

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7204480号

(P7204480)

(45)発行日 令和5年1月16日(2023.1.16)

(24)登録日 令和5年1月5日(2023.1.5)

(51)国際特許分類

F I

H 0 4 N 25/583(2023.01)

H 0 4 N 5/355 5 4 0

H 0 4 N 25/703(2023.01)

H 0 4 N 5/369 6 0 0

H 0 4 N 23/741(2023.01)

H 0 4 N 5/235 5 0 0

H 0 4 N 23/745(2023.01)

H 0 4 N 5/235 7 0 0

請求項の数 14 (全23頁)

(21)出願番号	特願2018-245447(P2018-245447)	(73)特許権者	000001007
(22)出願日	平成30年12月27日(2018.12.27)		キヤノン株式会社
(65)公開番号	特開2020-108022(P2020-108022		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
	A)	(74)代理人	100094112
(43)公開日	令和2年7月9日(2020.7.9)		弁理士 岡部 譲
審査請求日	令和3年11月30日(2021.11.30)	(74)代理人	100101498
			弁理士 越智 隆夫
		(74)代理人	100106183
			弁理士 吉澤 弘司
		(74)代理人	100136799
			弁理士 本田 亜希
		(72)発明者	繁田 和之
			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	鈴木 明

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 撮像装置、撮像システム、移動体及び撮像装置の制御方法

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

入射光に応じた電荷を生成する光電変換部と、  
 前記電荷を保持する電荷保持部と、  
 前記光電変換部から前記電荷保持部に前記電荷を転送する電荷転送部と、  
 前記電荷保持部に転送された電荷に基づく信号を出力する出力部と、  
を有する撮像装置によって取得されたデータを処理する装置であって、  
 第1露光時間において前記光電変換部で生じた電荷に基づく第1画像データを取得する  
 第1取得部と、  
 前記電荷転送部によって前記光電変換部から前記電荷保持部に複数回にわたって転送さ  
 れた電荷の露光時間の合計であり、かつ前記第1露光時間よりも長い第2露光時間におい  
 て前記光電変換部で生じた電荷に基づく第2画像データを取得する第2取得部と、  
 前記第2画像データの階調値を減少させて第3画像データを生成する圧縮部と、  
前記第1画像データと前記第3画像データとを合成して、拡張されたダイナミックレンジ  
を有する第4画像データを生成する画像合成部と、  
を備えることを特徴とする装置。

## 【請求項2】

前記第4画像データを階調変換する階調変換部を更に備える  
 ことを特徴とする請求項1に記載の装置。

## 【請求項3】

10

20

前記圧縮部は、前記第 2 画像データの階調値をビットシフトすることにより、前記第 2 画像データの階調値を減少させて前記第 3 画像データを生成する

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記第 1 取得部及び前記第 2 取得部は、前記第 1 画像データ及び前記第 2 画像データをそれぞれ所定のフレーム期間ごとに取得することが可能であり、

前記第 1 画像データ及び前記第 2 画像データは同一のフレーム期間に取得される

ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 5】

前記第 2 画像データの生成において、前記光電変換部から前記電荷保持部に電荷が転送される回数は撮像環境の環境光に関する環境光情報に応じて定められる

ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 6】

前記第 3 画像データの生成において、前記圧縮部で行う階調値の減少割合は、前記環境光情報に応じて定められる

ことを特徴とする請求項 5 に記載の装置。

【請求項 7】

前記第 2 画像データの生成において、前記光電変換部から前記電荷保持部に電荷が転送される周期は、前記撮像環境における光源の点滅周期の  $1/2$  以下である

ことを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の装置。

【請求項 8】

前記第 2 画像データの生成において、前記光電変換部から前記電荷保持部に複数回にわたって電荷が転送される期間の長さは、前記撮像環境における光源の点滅周期より長い

ことを特徴とする請求項 5 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 9】

前記第 2 画像データの生成において、前記光電変換部から前記電荷保持部に複数回にわたって電荷が転送される期間の長さは、前記撮像環境における光源の点滅周期の自然数倍である

ことを特徴とする請求項 5 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 10】

前記撮像装置は、複数の行及び複数の列をなして配された複数の画素を更に備え、

前記光電変換部と、前記電荷保持部と、前記電荷転送部とは、前記複数の画素の各々に含まれており、

前記複数の画素において、前記光電変換部から前記電荷保持部への電荷の転送は同時に行われる

ことを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 11】

前記第 1 露光時間は、前記光電変換部から前記電荷保持部に複数回にわたって転送された電荷の露光時間の合計である

ことを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 12】

請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の装置を備えることを特徴とする撮像システム。

【請求項 13】

移動体であって、

請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の装置と、

前記装置からの信号に基づく視差画像から、対象物までの距離情報を取得する距離情報取得手段と、

前記距離情報に基づいて前記移動体を制御する制御手段と、

を備えることを特徴とする移動体。

【請求項 14】

10

20

30

40

50

入射光に応じた電荷を生成する光電変換部と、  
前記電荷を保持する電荷保持部と、  
前記光電変換部から前記電荷保持部に前記電荷を転送する電荷転送部と、  
前記電荷保持部に転送された電荷に基づく信号を出力する出力部と、  
を備える撮像装置によって取得されたデータを処理する装置の制御方法であって、  
第 1 露光時間において前記光電変換部で生じた電荷に基づく第 1 画像データを取得する  
ステップと、

前記電荷転送部によって前記光電変換部から前記電荷保持部に複数回にわたって転送さ  
れた電荷の露光時間の合計であり、かつ前記第 1 露光時間よりも長い第 2 露光時間におい  
て前記光電変換部で生じた電荷に基づく第 2 画像データを取得するステップと、

前記第 2 画像データの階調値を減少させて第 3 画像データを生成するステップと、  
前記第 1 画像データと前記第 3 画像データとを合成して、拡張されたダイナミックレンジ  
を有する第 4 画像データを生成するステップと、

を備えることを特徴とする装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像装置、撮像システム、移動体及び撮像装置の制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、互いに異なる露光量で複数の画像を撮影し、当該複数の画像を合成す  
ることによりダイナミックレンジが拡張された画像を生成することができる撮像装置が開  
示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2013 - 74334 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 に記載されているような露光時間の異なる複数の画像を撮影することができ  
る撮像装置において、撮影された画像の明るさが光源の点滅に応じて変動するフリッカ現  
象が問題となり得る。

【0005】

本発明は、露光時間の異なる複数の画像を取得する場合において、画質を維持しつつフ  
リッカ現象の影響を低減することが可能な撮像装置、撮像システム、移動体及び撮像装置  
の制御方法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】

【0006】

本発明の一観点によれば、入射光に応じた電荷を生成する光電変換部と、前記電荷を保  
持する電荷保持部と、前記光電変換部から前記電荷保持部に前記電荷を転送する電荷転送  
部と、前記電荷保持部に転送された電荷に基づく信号を出力する出力部と、を有する撮像  
装置によって取得されたデータを処理する装置であって、第 1 露光時間において前記光電  
変換部で生じた電荷に基づく第 1 画像データを取得する第 1 取得部と、前記電荷転送部によ  
って前記光電変換部から前記電荷保持部に複数回にわたって転送された電荷の露光時間  
の合計であり、かつ前記第 1 露光時間よりも長い第 2 露光時間において前記光電変換部で  
生じた電荷に基づく第 2 画像データを取得する第 2 取得部と、前記第 2 画像データの階調  
値を減少させて第 3 画像データを生成する圧縮部と、前記第 1 画像データと前記第 3 画像  
データとを合成して、拡張されたダイナミックレンジを有する第 4 画像データを生成する  
画像合成部と、を備えることを特徴とする装置が提供される。

## 【 0 0 0 7 】

本発明の他の一観点によれば、入射光に応じた電荷を生成する光電変換部と、前記電荷を保持する電荷保持部と、前記光電変換部から前記電荷保持部に前記電荷を転送する電荷転送部と、前記電荷保持部に転送された電荷に基づく信号を出力する出力部と、を備える撮像装置によって取得されたデータを処理する装置の制御方法であって、第 1 露光時間において前記光電変換部で生じた電荷に基づく第 1 画像データを取得するステップと、前記電荷転送部によって前記光電変換部から前記電荷保持部に複数回にわたって転送された電荷の露光時間の合計であり、かつ前記第 1 露光時間よりも長い第 2 露光時間において前記光電変換部で生じた電荷に基づく第 2 画像データを取得するステップと、前記第 2 画像データの階調値を減少させて第 3 画像データを生成するステップと、前記第 1 画像データと前記第 3 画像データとを合成して、拡張されたダイナミックレンジを有する第 4 画像データを生成するステップと、を備えることを特徴とする装置の制御方法が提供される。

10

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 0 8 】

本発明によれば、露光時間の異なる複数の画像を取得する場合において、画質を維持しつつフリッカ現象の影響を低減することが可能な撮像装置、撮像システム、移動体及び撮像装置の制御方法が提供される。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 0 9 】

【 図 1 】 第 1 実施形態に係る撮像素子の概略構成を示すブロック図である。

20

【 図 2 】 第 1 実施形態に係る画素の回路構成を示す図である。

【 図 3 】 第 1 実施形態に係る撮像装置の概略構成を示すブロック図である。

【 図 4 A 】 第 1 実施形態に係る撮像装置の動作を示すタイミング図である。

【 図 4 B 】 第 1 実施形態に係る撮像装置の動作を示すタイミング図である。

【 図 5 】 第 1 実施形態に係るダイナミックレンジ拡大処理における照度と出力レベルの関係の例を示すグラフである。

【 図 6 】 第 1 比較例に係るダイナミックレンジ拡大処理を説明する模式図である。

【 図 7 】 第 2 比較例に係るダイナミックレンジ拡大処理を説明する模式図である。

【 図 8 】 第 1 実施形態に係るダイナミックレンジ拡大処理を説明する模式図である。

【 図 9 】 第 1 実施形態に係る撮像装置の動作を示すフローチャートである。

30

【 図 1 0 】 第 2 実施形態に係る画素の回路構成を示す図である。

【 図 1 1 】 第 2 実施形態に係る撮像装置の動作を示すタイミング図である。

【 図 1 2 】 第 3 実施形態に係る撮像システムの構成例を示すブロック図である。

【 図 1 3 】 第 4 実施形態に係る撮像システム及び移動体の構成例を示す図である。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 1 0 】

以下、図面を参照しつつ、本発明の実施形態を説明する。複数の図面にわたって同一の要素又は対応する要素には共通の符号が付されており、その説明は省略又は簡略化されることがある。

## 【 0 0 1 1 】

40

## 〔 第 1 実施形態 〕

図 1 は、本実施形態に係る撮像素子 1 0 0 の概略構成を表すブロック図である。撮像素子 1 0 0 は、画素アレイ 1 1 0、垂直走査回路 1 2 0、制御回路 1 3 0、列増幅回路 1 4 0、水平走査回路 1 5 0 及び出力回路 1 6 0 を備える。画素アレイ 1 1 0 は、複数の行及び複数の列をなすように配置された複数の画素 1 1 1 を備える。

## 【 0 0 1 2 】

制御回路 1 3 0 は、垂直走査回路 1 2 0、列増幅回路 1 4 0 及び水平走査回路 1 5 0 の各部の駆動タイミングを制御する。垂直走査回路 1 2 0 は、画素 1 1 1 に含まれる複数のトランジスタをオン（導通状態）又はオフ（非導通状態）に制御するための制御信号を供給する。垂直走査回路 1 2 0 は、シフトレジスタ、アドレスデコーダ等の論理回路により

50

構成され得る。画素アレイ 1 1 0 の各列には列信号線 1 1 2 が設けられており、画素 1 1 1 からの信号が列ごとに列信号線 1 1 2 に読み出される。

【 0 0 1 3 】

列増幅回路 1 4 0 は、列信号線 1 1 2 に出力された信号の増幅処理、画素 1 1 1 のリセット時の信号及び光電変換時の信号に基づく相関二重サンプリング処理等の処理を行う。水平走査回路 1 5 0 は、列増幅回路 1 4 0 の増幅器に接続されたスイッチをオン又はオフに制御するための制御信号を供給する。これにより、水平走査回路 1 5 0 は、選択した列の信号を出力回路 1 6 0 に出力させる制御を行う。

【 0 0 1 4 】

出力回路 1 6 0 は、バッファアンプ、差動増幅器等から構成され、列増幅回路 1 4 0 からの信号を撮像素子 1 0 0 の外部の信号処理部に出力する。なお、列増幅回路 1 4 0 は、偽信号成分の補正などの信号処理を行う信号処理回路等の機能を含んでもよい。また、A/D変換回路を更に撮像素子 1 0 0 に設けることにより、撮像素子 1 0 0 がデジタルの信号を出力する構成であってもよい。

【 0 0 1 5 】

図 2 は、第 1 実施形態に係る画素 1 1 1 の回路構成を示す図である。図 2 には例示として、2 行 2 列分の 4 つの画素 1 1 1 が示されている。画素 1 1 1 は、光電変換部 D 1、電荷保持部 C 1、第 1 転送トランジスタ M 1、第 2 転送トランジスタ M 2、リセットトランジスタ M 3、増幅トランジスタ M 4、選択トランジスタ M 5 及び排出トランジスタ M 6 を有する。これらのトランジスタは、例えば MOS トランジスタである。

【 0 0 1 6 】

光電変換部 D 1 は、入射光を光電変換するとともに、光電変換によって生成される電荷を蓄積する。光電変換部 D 1 としては、例えばフォトダイオードが用いられ得る。以下の説明では光電変換部 D 1 はアノードとカソードを有するフォトダイオードであるものとする。光電変換部 D 1 のアノードは接地電位線に接続されており、カソードは、第 1 転送トランジスタ M 1 のソース及び排出トランジスタ M 6 のソースに接続されている。第 1 転送トランジスタ M 1 のドレインは第 2 転送トランジスタ M 2 のソースに接続されている。第 1 転送トランジスタ M 1 のドレインと第 2 転送トランジスタ M 2 のソースとの間に寄生する容量は、電荷保持部 C 1 を構成する。排出トランジスタ M 6 のドレインは、排出電位 V O F D を供給する電位線に接続されている。

【 0 0 1 7 】

第 2 転送トランジスタ M 2 のドレインは、リセットトランジスタ M 3 のソース及び増幅トランジスタ M 4 のゲートに接続されている。第 2 転送トランジスタ M 2 のドレイン、リセットトランジスタ M 3 のソース及び増幅トランジスタ M 4 のゲートの接続ノードは、浮遊拡散領域 F D である。リセットトランジスタ M 3 のドレインは、リセット電位 V R E S を供給する電位線に接続されている。増幅トランジスタ M 4 のソースは、選択トランジスタ M 5 のドレインに接続されている。増幅トランジスタ M 4 のドレインは、電源電圧線に接続されている。選択トランジスタ M 5 のソースは、列信号線 1 1 2 に接続されている。列信号線 1 1 2 には不図示の電流源が接続されている。

【 0 0 1 8 】

画素アレイ 1 1 0 の各行には、行方向（図 2 において横方向）に延在して、複数の制御信号線が配されている。垂直走査回路 1 2 0 は、複数の制御信号線を介して画素 1 1 1 内のトランジスタに制御信号を供給する。垂直走査回路 1 2 0 は、制御信号 P T X 1、P T X 2、P R E S、P S E L、P O F G を第 1 転送トランジスタ M 1、第 2 転送トランジスタ M 2、リセットトランジスタ M 3、選択トランジスタ M 5 及び排出トランジスタ M 6 のゲートにそれぞれ供給する。

【 0 0 1 9 】

第 1 転送トランジスタ M 1（電荷転送部）は、制御信号 P T X 1 によりオンに制御されることにより、光電変換部 D 1 で生成された電荷を電荷保持部 C 1 に転送する。電荷保持部 C 1 は、光電変換部 D 1 から転送された電荷を保持する。第 2 転送トランジスタ M 2 は

10

20

30

40

50

、制御信号 P T X 2 によりオンに制御されることにより、電荷保持部 C 1 に保持された電荷を浮遊拡散領域 F D に転送する。

【 0 0 2 0 】

リセットトランジスタ M 3 は、制御信号 P R E S によりオンに制御されることにより、浮遊拡散領域 F D の電位をリセットする。選択トランジスタ M 5 は、制御信号 P S E L によりオンに制御されることにより、該当行の増幅トランジスタ M 4 から列信号線 1 1 2 に信号を出力させる。このとき、増幅トランジスタ M 4 と、列信号線 1 1 2 に接続された電流源は、浮遊拡散領域 F D に転送された電荷に応じた信号を出力するソースフォロウ回路を構成することにより、出力部として機能する。排出トランジスタ M 6 は、制御信号 P O F F G によりオンに制御されることにより、光電変換部 D 1 に蓄積されている電荷を排出し、光電変換部 D 1 のカソードの電位をリセットする。

10

【 0 0 2 1 】

これらの構成により、電荷保持部 C 1 に電荷が保持されている間に光電変換部 D 1 で電荷が生成され、光電変換部 D 1 に蓄積される構成が実現される。これにより、撮像素子 1 0 0 は、画素アレイ 1 1 0 内の複数の光電変換部 D 1 において電荷蓄積の開始時刻と終了時刻を一致させるグローバル電子シャッタ方式の駆動を行うことができる。グローバル電子シャッタ方式による電荷蓄積の開始は、例えば、画素アレイ 1 1 0 内の複数の排出トランジスタ M 6 を同時にオンからオフに制御して電荷を排出することによって実現することができる。また、グローバル電子シャッタ方式による電荷蓄積の終了は、例えば、画素アレイ 1 1 0 内の複数の第 1 転送トランジスタ M 1 を同時にオフからオンに制御し、再びオフに制御して電荷を転送することによって実現することができる。

20

【 0 0 2 2 】

なお、排出トランジスタ M 6 は必須ではなく、光電変換部 D 1 からの電荷の排出先を撮像素子 1 0 0 が形成されている半導体基板とする V e r t i c a l O v e r f l o w D r a i n と呼ばれる構成に置き換えてもよい。また、電荷保持部 C 1 の電位をリセットするための第 2 リセットトランジスタを更に追加してもよい。この場合、第 2 転送トランジスタ M 2 をオンからオフにした後であって、光電変換部 D 1 から電荷保持部 C 1 に電荷を転送する前の期間に、当該第 2 リセットトランジスタをオンにして電荷保持部 C 1 の電位をリセットしてもよい。

【 0 0 2 3 】

図 3 は、本実施形態の撮像装置 1 0 の概略構成を示すブロック図である。撮像装置 1 0 は、撮像素子 1 0 0、短秒露光画像取得部 2 0 1、長秒露光画像取得部 2 0 2、多重露光制御部 2 0 3、階調圧縮部 2 0 4、環境光検出部 2 0 5、画像合成部 2 0 6、階調変換部 2 0 7 及び画像記録部 2 0 8 を備える。撮像素子 1 0 0 は、図 1 及び図 2 に示した構成のグローバル電子シャッタ方式の C M O S イメージセンサである。本実施形態では撮像素子 1 0 0 は、デジタルの画像データを出力するものとする。また、撮像素子 1 0 0 の出力ビット数は 1 2 ビットであり、すなわち、撮像素子 1 0 0 の出力値は、0 から 4 0 9 5 までの値を取り得る 4 0 9 6 階調であるものとする。

30

【 0 0 2 4 】

撮像素子 1 0 0 は、入射光による電荷の蓄積時間を相対的に短く設定した第 1 露光時間の第 1 画像データと、入射光による電荷の蓄積時間を相対的に長く設定した第 2 露光時間の第 2 画像データとを出力する。以下では、露光時間が相対的に短い第 1 露光時間を短秒露光、露光時間が相対的に長い第 2 露光時間を長秒露光と呼ぶこともある。

40

【 0 0 2 5 】

短秒露光画像取得部 2 0 1 ( 第 1 取得部 ) は、撮像素子 1 0 0 から出力される短秒露光の第 1 画像データを取得する。また、長秒露光画像取得部 2 0 2 ( 第 2 取得部 ) は、撮像素子 1 0 0 から出力される長秒露光の第 2 画像データを取得する。この、短秒露光の第 1 画像データと長秒露光の第 2 画像データは、たとえば 1 フレームごとに交互に撮像素子 1 0 0 の画像データ出力端子から出力される。

【 0 0 2 6 】

50

環境光検出部 205 は、撮像装置 10 の撮像環境における環境光を検出して環境光情報を取得する部分である。環境光検出部 205 は、環境光の強度の変動を検出することにより、照明光源の点滅周期に関する情報を環境光情報として取得することができる。また、環境光検出部 205 は、昼夜、夕暮れなどの周囲の明るさ状況を検出することができる。環境光検出部 205 は、多重露光の回数と、低輝度部の階調値の減少割合（階調値圧縮割合）などを設定する多重露光制御部 203 の動作を決めるために、これらの環境光情報を取得する。環境光検出部 205 は、撮像装置 10 に搭載された環境光センサであり得る。なお、環境光検出部 205 は、他の装置から環境光情報を受信して、その環境光情報を多重露光制御部 203 に送信するものであってもよく、その場合、環境光検出部 205 は、環境光センサに代えてホスト PC、マイクロコントローラ等であり得る。

10

#### 【0027】

上述の第 1 画像データと第 2 画像データのうち、少なくとも第 2 画像データは、多重露光により取得された画像データである。多重露光とは、光電変換部 D1 から電荷保持部 C1 への電荷の転送を複数回に分けて行う処理である。なお、多重露光が行われる際の第 1 露光時間及び第 2 露光時間とは、複数回にわたって転送された電荷の露光時間の合計を意味するものとする。

#### 【0028】

多重露光の処理は、多重露光制御部 203 により制御される。多重露光制御部 203 は、環境光検出部 205 からの環境光情報を受けて、周囲の環境光の状況に応じた多重露光制御信号を生成する。多重露光制御部 203 は、多重露光制御信号を撮像素子 100 及び階調圧縮部 204 に送信する。撮像素子 100 に送信される多重露光制御信号は、多重露光動作のオン/オフ、多重露光の回数、多重露光の間隔等の制御に用いられる。階調圧縮部 204 に送信される多重露光制御信号は、階調圧縮のオン/オフ、圧縮する階調数の範囲、圧縮時のビットシフト量等の制御に用いられる。

20

#### 【0029】

階調圧縮部 204（圧縮部）は、長秒露光画像取得部 202 により取得された長秒露光の第 2 画像データの階調値を減少させ、第 3 画像データを生成する。この処理は、具体的には、ビットシフトにより階調値を減少させてダイナミックレンジを圧縮するデジタル処理であり得る。これにより、低輝度のノイズが減少するようにダイナミックレンジを圧縮する画像処理が実現される。

30

#### 【0030】

画像合成部 206 は、短秒露光画像取得部 201 により取得された短秒露光の第 1 画像データと、階調圧縮部 204 から出力された第 3 画像データとを合成することにより、第 4 画像データを生成する。これにより、いわゆるハイダイナミックレンジ合成が行われ、ダイナミックレンジの広い第 4 画像データが生成される。

#### 【0031】

階調変換部 207 は、画像合成部 206 により生成された第 4 画像データを、ディスプレイ、画像記録部 208 等の出力系の機器の狭いダイナミックレンジに適した画像となるように階調変換を行う。これにより、出力系のダイナミックレンジに応じた適切な画像が生成される。この階調変換の処理は、例えば、ガンマ変換であり得る。階調変換部 207 で変換された画像データは、画像記録部 208 に出力される。画像記録部 208 は、例えば、ハードディスク、メモ리카ード等の記録装置である。なお、階調変換部 207 で変換された画像データは、画像記録部 208 に代えて液晶ディスプレイ等の表示装置に出力されてもよい。

40

#### 【0032】

以上のように、本実施形態では、短秒露光と長秒露光の 2 つの画像データからダイナミックレンジ合成画像を生成する。この合成処理では、画像中の明るい領域には短秒露光の画像データが用いられ、画像中の暗い領域には長秒露光の画像データが用いられる。これにより、明るい領域と暗い領域の両方を鮮明に表現することができるハイダイナミックレンジ合成が実現される。この技術は、例えば、明るい場所で逆光により影になっていると

50

きであっても人物の顔を認識する必要がある監視カメラ、トンネル内からトンネル外の明るい場所の信号機を認識する必要がある車載カメラ等に適用され得る。ここで、少なくとも長秒露光の第2画像データは、多重露光により取得された画像データである。まず、多重露光を行う理由について説明する。

#### 【0033】

近年、照明用の光源が蛍光灯、白熱灯等からLEDに置き換えられている。LEDを用いた光源は、常時点灯ではなく、商用電源(50Hz又は60Hz)の倍以上の周波数で点滅するパルス点灯である場合がある。通常、この周波数は人が認識できる上限を超えているため、人の目にはこの点滅は認識されない。しかしながら、カメラにより60フレーム/秒等のフレーム周波数による動画撮影を行うと、光源の点滅と撮影のフレーム周波数との関係によっては、フレーム画像の明るさが周期的に変動するフリッカ現象が発生する  
10  
場合がある。このフリッカ現象により、例えば、照明の明るさが周期的に変動しているように見える動画が撮影されることがある。また、信号機を撮影した場合には、常時点灯しているはずの信号機が点滅しているように撮影される場合もある。

#### 【0034】

本実施形態では、多重露光を行うことにより、このようなフリッカ現象による明るさの変動を低減することができる。多重露光は、光源の点滅の周波数よりも高い周波数で繰り返し露光を行うことにより、明るさを平均化する手法である。これにより、光源の点滅による明るさの変化の影響を低減することができる。次に、多重露光の具体的な処理について説明する。  
20

#### 【0035】

図4A及び図4Bは、第1実施形態に係る撮像装置10の動作を示すタイミング図である。図4A及び図4Bは、第1画像データと第2画像データのいずれか一方の画像を取得する際の処理を示している。図4Aは、複数フレームにわたる撮影処理の概略を示すタイミング図であり、図4Bは、1フレーム内の処理をより詳細に示すタイミング図である。

#### 【0036】

図4Aには、電源波形PS、光源波形LS、及び制御信号POFG、PTX1、PTX2(i)、PTX2(i+1)、PTX2(i+2)、PTX2(k-1)、PTX2(k)のタイミングが示されている。図4Aの電源波形PSは、被写体を照らすLED照明等の光源に供給されている交流電源の波形を全波整流した形で模式的に示すものである。  
30  
交流電源は、例えば、50Hzや60Hzの周波数で電力を供給する電源である。図4Aの期間T11は、交流電源の周期に相当しており、例えば、1/50秒又は1/60秒である。

#### 【0037】

図4Aの光源波形LSは、電源波形PSの電源を用いた光源の点灯状態を示すものである。光源波形LSにおいて、ハイレベルは点灯状態、ローレベルは消灯状態を示している。電源波形PSがある閾値以上の場合、光源波形LSはハイレベルであり、光源は点灯状態になっている。一方、電源波形PSが閾値未満の場合、光源波形LSはローレベルであり、光源は消灯状態になっている。上述のとおり、環境光検出部205は、環境光の強度の変動と、照明光源の点滅周期に関する情報を取得する。そのため、光源波形LSの波形自体、又は光源波形LSに基づく点滅周期等を取得することが可能である。  
40

#### 【0038】

期間T12は、光源の点滅周期を示しており、交流電源の周期である期間T11の1/2の長さの周期である。また、期間T13は光源が点灯している期間を、期間T14は光源が消灯している期間をそれぞれ示している。

#### 【0039】

図4Aの制御信号POFGは、排出トランジスタM6のゲートに供給されるパルス信号の波形を示している。制御信号POFGがローレベルからハイレベルになると、排出トランジスタM6がオンになり、光電変換部D1に蓄積されている電荷が排出電位VOFDを供給する電位線に排出される。本実施形態では、グローバル電子シャッター方式による駆動  
50



が行われるため、すべての画素 1 1 1 において同じタイミングで制御信号 P O F G がハイレベルからローレベルになる。これにより、すべての画素 1 1 1 において同じタイミングで排出トランジスタ M 6 がオンからオフになり、全ての画素 1 1 1 において同じタイミングで光電変換部 D 1 での電荷蓄積が開始される。なお、本明細書において、「同じタイミング」とは、厳密に同時である必要はなく、グローバル電子シャッタ方式の駆動によって画像の歪みを抑制可能な程度に実質的に同じ時刻であればよい。

#### 【 0 0 4 0 】

図 4 A の制御信号 P T X 1 は、第 1 転送トランジスタ M 1 のゲートに供給されるパルス信号の波形を示している。制御信号 P T X 1 がローレベルからハイレベルになると、第 1 転送トランジスタ M 1 がオンになり、光電変換部 D 1 に蓄積されている電荷が電荷保持部 C 1 に転送される。本実施形態では、グローバル電子シャッタ方式による駆動が行われるため、すべての画素 1 1 1 において同じタイミングで制御信号 P T X 1 がハイレベルからローレベルになる。これにより、すべての画素 1 1 1 において同じタイミングで第 1 転送トランジスタ M 1 がオフになり、全ての画素 1 1 1 において同じタイミングで光電変換部 D 1 での電荷蓄積が終了される。

10

#### 【 0 0 4 1 】

期間 T 1 5 は、1 回の電荷蓄積の開始から終了までの期間（サンプリング期間）を示している。本実施形態では、1 フレーム期間内に短時間のサンプリング動作が複数回行われている。すなわち、すべての画素 1 1 1 において第 1 転送トランジスタ M 1 が同じタイミングで間欠的に複数回オンになることによって、電荷が光電変換部 D 1 から電荷保持部 C 1 に間欠的に複数回転送されている。また、第 1 転送トランジスタ M 1 がオンになる時刻においては、すべての画素 1 1 1 において排出トランジスタ M 6 がオフとなるように、排出トランジスタ M 6 も間欠的にオンとオフの動作が繰り返されている。このように、各サンプリング期間の開始と終了のタイミングを各行で一致させることにより、各行の露光時間を同一にすることができる。

20

#### 【 0 0 4 2 】

図 4 A の制御信号 P T X 2 ( i )、P T X 2 ( i + 1 )、... は、第 2 転送トランジスタ M 2 のゲートに供給されるパルス信号の波形を示している。括弧内の値は各制御信号が供給される画素アレイ 1 1 0 の行番号を示している。制御信号 P T X 2 ( i ) がローレベルからハイレベルになると、i 行目の第 2 転送トランジスタ M 2 がオンになり、電荷保持部 C 1 に保持された電荷が浮遊拡散領域 F D に転送される。図 4 A に示されるように、制御信号 P T X 2 ( i )、P T X 2 ( i + 1 )、... は、行ごとに順次ハイレベルになる。これにより、第 2 転送トランジスタ M 2 も行ごとに順次オンになり、電荷保持部 C 1 に保持された電荷が浮遊拡散領域 F D に転送される。

30

#### 【 0 0 4 3 】

ここで、期間 T 1 6 は、複数回の電荷の転送の開始から終了までの期間であり、言い換えると、i 行目の電荷保持部 C 1 において電荷が保持されている期間である。期間 T 1 6 において、第 1 転送トランジスタ M 1 が間欠的に複数回オンになることによって、光電変換部 D 1 から電荷保持部 C 1 に複数回にわたって電荷が転送される。そのため、期間 T 1 6 は、電荷保持部 C 1 に保持される電荷が光電変換部 D 1 で生成される期間であるともいえる。また、期間 T 1 6 は、複数回行われるサンプリング動作において、最初のサンプリング動作の開始から、最後のサンプリング動作の終了までの期間に相当するともいえる。本実施形態では、上述のような複数回の転送により、電荷保持部 C 1 には多重露光による信号電荷が蓄積される。同様に、期間 T 1 7 は、i + 1 行目における最初のサンプリング動作の開始から、最後のサンプリング動作の終了までの期間を示している。

40

#### 【 0 0 4 4 】

期間 T 1 8 ( n )、T 1 8 ( n + 1 )、... は、1 フレームの期間を示している。括弧内の値はフレーム番号を示している。期間 T 1 8 ( n )、T 1 8 ( n + 1 )、... のそれぞれにおいて、1 フレーム分の画像データが撮像素子 1 0 0 から出力される。

#### 【 0 0 4 5 】

50

図 4 B を参照して各制御信号の関係をより詳細に説明する。図 4 B の制御信号  $PRES(i)$ 、 $PRES(i+1)$ 、... は、リセットトランジスタ  $M3$  のゲートに供給されるパルス信号の波形を示している。括弧内の値は各制御信号が供給される画素アレイ 110 の行番号を示している。制御信号  $PRES(i)$  がローレベルからハイレベルになると、 $i$  行目のリセットトランジスタ  $M3$  がオンになり、浮遊拡散領域  $FD$  の電位がリセットされる。図 4 B に示されるように、制御信号  $PRES(i)$ 、 $PRES(i+1)$ 、... は、行ごとに順次ハイレベルになる。これにより、リセットトランジスタ  $M3$  も行ごとに順次オンになり、浮遊拡散領域  $FD$  の電位がリセットされる。このリセットは、各行における電荷保持部  $C1$  から浮遊拡散領域  $FD$  への電荷の転送の直前に行われる。なお、リセットトランジスタ  $M3$  によるリセットの後及び第 2 転送トランジスタ  $M2$  による転送の後には、列増幅回路 140 による信号の読み出しが行われる。リセット後に読み出された信号は、相関二重サンプリングによるノイズ低減に用いられる。

#### 【0046】

期間  $T15$  は、図 4 A と同様に 1 回のサンプリング期間を示している。期間  $T21$  は、 $i$  行目の読み出しが行われ、再度  $i$  行目の読み出しが行われる期間であり、その長さは、1 フレームの期間と同様である。期間  $T22$  は、各行の信号が順次読み出される周期である、垂直走査周期を示すものである。本実施形態では、期間  $T21$  内に複数回のサンプリングが行われることにより、多重露光が実現される。以上のように、本実施形態では複数回のサンプリングを行い、電荷保持部  $C1$  内で平均化してから読み出すことにより、多重露光が実現される。これにより、光源の点灯時と消灯時の信号電荷が平均化されるため、フリッカ現象による画質への影響が低減される。

#### 【0047】

なお、期間  $T15$  の長さは、例えば、期間  $T12$  の長さの  $1/2$  以下としてもよい。この場合、複数回のサンプリングのうちのいずれかが消灯時に行われた場合でも、同じフレームの別のサンプリングが点灯時に行われる可能性が高くなり、多重露光によるフリッカ現象の影響の低減効果が向上する。また、期間  $T15$  の長さは、例えば、期間  $T12$  の長さは、期間  $T12$  の長さの  $1/4$  以下、 $1/8$  以下等のように期間  $T12$  の長さの  $1/2$  よりも更に小さく設定してもよい。この場合、フリッカ現象の影響の低減効果が更に向上する。

#### 【0048】

期間  $T16$  は、期間  $T12$  よりも長く設定されていればよいが、期間  $T16$  の長さを期間  $T12$  に比べて 2 倍以上、3 倍以上等のように大幅に長くしてもよい。この場合、光源の点灯時と消灯時の信号電荷との平均化の効果が大きくなり、フリッカ現象の影響の低減効果が更に向上する。また、例えば、期間  $T16$  の長さを、光源が点滅する周期の整数倍としてもよい。特に、商用電源のように周波数又は周期が既知である場合には、期間  $T16$  の長さを光源が点滅する周期の自然数倍（1 以上の整数倍）とすることが容易である。この場合、期間  $T16$  内における光源の点滅回数が一定になるため、フリッカ現象の影響の低減効果が更に向上する。

#### 【0049】

図 5 (a) 及び図 5 (b) は、第 1 実施形態に係るダイナミックレンジ拡大処理における照度と出力レベルの関係の例を示すグラフである。図 5 (a) 及び図 5 (b) を参照して、画像合成部 206 により行われるハイダイナミックレンジ合成処理の概略を説明する。

#### 【0050】

ハイダイナミックレンジ合成処理の一例として、露光時間の短い画像データと露光時間の長い画像データとを合成する処理を説明する。ここでは、2 つの画像データの階調数は 4096 階調（12 ビット）であるものとし、合成後の画像データの階調数は 65536 階調（16 ビット）相当であるものとする。この場合、ダイナミックレンジは、72 dB 相当から 96 dB 相当に拡大する。

#### 【0051】

図 5 (a) は、画像合成前における照度と出力レベル（階調）との関係を示すグラフで

10

20

30

40

50

ある。特性 P 1 は、主に被写体の暗部領域の撮像に用いられるものであり、露光時間の長い画像の撮像時の照度に対する出力レベル特性である。特性 P 2 は、主に被写体の明部領域の撮像に用いられるものであり、露光時間の短い画像の撮像時の照度に対する出力レベル特性である。特性 P 2 の傾きは、特性 P 1 の傾きと比較して緩やかである。ここでは、特性 P 1 における露光時間は、特性 P 2 における露光時間の 16 倍であるものとする。より具体的には、露光時間の長い画像の撮像時の出力レベルは、照度が 1000ルクス (1 x) で 4095 階調に達するのに対して、露光時間の短い画像の撮像時の出力レベルは、照度が 16 倍の 16000 lx で 4095 階調に達するように設定されている。

#### 【0052】

まず、露光時間の短い画像データをデジタル的に 4 ビットだけ上位側にビットシフトした画像を作成する。これによって、短い時間に露光で撮像された画像データは、階調数 65536 階調の 16 ビットのデータとなる。次に、シフト後の露光時間の短い画像データと露光時間の長い画像データとの合成を行う。この合成処理は、ある閾値以下の階調値では露光時間の長い画像データを用い、ある閾値よりも大きい階調値ではシフト後の露光時間の短い画像データを用いるというものであり得る。これにより、ダイナミックレンジが拡大された 16 ビットの画像データが生成される。本例では、閾値が 4095 階調であるものとする。

#### 【0053】

図 5 (b) は、画像合成後における照度と出力レベル (階調) との関係を示すグラフである。特性 P 1 は、閾値である 4095 階調以下であるため、露光時間の長い画像に係る特性と同一である。特性 P 3 は、閾値である 4095 階調よりも大きいことから、シフト後の露光時間の短い画像データの特性と同一である。特性 P 3 は、特性 P 2 を 4 ビットだけ上位側にシフトしたものである。合成後の画像の特性は、特性 P 1 と特性 P 3 をつなげたものに相当する。これによって合成後の画像は、16 ビットの階調精度を有しながら、飽和レベルが 16 倍に大きくなっており、ダイナミックレンジの拡大された画像となる。本例においては、露光時間の比率は 16 倍としているが、更に露光時間の比を大きく設定することで、100 dB 以上の高いダイナミックレンジを有する画像を得ることも可能である。

#### 【0054】

本実施形態によれば、上述の多重露光と画像合成によるダイナミックレンジ拡大を組み合わせることによって、フリッカ現象による画質への影響低減とダイナミックレンジ拡大とを両立した高品質な撮像を実現することができる。

#### 【0055】

しかしながら、多重露光においては複数回にわたって転送された電荷が電荷保持部 C 1 において加算されるため、画素欠陥、固定パターンノイズ、面内ムラ等に起因するノイズが多重露光の回数分だけ重畳されて画質が劣化する場合がある。特に、上述のダイナミックレンジ拡大後の画像においては、画像中の暗部に相当する部分の撮像に多重露光が用いられると、画質劣化が顕著になる。そこで、本実施形態では、階調圧縮部 204 は、多重露光された画像に対してダイナミックレンジ拡大の画像合成を行う前に、階調圧縮の処理を行う。階調圧縮部 204 は、多重露光により得られた長秒露光の第 2 画像データを階調圧縮する。これにより、画素欠陥等に起因するノイズのレベルが低減される。

#### 【0056】

図 6 (a) 乃至図 6 (c) は、第 1 比較例に係るダイナミックレンジ拡大処理を説明する模式図である。図 7 (a) 乃至図 7 (c) は、第 2 比較例に係るダイナミックレンジ拡大処理を説明する模式図である。図 8 (a) 乃至図 8 (c) は、第 1 実施形態に係るダイナミックレンジ拡大処理を説明する模式図である。これらの図を参照しつつ、ダイナミックレンジ拡大、多重露光及び階調圧縮の効果を説明する。

#### 【0057】

まず、第 1 比較例を説明する。図 6 (a) 乃至図 6 (c) に示す第 1 比較例は、多重露光制御部 203 による多重露光の制御を行わず、かつ階調圧縮部 204 での階調圧縮も行

10

20

30

40

50

わない場合の例である。図 6 ( a ) 乃至図 6 ( c ) は、第 1 比較例でのダイナミックレンジ拡大処理時の信号レベルの変化を示す模式図である。

【 0 0 5 8 】

図 6 ( a ) は、長秒露光画像取得部 2 0 2 により取得される長秒露光の第 2 画像データの信号レベルの模式図である。図 5 ( a ) 及び図 5 ( b ) の例と同様に、撮像素子 1 0 0 は 1 2 ビット ( 4 0 9 6 階調 ) のデジタル信号を出力するものとする。このとき、第 2 画像データには、図 6 ( a ) に示されるように信号成分 S 1 1 に、2 ビット相当のノイズ成分 N 1 1 が含まれているものとする。

【 0 0 5 9 】

図 6 ( b ) は、短秒露光画像取得部 2 0 1 により取得される短秒露光の第 1 画像データの信号レベルの模式図である。撮像素子 1 0 0 は、長秒露光の場合と同様に 1 2 ビット ( 4 0 9 6 階調 ) のデジタル信号を出力する。このとき、第 1 画像データには、図 6 ( b ) に示されるように信号成分 S 1 2 に、1 ビット相当のノイズ成分 N 1 2 が含まれているものとする。画像合成部 2 0 6 は、第 1 画像データを 4 ビットだけ上位側にビットシフトする。信号成分 S 1 3 は、ビットシフト後の信号成分を示しており、ノイズ成分 N 1 3 は、ビットシフト後のノイズ成分を示している。4 ビット分のビットシフトにより、ノイズ成分 N 1 3 の大きさは、1 ビット相当から 5 ビット相当に大きくなっている。

【 0 0 6 0 】

図 6 ( c ) は、画像合成部 2 0 6 における合成の前後での信号レベルの模式図である。第 1 比較例では、階調圧縮部 2 0 4 での階調圧縮は行われないため、長秒露光の第 2 画像データは、そのまま、4 ビット分だけビットシフトされた短秒露光の第 1 画像データと合成される。合成後の出力信号のうちの 4 0 9 5 階調以上の範囲である信号成分 S 1 4 には短秒露光の第 1 画像データが用いられる。また、合成後の出力信号のうちの 4 0 9 5 階調未満の範囲である信号成分 S 1 5 には長秒露光の第 2 画像データが用いられる。合成後の出力信号に含まれるノイズ成分 N 1 4 は、長秒露光の第 2 画像データに含まれるノイズ成分 N 1 1 と同一である。したがって、ノイズ成分 N 1 4 のレベルは 2 ビット相当である。この例では多重露光を行わないため、多重露光によるノイズの増加はない。しかしながら、第 1 比較例の構成では上述のようにフリッカ現象による画質の劣化が生じる場合がある。

【 0 0 6 1 】

次に、第 2 比較例を説明する。図 7 ( a ) 乃至図 7 ( c ) に示す第 2 比較例は、多重露光制御部 2 0 3 による多重露光の制御を行うが、階調圧縮部 2 0 4 での階調圧縮は行わない場合の例である。図 7 ( a ) 乃至図 7 ( c ) は、第 2 比較例でのダイナミックレンジ拡大処理時の信号レベルの変化を示す模式図である。

【 0 0 6 2 】

図 7 ( a ) は、長秒露光画像取得部 2 0 2 により取得される長秒露光の第 2 画像データの信号レベルの模式図である。図 5 ( a ) 及び図 5 ( b ) の例と同様に、撮像素子 1 0 0 は 1 2 ビット ( 4 0 9 6 階調 ) のデジタル信号を出力するものとする。このとき、図 7 ( a ) 左側に示されるように、1 回の露光に対して 2 ビット相当のノイズ成分 N 1 1 が含まれる信号成分 S 1 1 が生じるものとする。

【 0 0 6 3 】

本例では、多重露光の回数が 4 回であるものとする。4 回の露光により図 7 ( a ) 右側のように信号成分 S 2 1、S 2 2、S 2 3、S 2 4 が生じ、これらが加算された信号が第 2 画像データとして出力される。このとき、撮像素子 1 0 0 の出力範囲は 1 2 ビット ( 4 0 9 6 階調 ) であるため、4 0 9 5 以上の出力レベルはすべて上限値 4 0 9 5 でクリップされる。このときに生じるノイズ成分 N 2 1 の大きさは、1 回の露光に対するノイズ成分 N 1 1 の大きさの 4 倍になるため、4 ビット相当に大きくなっている。

【 0 0 6 4 】

図 7 ( b ) は、短秒露光画像取得部 2 0 1 により取得される短秒露光の第 1 画像データの信号レベルの模式図である。これは第 1 比較例と同様であるため説明を省略する。

【 0 0 6 5 】

10

20

30

40

50

図 7 ( c ) は、画像合成部 2 0 6 における合成の前後での信号レベルの模式図である。第 2 比較例においても、階調圧縮部 2 0 4 での階調圧縮は行われなため、長秒露光の第 2 画像データは、そのまま 4 ビット分ビットシフトされた短秒露光の第 1 画像データと合成される。この場合も第 1 比較例と同様に、合成後の出力信号に含まれるノイズ成分 N 2 2 は、長秒露光の第 2 画像データに含まれるノイズ成分 N 2 1 と同一である。したがって、ノイズ成分 N 2 2 のレベルは 4 ビット相当である。この例では、多重露光を行ったことによりフリッカ現象の影響は低減されるものの、ノイズ成分 N 2 2 のレベルが増加する点が問題となり得る。

#### 【 0 0 6 6 】

次に、本実施形態の構成におけるノイズ成分の変化を説明する。図 8 ( a ) 乃至図 8 ( c ) に示す例は、本実施形態に相当する例であり、多重露光制御部 2 0 3 による多重露光の制御を行い、かつ階調圧縮部 2 0 4 での階調圧縮も行う場合を示している。図 8 ( a ) 乃至図 8 ( c ) は、本実施形態でのダイナミックレンジ拡大処理時の信号レベルの変化を示す模式図である。

#### 【 0 0 6 7 】

図 8 ( a ) は、長秒露光画像取得部 2 0 2 により取得される長秒露光の第 2 画像データの信号レベルの模式図及び階調圧縮部 2 0 4 による圧縮後の第 3 画像データの信号レベルの模式図である。図 8 ( a ) の左側及び中央に示される第 2 画像データの信号レベルは図 7 ( a ) と同様である。図 8 ( a ) の右側は、階調圧縮部 2 0 4 による圧縮後の第 3 画像データの信号レベルを示している。この処理では 1 2 ビットのデータを 1 0 ビットに圧縮する処理が行われている。この圧縮処理は具体的には、データを 2 ビットだけ下位側にビットシフトするものであってもよく、データを係数 4 で除算するものであってもよい。この処理により、第 3 画像データの信号成分 S 3 1 の階調値は  $1/4$  に小さくなっており、階調数は 1 0 2 4 階調に減少している。このとき、ノイズ成分 N 3 1 の大きさも 4 ビット相当から 2 ビット相当に低減されている。したがって、階調圧縮部 2 0 4 により階調圧縮の処理を行って階調数を減少させることにより、多重露光により増大したノイズが低減される。

#### 【 0 0 6 8 】

図 8 ( b ) は、短秒露光画像取得部 2 0 1 により取得される短秒露光の第 1 画像データの信号レベルの模式図である。これは第 1 比較例及び第 2 比較例と同様であるため説明を省略する。

#### 【 0 0 6 9 】

図 8 ( c ) は、画像合成部 2 0 6 における合成の前後での信号レベルの模式図である。本実施形態では、階調圧縮部 2 0 4 での階調圧縮により生成された第 3 画像データと、4 ビット分ビットシフトされた短秒露光の第 1 画像データとが合成される。合成後の出力信号に含まれるノイズ成分 N 3 2 は、階調圧縮後の第 3 画像データに含まれるノイズ成分 N 3 1 と同一である。したがって、ノイズ成分 N 3 2 のレベルは 2 ビット相当であり、当初のノイズ成分 N 1 1 と同等である。本実施形態では、多重露光を行ったことによりフリッカ現象の影響は低減される。さらに、多重露光によるノイズの増大の影響も階調圧縮により緩和される。

#### 【 0 0 7 0 】

図 9 は、第 1 実施形態に係る撮像装置 1 0 の動作を示すフローチャートである。図 9 を参照して撮像装置 1 0 の動作を説明する。上述の説明において説明済みの処理については説明を省略又は簡略化することがある。

#### 【 0 0 7 1 】

ステップ S 1 0 1 において、多重露光制御部 2 0 3 は、環境光検出部 2 0 5 により取得された環境光情報に基づいて、多重露光制御信号を撮像素子 1 0 0 に送信して短秒露光のための第 1 露光時間を設定する。

#### 【 0 0 7 2 】

ステップ S 1 0 2 において、撮像素子 1 0 0 は、短秒露光による撮像を行い、第 1 画像

10

20

30

40

50

データを出力する。そして、短秒露光画像取得部 201 は、撮像素子 100 から短秒露光の第 1 画像データを取得する。

【0073】

ステップ S103 において、多重露光制御部 203 は、環境光検出部 205 により取得された環境光情報に基づいて、多重露光制御信号を撮像素子 100 に送信して長秒露光のための第 2 露光時間を設定する。

【0074】

ステップ S104 において、撮像素子 100 は、長秒露光による撮像を行い、第 2 画像データを出力する。そして、長秒露光画像取得部 202 は、撮像素子 100 から長秒露光の第 2 画像データを取得する。ステップ S105 において、階調圧縮部 204 は、第 2 画像データの階調数を減少させる階調圧縮を行い、第 3 画像データを生成し、取得する。このとき、階調圧縮部 204 は、環境光検出部 205 により取得された環境光情報に基づいて、多重露光制御部 203 が定めた制御信号により、取得した長秒露光画像の圧縮割合を制御する。

10

【0075】

ステップ S106 において、画像合成部 206 は、第 1 画像データと、第 3 画像データとを合成する。これにより、いわゆるハイダイナミックレンジ合成が行われ、ダイナミックレンジの広い第 4 画像データが生成される。ステップ S107 において、階調変換部 207 は、画像記録部 208 等の出力系の機器の狭いダイナミックレンジに適した画像となるように、第 4 画像データの階調変換を行う。ステップ S108 において、画像記録部 208 は、階調変換後の画像データを記録する。なお、動画の撮影時においては、ステップ S101 からステップ S108 の処理が連続的に繰り返され、動画ファイルが生成される。

20

【0076】

本実施形態では、撮像素子 100 は、短秒露光の第 1 画像データと、長秒露光の第 2 画像データを出力する。ここで、少なくとも長秒露光は、光電変換部 D1 から電荷保持部 C1 に複数回にわたって電荷が転送される多重露光である。階調圧縮部 204 は第 2 画像データの階調値を減少させて第 3 画像データを生成する。このようにして、本実施形態の撮像装置 10 は、画質を維持しつつフリッカ現象の影響を低減することが可能で、かつ露光時間の異なる複数の画像（第 1 画像データ及び第 3 画像データ）を取得することができる。また、撮像装置 10 で取得された第 1 画像データ及び第 3 画像データはハイダイナミックレンジ合成に用いられるため、本実施形態によれば、高画質なハイダイナミックレンジ画像を生成することができる。

30

【0077】

なお、本実施形態においては、少なくとも第 2 画像データが多重露光により生成されればよいが、第 1 画像データと第 2 画像データの両方が多重露光により生成されることが望ましい。この場合、画像中の階調値の小さい箇所と階調値が大きい箇所のいずれにおいてもフリッカ減少の影響を抑制することができる。

【0078】

また、図 3 において、撮像素子 100 以外の要素（画像合成部 206 等）は、撮像素子 100 の外部に設けられているように図示されているが、これらの要素の一部又は全部は、撮像素子 100 の内部に設けられていてもよい。また、画像合成部 206、階調変換部 207 及び画像記録部 208 の一部又は全部は、撮像装置 10 の外部の画像処理装置に設けられていてもよい。

40

【0079】

[ 第 2 実施形態 ]

本発明の第 2 実施形態を説明する。本実施形態が第 1 実施形態と異なる点は、短秒露光の第 1 画像データの取得と長秒露光の第 2 画像データの取得が同一フレームに行われ得る点である。第 1 実施形態においては、撮像素子 100 は、短秒露光の第 1 画像データと長秒露光の第 2 画像データを同一フレーム期間内に出力することを想定していない回路構成となっている。そのため、第 1 実施形態では、あるフレームで短秒露光の第 1 画像データ

50

を出力し、別のフレームで長秒露光の第2画像データを出力するというような方法によりフレームを分けて画像データの読み出しを行う必要がある。これに対し、本実施形態では、各画素に複数の電荷保持部を設けることにより、短秒露光の第1画像データの取得と長秒露光の第2画像データの取得を同一フレームに行うことができる。以下の説明において、第1実施形態と共通する部分については、適宜説明を省略する。

#### 【0080】

図10は、第2実施形態に係る画素113の回路構成を示す図である。本実施形態では、各画素113内に第1転送トランジスタ、電荷保持部及び第2転送トランジスタが2個ずつ設けられている点が第1実施形態と異なる。すなわち、画素113には、第1実施形態の第1転送トランジスタM1、電荷保持部C1及び第2転送トランジスタM2に代えて、第1転送トランジスタM1A、M1B、電荷保持部C1A、C1B及び第2転送トランジスタM2A、M2Bが設けられている。

10

#### 【0081】

第1転送トランジスタM1A、M1Bのソースは、いずれも光電変換部D1のカソード及び排出トランジスタM6のソースに接続されている。第1転送トランジスタM1Aのドレインは第2転送トランジスタM2Aのソースに接続されている。第1転送トランジスタM1Aのドレインと第2転送トランジスタM2Aのソースとの間に寄生する容量は、電荷保持部C1Aを構成する。第1転送トランジスタM1Bのドレインは第2転送トランジスタM2Bのソースに接続されている。第1転送トランジスタM1Bのドレインと第2転送トランジスタM2Bのソースとの間に寄生する容量は、電荷保持部C1Bを構成する。第2転送トランジスタM2A、M2Bのドレインは、いずれもリセットトランジスタM3のソース及び増幅トランジスタM4のゲートに接続されている。垂直走査回路120は、制御信号PTX1A、PTX1Bを第1転送トランジスタM1A、M1Bのゲートにそれぞれ供給する。また、垂直走査回路120は、制御信号PTX2A、PTX2Bを第2転送トランジスタM2A、M2Bのゲートにそれぞれ供給する。

20

#### 【0082】

このような構成により、電荷保持部C1Aに電荷が保持されている状態であっても、電荷保持部C1Bに更に電荷を転送することができる。このため、電荷保持部C1A、C1Bに同一フレームの互いに異なる信号を保持することが可能となる。また、電荷保持部C1A、C1Bに対して第1転送トランジスタM1A、M1Bが独立して設けられているため、電荷保持部C1A、C1Bに露光時間の異なるサンプリング動作を同一フレーム期間内に順次行うことができる。言い換えると、本実施形態の撮像装置10は、第1画像データと第2画像データを同一のフレーム期間に取得することができる。

30

#### 【0083】

図11は、第2実施形態に係る撮像装置10の動作を示すタイミング図である。図11には、電源波形PS及び制御信号POFG、PTX1A、PTX1B、PTX2A(i)、PTX2B(i)、PTX2A(i+1)、PTX2B(i+1)、PTX2A(i+2)、PTX2B(i+2)のタイミングが示されている。括弧内の値は、第1実施形態と同様に画素アレイ110の行番号を示している。電源波形PS及び電源波形PSに基づく電力が供給される光源については第1実施形態と同様であるため説明を省略する。

40

#### 【0084】

制御信号POFGがローレベルからハイレベルになると、排出トランジスタM6がオンになり、光電変換部D1に蓄積されている電荷が排出電位VOFDを供給する電位線に排出される。制御信号PTX1Aがローレベルからハイレベルになると、第1転送トランジスタM1Aがオンになり、光電変換部D1に蓄積されている電荷が電荷保持部C1Aに転送される。制御信号PTX1Bがローレベルからハイレベルになると、第1転送トランジスタM1Bがオンになり、光電変換部D1に蓄積されている電荷が電荷保持部C1Bに転送される。本実施形態においても、第1実施形態と同様にグローバル電子シャッタ方式による駆動が行われるため、すべての画素111において同じタイミングで制御信号POFG、PTX1A、PTX1Bのレベルが変動する。

50

## 【 0 0 8 5 】

期間 T 3 2 A、T 3 2 B は、1 回の電荷蓄積の開始から終了までの期間（サンプリング期間）を示している。期間 T 3 2 A は、電荷保持部 C 1 A に転送され、保持される電荷についてのサンプリング期間であり、期間 T 3 2 B は電荷保持部 C 1 B に転送され、保持される電荷についてのサンプリング期間である。

## 【 0 0 8 6 】

図 1 1 に示されるように、期間 T 3 2 B の長さは期間 T 3 2 A の長さよりも長い。そのため、電荷保持部 C 1 A、C 1 B には、蓄積時間の異なる電荷が蓄積される。すなわち、期間 T 3 2 A は短秒露光に対応するサンプリング期間であり、期間 T 3 2 B は長秒露光に相当するサンプリング期間である。これにより、同一フレーム期間内に露光時間の異なるサンプリング動作を行うことができる。

10

## 【 0 0 8 7 】

図 1 1 では、期間 T 3 2 A と期間 T 3 2 B は交互に配されており、互いに重複していないが、期間 T 3 2 B と期間 T 3 2 A の長さが異なっていればこれらの一部が重複していてもよい。また、図 1 1 において、制御信号 P T X 1 A がハイレベルになる周期と制御信号 P T X 1 B がハイレベルになる周期とは同一であるが、これらは互いに異なってもよい。この場合、短秒露光と長秒露光とで多重露光の回数が異なる画像データが得られるがこれも許容される。

## 【 0 0 8 8 】

制御信号 P T X 2 A ( i ) がハイレベルになると、i 行目の第 2 転送トランジスタ M 2 A がオンになり、電荷保持部 C 1 A に保持された電荷が浮遊拡散領域 F D に転送される。また、制御信号 P T X 2 B ( i ) がハイレベルになると、i 行目の第 2 転送トランジスタ M 2 B がオンになり、電荷保持部 C 1 B に保持された電荷が浮遊拡散領域 F D に転送される。

20

## 【 0 0 8 9 】

期間 T 3 3 A は、i 行目の電荷保持部 C 1 A において電荷が保持されている期間であり、期間 T 3 3 B は、i 行目の電荷保持部 C 1 B において電荷が保持されている期間である。期間 T 3 3 A、T 3 3 B の間に第 1 転送トランジスタ M 1 A、M 1 B が間欠的に複数回オンになることにより、複数回のサンプリングが行われるので、第 1 実施形態と同様に多重露光が実現される。これにより、第 1 実施形態と同様にフリッカ現象の影響が低減される。本例では、期間 T 3 3 A、T 3 3 B のそれぞれにおいて 3 回のサンプリングが行われている。期間 T 3 6 ( n )、T 3 6 ( n + 1 )、... は、1 フレームの期間を示している。括弧内の値はフレーム番号を示している。期間 T 3 6 ( n )、T 3 6 ( n + 1 )、... のそれぞれにおいて、1 フレーム分の画像データが撮像素子 1 0 0 から出力される。

30

## 【 0 0 9 0 】

本実施形態では、第 1 実施形態と同様に、短秒露光の第 1 画像データと、長秒露光の第 2 画像データを生成することができ、第 1 実施形態と同様に多重露光が実現可能な構成となっている。本実施形態の撮像装置 1 0 は、第 1 実施形態と同様に、画質を維持しつつフリッカ現象の影響を低減することが可能で、かつ露光時間の異なる複数の画像（第 1 画像データ及び第 3 画像データ）を取得することができる。更に、本実施形態では、短秒露光の第 1 画像データの取得と長秒露光の第 2 画像データの取得を同一フレームに行うことができる。これにより、ハイダイナミックレンジ合成に用いられる 2 つの画像の撮影時間を近づけることができ、合成後の画像の画質がより向上する効果が得られる。

40

## 【 0 0 9 1 】

## 〔 第 3 実施形態 〕

次に、上述の実施形態による撮像装置を適用した装置の例を説明する。図 1 2 は、本実施形態による撮像システム 5 0 0 の構成を示すブロック図である。図 1 2 に示す撮像装置 1 0 は、上述の第 1 又は第 2 実施形態で述べた撮像装置 1 0 のいずれかである。撮像装置 1 0 が適用可能な撮像システム 5 0 0 としては、例えば、デジタルカメラ、デジタルカムコーダー、監視カメラなどが挙げられる。図 5 に、上述の実施形態に記載の撮像装置 1 0

50



を適用したデジタルカメラの構成例を示す。

【 0 0 9 2 】

図 1 2 に例示した撮像システム 5 0 0 は、撮像装置 1 0、被写体の光学像を撮像装置 1 0 に結像させるレンズ 5 0 2、レンズ 5 0 2 を通過する光量を可変にするための絞り 5 0 4、レンズ 5 0 2 の保護のためのバリア 5 0 6 を有する。レンズ 5 0 2 及び絞り 5 0 4 は、撮像装置 1 0 に光を集光する光学系である。

【 0 0 9 3 】

撮像システム 5 0 0 は、また、撮像装置 1 0 から出力される出力信号の処理を行う信号処理部 5 0 8 を有する。信号処理部 5 0 8 は、必要に応じて入力信号に対して各種の補正、圧縮を行って出力する信号処理の動作を行う。

10

【 0 0 9 4 】

撮像システム 5 0 0 は、更に、画像データを一時的に記憶するためのバッファメモリ部 5 1 0、外部コンピュータ等と通信するための外部インターフェース部（外部 I / F 部） 5 1 2 を有する。更に撮像システム 5 0 0 は、撮像データの記録又は読み出しを行うための半導体メモリ等の記録媒体 5 1 4、記録媒体 5 1 4 に記録又は読み出しを行うための記録媒体制御インターフェース部（記録媒体制御 I / F 部） 5 1 6 を有する。なお、記録媒体 5 1 4 は、撮像システム 5 0 0 に内蔵されていてもよく、着脱可能であってもよい。

【 0 0 9 5 】

更に撮像システム 5 0 0 は、各種演算を行うとともにデジタルカメラ全体を制御する全体制御・演算部 5 1 8、撮像装置 1 0 と信号処理部 5 0 8 に各種タイミング信号を出力するタイミング発生部 5 2 0 を有する。ここで、タイミング信号などは外部から入力されてもよく、撮像システム 5 0 0 は、少なくとも撮像装置 1 0 と、撮像装置 1 0 から出力された出力信号を処理する信号処理部 5 0 8 とを有すればよい。全体制御・演算部 5 1 8 及びタイミング発生部 5 2 0 は、上述の実施形態における制御信号の生成、参照電圧の生成等の光電変換装置の制御に関する機能の一部又は全部を実行するように構成してもよい。

20

【 0 0 9 6 】

撮像装置 1 0 は、画像用信号を信号処理部 5 0 8 に出力する。信号処理部 5 0 8 は、撮像装置 1 0 から出力される画像用信号に対して所定の信号処理を実施し、画像データを出力する。また、信号処理部 5 0 8 は、画像用信号を用いて、画像を生成する。

【 0 0 9 7 】

以上のように、本実施形態の撮像システム 5 0 0 は、第 1 又は第 2 実施形態による撮像装置 1 0 を含む。これにより、より高品質な撮像が可能な撮像システム 5 0 0 を実現することができる。

30

【 0 0 9 8 】

[ 第 4 実施形態 ]

図 1 3 ( a ) 及び図 1 3 ( b ) は、本実施形態による撮像システム 6 0 0 及び移動体の構成を示す図である。図 1 3 ( a ) は、車載カメラに関する撮像システム 6 0 0 の一例を示したものである。撮像システム 6 0 0 は、上述の第 1 又は第 2 実施形態のいずれかに記載の撮像装置 1 0 を有する。撮像システム 6 0 0 は、撮像装置 1 0 により取得された複数の画像データに対し、画像処理を行う画像処理部 6 1 2 と、撮像システム 6 0 0 により取得された複数の画像データから視差（視差画像の位相差）の算出を行う視差算出部 6 1 4 を有する。また、撮像システム 6 0 0 は、算出された視差に基づいて対象物までの距離を算出する距離計測部 6 1 6 と、算出された距離に基づいて衝突可能性があるか否かを判定する衝突判定部 6 1 8 と、を有する。ここで、視差算出部 6 1 4 や距離計測部 6 1 6 は、対象物までの距離情報を取得する距離情報取得手段の一例である。すなわち、距離情報とは、視差、デフォーカス量、対象物までの距離等に関する情報である。衝突判定部 6 1 8 はこれらの距離情報のいずれかを用いて、衝突可能性を判定してもよい。距離情報取得手段は、専用に設計されたハードウェアによって実現されてもよいし、ソフトウェアモジュールによって実現されてもよい。また、FPGA ( Field Programmable Gate Array )、ASIC ( Application Specific Integrated Circuit ) 等によって実現されてもよい

40

50

し、これらの組合せによって実現されてもよい。

【 0 0 9 9 】

撮像システム 6 0 0 は、車両情報取得装置 6 2 0 と接続されており、車速、ヨーレート、舵角などの車両情報を取得することができる。また、撮像システム 6 0 0 には、衝突判定部 6 1 8 での判定結果に基づいて、車両に対して制動力を発生させる制御信号を出力する制御装置である制御 E C U 6 3 0 が接続されている。すなわち、制御 E C U 6 3 0 は、距離情報に基づいて移動体を制御する移動体制御手段の一例である。また、撮像システム 6 0 0 は、衝突判定部 6 1 8 での判定結果に基づいて、ドライバーへ警報を発する警報装置 6 4 0 とも接続されている。例えば、衝突判定部 6 1 8 の判定結果として衝突可能性が高い場合、制御 E C U 6 3 0 はブレーキをかける、アクセルを戻す、エンジン出力を抑制するなどして衝突を回避、被害を軽減する車両制御を行う。警報装置 6 4 0 は音等の警報を鳴らす、カーナビゲーションシステムなどの画面に警報情報を表示する、シートベルトやステアリングに振動を与えるなどしてユーザに警告を行う。

10

【 0 1 0 0 】

本実施形態では、車両の周囲、例えば前方又は後方を撮像システム 6 0 0 で撮像する。図 1 3 ( b ) に、車両前方 ( 撮像範囲 6 5 0 ) を撮像する場合の撮像システム 6 0 0 を示した。車両情報取得装置 6 2 0 は、撮像システム 6 0 0 を動作させ撮像を実行させるように指示を送る。第 1 又は第 2 実施形態による撮像装置 1 0 を含む本実施形態の撮像システム 6 0 0 は、測距の精度をより向上させることができる。

【 0 1 0 1 】

20

以上の説明では、他の車両と衝突しないように制御する例を述べたが、他の車両に追従して自動運転する制御、車線からはみ出さないように自動運転する制御等にも適用可能である。更に、撮像システムは、自車両等の車両に限らず、例えば、船舶、航空機あるいは産業用ロボットなどの移動体 ( 移動装置 ) に適用することができる。加えて、移動体に限らず、高度道路交通システム ( I T S ) 等、広く物体認識を利用する機器に適用することができる。

【 0 1 0 2 】

〔 その他の実施形態 〕

なお、上述の実施形態は、いずれも本発明を実施するにあたっての具体化の例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されてはならないものである。すなわち、本発明はその技術思想、又はその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施することができる。例えば、いずれかの実施形態の一部の構成を、他の実施形態に追加した実施形態、あるいは他の実施形態の一部の構成と置換した実施形態も本発明を適用し得る実施形態であると理解されるべきである。

30

【 0 1 0 3 】

上述の実施形態のタイミング図においては、動画撮影の場合の制御方法を例示しているが、本発明は静止画の撮影にも適用可能である。また、上述の実施形態のタイミング図の電子シャッタ方式は、グローバル電子シャッタ方式を前提としているが、これに限定されず、例えば、ローリングシャッタ方式であってもよい。

【 0 1 0 4 】

40

本発明は、上述の実施形態の 1 以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける 1 つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1 以上の機能を実現する回路 ( 例えば、A S I C ) によっても実現可能である。

【 符号の説明 】

【 0 1 0 5 】

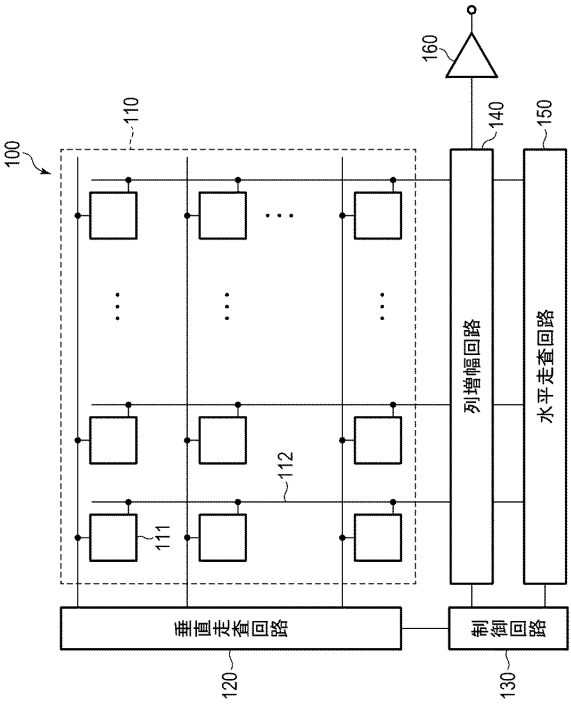
2 0 1	短秒露光画像取得部
2 0 2	長秒露光画像取得部
2 0 4	階調圧縮部
C 1、C 1 A、C 1 B	電荷保持部

50

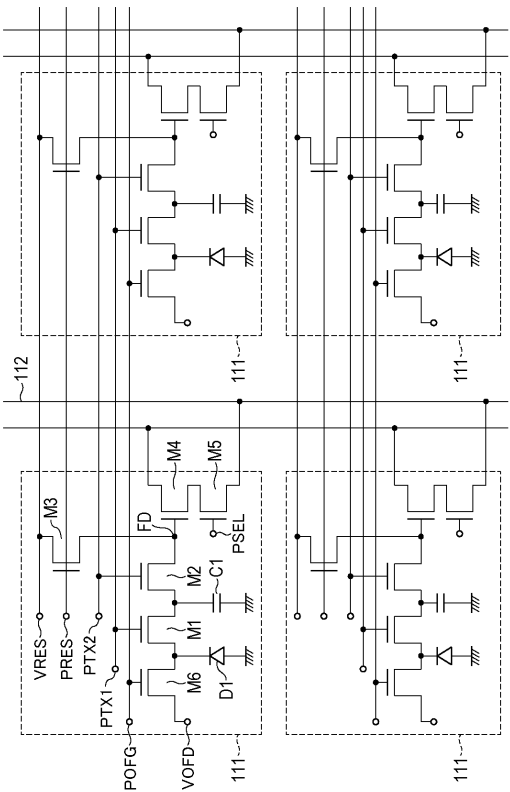
D 1 光電変換部  
M 1 第 1 転送トランジスタ  
M 4 増幅トランジスタ

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

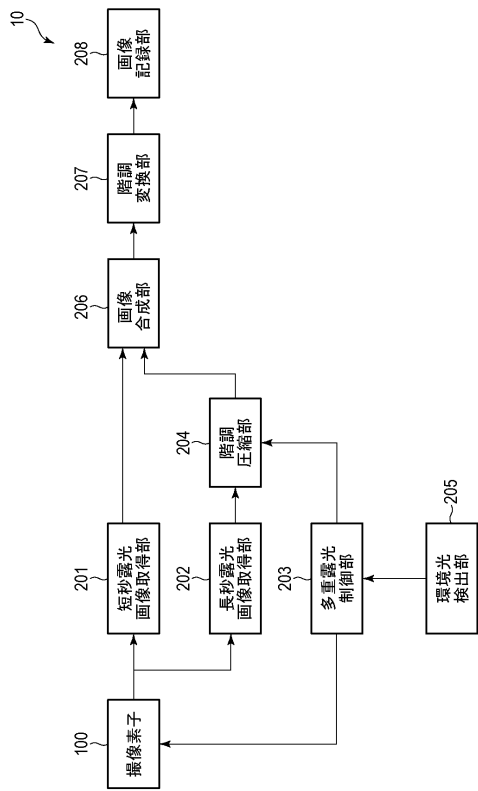
20

30

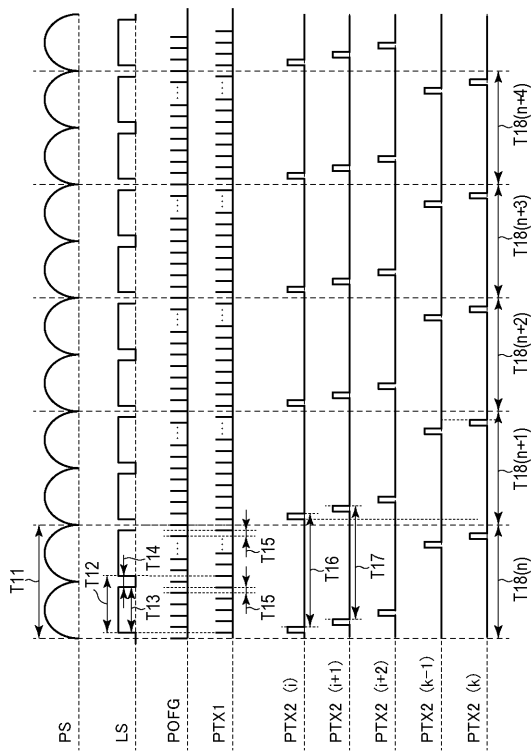
40

50

【図 3】



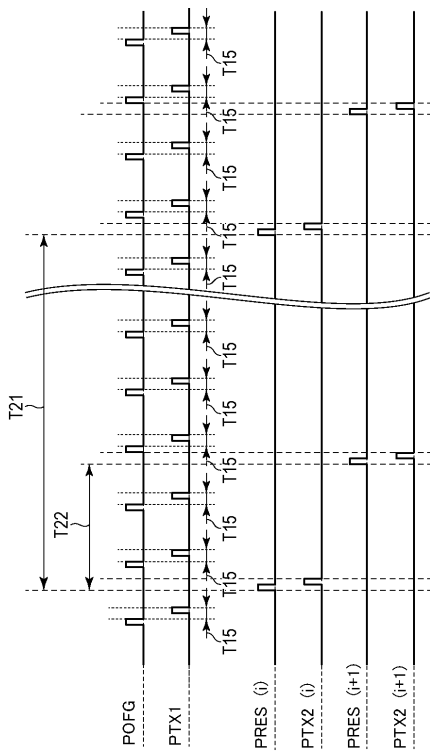
【図 4 A】



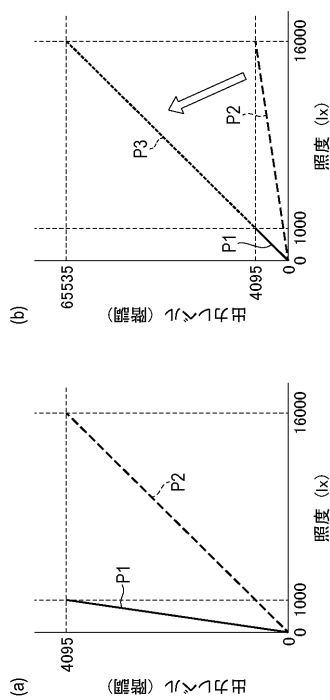
10

20

【図 4 B】



【図 5】

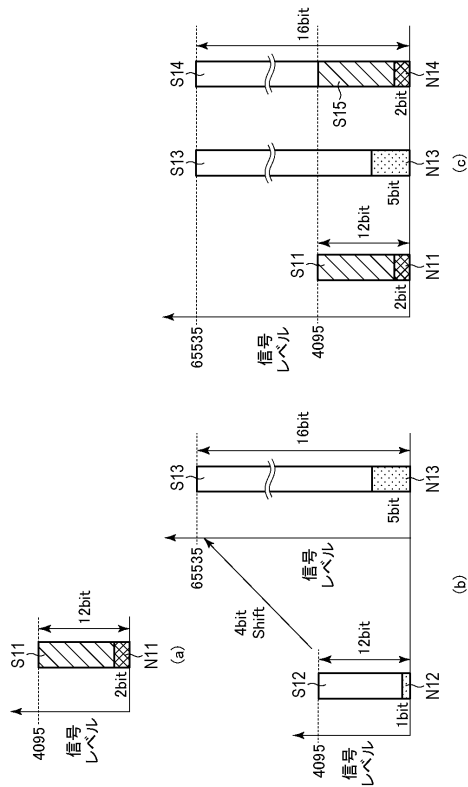


30

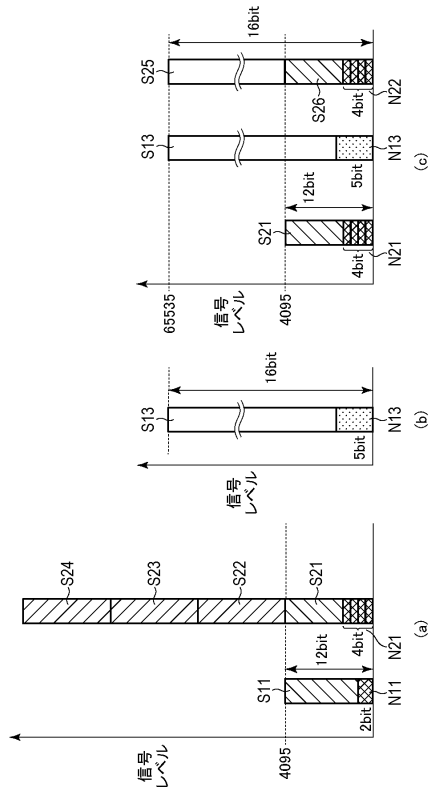
40

50

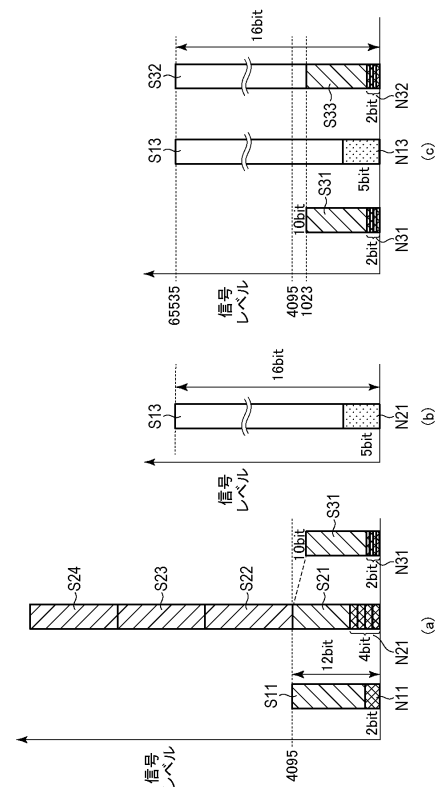
【図 6】



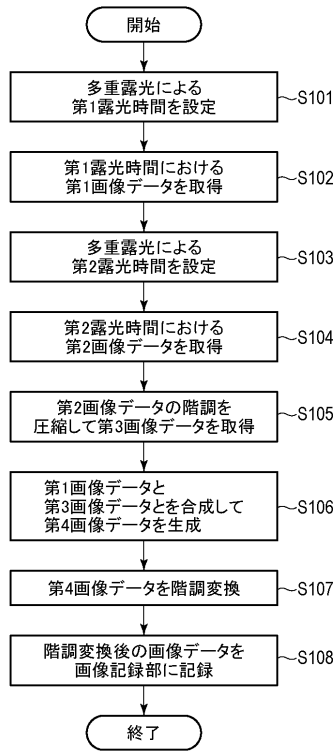
【図 7】



【図 8】



【図 9】



10

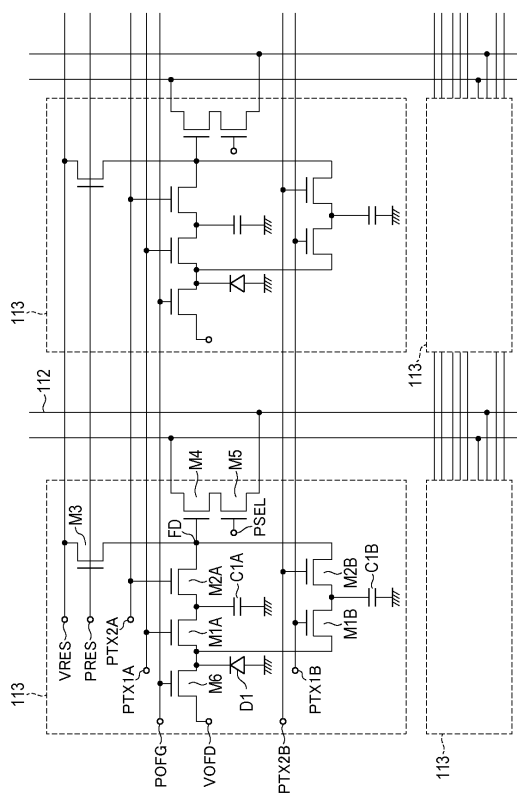
20

30

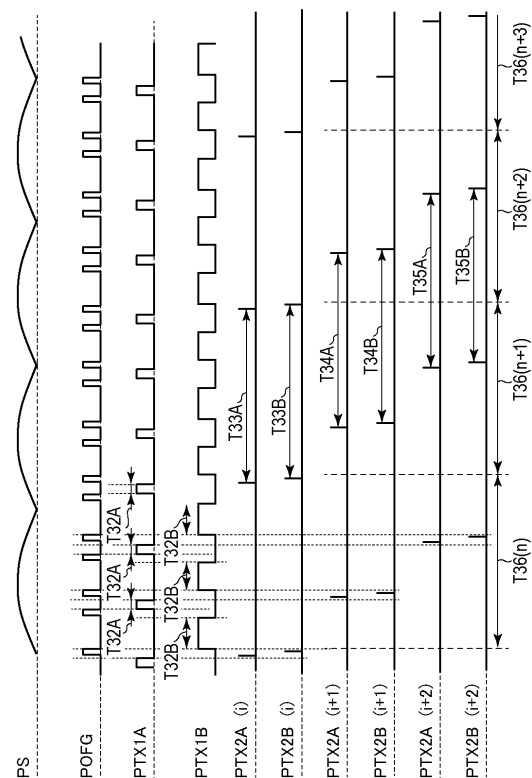
40

50

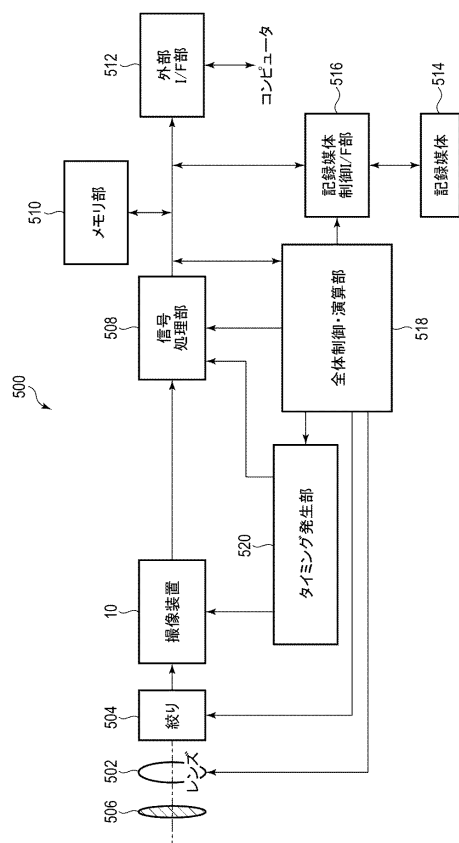
【 図 1 0 】



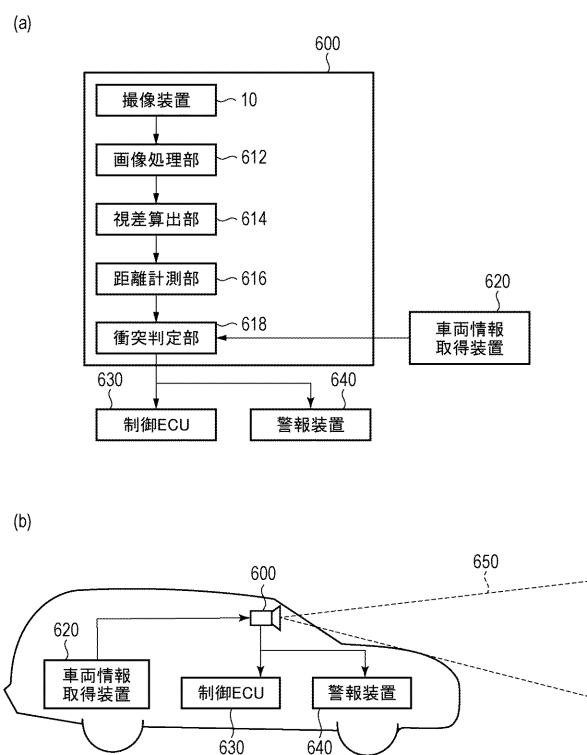
【 図 1 1 】



【圖 1 2】



【圖 13】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 7 - 1 0 3 7 2 6 ( J P , A )  
特開 2 0 0 8 - 1 0 4 0 1 0 ( J P , A )  
特開 2 0 1 3 - 0 7 4 3 3 4 ( J P , A )  
特開 2 0 0 8 - 1 2 4 8 4 2 ( J P , A )  
特開 2 0 1 6 - 1 1 9 6 5 2 ( J P , A )
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)  
H 0 4 N 5 / 3 0 - 5 / 3 7 8  
H 0 4 N 5 / 2 2 2 - 5 / 2 5 7