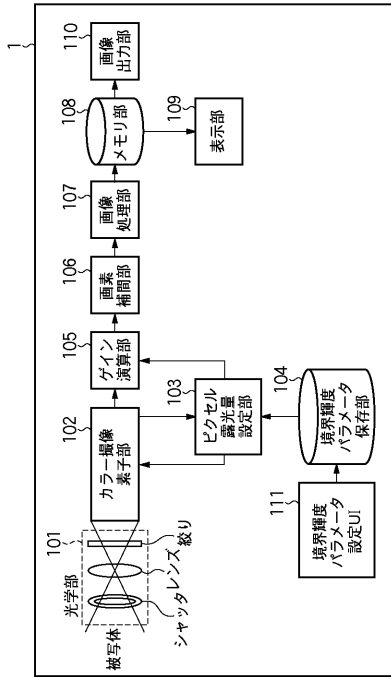
10

20

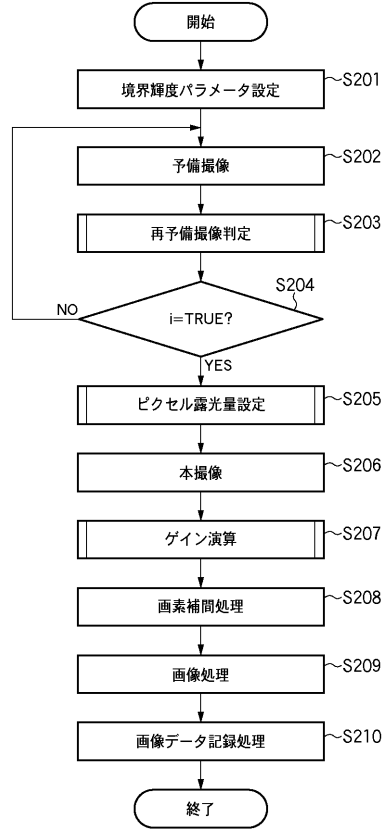
30

40

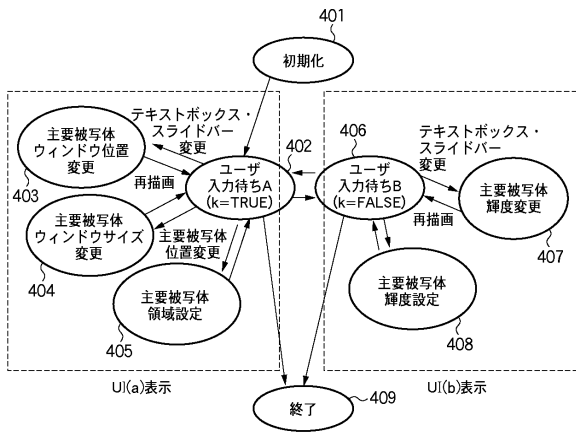
【図1】



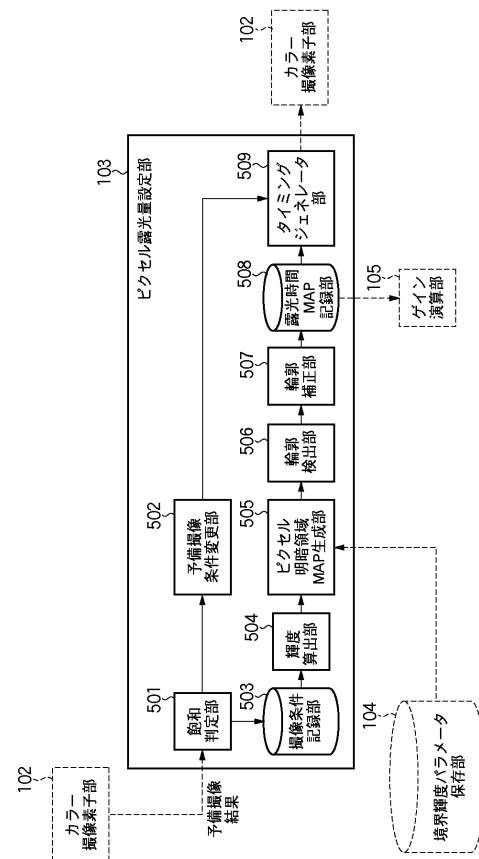
【図2】



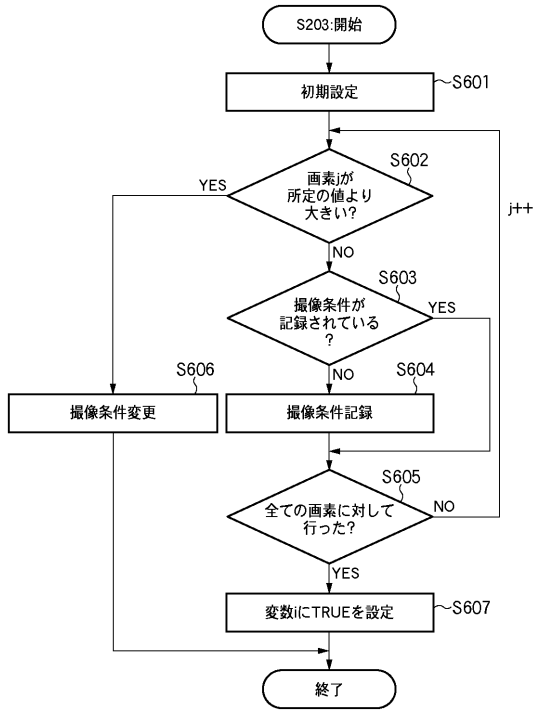
【図4】



【図5】



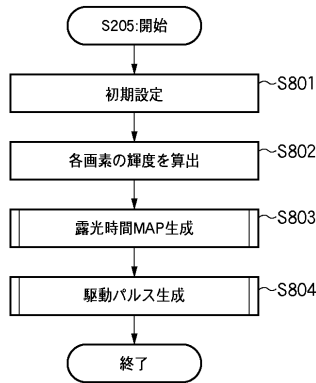
【図6】



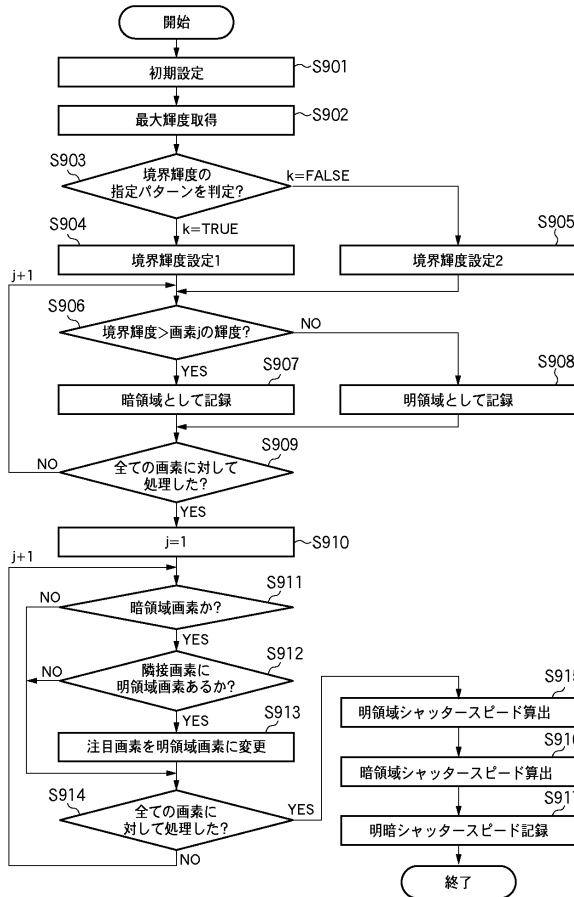
【図7】

番号 j	絞り値 Fj	シャッター スピードTj	ISO感度 ISOj	画素値 Pj
0	8.0	1/1000	100	32
1	8.0	1/1000	100	34
2	8.0	1/1000	100	37
3	8.0	1/1000	100	40
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
N	8.0	1/1000	100	240
N+1	8.0	1/2000	100	128
N+2	8.0	1/1000	100	238
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

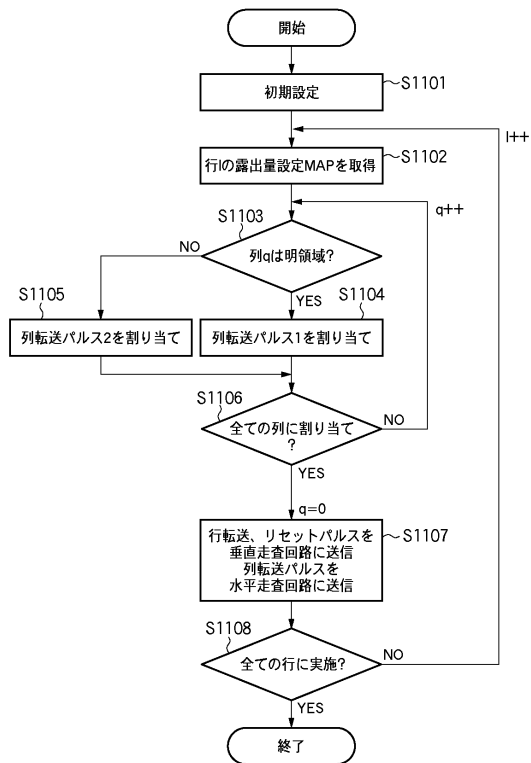
【図8】



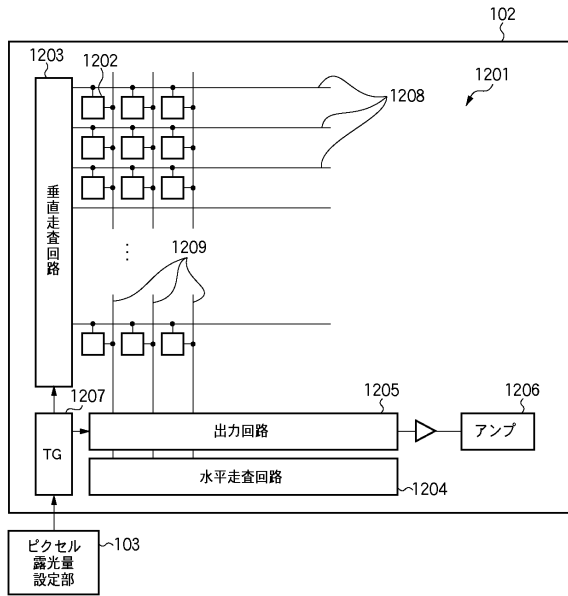
【図9】



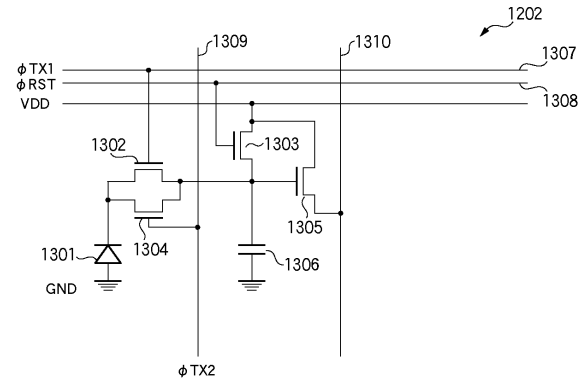
【図11】



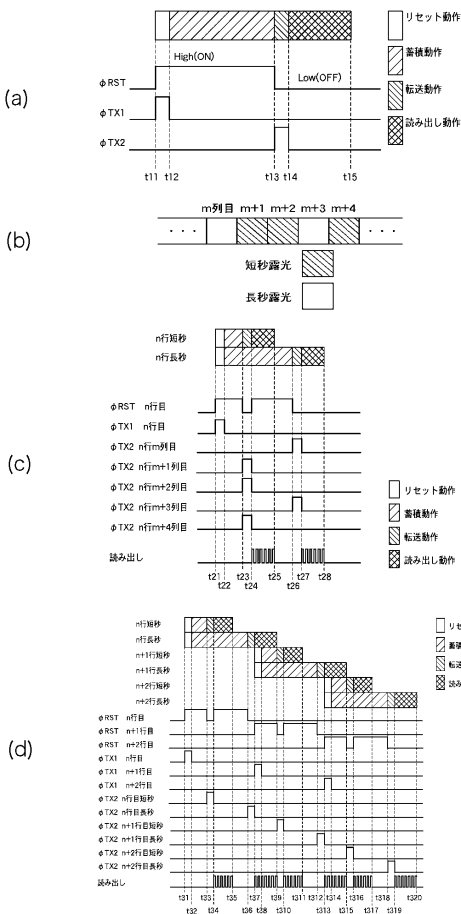
【図 1 2】



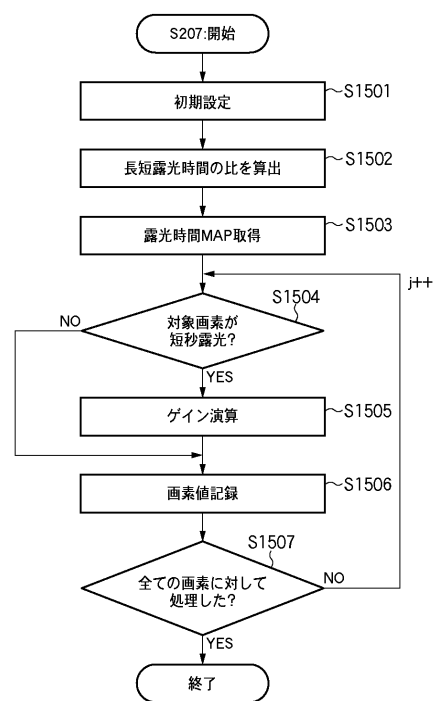
【図 1 3】



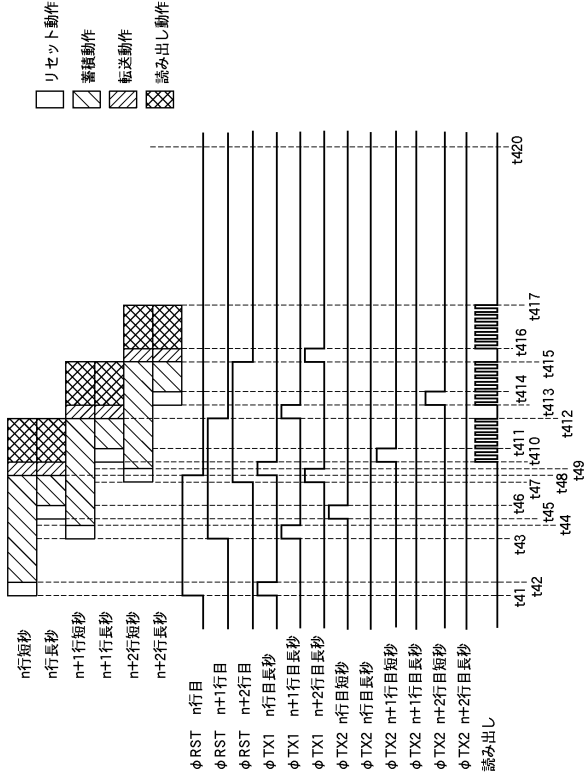
【図 1 4】



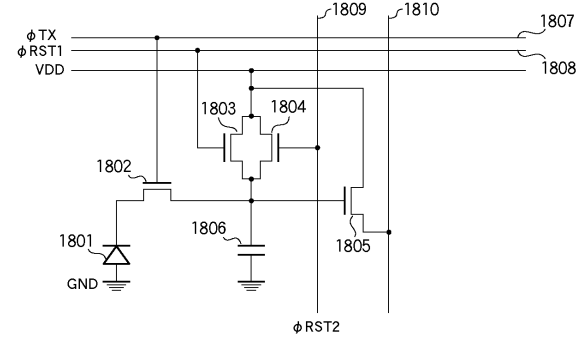
【図 1 5】



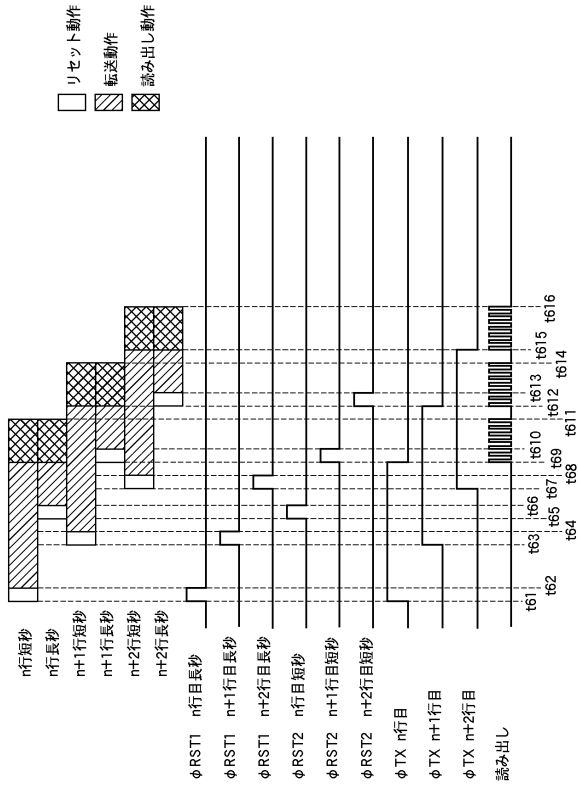
【図 16】



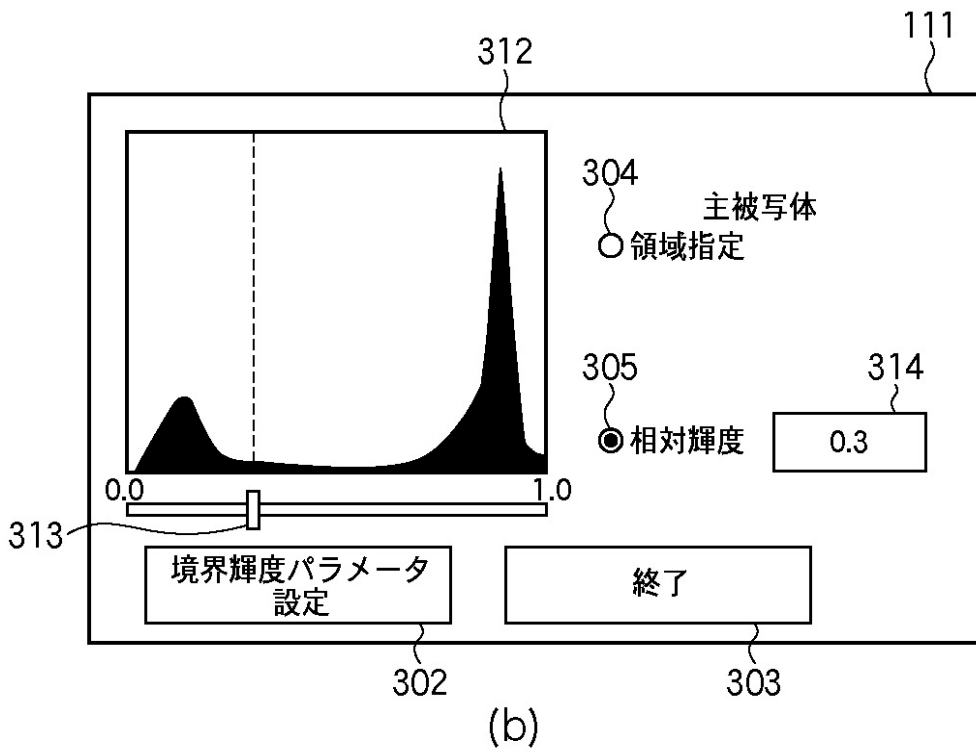
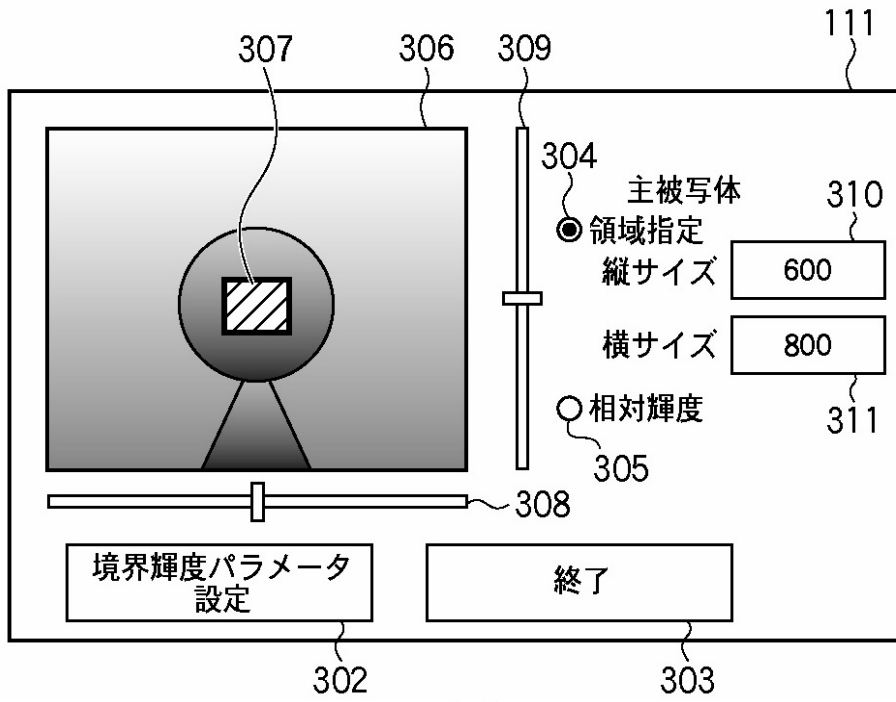
【図 17】



【図 18】

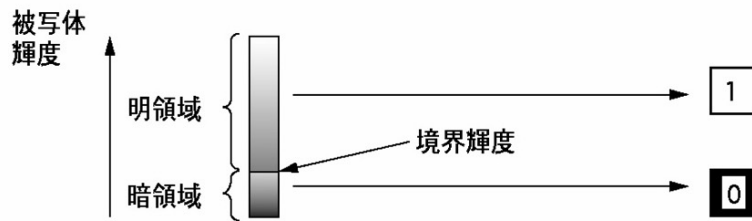
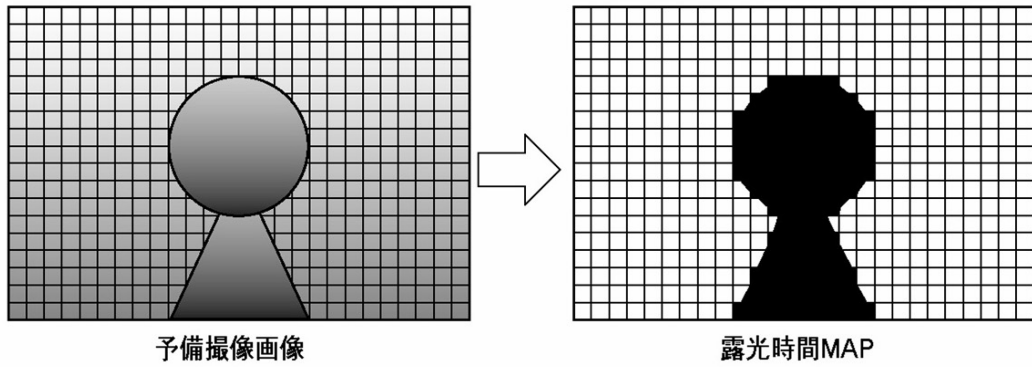


【図3】

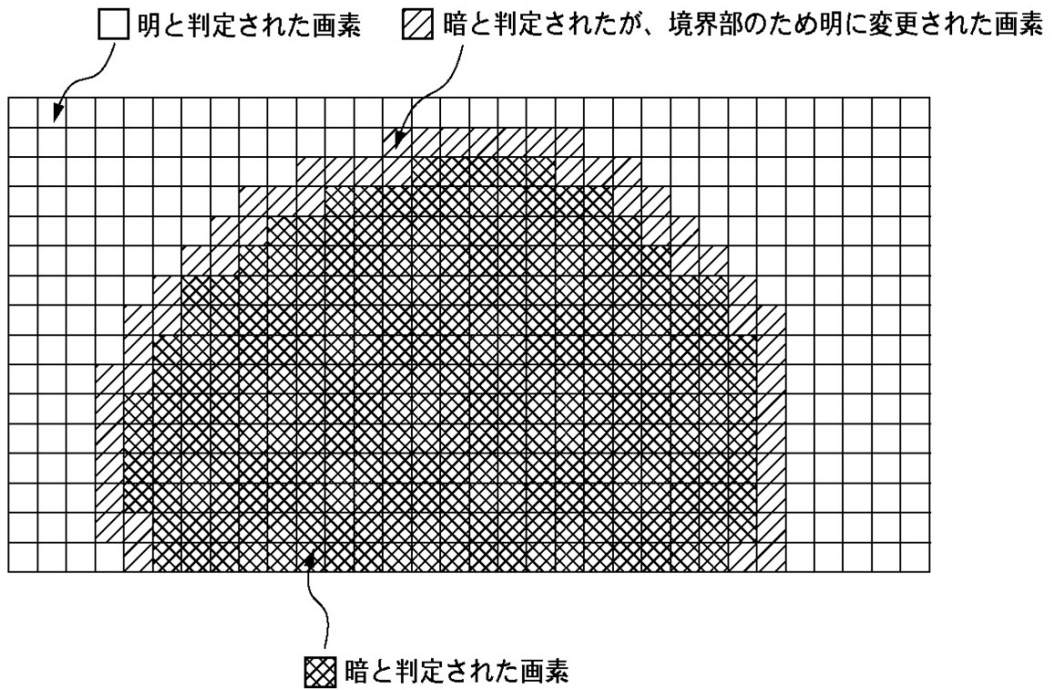


【図10】

(a)



(b)



フロントページの続き

(72)発明者 永田 徹
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 木方 庸輔

(56)参考文献 特開2007-166238(JP,A)
特開2000-236478(JP,A)
特開平05-075931(JP,A)
特開2005-223920(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04N 5/335
H04N 5/235