

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6702821号
(P6702821)

(45) 発行日 令和2年6月3日(2020.6.3)

(24) 登録日 令和2年5月11日(2020.5.11)

(51) Int.Cl.

H04N 5/232 (2006.01)

F 1

H04N 5/232 410

請求項の数 14 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2016-148993 (P2016-148993)
 (22) 出願日 平成28年7月28日 (2016.7.28)
 (65) 公開番号 特開2018-19292 (P2018-19292A)
 (43) 公開日 平成30年2月1日 (2018.2.1)
 審査請求日 令和1年7月24日 (2019.7.24)

(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
 (74) 代理人 100076428
 弁理士 大塚 康徳
 (74) 代理人 100115071
 弁理士 大塚 康弘
 (74) 代理人 100112508
 弁理士 高柳 司郎
 (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】撮像装置及びその制御方法、プログラム、記憶媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の光電変換部を有する単位画素が行列状に配置された撮像素子と、
 前記単位画素の複数の光電変換部から、一部の光電変換部の信号を読み出す第1の読み出し動作と、前記単位画素の複数の光電変換部から、第1の読み出し動作より多数の光電変換部の信号を読み出す第2の読み出し動作とを行う読み出し手段と、

前記読み出し手段を駆動するスイッチング電源と、

前記スイッチング電源のスイッチング周波数を制御する周波数制御手段と、を備え、

前記周波数制御手段は、前記読み出し手段により前記複数の光電変換部からノイズ信号を読み出すタイミングと、前記複数の光電変換部から前記第1の読み出し動作により信号を読み出すタイミングと、前記複数の光電変換部から前記第2の読み出し動作により信号を読み出すタイミングとに対して、前記スイッチング周波数の位相が所定の関係になるように前記スイッチング電源のスイッチング周波数を制御することを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記周波数制御手段は、前記ノイズ信号を読み出すタイミングから前記第1の読み出し動作により信号を読み出すタイミングまでの期間である第1の期間に対しては、前記スイッチング周波数を第1の周波数に設定し、前記第1の読み出し動作により信号を読み出すタイミングから前記第2の読み出し動作により信号を読み出すタイミングまでの期間である第2の期間に対しては、前記スイッチング周波数を第2の周波数に設定することを特徴とする請求項1に記載の撮像装置。

10

20

【請求項 3】

前記第1の周波数と前記第2の周波数は異なることを特徴とする請求項2に記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記周波数制御手段は、前記第1の周波数を、前記第1の期間の逆数の遙倍となる値に設定し、前記第2の周波数を、前記第2の期間の逆数の遙倍となる値に設定することを特徴とする請求項2または3に記載の撮像装置。

【請求項 5】

前記読み出し手段は、前記第1の読み出し動作により、前記複数の光電変換部のうちの少なくとも1つの光電変換部の信号を読み出し、前記第2の読み出し動作により、前記複数の光電変換部のうちの全ての光電変換部の信号を読み出す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。10

【請求項 6】

前記読み出し手段は、前記第1の読み出し動作により、前記複数の光電変換部のうちの少なくとも1つの光電変換部の信号を読み出し、前記第2の読み出し動作により、前記複数の光電変換部のうちの、前記第1の読み出し動作により信号を読み出した光電変換部以外の光電変換部の信号を読み出す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 7】

前記周波数制御手段は、前記撮像素子からの画像信号の読み出し周期に基づいて、前記スイッチング周波数を設定することを特徴とする請求項2乃至6のいずれか1項に記載の撮像装置。20

【請求項 8】

前記周波数制御手段は、前記スイッチング電源のスイッチングタイミングを検出する検出手段と、前記検出手段により検出された情報に基づいて、前記ノイズ信号を読み出すタイミングと、前記第1の読み出し動作により信号を読み出すタイミングと、前記第2の読み出し動作により信号を読み出すタイミングにおいて、スイッチングが行われないように、前記スイッチング電源のスイッチングタイミングを補正する補正手段と、を有することを特徴とする請求項2乃至7のいずれか1項に記載の撮像装置。

【請求項 9】

前記補正手段は、前記第1の周波数と前記第2の周波数のうち、前記スイッチング電源を駆動させていない周波数のスイッチングパルスの位相を補正することを特徴とする請求項8に記載の撮像装置。30

【請求項 10】

複数の撮影モードを設定する設定手段をさらに備え、前記周波数制御手段は、前記設定手段により設定された撮影モードに応じて、前記スイッチング周波数を制御することを特徴とする請求項1乃至9のいずれか1項に記載の撮像装置。

【請求項 11】

前記周波数制御手段は、前記ノイズ信号を読み出すタイミングから前記第1の読み出し動作により信号を読み出すタイミングまでの期間である第1の期間の逆数と、前記第1の読み出し動作により信号を読み出すタイミングから前記第2の読み出し動作により信号を読み出すタイミングまでの期間である第2の期間の逆数の最小公倍数の遙倍となるように、前記スイッチング周波数を設定することを特徴とする請求項1に記載の撮像装置。40

【請求項 12】

複数の光電変換部を有する単位画素が行列状に配置された撮像素子と、前記単位画素の複数の光電変換部から、一部の光電変換部の信号を読み出す第1の読み出し動作と、前記単位画素の複数の光電変換部から、第1の読み出し動作より多数の光電変換部の信号を読み出す第2の読み出し動作とを行う読み出し手段と、前記読み出し手段を駆動するスイッチング電源と、を有する撮像装置を制御する方法であって、

前記スイッチング電源のスイッチング周波数を制御する周波数制御工程を有し、50

前記周波数制御工程では、前記読み出し手段により前記複数の光電変換部からノイズ信号を読み出すタイミングと、前記複数の光電変換部から前記第1の読み出し動作により信号を読み出すタイミングと、前記複数の光電変換部から前記第2の読み出し動作により信号を読み出すタイミングとに対して、前記スイッチング周波数の位相が所定の関係になるように前記スイッチング電源のスイッチング周波数を制御することを特徴とする撮像装置の制御方法。

【請求項13】

請求項12に記載の制御方法の各工程をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項14】

請求項12に記載の制御方法の各工程をコンピュータに実行させるためのプログラムを記憶したコンピュータが読み取り可能な記憶媒体。 10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像装置及びその制御方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

一般にデジタルカメラやデジタルビデオカメラ等の撮像装置においては、撮像素子としてCCD又はCMOSイメージセンサ（以下、CMOSセンサ）が用いられている。

【0003】

ここで、従来の一般的な撮像装置における撮像動作について説明する。図21は、従来の撮像装置の構成の一部を示す図である。図21において、撮像装置は不図示の電源スイッチがON状態になると電源部のスイッチング電源501が起動し、各ブロックに対して電源供給を行う。ユーザーにより、操作部505の一つであるレリーズボタン等が半押しされると、オートフォーカスや露出設定等の撮影のための準備動作に入る。更にレリーズボタンが押し込まれ全押し状態になると、システム制御部503がタイミング信号発生回路504や撮像素子502等の撮像系を制御し撮影動作が開始される。 20

【0004】

図22は、CMOSセンサの画素部の等価回路を示す図である。図22に示すように、フォトダイオード（以下、PD）401で発生した光キャリアをMOSトランジスタのゲート電極（フローティングディフュージョン部：FD411）に蓄積する。そして、走査回路からの駆動タイミング信号に応じて、その電位変化を増幅させて画素信号として出力する。 30

【0005】

図22に示すような画素部の等価回路を有するCMOSセンサが駆動された場合、図23のタイミングチャートに示されるように時間T2の経過後、PD401の光電荷の蓄積が終了する。そして、制御信号SELがアクティブになり、行選択スイッチ（以下、TSEL）406がオンすることにより、n行目につながっている全ての画素のソースフォロア（以下、SF）410が動作状態になる。そして、画素アンプで構成されるSF410のゲートであるFD411は時間T3の期間で制御信号RESがアクティブになり、リセットスイッチ（以下、RESET）403がオンとなり、SF410のゲートであるFD411はリセットされる。この際に、列出力線412にはダークレベルの信号が出力され、転送ゲート413bがオンし、ダークレベルの信号出力を信号蓄積部414に保持する。そして、この時間T3と時間T4をあわせた期間を「N読み」（ノイズ成分読み出し）期間と呼ぶ。 40

【0006】

次にダークレベルの信号を信号蓄積部414へ転送する「N読み」が終了した後、時間T5の期間、制御信号TXをアクティブとし転送スイッチ402をオンにすることで、PD401に蓄積されていた電荷をSF410のゲートであるFD411に転送する。ここで、制御信号TSが時間T6の期間アクティブになり、転送ゲート413aがオンす 50

ることにより、P D 4 0 1 で蓄積された信号が信号蓄積部 4 1 4 に保持される。この画素信号レベルの信号出力を保持する期間を「S読み」期間と呼ぶ。そして、この信号レベルとダークレベルの差分算出動作(以下、「S-N動作」)を行うことにより、製造バラツキ等に起因する固定パターンノイズ等の影響を回避することが可能となり、通常の被写体撮影においては S/N の高い画像を取得することができる。

【0007】

しかしながら、図 2 3 の撮像素子のタイミングチャートに示される通り、「N読み」及び「S読み」動作は同時刻に実施されない。そのため、電源部のスイッチング電源 5 0 1 が動作する際に発生するスイッチングノイズ及びそのスイッチング電源 5 0 1 を構成するコイルから発生する磁界ノイズ等の影響が「N読み」及び「S読み」時に重畠されてしまう。その結果、「S-N動作」を行った際に電位レベルの差分量が行ごとに異なってしまう、これがオフセットノイズとなり S/N が悪化してしまう。この「N読み」と「S読み」のときの電位レベルの差分量が行ごとに異なる様子を図 2 4 に示す。10

【0008】

このような問題に対し、行ごとの「N読み」時と「S読み」時のノイズの差分量を同じにすることにより差分検出手段で横縞を低減するという技術がある。例えば特許文献 1 で提案されているように、動作モードに応じて複数用意された電源のスイッチング周波数の中から適切なものを選択して周波数を変更する方法が考えられる。また、特許文献 2 で提案されているように、電源から発生するノイズ周期を検知し、ノイズ周期に合わせて撮像素子の読み出し周期を変更する方法もある。20

【0009】

また、デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラなどの撮像装置に用いられる撮像素子は、多機能化が進んでおり、例えば、位相差方式の焦点検出機能を有するものも知られている。具体的には、撮像素子の 1 つの画素に 2 つのフォトダイオードと 1 つのマイクロレンズを設ける。そして、各フォトダイオードが撮影レンズの異なる瞳領域を通過した光を受光するよう構成することで、各フォトダイオードの出力信号を用いた位相差方式の焦点検出が可能となる。また、同じ画素に設けられた 2 つのフォトダイオードの出力信号を加算することで、画像出力を得ることができる(特許文献 3 参照)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献 1】特開 2008 - 219292 号公報

【特許文献 2】特開 2010 - 056795 号公報

【特許文献 3】特開 2001 - 124984 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

しかしながら、特許文献 1 のように周波数が選択式であると、周辺環境や部品ばらつきにより、合わせたい周波数からずれてしまったものに対しては対応できないため、周波数を変更しても最適なスイッチング周波数にならない場合がある。40

【0012】

特許文献 2 のようにノイズに合わせて読み出し周期を変更する場合、ノイズの周波数によっては読み出し周期に制限がかかってしまう。更にスイッチング電源はスイッチングのタイミングで急峻な電源電圧変動が発生する。このスイッチングのタイミングで撮像素子が「N読み」や「S読み」等の読み出し動作を実施した場合には差分量を一定にすることが出来ないため、S/N を悪化させる可能性がある。

【0013】

また、特許文献 3 の構成では、1 画素あたり 2 つのフォトダイオードから信号を取得する必要がある。そのため、1 つの画素に 1 つのフォトダイオードを有する従来の構成に対して、行ごとの「S読み」のタイミングが 2 倍に増えてしまう。「S読み」のタイミング50

が2倍に増えることにより、「N読み」と一方の「S読み」のタイミングに周波数を合わせただけでは、「N読み」と2つの「S読み」時のノイズの差分量が行ごとに異なってしまい、読み出し信号の精度劣化や、画像の横縞が発生する場合がある。

【0014】

本発明は上述した課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、スイッチング電源に起因する画像ノイズを、より効果的に低減することができる撮像装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明に係わる撮像装置は、複数の光電変換部を有する単位画素が行列状に配置された撮像素子と、前記単位画素の複数の光電変換部から、一部の光電変換部の信号を読み出す第1の読み出し動作と、前記単位画素の複数の光電変換部から、第1の読み出し動作より多数の光電変換部の信号を読み出す第2の読み出し動作とを行う読み出し手段と、前記読み出し手段を駆動するスイッチング電源と、前記スイッチング電源のスイッチング周波数を制御する周波数制御手段と、を備え、前記周波数制御手段は、前記読み出し手段により前記複数の光電変換部からノイズ信号を読み出すタイミングと、前記複数の光電変換部から前記第1の読み出し動作により信号を読み出すタイミングと、前記複数の光電変換部から前記第2の読み出し動作により信号を読み出すタイミングとに対して、前記スイッチング周波数の位相が所定の関係になるように前記スイッチング電源のスイッチング周波数を制御することを特徴とする。

10

20

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、スイッチング電源に起因する画像ノイズを、より効果的に低減することができる撮像装置を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の第1の実施形態に係わる撮像装置の構成を示すブロック図。

【図2】撮影レンズの射出瞳から出た光束が単位画素に入射する概念を示す図。

【図3】撮像素子の構成を示す図。

【図4】撮像素子の単位画素の回路図。

30

【図5】撮像素子の読み出し回路の回路図。

【図6】撮像素子の駆動タイミングを示すタイミングチャート。

【図7】スイッチング電源のノイズ差分量が読み出しタイミングごとに異なる様子を示した図。

【図8】第1の実施形態の撮像装置の一部の構成を示す図。

【図9】第1の実施形態における周波数制御部の構成を示した図。

【図10】第1の実施形態における位相補正部の構成を示した図。

【図11】第1の実施形態の撮像装置の動作を示すフローチャート。

【図12】読み出しのタイミングとスイッチング電源のスイッチングタイミングとの位相関係を示した図。

40

【図13】第2の実施形態の撮像装置の一部の構成を示す図。

【図14】第2の実施形態における周波数制御部の構成を示した図。

【図15】第2の実施形態における位相制御部の構成を示した図。

【図16】第2の実施形態の撮像装置の動作を示すフローチャート。

【図17】第2の実施形態における周波数同期制御・位相制御のタイミングチャート。

【図18】第2の実施形態における、読み出しのタイミングとスイッチング電源のスイッチングタイミングとの位相関係を示した図。

【図19】第3の実施形態の撮像装置の動作を示すフローチャート。

【図20】第3の実施形態における、読み出しのタイミングとスイッチング電源のスイッチングタイミングとの位相関係を示した図。

50

【図21】従来の撮像装置の構成を示した図。

【図22】撮像素子の等価回路図。

【図23】撮像素子の動作タイミングチャート。

【図24】従来の読み出しのタイミングとスイッチング電源のスイッチングタイミングとの位相関係を示した図。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明の実施形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。

【0019】

<第1の実施形態>

10

図1は、本発明の撮像装置の第1の実施形態である撮像システムの主要部を示したブロック図である。図1において、撮像システムは、例えばレンズ交換式のデジタル一眼レフカメラからなり、カメラ本体100と、入射光を撮像素子に導くレンズユニット200とを有する。

【0020】

まずカメラ本体100の構成について説明する。撮像素子101には、図3に示す複数の単位画素400が格子状に配置され、撮像素子101に結像された被写体の像は、電気的な画像信号に変換されて撮像素子101から出力される。画像処理部104は、撮像素子101から出力される映像信号に対して、所定の演算処理を行う。そして、得られた映像信号に対して、画素補間処理、色変換処理、ホワイトバランス処理等の画像処理を施し、システム制御部105を介して各種表示部107に出力する。また、画像処理部104は、JPEG等の画像圧縮機能を有する。更には、撮像素子101から取得したA像信号とA+B像信号2つの情報からB像信号の生成も行う。この動作については後述する。

20

【0021】

A/D変換回路102は撮像素子101が光電変換して出力するアナログ信号をデジタル信号に変換する。タイミング発生回路103は、画像処理部104から撮像系を駆動する基準クロック信号や制御信号を受け、撮像素子101及びA/D変換回路102に対して、これらの動作タイミングを規定するクロック信号や制御信号等のタイミング信号を供給する。

【0022】

30

システム制御部105は、各種演算を行うとともに、撮像素子101を含む撮像装置全体の動作を制御する。システム制御部105は、更に、画像処理部104から出力されるA像信号とB像信号の2つの光束の情報を用いて、位相差方式の焦点検出動作を行う。

【0023】

メモリ回路106は、電気的に消去・記憶可能な不揮発性メモリも含まれ、各種パラメータやISO感度等の設定値、撮影モード及び各種補正データ等が格納されている。各種表示部107は、システム制御部105でのプログラムの実行に応じて、文字、画像、音声等の動作状態やメッセージ等を表示する液晶装置、スピーカ等を有するものであり、LCD、LED、発音素子等の組み合わせにより構成されている。また、各種表示部107の一部は光学ファインダ内等にも設けられている。

40

【0024】

記録回路108は、画像データの記録または読み出しを行うための半導体メモリ等の着脱可能な記録媒体に対して読み書きを行う回路である。操作部109は、システム制御部105に各種の動作指示を入力するための操作手段である。これらの操作手段はスイッチやダイヤル、タッチパネル、視線検知によるポインティング、音声認識装置等のいずれか一つ又はそれらの組み合わせによって構成される。

【0025】

モード切り替え部110は静止画撮影、ライブビュー撮影、動画撮影等の各種撮影モードを切り替え設定するためのスイッチである。電源回路111は、電池検出部、電流検出部、保護回路、DC-DCコンバータ、LCDレギュレータ等から構成されている。そし

50

て、電池装着の有無の検出機能、電池種類や残量の検出機能、過電流を検出した際には電源を遮断することにより電源回路に接続された負荷回路を保護する機能等を有する。また、システム制御部 105 の指示に基づき、DC - DC コンバータを制御し、所望の電源電圧を所望の期間、カメラ本体 100 の各部に供給する。コネクタ 112, 301 は電源 302 とカメラ本体 100 を接続する。電源 302 はアルカリ電池・リチウム電池等の一次電池、NiCd 電池・NiMH 電池・Li 電池等の 2 次電池、AC アダプタ等からなる。

【0026】

次にレンズユニット 200 の構成について説明する。

【0027】

撮像装置 100 とレンズユニット 200 は、レンズマウント機構 113, 204 を介して機械的に脱着可能となっている。レンズユニット 200 は撮影レンズ 201、レンズ駆動回路 202、レンズ制御部 203 を備えて構成されている。レンズマウント 204 には、レンズユニット 200 をカメラ本体 100 と電気的に接続するコネクタも含まれ、カメラ本体 100 とレンズユニット 200 との間で、制御信号、状態信号、データ信号等を伝え合うことができる。またそのコネクタは、各種電力をカメラ本体 100 からレンズユニット 200 に供給する機能を備えている。また、コネクタは電気信号のみならず、光信号、音声信号等を伝達する構成でもよい。また、図 1 では、簡略化のために撮影レンズ 201 を一枚のレンズで示しているが、実際には多数のレンズ群から構成されている。

【0028】

レンズ制御部 203 は、レンズユニット 200 全体を制御する。レンズ制御部 203 は、レンズ動作用の各種定数、変数、プログラム等を記憶するメモリを備えている。また、レンズユニット固有の情報である最大・最小絞り値、焦点距離等を保持する不揮発性メモリも備えている。また、この不揮発性メモリには、フォーカス駆動用モータや絞り駆動用モータ等のレンズユニット 200 に内蔵されている各種アクチュエータの駆動周波数情報等、各種設定情報が保持されている。また、レンズ制御部 203 は、レンズユニット 200 内の各回路部へ供給する電源用 DC - DC コンバータ回路等も備える。

【0029】

カメラ本体 100 のシステム制御部 105 は、撮像素子 101 の出力情報を用いてデフォーカス量を演算し、演算したデフォーカス量に基づいて、レンズユニット 200 のレンズ制御部 203 と通信を行う。レンズ制御部 203 は、レンズ駆動回路 202 を制御することによりピントを合わせる。また、レンズ駆動回路 202 は撮影時の手ブレ緩和用の振れ検知手段と手ブレ緩和用の可動式シフトレンズを駆動する制御回路等も備える。振れ検知手段により手ブレを電気信号として出し、ブレ量の演算結果に基づいて可動式シフトレンズを移動させることにより、手ブレを低減する。

【0030】

次に、撮像素子 101 で位相差検出方式の焦点検出を実現する原理について説明する。図 2 は、撮影レンズの射出瞳から出た光束が撮像素子が有する単位画素の 1 つに入射する状態を模式的に示した図である。単位画素 400 は、第 1 のフォトダイオード（以下、第 1 の PD）401A 及び第 2 のフォトダイオード（以下、第 2 の PD）401B を有し、カラーフィルタ 402 及びマイクロレンズ 403 により覆われている。

【0031】

マイクロレンズ 403 を有する画素に対して、撮影レンズ 201 の射出瞳 304 の中心を光軸 305 とする。射出瞳 304 を通過した光は、光軸 305 を中心として単位画素 400 に入射する。また、図 2 に示すように、撮影レンズの射出瞳の一部領域である瞳領域 306 を通過する光束はマイクロレンズ 403 を通して、第 1 の PD 401A で受光される。同様に、射出瞳 304 の一部領域である瞳領域 307 を通過する光束はマイクロレンズ 403 を通して、第 2 の PD 401B で受光される。従って、第 1 の PD 401A と第 2 の PD 401B は、それぞれ射出瞳 304 の別々の領域を通過した光を受光する。従って、第 1 の PD 401A と第 2 の PD 401B の信号を比較することにより、位相差の検知が可能となる。

10

20

30

40

50

【0032】

以下、第1のPD401Aから得られる信号をA像信号、第2のPD401Bから得られる信号をB像信号と呼ぶ。また、第1のPD401Aの信号と第2のPD401Bの信号とを加算して読み出した信号は(A+B)像信号として、撮影画像に用いることができる。

【0033】

図3は、本実施形態に用いられる位相差方式の焦点検出機能を有する撮像素子101の全体構成例を示す図である。撮像素子101は、画素領域1、垂直走査回路2、読み出し回路3、水平走査回路4、出力アンプ5を含む。画素領域1には、複数の単位画素400が行列状に配置されている。ここでは、説明を分かりやすくするために 4×4 の16画素の配列を示しているが、実際には更に多数の単位画素が配置されている。各単位画素400は、既に説明したように、第1のフォトダイオード(以下、第1のPD)401A及び第2のフォトダイオード(以下、第2のPD)401Bを備える。垂直走査回路2は、画素領域1の画素を1行単位で選択し、選択行の画素に対して駆動信号を出力する。読み出し回路3は、列毎に列読み出し回路を備え、単位画素400からの出力信号を增幅し、その出力信号をサンプルホールドする。水平走査回路4は、読み出し回路3でサンプルホールドされた信号を列毎に順次出力アンプ5に出力するための信号を出力する。出力アンプ5は、水平走査回路4の動作により読み出し回路3から出力された信号を信号処理回路に送る。垂直走査回路2、読み出し回路3、水平走査回路4は、タイミング発生回路103からのタイミング信号により駆動される。

10

20

【0034】

図4は、単位画素400の構成例を示す回路図である。第1のPD401A、第2のPD401Bには、第1の転送スイッチ402A、第2の転送スイッチ402Bがそれぞれ接続されている。また、第1の転送スイッチ402A及び第2の転送スイッチ402Bの出力は、フローティングディフュージョン部(以下、FD)403を通じて増幅部404に接続されている。FD403にはリセットスイッチ405が接続され、増幅部404には選択スイッチ406が接続される。

【0035】

第1のPD401A及び第2のPD401Bは、同一のマイクロレンズを通過した光を受光し、その受光量に応じた信号電荷を生成する光電変換部として機能する。第1の転送スイッチ402A及び第2の転送スイッチ402Bは、垂直走査回路2からの転送パルス信号PTXA, PTXBによって制御され、それぞれが第1のPD401A及び第2のPD401Bで発生した電荷を共通のFD403に転送する。

30

【0036】

FD403は、第1のPD401A及び第2のPD401Bから転送された電荷を一時的に保持するとともに、保持した電荷を電圧信号に変換する電荷電圧変換部として機能する。増幅部404は、ソースフォロワMOSトランジスタであり、FD403に保持された電荷に基づく電圧信号を増幅して、画素信号として出力する。リセットスイッチ405は、垂直走査回路2からのリセットパルス信号PRESによって制御され、FD403の電位を基準電位VDDにリセットする。選択スイッチ406は、垂直走査回路2からの制御信号PSELによって制御され、増幅部404で増幅された画素信号を列出力線407に出力する。

40

【0037】

図5は、図3の読み出し回路3の1列分の構成例を示す回路図である。読み出し回路3は、列毎に図5に示す構成の回路を備えるが、各列の構成は共通であるので、図5では1列分のみ示している。列出力線407上の信号電圧はオペアンプ408により増幅される。オペアンプ408には基準電圧VERFが供給される。オペアンプ408の入力にはクランプ容量C0が接続され、入出力間にはフィードバック容量Cfが接続される。また、フィードバック容量Cfの両端には、両端をショートさせるためのスイッチ409が設けられ、スイッチ409は、読み出し回路3の制御信号PC0Rで制御される。列出力線4

50

07には定電流源410が接続されている。

【0038】

容量CTS_A+B, CTS_A, CTNは、オペアンプ408からの信号電圧を保持するための容量である。スイッチ411, 412, 413は、それぞれ容量CTS_A+B, CTS_A, CTNへの書き込みを制御するスイッチである。スイッチ411は、制御信号PTS_A+Bで制御され、スイッチ412は、制御信号PTS_Aで制御され、スイッチ413は、制御信号PTNで制御される。

【0039】

容量CTS2, CTN2は、容量CTS_A+B, CTS_A, CTNからの信号電圧を保持するための容量である。スイッチ414, 415, 416は、容量CTS2, CTN2への書き込みを制御するスイッチである。スイッチ414は、容量CTS_A+Bの信号を容量CTS2に書き込むためのスイッチで、制御信号PTS2_A+Bで制御される。スイッチ415は、容量CTS_Aの信号を容量CTS2に書き込むためのスイッチで、制御信号PTS2_Aで制御される。スイッチ416は、容量CTNの信号を容量CTN2に書き込むためのスイッチで、制御信号PTN2で制御される。

【0040】

また、容量CTS2, CTN2の直前には、バッファとしてのボルテージフォロワ417, 418, 419が設けられている。ボルテージフォロワ417, 418, 419は、容量CTS_A+B, CTS_A, CTNのそれぞれに蓄積された電位と等しい電位を、容量分割によらず容量CTS2, CTN2に伝達する。

【0041】

スイッチ420, 421は、水平走査回路4からの制御信号PHで制御され、容量CTS2に書き込まれた信号は共通出力線422を介して、容量CTN2に書き込まれた信号は共通出力線423を介して、それぞれ出力アンプ5に出力される。なお、容量CTS_A+B, CTS_A, CTNへの信号書き込みと、容量CTS2, CTN2からの水平走査による信号読み出しは、並行して行われる。

【0042】

図6は、撮像素子101の駆動タイミングチャートを示す図である。時刻t1において、水平同期信号SYNCが立ち上がるとともに、選択された行の制御信号PSELがLからHとなる。これにより選択された行の選択スイッチ406がオンし、選択された行の画素信号を列出力線407に出力することが可能となる。

【0043】

時刻t2では、リセットパルス信号PRE_SがLからHとなり、リセットスイッチ405がオンし、FD403の電位が電源VDDにリセットされる。時刻t3では、リセットパルス信号PRE_SがHからLとなり、リセットスイッチ405がオフし、FD403のリセットが解除される。このときのFD403の電位は、列出力線407に増幅部404を介してリセット信号レベルとして読み出され、読み出し回路3に入力される。読み出し回路3では、制御信号PCORがHでスイッチ406がオンになっており、オペアンプ403が基準電圧VREFの出力をバッファする状態でリセット信号レベルがクランプ容量C0に入力される。

【0044】

その後、時刻t4で制御信号PCORをHからLとし、時刻t5で制御信号PTNをHにしてスイッチ413をオンして、そのときのオペアンプ408の出力をリセット電圧として容量CTNへ書き込む。その後、時刻t6で制御信号PTNをLとして、スイッチ413をオフして容量CTNへのリセット電圧の書き込みを終了する。この時刻t5から時刻t6までの期間を「N読み」(ノイズ成分読み出し)期間と呼ぶ。

【0045】

「N読み」が終了した後、時刻t7で制御信号PTS_AをHとし、スイッチ412をオンにし、容量CTS_Aに信号を書き込み可能な状態とする。続いて、時刻t8で転送パルス信号PTXAをHとして、第1のPD401Aの電荷をFD403へ転送し、時刻

10

20

30

40

50

t_9 で転送パルス信号PTXAをLとする。この動作により、第1のPD401Aに蓄積された電荷がFD403へ読み出される。そして、FD403の電位の変化に応じた出力が増幅部404及び列出線407を介して読み出し回路3へ供給される。読み出し回路3では、オペアンプ408がクランプ容量C0とフィードバック容量Cfの比率に応じた利得で列出線407から供給された電圧を増幅して出力する。この第1のPD401Aから提供された信号電圧は、容量CTS_Aに書き込まれる。時刻 t_{10} で制御信号PTS_AをHからLと切り替え、スイッチ412をオフし、容量CTS_Aへの書き込みを終了する。この時刻 t_7 から時刻 t_{10} までの第1のPD401Aに蓄積された信号を読み出す期間を「S_A読み」(A像信号読み出し)期間と呼ぶ。

【0046】

10

時刻 t_{11} で制御信号PTS_A+BをHとし、スイッチ411をオンにし、容量CTS_A+Bに信号を書き込み可能な状態とする。続いて、時刻 t_{12} で再び転送パルス信号PTXAをHとすると同時に転送パルス信号PTXBもHとする。この動作により、第1のPD401Aと第2のPD401Bの双方の電荷を同時にFD403へ読み出すことができる。そして、時刻 t_{14} で転送パルス信号PTXA及びPTXBをLとする。FD403に読み出された電荷は、増幅部404により電圧に変換され、列出線407を介して読み出し回路3へ供給され、オペアンプ408で増幅される。オペアンプ408により増幅された信号は容量CTS_A+Bに書き込まれる。時刻 t_{16} で制御信号PTS_A+BをHからLに切り替え、スイッチ411をオフし、容量CTS_A+Bへの書き込みを終了する。この時刻 t_{11} から時刻 t_{16} までの第1のPD401A及び第2のPD401Bに蓄積された信号を読み出す期間を「S_A+B読み」(A+B像信号読み出し)期間と呼ぶ。以上の動作により、容量CTS_N, CTS_A, CTS_A+Bへの信号書き込みが完了する。

20

【0047】

なお、時刻 t_{12} では転送パルス信号PTXA及びPTXBを同時にHとしたが、転送パルス信号PTXBだけをHとして第2のPD401Bの電荷をFD403へ転送してもよい。この場合、第1のPD401Aの電荷がすでにFD403へ転送されているので、第1のPD401A及び第2のPD401Bの電荷を加算した出力を得ることができる。

【0048】

30

時刻 t_{17} では制御信号PCORを再びHとし、スイッチ406がオンし、読み出し回路3では、オペアンプ403が基準電圧VREFの出力をバッファする状態に戻る。そして時刻 t_{18} で垂直選択パルス信号PSELをLとし、選択されていた行の画素からの信号の読み出しを終了し、選択されていた行は列出線407から切り離される。その後、時刻 t_{19} で水平同期信号SYNCが再び立ち上がり、同時に次行の垂直選択パルス信号PSELがHとなり、次行の画素の選択が開始される。

【0049】

また、(A+B)像信号の容量CTS_A+Bへの書き込みと平行して、時刻 t_{12} において、制御信号PTS2_Aと制御信号PTN2をLからHとし、スイッチ415及びスイッチ416をオンする。容量CTNに保持された信号はボルテージフォロワ419を介して、容量CTN2へ書き込まれ、容量CTS_Aに保持された信号はボルテージフォロワ418を介して容量CTS2に書き込まれる。そして、時刻 t_{13} で制御信号PTN2及び制御信号PTS2_Aが同時にHからLとなり、容量CTN2及び容量CTS2への書き込みが終了する。

40

【0050】

その後、時刻 $t_{13} \sim t_{15}$ の間に、水平走査回路4の駆動パルスPHが各列の読み出し回路毎に順次L H Lとなる。それに伴い、列毎にスイッチ420, 421がオフオン オフとなり、水平走査が行われる。スイッチ420, 421がオフ オン オフとなったときに各列の容量CTS2, CTN2に保持された信号は共通出力線422, 423へそれぞれ読み出され、出力アンプ5で共通出力線422, 423の信号の差電圧として出力される。この差電圧がA像信号となる。この画素信号レベルとノイズ信号レベルの

50

差分電圧算出動作（以下、「S - N」動作）を行うことにより、製造バラツキ等に起因する固定パターンノイズ等の影響を回避することが可能となり、S / Nの高い画像を取得することが出来る。なお、共通出力線422, 423は各列の信号を読み出す毎に不図示のリセットスイッチにより基準電位にリセットされる。

【0051】

ここで、A像信号の水平走査は、(A + B)像信号の容量CTS_A + Bへの書き込み中(TA + Bの期間)に行われる。この水平走査期間は、容量CTS_A + Bへの書き込みが終わる時刻t16までに完了する。(A + B)像信号の容量CTS_A + Bへの書き込みが終わった後、(A + B)像信号の容量CTS2の書き込み及び水平走査が行われる。これらの動作は次行のFD403のリセット、容量CTN及びCTS_Aへの書き込みと並行して行われる。時刻t17では、制御信号PTN2及び制御信号PTS2_A + Bを同時にLからHとして、スイッチ414, 416がオンする。容量CTNに保持された信号はボルテージフォロワ419を介して、容量CTN2へ書き込まれる。さらに、容量CTS_A + Bに保持された信号はボルテージフォロワ417を介して、容量CTS2に書き込まれる。そして、時刻t18で制御信号PTN2及び制御信号PTS2_A + Bが同時にHからLとなり、書き込みが終了する。

10

【0052】

その後、容量CTN2、CTS2に保持された信号は時刻t18～時刻t20の間に、水平走査回路4の駆動パルスPHが順次L H Lとなることで水平走査が行われる。駆動パルスPHにより各列のスイッチ420, 421が駆動されてオフ オン オフする。スイッチ420, 421により列毎の容量CTS2, CTN2に保持された信号は共通出力線422, 423へそれぞれ読み出され、出力アンプ5で共通出力線422, 423の差電圧として出力される。この差電圧が(A + B)像信号となる。

20

【0053】

ここで、(A + B)像信号の水平走査は、次行のFD403のリセット及び、容量CTN, CTS_Aへの書き込みと並行して行われる。並行して行うことにより処理時間を短縮できる。この水平走査期間は、次行の容量CTS_Aへの書き込みが終わる次の時刻t20までに完了できる。

【0054】

このようにして読み出されたA像信号から撮影レンズの瞳の一部を透過する光束の情報が得られ、さらに(A + B)像信号とA像信号の差分をとることにより、第2のPD401Bからの出力信号であるB像信号(A像の光電変換部以外の信号)を得ることができる。このB像信号からは、A像信号とは異なる瞳領域を透過した光束の情報が得られる。従って、これらA像信号とB像信号との2つの光束の情報から位相差を算出し、被写体の焦点情報や距離情報を得ることができる。

30

【0055】

ところで、図6の撮像素子のタイミングチャートに示される通り、位相差方式の焦点検出機能を有する撮像素子の「N読み」、「S_A読み」及び「S_A + B読み」動作は同時刻に実施されない。そのため、電源部に図21に示したような従来の電源部を用いると次のような問題が起こる。

40

【0056】

即ち、図21の電源部のスイッチング電源501が動作する際に発生するスイッチングノイズ又はスイッチング電源501を構成するコイルから発生する磁界ノイズ等の影響が撮像素子の「N読み」、「S_A読み」及び「S_A + B読み」時に重畠される。重畠された場合、S - N動作した際に電位レベルの差分量がA像及びA + B像の間で、更には行ごとに異なってしまうため、これがオフセットノイズとなりS / Nが悪化してしまう。このS / Nの悪化は撮影画像の画像ノイズ発生や焦点検出精度低下等に影響を与える。この「N読み」、「S_A読み」及び「S_A + B読み」時の電位レベルの差分量が読み出しタイミングごとに異なっている様子を図7に示す。

【0057】

50

以下では、上記の問題点を解決する手法について説明する。図8は、本実施形態における電源部と撮像装置の構成の一部を示す概要図である。図8において、電源回路111は、スイッチング素子の制御により入力電圧を異なる値の出力電圧に変換するスイッチング電源601、位相補正部602、周波数制御部603を備えて構成され、電源回路111からの出力は、撮像素子101等に供給される。

【0058】

図11は本実施形態における撮像動作を示すフローチャートである。図8および図11を用いて、本実施形態の撮像装置における撮像動作の一連の流れについて説明する。

【0059】

S901で電源スイッチにより撮像装置が起動された後、本撮影動作に移行するまでは撮像素子101等の撮像系には電源供給を行わない待機状態となる。S902では、ユーザーは、モード切り替え部110により、静止画撮影、動画撮影、ライブビュー撮影等の撮影モードを選択可能である。選択された撮影モードが、位相差方式の焦点検出を行う動画撮影やライブビュー撮影モードの場合はS903に進み、そうでない場合はS920に進む。

【0060】

S903では、システム制御部105は周波数制御部603に対して、位相差方式の焦点検出を行う場合の撮像素子101の読み出し周期に基づいて決定される周波数情報606を送る。そして、周波数制御部603は、この周波数情報606に基づき、撮像系の基準クロック608から生成する第1及び第2のスイッチングパルスの周波数をそれぞれ第1の駆動周波数fsw1及び第2の駆動周波数fsw2に設定する。第1の駆動周波数fsw1及び第2の駆動周波数fsw2は、撮像素子101の「N読み」、「S_A読み」と「S_A+B読み」のタイミングと下記の関係になるように設定される。

【0061】

まず、第1の駆動周波数fsw1について、図12も参照して説明する。この第1の駆動周波数fsw1は、撮像素子101の「N読み」タイミングから「S_A読み」タイミングまでの期間をt1、スイッチング電源601が駆動可能なスイッチング周波数に遙倍する整数をK1として、以下の式(1)で表わされる。

【0062】

$$f_{sw1} = K1 / t1 \quad \dots (1)$$

t1：「N読み」から「S_A読み」までの期間

K1：電源ICが駆動可能なスイッチング周波数に遙倍する整数

次に第2の駆動周波数fsw2について、図12も参照して説明する。この第2の駆動周波数fsw2は、撮像素子101の「S_A読み」タイミングから「S_A+B読み」タイミングまでの期間をt2、スイッチング電源601が駆動可能なスイッチング周波数に遙倍する整数をK2として、以下の式(2)で表わされる。

【0063】

$$f_{sw2} = K2 / t2 \quad \dots (2)$$

t2：「S_A読み」から「S_A+B読み」までの期間

K2：電源ICが駆動可能なスイッチング周波数に遙倍する整数

ここで、周波数制御部603は、例えば位相同期回路(PLL)701, 704を用いて、図9に示すように構成されている。位相同期回路701, 704の出力部には、分周用分周器702, 705、入力部には遙倍用分周器703, 706が配置されている。撮像系の基準クロック608を周波数情報606に基づいて、所望の分周比で分周させることにより、t1及びt2の期間に同期した遙倍周波数でスイッチング電源601の駆動周波数を生成することが可能である。

【0064】

図11の説明に戻り、S904では、撮影開始スイッチをONすることにより、ライブビュー撮影動作が開始される。S905では、システム制御部105はスイッチング電源601に対して、撮像系の電源供給を指示する電源制御信号607を送る。そして、電源

10

20

30

40

50

制御信号 607 を受け取ったスイッチング電源 601 は、初期設定された所定の駆動周波数で撮像素子 101 に電源供給を行い、撮像素子 101 が初期化される。

【0065】

S906 では、システム制御部 105 は、周波数制御部 603 に対して、撮像系の基準クロック 608 を送る。周波数制御部 603 は、S903 で設定した周波数情報に基づき、撮像系の基準クロック 608 を第 1 及び第 2 のスイッチングパルス 605, 613 に変換する。周波数制御部 603 から出力される第 1 及び第 2 のスイッチングパルス 605, 613 は位相補正部 602 に入力される。位相補正部 602 は、第 1 行目読み出し時において、位相補正制御動作すること無く、スイッチング電源 601 に対して、第 1 及び第 2 のスイッチングパルス 605, 613 を入力する。そして、スイッチング電源 601 は、10 第 1 のスイッチングパルス 605 の第 1 の駆動周波数 f_{sw1} で駆動を開始し、撮像素子 101 に対して電源供給を行う。

【0066】

S907 では、システム制御部 105 は、タイミング信号発生回路 103 に対して、撮像系の基準クロック、水平走査信号、垂直走査信号等の撮像系制御信号を送り、撮像素子 101 の画像読み出し動作を開始する。S908 で「S_A 読み」が終了すると、S909 では、スイッチング電源 601 の駆動周波数を第 2 のスイッチングパルス 605 の第 2 の駆動周波数 f_{sw2} に変更する。そして、S910 で「S_A + B 読み」を終了する。

【0067】

S911 では、位相検出部 604 は、スイッチング電源 601 の第 1 のスイッチングパルス 605 と撮像素子 101 の「S_A 読み」の読み出しパルス 611 の位相差 n_1 を算出する。更には、スイッチング電源 601 の第 2 のスイッチングパルス 613 と撮像素子 101 の「S_A + B 読み」の読み出しパルス 612 の位相差 n_2 を算出する。20

【0068】

その後、S912 では、位相検出部 604 は次行の読み出しタイミングでの位相差 (m_1, m_2) を予測演算する。 m_x は $m_x = n_x \pm x$ (x は 1 又は 2 を表わす) となる関係で表わされるパラメータである。ここで、 x とはスイッチング電源 601 の第 1 のスイッチングパルス 605 と撮像素子 101 の「S_A 読み」の読み出しパルス 611、及び第 2 のスイッチングパルス 613 と「S_A + B 読み」の読み出しパルス 612 に発生する行ごとの位相ズレ量を表わすパラメータである。スイッチング電源 601 のスイッチング周期が撮像素子 101 の水平走査信号の周期の整数倍でない場合に、行ごとに両者の位相関係に x のズレが発生する。そのため、上記の演算を行うことにより、次行の読み出しタイミングでの位相差 (m_x) を予測することが可能となる。30

【0069】

そして、S913 では、 $|n_x - m_x| = x A$ の関係になるか否かの判定を行う。ここで A とは行ごとの位相ズレ量 x に対して、周辺環境やハードウェアを構成する部品の製造ばらつき等による、周波数精度ばらつきの影響を加味した値とする。上記の関係式が成り立たない場合には、次行でスイッチング電源 601 の第 1 及び第 2 のスイッチングパルス 605, 613 と撮像素子 101 の「S_A 読み」及び「S_A + B 読み」の読み出しパルス 611, 612 が重畳することが無い。そのため、S914 をスキップし、S915 に移行する。一方、上記の関係が成り立つ場合には両者が重畳する可能性があるため、S914 に移行し、位相検出部 604 は位相補正部 602 に対して、位相補正量分位相をシフトさせる位相補正情報 609 を送る。位相補正部 602 は第 1 又は第 2 のスイッチングパルス 605, 613 の位相補正を行う。40

【0070】

ここで、位相補正部 602 は、例えば、複数の遅延回路 801 とセレクタ 802 を用いて図 10 に示されるように構成される。位相補正部 602 は、位相検出部 604 から受け取った位相補正情報 609 に基づきセレクタ 802 でどの遅延回路 801 の信号を出力させるかを決定することにより、位相補正部 602 の入力パルスの位相補正を行う。ここで、入力パルスとは周波数制御部 603 の出力パルスとする。また、この位相補正部 602 50

での位相補正量 s は、例えばスイッチング電源 601 のスパイク幅分以上ずらせばよいものとする。このように制御することにより、撮像素子 101 の各信号読み出しタイミングとスイッチングタイミングとが重畠しないように制御することが出来る。そのため、スイッチング電源 601 のスイッチングタイミングで発生する急峻な電源電圧変動の影響を回避することが可能となる。

【0071】

そして、S915 では、全行の読み出しが完了したか否かの判定を行う。全行の読み出しが完了していない場合には、S916 でスイッチング電源 601 の駆動周波数を第 1 の駆動周波数 f_{sw1} に変更し、S908 に戻り同様の処理を行う。全行の読み出しが終了した場合には S917 に移行する。

10

【0072】

S917 では、電源スイッチをオフするか否かの判定を行い、電源スイッチをオフしない場合には S919 に移行し、撮影モードを変更するか否かの判定を行う。変更しない場合には、S904 の撮影開始スイッチのオンを検知する状態に戻り、撮影モードを変更する場合には、S902 の撮影モードを選択する状態に戻る。S917 において、電源スイッチをオフする場合には S918 に移行し、撮像装置の電源がオフされる。

【0073】

一方、S902 において、モード切り替え部 110 で選択された撮影モードが、位相差方式の焦点検出を行わない動画撮影モード、ライブビュー撮影モード、静止画撮影モードであった場合、S920 に進む。

20

【0074】

S920 では、システム制御部 105 は、周波数制御部 603 に対して、位相差方式の焦点検出を行わない動画撮影やライブビュー撮影や静止画撮影時の撮像読み出し周期に基づいて決定される周波数情報 606 を送る。そして、周波数制御部 603 は、この周波数情報 606 に基づき、撮像系の基準クロック 608 から生成する第 3 のスイッチングパルスの周波数を第 3 の駆動周波数 f_{sw3} に設定する。この第 3 の駆動周波数 f_{sw3} は、撮像素子 101 の「N 読み」、「S_A + B 読み」のタイミングと下記関係になるように設定される。

【0075】

駆動周波数 f_{sw3} は、撮像素子 101 の「N 読み」のタイミングから「S_A + B 読み」のタイミングまでの期間を t_3 、スイッチング電源 601 が駆動可能なスイッチング周波数に遙倍する任意整数を K_3 として、以下の式(3)で表わされる。

30

【0076】

$$f_{sw3} = K_3 / t_3 \quad \dots (3)$$

t_3 : 「N 読み」から「S_A + B 読み」までの期間

K_3 : 電源 IC が駆動可能なスイッチング周波数に遙倍する整数

S921 では、撮影開始スイッチを ON することにより、撮影動作が開始される。S922 では、システム制御部 105 は、スイッチング電源 601 に対して、撮像系の電源供給を指示する電源制御信号 607 を送る。そして、電源制御信号 607 を受け取ったスイッチング電源 601 は、初期設定された所定の駆動周波数で撮像素子 101 に電源供給を行い、記撮像素子 101 が初期化される。

40

【0077】

S923 では、システム制御部 105 は、周波数制御部 603 に対して、撮像系の基準クロック 608 を送り、周波数制御部 603 は、S920 で設定した周波数情報に基づき、撮像系の基準クロック 608 を第 3 のスイッチングパルス 614 に変換する。周波数制御部 603 から出力される第 3 のスイッチングパルス 614 は、位相補正部 602 に入力される。位相補正部 602 は、第 1 行目読み出し時において、位相補正制御動作すること無く、スイッチング電源 601 に対して、第 3 のスイッチングパルス 614 を入力する。そして、スイッチング電源 601 は、第 3 のスイッチングパルスの第 3 の駆動周波数 f_{sw3} で駆動を開始し、撮像素子 101 に対して電源供給を行う。

50

【0078】

S924では、システム制御部105は、タイミング信号発生回路103に対して、撮像系の基準クロック、水平走査信号、垂直走査信号等の撮像系制御信号を送る。S925では、位相検出部604は、スイッチング電源601の第3のスイッチングパルス614と撮像素子101の「S_A + B読み」の読み出しパルス612の位相差n3を算出する。

【0079】

その後、S926では、位相検出部604は次行の読み出しタイミングでの位相差m3を予測演算する。m3は、 $m_3 = n_3 \pm 3$ となる関係で表わされるパラメータである。ここで、3とは、スイッチング電源601の第3のスイッチングパルス614と撮像素子101の「S_A + B読み」の読み出しパルス612が発生する行ごとの位相ズレ量を表わすパラメータである。スイッチング電源601のスイッチング周期が撮像素子101の水平走査信号の周期の整数倍でない場合に、行ごとに両者の位相関係に3のズレが発生する。そのため、上記の演算を行うことにより、次行の読み出しタイミングでの位相差m3を予測することが可能となる。

【0080】

そして、S927では、 $|n_3 - m_3| = 3$ Aの関係になるか否かの判定を行う。上記の関係式が成り立たない場合には、次行でスイッチング電源601の第3のスイッチングパルス614と撮像素子101の「S_A + B読み」の読み出しパルス612とが重畠することが無い。そのため、S928をスキップし、S929に移行する。一方、上記の関係が成り立つ場合には両者が重畠する可能性があるため、S928に移行する。そして、位相検出部604は、位相補正部602に対して、位相補正量分位相をシフトさせる位相補正情報609を送り、位相補正部602は第3のスイッチングパルス614の位相補正を行う。

【0081】

そして、S929では、全行の読み出しが完了したか否かの判定を行う。まだ、全行の読み出しが完了していない場合には、S925に戻り、同様の処理を行う。全行の読み出しが終了した場合にはS930に移行する。

【0082】

S930では、電源スイッチをオフするか否かの判定を行い、電源スイッチをオフしない場合には、S931に移行し、撮影モードを変更するか否かの判定を行う。変更しない場合には、S921の撮影開始スイッチのオンを検知する状態に戻り、撮影モードを変更する場合には、S902の撮影モードを選択する状態に戻る。S930において、電源スイッチをオフする場合にはS918に移行し、撮像装置の電源がオフされる。

【0083】

図12は、本実施形態の周波数制御を行うことにより、「N読み」、「S_A読み」及び「S_A + B読み」タイミングの、スイッチング電源のスイッチングタイミングに対する位相関係が全て同じである様子を示した図である。本実施形態では、図12のように、撮像系の基準クロックを元に、周波数制御部で撮像素子の「N読み」タイミングと「S_A読み」タイミングの期間t1に同期した第1の駆動周波数を生成する。また、同様に「S_A読み」タイミングと「S_A + B読み」タイミングの期間t2に同期した第2の駆動周波数を生成する。そして、所定のタイミングでスイッチング電源の駆動周波数を切り替えることにより、撮像素子の全ての読み出しタイミングが、スイッチング電源のスイッチングタイミングとの位相関係が同じになるようにする。

【0084】

以上のように、撮像素子の動作に合わせてスイッチング電源の駆動周波数を制御することにより、撮像素子の「N読み」、「S_A読み」及び「S_A + B読み」タイミングに対して、スイッチング電源のスイッチングタイミングとの位相関係を全て同じにすることが出来る。そのため、「N読み」、「S_A読み」、「S_A + B読み」の電位レベルの差分量を等しくすることが可能となる。その結果、撮影画像に対するスイッチング電源に

10

20

30

40

50

起因するノイズの影響を抑え、読み出し信号の精度向上を図ることができ、撮影画像に現れる横縞ノイズを低減することができる。

【0085】

なお、本実施形態では、行毎にスイッチング電源のスイッチングパルスと撮像素子の読み出しパルスの位相差を検出したが、本発明はこれに限定されるものでは無い。例えば、1行目の読み出しタイミングのみ検出し、スイッチング電源のスイッチング周波数及び水平走査信号の周期などから、何行目の読み出し時にスイッチングと重畠する可能性があるか判断し、重畠する行のみ補正してもよい。また、この時のスイッチング周波数はパルス検出部において検出したスイッチングパルスから算出しても良い。

【0086】

10

<第2の実施形態>

以下、本発明の第2の実施形態について説明する。この第2の実施形態では、撮像装置の構成は、図1で説明した第1の実施形態と同様であるため、第1の実施形態と同様の部分については説明を省略し、異なる部分についてのみ説明する。なお、第2の実施形態では、電源回路が第1の実施形態と異なるため、第1の実施形態における電源回路111を電源回路111Aと表記する。

【0087】

図13は、第2の実施形態における電源部と撮像装置の構成の一部を示す概要図である。図13において、電源回路111Aは、スイッチング素子の制御により入力電圧を異なる値の出力電圧に変換するスイッチング電源1601、周波数制御部1602を備えて構成され、電源回路111Aからの出力は、撮像素子101等に供給される。

20

【0088】

図16は、本実施形態における撮像動作を示すフローチャートである。図13および図16を用いて、本実施形態の撮像動作の一連の流れについて説明する。

【0089】

S1901で電源スイッチにより撮像装置が起動された後、本撮影動作に移行するまでは撮像素子101等の撮像系には電源供給を行わない待機状態となる。S1902では、ユーザーは、モード切り替え部110により、静止画撮影、動画撮影、ライブビュー撮影等の撮影モードを選択可能である。選択された撮影モードが、位相差方式の焦点検出を行う動画撮影モードやライブビュー撮影モードの場合は、S1903に進み、そうでない場合はS1920に進む。

30

【0090】

S1903では、システム制御部105は周波数制御部1602に対して、位相差方式の焦点検出を行う動画撮影やライブビュー撮影時の撮像読み出し周期に基づいて決定される周波数情報を送る。そして、周波数制御部1602はこの周波数情報に基づき、出力周波数を撮像読み出し周期の遅倍周波数になるように設定する。

【0091】

ここで、撮像読み出しタイミング信号に同期するスイッチング周波数をfswとする。「N読み」タイミングから「S_A読み」タイミングまでのサンプリング周期t1と、その逆数から求められる周波数をf1とする。また、「N読み」タイミングから「S_A+B読み」タイミングまでのサンプリング周期t2と、その逆数から求められる周波数をf2とする。周波数f1とf2との最小公倍数を周波数f3、電源ICが駆動可能なスイッチング周波数に遅倍する整数をK1として、スイッチング周波数fswは以下の式(4)を満足する値に設定する。

40

【0092】

$$f_{sw} = f_3 \times K_1 \quad \dots (4)$$

$$f_1 = 1 / t_1$$

$$f_2 = 1 / t_2$$

f3 : f1とf2との最小公倍数

K1 : 電源ICが駆動可能なスイッチング周波数に遅倍する整数

50

スイッチング周波数 f_{sw} が式(4)を満足する場合、「N読み」を基準として、「S_A読み」及び「S_A + B読み」各々のスイッチング位相が同位相となる。そのため、「N読み」と「S_A読み」時、「N読み」と「S_A + B読み」時のノイズの差分量が各行で等しくなり、読み出し信号の精度向上、撮影画像における横縞を低減することが可能となる。

【0093】

ここで、周波数制御部1602は、例えば位相同期回路(PLL)1701を用いて、図14に示すように構成されている。位相同期回路701の出力部には、分周用分周器1702、入力部には倍倍用分周器1703が配置されている。撮像系の基準クロックを周波数情報606に基づいて、所望の分周比で分周させることにより、t1及びt2の期間に同期した倍倍周波数でスイッチング電源1601の駆動周波数を生成することが可能である。

【0094】

図16の説明に戻り、S1904では、撮影開始スイッチをONすることにより、ライブビュー撮影動作が開始される。S1905では、システム制御部105は、位相制御部1603に対し撮像系の基準クロックを送る。そして、タイミング信号発生回路103から、スイッチング電源1601のスイッチングタイミングと撮像素子の読み出しタイミングとが重畠しないタイミングになるように位相制御信号を出力する。このように制御することにより、基準クロックを周波数制御部1602に入力するタイミングを制御する。

【0095】

ここで位相制御部1603は、例えば、ANDロジック回路801を用いて図15に示されるように構成される。タイミング発生回路103から所望のタイミングで位相制御信号を受け取り、基準クロックとのANDが成立した際に基準クロックを出力させることにより、周波数制御部1602に入力するタイミングを制御することが可能となる。

【0096】

また、システム制御部105は、タイミング発生回路103に対して、撮像系の基準クロック、水平走査信号、垂直走査信号等の撮像系制御信号を送り、撮像素子が画像読み出し可能な状態となる。

【0097】

S1906では、位相制御信号が入力されたタイミングで、S1903で設定された周波数情報に基づき変換されたS_A - N周期の逆数であるS_A - N周波数と、S_A + B - N周期の逆数であるS_A + B - N周波数との最小公倍数に設定された倍倍周波数で、スイッチング電源1601が駆動を開始し、撮像素子101に対して電源供給を行う。

【0098】

その後、S1907では静止画本画像の読み出しを行い、S1908では静止画本画像の読み出しを終了する。S1909では、撮像素子101等の撮像系には電源供給を行わない待機状態となる。

【0099】

一方、S1902において、モード切り替え部110で選択された撮影モードが、位相差方式の焦点検出を行わない動画撮影モード、ライブビュー撮影モード、静止画撮影モードであった場合、S1910に進む。

【0100】

S1910では、システム制御部105は、周波数制御部1602に対して、位相差方式の焦点検出を行わない動画撮影、ライブビュー撮影、静止画撮影時の撮像読み出し周期に基づいて決定される周波数情報を送る。周波数制御部1602は、この周波数情報に基づき、出力周波数を撮像読み出し周期の倍倍周波数になるように設定する。

【0101】

ここで、撮像読み出しタイミング信号に同期するスイッチング周波数を f_{sw} とする。「N読み」タイミングから「S読み」までのサンプリング周期t4と、その逆数から求

10

20

30

40

50

められる周波数を f_4 とする。電源 I C が駆動可能なスイッチング周波数に遅倍する整数を K_2 として、スイッチング周波数 f_{sw} は以下の式(5)を満足する値に設定する。

【0102】

$$\begin{aligned} f_{sw} &= f_4 \times K_2 & \dots (5) \\ f_4 &= 1 / t_4 \end{aligned}$$

K_2 ：電源 I C が駆動可能なスイッチング周波数に遅倍する整数

スイッチング周波数 f_{sw} が式(5)を満足する場合、「N読み」と「S読み」のノイズの差分量が各行で等しくなり、撮影画像における横縞を低減することが可能となる。

【0103】

図17は、本実施形態の方法により周波数制御及び位相制御を行っている様子を示す図である。図17に示すように、位相制御信号の立ち上がりタイミングを制御し、基準クロックを周波数制御部1602に入力するタイミングを制御する。これにより、周波数制御部1602から出力されるスイッチングタイミングで撮像読み出し制御を行わないように位相制御することができる。

10

【0104】

図18は、スイッチング電源1601の駆動周波数及び位相制御を実施したことにより、行ごとに異なっていた $S_A - N$ 動作、 $S_A + B - N$ 動作を行った際の電位レベルの差分量を無くす効果を示す概略図である。周波数を制御することにより、「N読み」を基準にして、「 S_A 読み」「 $S_A + B$ 読み」時の電位レベルが全ての行において等しくなることが分かる。また、位相制御することにより、スイッチング電源1601のスイッチングタイミングが撮像素子101の読み出しに重畠しないように、スイッチングタイミングを変更可能であることが分かる。

20

【0105】

以上のように、本実施形態では、撮像素子の動作に合わせてスイッチング電源の駆動周波数及び位相を制御する。これにより、「 $S_A - N$ 動作」「 $S_A + B - N$ 動作」時の電位レベルの差分量を各行で無くすことができる。その結果、撮影画像に対するスイッチング電源に起因するノイズの影響を抑え、読み出し信号の精度向上を図ることができ、撮影画像に現れる横縞ノイズを低減することができる。

【0106】

<第3の実施形態>

30

次に、本発明の第3の実施形態について説明する。第3の実施形態では、電源 I C の駆動周波数の制約により、式(4)で算出される f_{sw} を満足した設定ができない場合、電源 I C のスイッチングタイミングと、「 S_A 読み」「 $S_A + B$ 読み」との重畠を回避する方法について説明する。なお、撮像装置の構成については第2の実施形態と同様である。

【0107】

図19は、第3の実施形態における撮像動作を示すフローチャートである。

【0108】

S1001で電源スイッチによる撮像装置が起動された後、本撮影動作に移行するまでは撮像素子101等の撮像系には電源供給を行わない待機状態となる。S1002では、ユーザーは、モード切り替え部110により、静止画撮影、動画撮影、ライブビュー撮影等の撮影モードを選択可能である。選択された撮影モードが、位相差方式の焦点検出を行う動画撮影モードやライブビュー撮影モードの場合は、S1003に進み、そうでない場合はS1013に進む。

40

【0109】

S1003では、システム制御部105は周波数制御部1602に対して、位相差方式の焦点検出を行う動画撮影やライブビュー撮影時の撮像読み出し周期に基づいて決定される周波数情報を送る。そして、周波数制御部1602はこの周波数情報に基づき、第2の実施形態で説明した式(4)により、出力周波数が撮像読み出し周期の遅倍周波数になるように設定する。

50

【0110】

S1004では、システム制御部105は、スイッチング周波数 f_{sw} を式(4)を満足する値に設定できるかを判定する。スイッチング周波数 f_{sw} を式(4)を満足する値に設定できる場合は、その値に設定してS1007に進む。また、電源ICの動作可能な駆動周波数の制約等により式(4)を満足する値に設定できない場合は、S1005に進む。

【0111】

図20(a)に示すように、スイッチング周波数 f_{sw} を式(4)を満足する値に設定できず、「S_A読み」タイミングが電源ICのスイッチングタイミングと重畳してしまう場合、S1005では次のような処理を行う。「N読み」タイミングから「S_A+B読み」タイミングまでのサンプリング周期 t_2 の逆数となる周波数 f_2 に基づいて、式(6)を満足するスイッチング周波数 f_{sw} を設定する。
10

【0112】

$$\begin{aligned} f_{sw} &= f_2 \times K_3 & \dots (6) \\ f_2 &= 1 / t_2 \end{aligned}$$

K_3 ：電源ICが駆動可能なスイッチング周波数に遙倍する整数

S1006では、「S_A読み」タイミングを、設定したスイッチング周波数 f_{sw} の位相を基準として、過渡的な電源変動のある電源ICのスイッチングタイミングを避ける。そして、「N読み」と「S_A+B読み」とに同位相となるように、図20(b)のようにシステム制御部105が「S_A読み」タイミングを t_a 分ずらす変更を行う。
20

【0113】

電源ICのスイッチング周波数 f_{sw} が前述の式(4)を満足しない場合でも、「S_A読み」のタイミングを変更することにより、「N読み」を基準にして、「S_A読み」「S_A+B読み」時の電位レベルが全ての行において等しくなることが分かる。S1007では、撮影開始スイッチをONすることにより、ライブビュー撮影動作が開始される。
。

【0114】

S1008～S1013までの動作は、図16のS1905～S1909までの動作と同様であるため、説明は省略する。

【0115】

以上のように、第2の実施形態の式(4)で算出されるスイッチング周波数 f_{sw} を満足できず、「S_A読み」が電源ICのスイッチングタイミングと重畳してしまう場合でも、「S_A読み」のタイミングを変更することにより、「S_A-N動作」「S_A+B-N動作」時の電位レベルの差分量を各行で無くすことができる。その結果、撮影画像に対するスイッチング電源に起因するノイズの影響を抑え、読み出し信号の精度向上を図ることができ、撮影画像に現れる横縞ノイズを低減することができる。
30

【0116】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【0117】

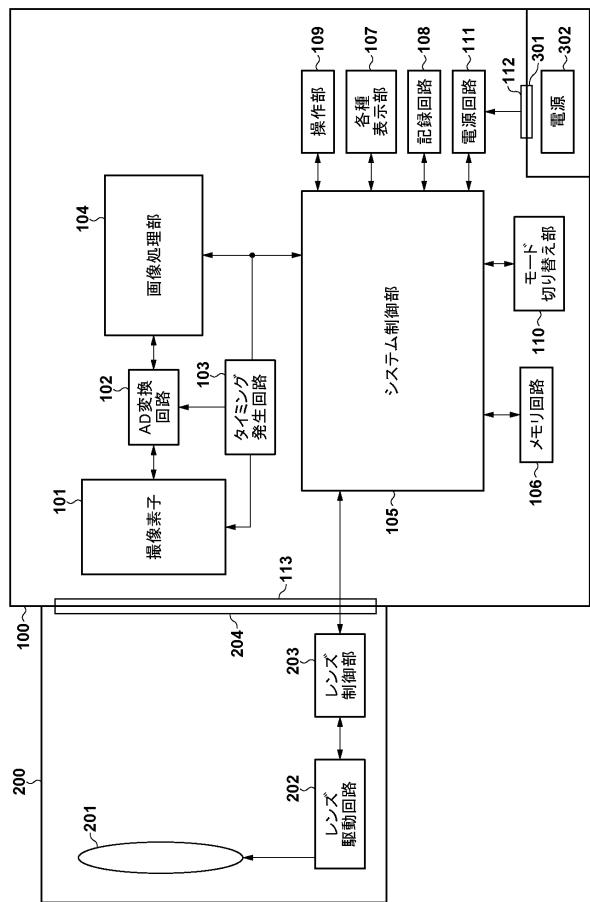
(その他の実施形態)

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ー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、ASIC)によっても実現可能である。
40

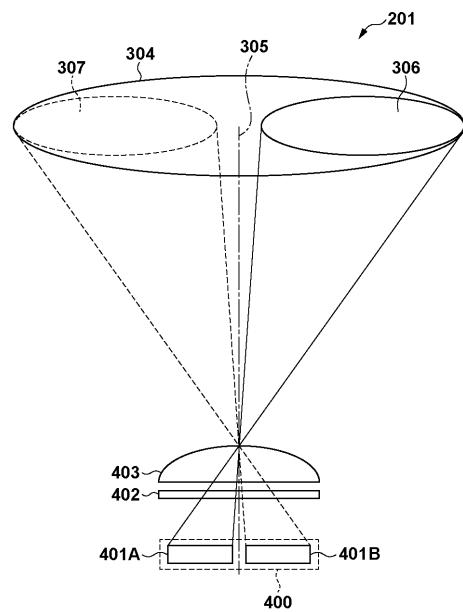
【符号の説明】**【0118】**

100：撮像装置、101：撮像素子、103：タイミング発生回路、105：システム制御部、400：単位画素、401：光電変換部、601：スイッチング電源、603：周波数制御部
50

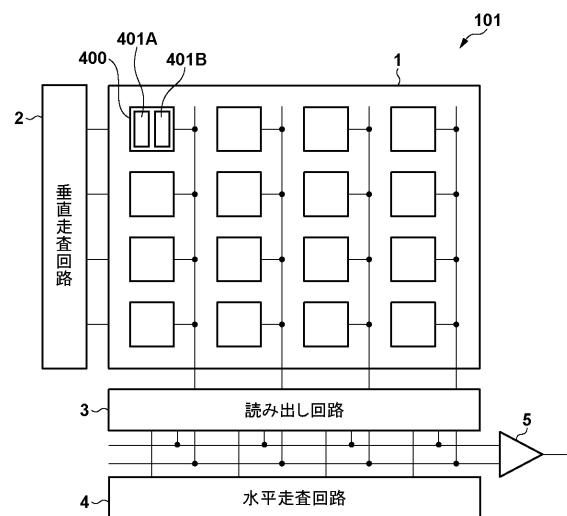
【図1】



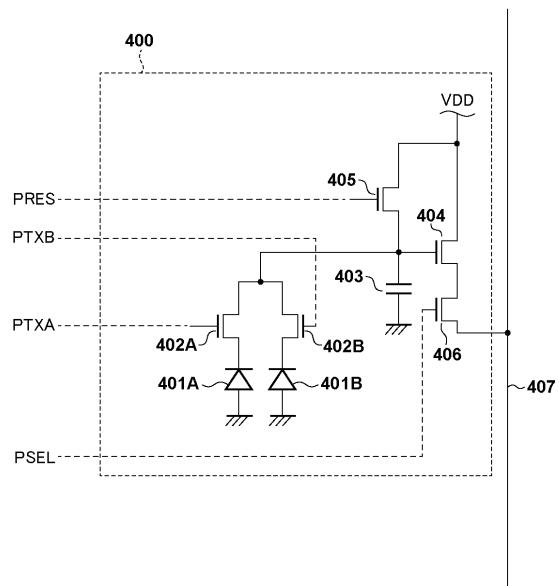
【図2】



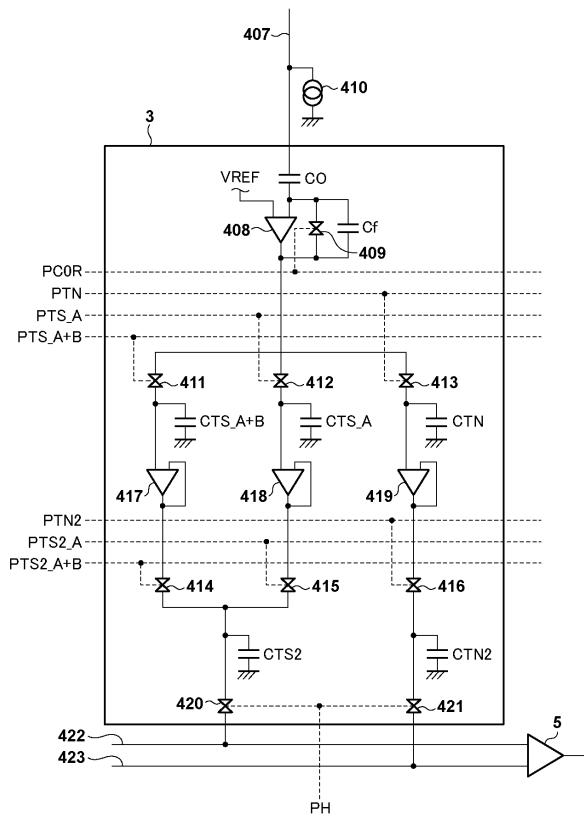
【図3】



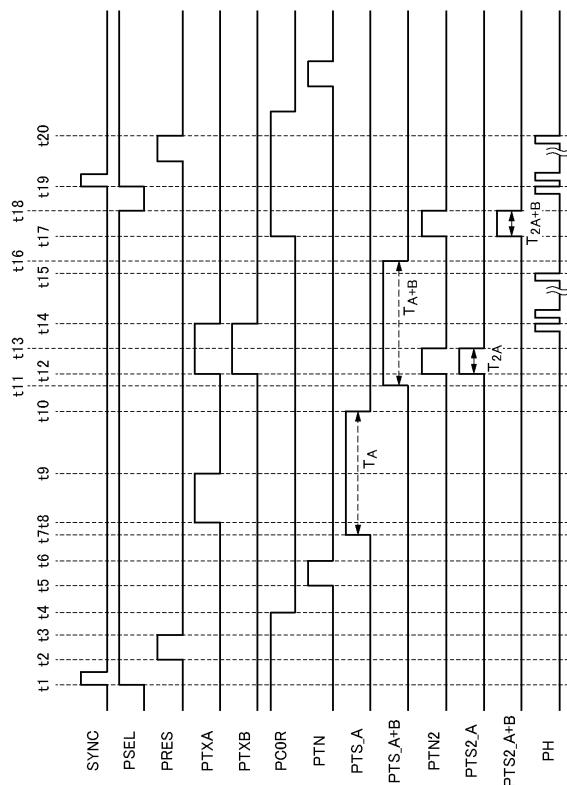
【図4】



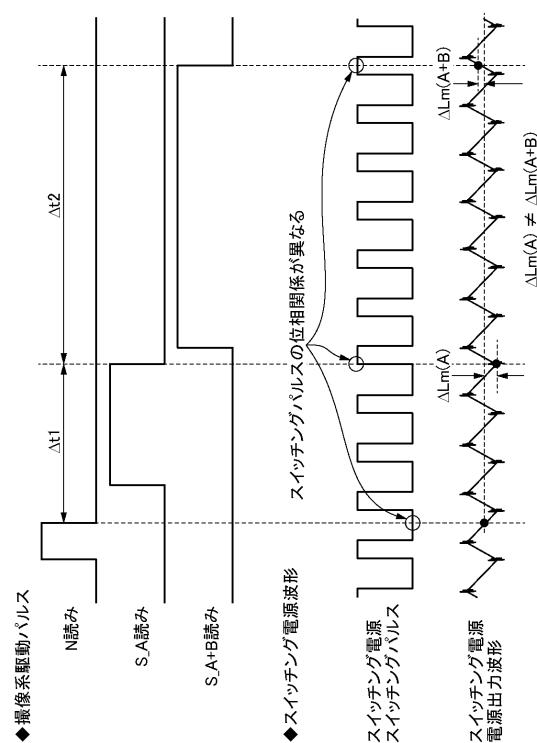
【図5】



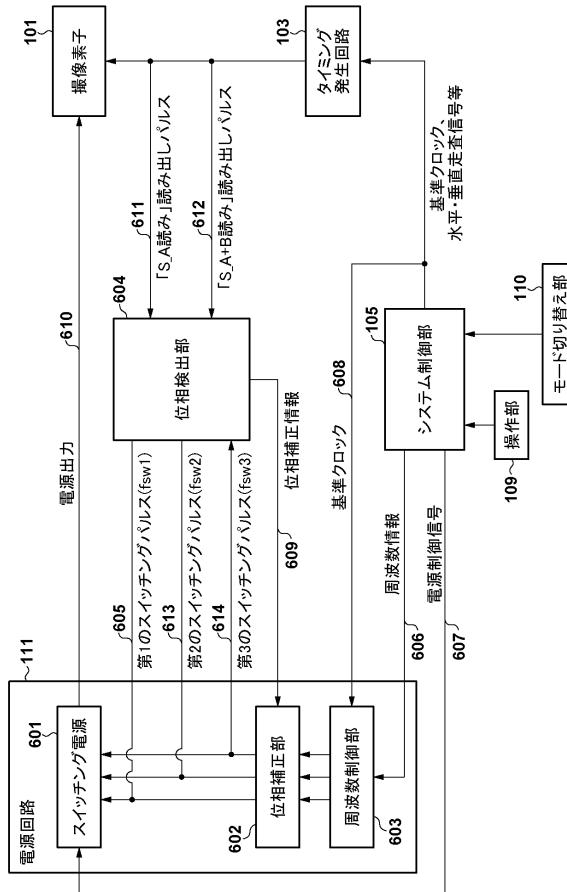
【図6】



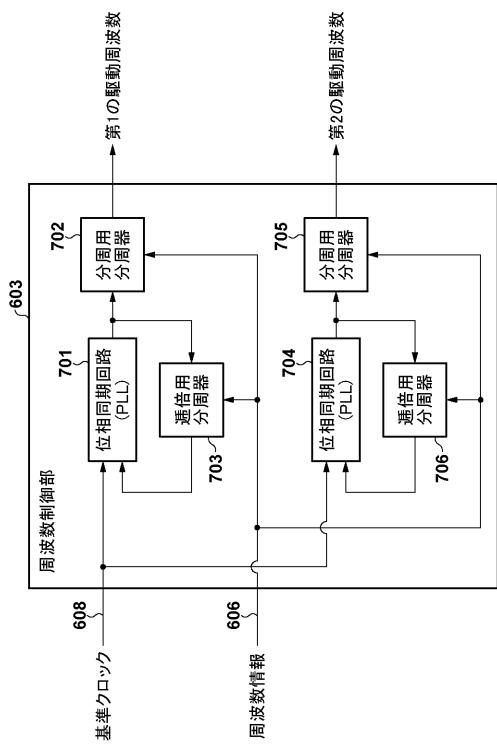
【図7】



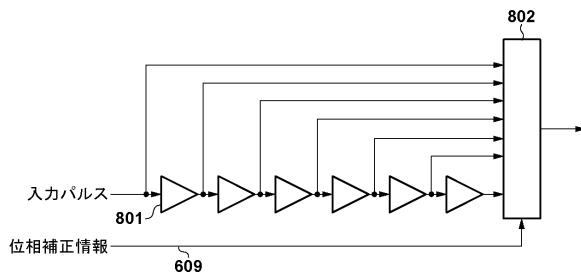
【図8】



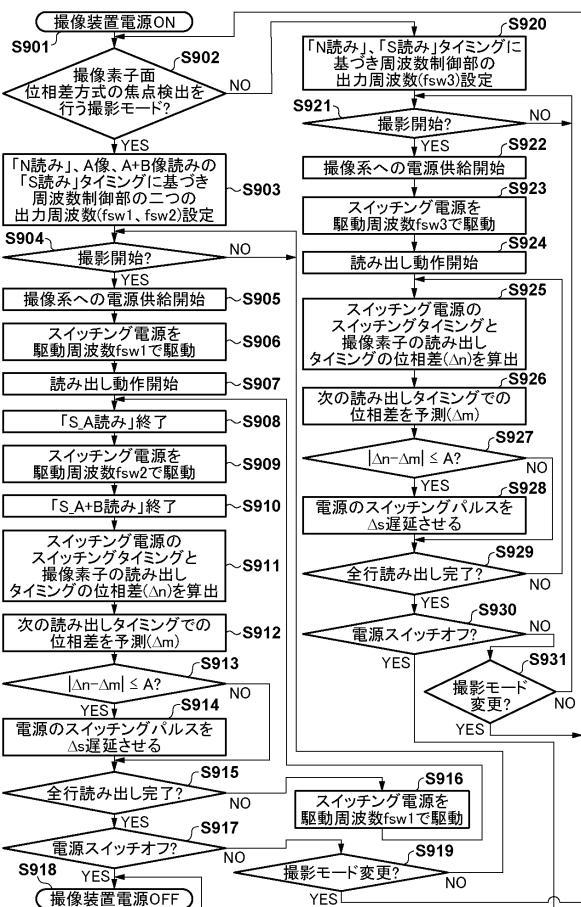
【図9】



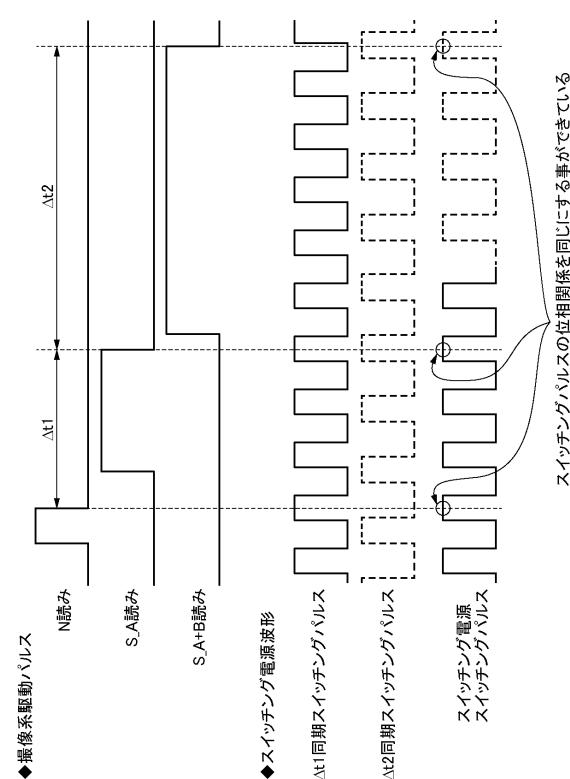
【図10】



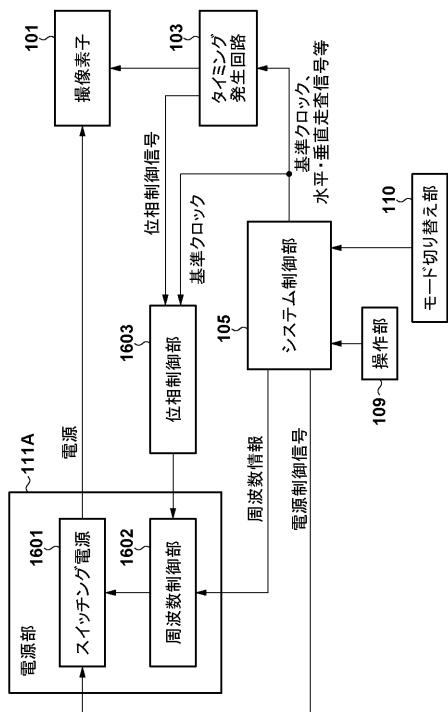
【図11】



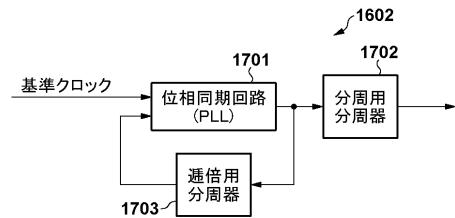
【図12】



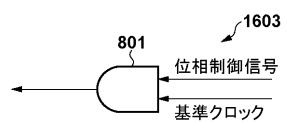
【図13】



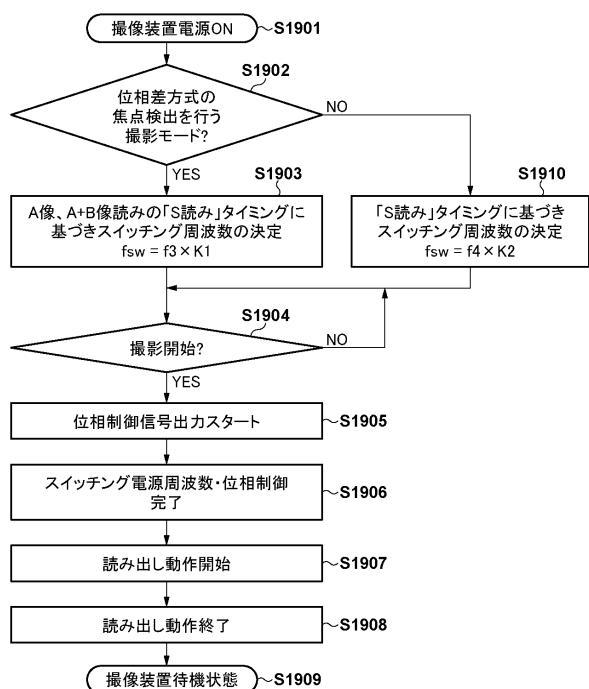
【図14】



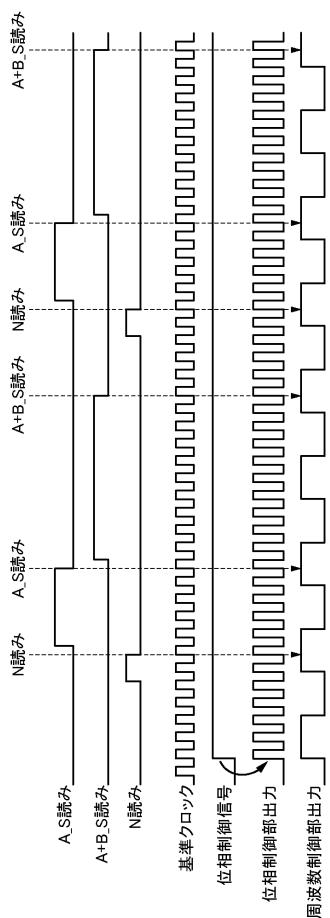
【図15】



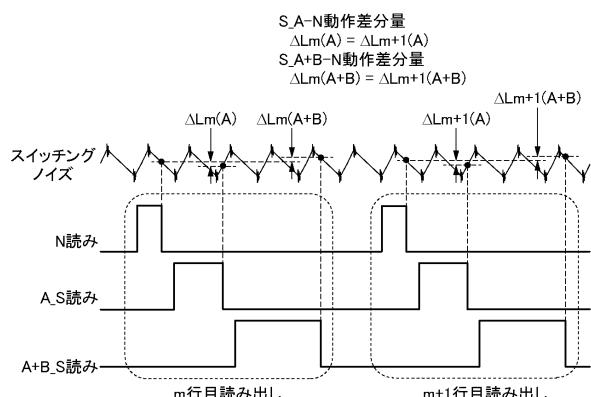
【図16】



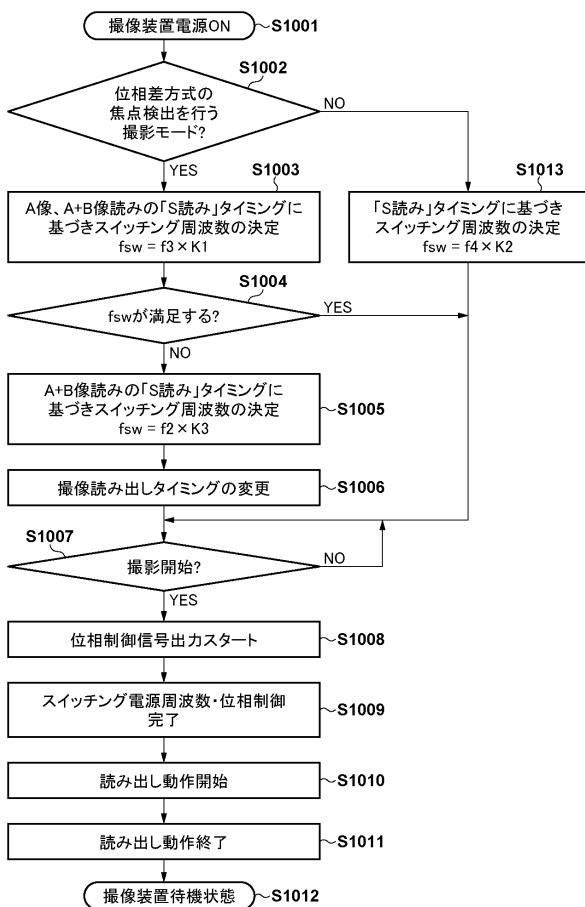
【図17】



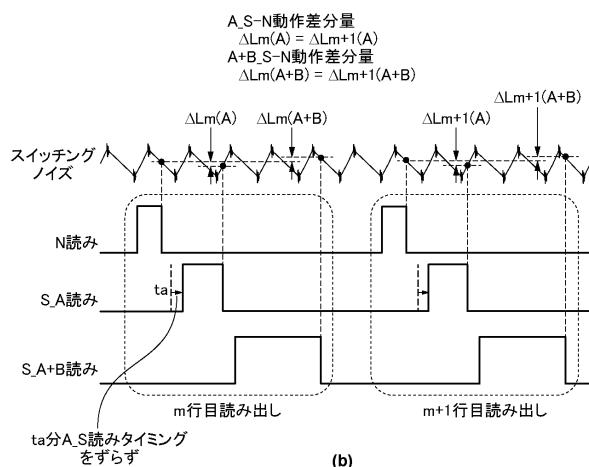
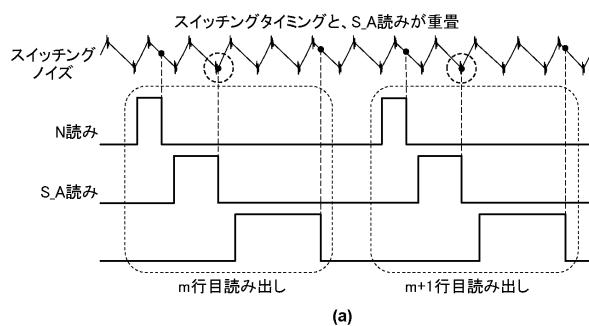
【図18】



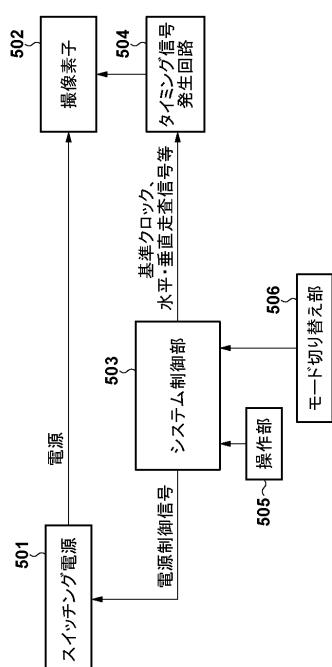
【図19】



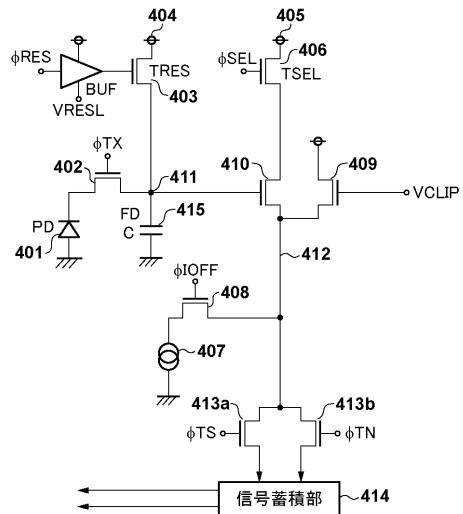
【図20】



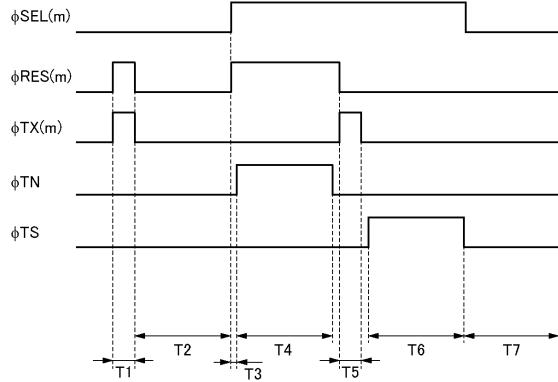
【図21】



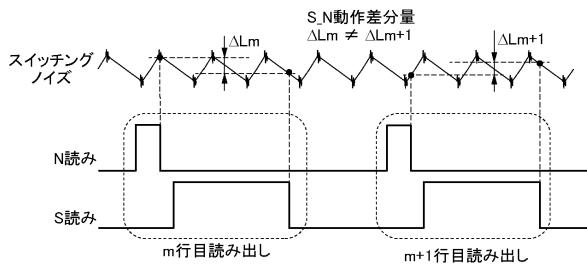
【図22】



【図23】



【図24】



フロントページの続き

(72)発明者 保科 貴之

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

(72)発明者 小野寺 弘晃

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 大西 宏

(56)参考文献 特開2008-219292(JP,A)

特開2010-050636(JP,A)

特開2015-115736(JP,A)

特開2015-126367(JP,A)

特開2016-111452(JP,A)

米国特許出願公開第2015/0163435(US,A1)

米国特許出願公開第2016/0165164(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/222 - 5/257