

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-24096

(P2011-24096A)

(43) 公開日 平成23年2月3日(2011.2.3)

(51) Int.Cl.

HO4N 5/335 (2011.01)

F 1

HO4N 5/335
HO4N 5/335P
E

テーマコード(参考)

5C024

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号

特願2009-168870 (P2009-168870)

(22) 出願日

平成21年7月17日 (2009.7.17)

(71) 出願人 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 100125254

弁理士 別役 重尚

(72) 発明者 中岡 宏

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F ターム(参考) 5C024 AX01 BX01 CX04 DX04 DX07
GX03 GY31 HX04 HX17 HX28

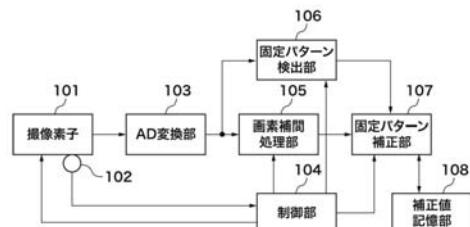
(54) 【発明の名称】撮像装置及びその制御方法、並びにプログラム

(57) 【要約】

【課題】撮像素子からの画像信号を欠落させず且つ蓄積時間にも制約を与えない、精度良く撮像素子の固定パターンを補正する。

【解決手段】撮像素子の撮像領域内に各列に少なくとも1つ以上の検出用画素を設け、該検出用画素の出力信号から、固定パターン検出部で撮像素子に起因する固定パターンを検出する。そして、検出された固定パターンに基づいて補正值を生成し、該補正值を用いて固定パターンを補正すると同時に、画素補間処理部で該検出用画素の補間を行う。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

露光量に応じた画像信号を生成する光電変換素子を備えた画像撮像用の複数の画素がマトリックス状に配置された撮像領域内の各列に少なくとも1つ以上の検出用画素を設けた撮像素子と、

前記画像撮像用の複数の画素及び前記検出用画素に対する読み出し動作をそれぞれ独立に制御する制御手段と、

前記検出用画素に対する読み出し動作より得られる信号出力から、前記撮像素子を用いて撮像された画像中の固定パターンを検出する固定パターン検出手段と、

前記検出された固定パターンに基づいて補正值を生成し、該補正值を用いて前記固定パターンを補正する固定パターン補正手段とを備えたことを特徴とする撮像装置。10

【請求項 2】

前記撮像素子は、前記撮像領域内の前記検出用画素と前記画像撮像用の複数の画素を同時に読み出し可能な構成としたことを特徴とする請求項1に記載の撮像装置。

【請求項 3】

前記検出用画素を、前記制御手段の制御信号に従って、前記固定パターンを検出するための動作と、前記画像信号を生成するための動作とで切り替え可能に構成したことを特徴とする請求項1または2に記載の撮像装置。20

【請求項 4】

前記検出用画素は、入射光を電荷に変換する変換手段、前記変換手段で発生した電荷を蓄積する蓄積手段、前記変換手段で発生した電荷を前記蓄積手段に転送する転送手段、及び、前記蓄積手段に蓄積された電荷を出力するスイッチを備えており、20

前記制御手段は、前記検出用画素において、前記転送手段が前記変換手段で発生した電荷を前記蓄積手段に転送しない状態で前記スイッチを動作させることで、前記検出用画素に前記固定パターンを検出するための動作をさせ、前記検出用画素において、前記転送手段が前記変換手段で発生した電荷を前記蓄積手段に転送した状態で前記スイッチを動作させることで、前記検出用画素に、前記画像信号を生成するための動作をさせることを特徴とする請求項3に記載の撮像装置。

【請求項 5】

前記画像撮像用の複数の画素は、入射光を電荷に変換する変換手段、前記変換手段で発生した電荷を蓄積する蓄積手段、前記変換手段で発生した電荷を前記蓄積手段に転送する転送手段、及び、前記蓄積手段に蓄積された電荷を出力するスイッチを備えており、30

前記制御手段は、前記画像撮像用の複数の画素の前記転送手段と、前記検出用画素の転送手段を、独立して制御することを特徴とする請求項4に記載の撮像装置。

【請求項 6】

前記検出用画素における前記画像信号を、前記制御手段の制御信号に従って、前記検出用画素の周囲に位置する前記画像撮像用の複数の画素の信号出力から補間する画素補間処理手段を有することを特徴とする請求項1乃至5のいずれか一項に記載の撮像装置。

【請求項 7】

前記制御手段は、前記撮像素子の温度変化に応じて、前記検出用画素を前記固定パターンを検出するための動作と、前記画像信号を生成するための動作とで切り替えることを特徴とする請求項3乃至5のいずれか1項に記載の撮像装置。40

【請求項 8】

前記固定パターン補正手段は、前記固定パターン検出手段で検出された固定パターンから、撮像領域全体の固定パターンを推測して補正值を生成することを特徴とする請求項1乃至7のいずれか一項に記載の撮像装置。

【請求項 9】

前記固定パターン補正手段で生成された補正值を記憶する補正值記録手段を有することを特徴とする請求項1乃至8のいずれか一項に記載の撮像装置。

【請求項 10】

10

20

30

40

50

前記固定パターンを検出する時間に応じて、前記固定パターン補正手段で生成された補正值と前記補正值記録手段に記録されている補正值に基づいて、新たな補正值を生成することを特徴とする請求項9に記載の撮像装置。

【請求項11】

前記固定パターン補正手段は、前記制御手段が前記検出用画素に前記固定パターンを検出するための動作をさせる場合には、前記検出用画素に対する読み出し動作より得られる信号出力から検出された固定パターンに基づいて生成された補正值を用いて前記固定パターンを補正し、前記制御手段が前記検出用画素に前記画像信号を生成するための動作をさせる場合には、前記補正值記録手段に記録されている補正值を用いて前記固定パターンを補正することを特徴とする請求項9または10に記載の撮像装置。

10

【請求項12】

露光量に応じた画像信号を生成する光電変換素子を備えた画像撮像用の複数の画素がマトリックス状に配置された撮像領域内の各列に少なくとも1つ以上の検出用画素を設けた撮像素子を有する撮像装置の制御方法であって、

前記画像撮像用の複数の画素及び前記検出用画素に対する読み出し動作をそれぞれ独立に制御する制御工程と、

前記検出用画素に対する読み出し動作より得られる信号出力から、前記撮像素子を用いて撮像された画像中の固定パターンを検出する固定パターン検出工程と、

前記検出された固定パターンに基づいて補正值を生成し、該補正值を用いて前記固定パ

20

ターンを補正する固定パターン補正工程とを備えたことを特徴とする撮像装置の制御方法。

【請求項13】

露光量に応じた画像信号を生成する光電変換素子を備えた画像撮像用の複数の画素がマトリックス状に配置された撮像領域内の各列に少なくとも1つ以上の検出用画素を設けた撮像素子を有する撮像装置の制御装置の制御方法を実現するための、コンピュータで読み取り可能なプログラムであって、

前記画像撮像用の複数の画素及び前記検出用画素に対する読み出し動作をそれぞれ独立に制御する制御ステップと、

前記検出用画素に対する読み出し動作より得られる信号出力から、前記撮像素子を用いて撮像された画像中の固定パターンを検出する固定パターン検出ステップと、

前記検出された固定パターンに基づいて補正值を生成し、該補正值を用いて前記固定パ

30

ターンを補正する固定パターン補正ステップとを備えたことを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像素子を用いた撮像装置及びその制御方法、並びに制御方法を実現するためのプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、固体撮像素子を用いた撮像では、その固体撮像素子に起因して発生する固定パターンが画像信号中に重畳することで画質劣化を起こすことが知られている。特に、MOS型撮像素子のように各画素乃至各列で増幅器を備えた撮像素子では、固定パターンが縦すじ状に発生してしまい、視覚的に検知し易いノイズとして問題となっている。

40

【0003】

そこで従来より、固定パターンを補正する技術が種々提案されている。例えば、撮像装置のレリーズがユーザより押されたら、本画像撮影動作に入る前にメカシャッタで遮光し、事前に露光していない時の固定パターンを取得する。その後に、取得した固定パターンをフレームバッファに記憶させ、本画像撮影後にバッファに記憶してある固定パターンを減算することで、固定パターンを補正する技術がある。

【0004】

50

さらには、特許文献1では、画像信号1枚分のフレームバッファを用いずとも、メカシヤッタで遮光した際に撮像素子から部分的に読み出し、画像信号1枚分の固定パターンを推測して生成することで、バッファを軽減する効果を持つ技術が開示されている。

【0005】

また特許文献2では、撮像領域の周辺に遮光されたオプティカルブラック領域を形成し、該オプティカルブラック領域から出力される信号出力から撮像素子の固定パターンを検出して補正する技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2006-121521号公報

【特許文献2】特開2004-015712号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上記特許文献1の技術では、固定パターンを取得する時間と本画像を撮影する時間を別個に設ける必要が生じる。例えばビデオカメラのようなシステムの場合、垂直同期信号に同期して連続的に画像信号を取得しなければならず、画像信号が欠落してしまう問題がある。或いは、垂直同期期間毎に固定パターンの取得と本画像の取得を行ったとしても、本画像を取得するための画像信号の蓄積時間に制約が生じてしまう。

20

【0008】

また、特許文献2の技術では、撮像領域内の画像信号上に現れる縦すじ状の固定パターンのレベルが垂直方向に変化する場合、周辺に配置されたオプティカルブラック領域からでは検出できないという問題があった。

【0009】

本発明は上記従来の問題点に鑑み、撮像素子から得られる画像信号を欠落させずに、且つ画像信号の蓄積時間にも制約を与えずに、精度良く撮像素子の固定パターンを補正することができる撮像装置及びその制御方法、並びにプログラムを提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成するために、本発明の撮像装置は、露光量に応じた画像信号を生成する光電変換素子を備えた画像撮像用の複数の画素がマトリックス状に配置された撮像領域内の各列に少なくとも1つ以上の検出用画素を設けた撮像素子と、前記画像撮像用の複数の画素及び前記検出用画素に対する読み出し動作をそれぞれ独立に制御する制御手段と、前記検出用画素に対する読み出し動作より得られる信号出力から、前記撮像素子を用いて撮像された画像中の固定パターンを検出する固定パターン検出手段と、前記検出された固定パターンに基づいて補正値を生成し、該補正値を用いて前記固定パターンを補正する固定パターン補正手段とを備えたことを特徴とする。

40

【0011】

本発明の撮像装置の制御方法は、露光量に応じた画像信号を生成する光電変換素子を備えた画像撮像用の複数の画素がマトリックス状に配置された撮像領域内の各列に少なくとも1つ以上の検出用画素を設けた撮像素子を有する撮像装置の制御方法であって、前記画像撮像用の複数の画素及び前記検出用画素に対する読み出し動作をそれぞれ独立に制御する制御工程と、前記検出用画素に対する読み出し動作より得られる信号出力から、前記撮像素子を用いて撮像された画像中の固定パターンを検出する固定パターン検出工程と、前記検出された固定パターンに基づいて補正値を生成し、該補正値を用いて前記固定パターンを補正する固定パターン補正工程とを備えたことを特徴とする。

【0012】

本発明のプログラムは、露光量に応じた画像信号を生成する光電変換素子を備えた画像

50

撮像用の複数の画素がマトリックス状に配置された撮像領域内の各列に少なくとも1つ以上の検出用画素を設けた撮像素子を有する撮像装置の制御装置の制御方法を実現するための、コンピュータで読み取り可能なプログラムであって、前記画像撮像用の複数の画素及び前記検出用画素に対する読み出し動作をそれぞれ独立に制御する制御ステップと、前記検出用画素に対する読み出し動作より得られる信号出力から、前記撮像素子を用いて撮像された画像中の固定パターンを検出する固定パターン検出ステップと、前記検出された固定パターンに基づいて補正值を生成し、該補正值を用いて前記固定パターンを補正する固定パターン補正ステップとを備えたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、撮像素子から得られる画像信号を欠落させずに、且つ画像信号の蓄積時間にも制約を与えずに、精度良く撮像素子の固定パターンを補正することが可能になる。

10

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の撮像装置の要部構成を示すブロック図である。

【図2】図1中の撮像素子の一部を示す回路構成図である。

【図3】ノイズ転送パルスの生成方法の一例を示す図である。

【図4】撮像素子の駆動時間と撮像素子の温度の関係の例を示すグラフである。

【図5】実施の形態における固定パターンの検出及び補正の処理手順をフローチャートである。

20

【図6】実施の形態における固定パターンの検出及び補正の処理手順をフローチャートである。

【図7】実施の形態における固定パターンの検出及び補正を説明するための図である。

【図8】補正係数Kと、固定パターンの検出動作時間tとの関係を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0016】

<本実施の形態における撮像装置の構成>

30

図1は、本発明の撮像装置の要部構成を示すブロック図である。

【0017】

この撮像装置は、撮像素子101、温度センサ102、AD変換部103、制御部104、画素補間処理部105、固定パターン検出部106、固定パターン補正部107、及び補正值記憶部108を備えている。

【0018】

撮像素子101は、光電変換素子を有し、制御部104が発生する制御信号を基にした駆動パルスで駆動され、被写体像を光電変換により電気信号（アナログ信号）に変換する。また、撮像素子101は、光電変換素子を備えた画像撮像用の複数の画素からなる撮像領域内に、各列少なくとも1つ以上の検出用画素（後述する）を配置している。

40

【0019】

撮像素子101から出力されるアナログ信号は、AD変換部103においてデジタル信号に変換され、デジタル信号として出力される。

【0020】

温度センサ102は、撮像素子101の温度を測定するためのセンサであり、撮像素子101の周辺或いは撮像素子101に直接配置される。温度センサ102は、サーミスター、半導体温度センサなどから成る温度計測器で構成されており、計測された撮像素子101の温度を撮像素子101の温度情報として制御部104に出力する。

【0021】

制御部104は、システム全体の動作の制御を行い、撮像素子101に対して蓄積時間

50

などの制御信号を出力する。即ち、制御部 104 は、固定パターン検出部 106 対して、温度センサ 102 から受け取った撮像素子 101 の温度情報と、撮像素子 101 の撮像領域内で検出用画素の位置情報を出力する。また、画素補間処理部 105 対しては、撮像素子 101 の撮像領域内で検出用画素の位置情報を出力する。さらには固定パターン補正部 107 対して、固定パターンの補正值を切り替えるタイミングを情報として出力する。なお、制御部 104 は、画像撮像用の複数の画素と、検出用画素をそれぞれ独立に制御することができる。

【0022】

画素補間処理部 105 は、A/D 変換部 103 から出力された画像信号に含まれている撮像領域の画像信号のうち、露光量に応じた信号レベルが得られない画素信号を周囲の画素信号から生成して置換する処理部である。即ち、画素補間処理部 105 は、画像撮像用の複数の画素のうち、検出用画素を欠陥画素とみなし、この欠陥画素を制御部 104 の制御信号に従って画像撮像用の複数の画素の信号出力から補間して、欠陥画素のない 1 枚の画像信号を生成する。検出用画素の位置は制御部 104 から出力される位置情報を基に判別され、画素補間された画像信号は、固定パターン補正部 107 へ出力される。

10

【0023】

固定パターン検出部 106 は、A/D 変換部 103 から出力された画像信号に含まれている撮像領域の画像信号のうち、露光量に応じた信号レベルが得られない画素信号から固定パターンを検出する。即ち固定パターン検出部 106 は、検出用画素から得られる信号出力から画像中の固定パターンを検出する機能を有する。

20

【0024】

固定パターン補正部 107 は、固定パターン検出部 106 より得られた固定パターンから補正值を生成し、画素補間処理部 105 から出力された画像信号に対し固定パターンを補正する機能を有する。即ち、固定パターン補正部は、固定パターン検出部で検出された固定パターンから、撮像領域全体の固定パターンを推測して補正值を生成する。また、固定パターン検出部 106 から出力された補正值を補正值記憶部 108 に出力する。

【0025】

補正值記憶部 108 は、固定パターン補正部 107 から出力された補正值を記憶する機能を有する。固定パターン補正部 107 からは補正值記憶部 108 を参照できるようになっている。

30

【0026】

図 2 は、図 1 中の撮像素子 101 の一部を示す回路構成図である。

【0027】

本実施の形態における撮像素子 101 は、XY アドレス型の走査方法を採る、例えば CMOS イメージセンサである。図 2 の例では、3 行 × 4 列のマトリックス状に配列された画素を示しているが、実際には通常、数十万～数千万の画素が並べられている。

【0028】

図 2 中の 201 は単位画素である。実際の撮像素子は単位画素 201 が所定のアスペクト比で 2 次元に配置される。また単位画素 201 每に R (赤)、G (緑)、B (青) いずれかの色相のカラーフィルタにより覆われてあり、例えば、カラーフィルタがペイヤー配列に並べられる。

40

【0029】

単位画素 201 は、フォト・ダイオード (以下、PD と記す) 202、転送スイッチ 203、フローティングデフュージョン部 (以下、FD と記す) 204、増幅 MOS アンプ 205、選択スイッチ 206、及びリセットスイッチ 207 を備えている。

【0030】

PD 202 は入射光を電荷に変換し、FD 204 は PD 202 で発生した電荷を一時的に蓄積しておく蓄積領域となる。転送スイッチ 203 は、PD 202 で発生した電荷を転送パルス pTX によって FD 204 に転送するための n-MOS パートンジスタである。またリセットスイッチ 207 は、リセットパルス pRES によって FD 204 に蓄積された

50

電荷を除去するためのn-MOSトランジスタである。増幅アンプ205はソースフォロアとして機能するn-MOSトランジスタである。選択スイッチ206は選択パルスpSELによって画素を選択するためのn-MOSトランジスタである。

【0031】

転送スイッチ203、リセットスイッチ207、選択スイッチ206のゲート電極は、行単位でそれぞれpTX、pRES、pSELを供給する信号線にそれぞれに接続され、垂直走査回路212によって選択走査される。209は増幅MOSアンプ205の負荷となる定電流源であり、単位画素201と定電流源209は信号出力線208を介して列アンプ・読み出し回路213に列単位で接続される。FD204、増幅MOSアンプ205、及び定電流源209でフローティングディフュージョンアンプが構成される。選択スイッチ206で選択された画素のFD204に蓄積された信号電荷が電圧に変換され、信号出力線208を経て、列アンプ・読み出し回路213に出力される。

10

【0032】

210は列アンプ・読み出し回路213から出力する信号を選択する出力選択スイッチであり、水平走査回路214によって駆動される。211は列アンプ・読み出し回路213から出力された信号を撮像素子101の外部に出力する出力アンプである。

【0033】

なお、図2に示す例では、1チャンネル読み出し構成を示しているが、複数チャンネルに分けて読み出しを高速化するように構成しても良い。例えば、2チャンネル分の読み出し回路と水平走査回路を持たせ、奇数列と偶数列を別々に読み出すような構成にしても良い。

20

【0034】

216、217は単位画素201と同じ構成を持つ検出用画素であり、PD202、FD204、増幅MOSアンプ205、選択スイッチ206、及びリセットスイッチ207を備えている。但し、単位画素201では転送スイッチ203が転送パルスpTXに接続されていたのに対し、検出用画素216、217では、転送スイッチ203の代わりに設けられた転送スイッチ218がノイズ転送パルスpTXNに接続されている。

【0035】

ノイズ転送パルスpTXNは転送パルス制御回路215で生成され、1行分の画素が選択された際に、制御部104が出力する制御信号に応じて転送パルスpTXと制御信号から作られる信号である。

30

【0036】

図3(a)、(b)は、転送パルス制御回路215で生成されるノイズ転送パルスpTXNの生成方法の一例を示す図である。同図(a)は回路構成を示し、同図(b)は転送パルスpTXと制御信号gateからpTXNを生成したときのタイミングを示している。

【0037】

ノイズ転送パルスpTXNの生成するための回路は、図3(a)に示すように、電源VddとグランドGND間に、n-MOSトランジスタ301、302、303が接続されている。

40

【0038】

図3(b)において、時刻t301から時刻t303までが1行分の転送パルスを出力する期間を表している。時刻t301で、スイッチ302がONになり、時刻t302で転送パルスpTXが出力されると、スイッチ301もONとなって、グランドGND電位がスイッチ303に供給される。すると、スイッチ303がOFFになり、ノイズ転送パルスpTXNは電源Vdd電位を出力する。時刻t303でスイッチ301がOFFになると、スイッチ303はONになり、ノイズ転送パルスpTXNはグランドGND電位となる。制御信号gateがOFFの時にはスイッチ302がOFFとなり、スイッチ303はON状態で、ノイズ転送パルスpTXNはグランドGND電位になったままになる。

【0039】

50

以上のようにして、転送パルス p T X と制御信号 g a t e からノイズ転送パルス p T X N が生成される。これにより、検出用画素 216, 217 の P D 202 に蓄積された信号電荷を転送する / 転送しないという動作の切り替えを、制御部 104 からの制御信号 g a t e で制御することが可能となる。即ち、制御部 104 の制御信号 g a t e に従って、検出用画素 216, 217 において、固定パターン検出用としての機能と、画像信号取得用としての機能との切り替えを行えるようになっている。

【0040】

つまり、制御信号 g a t e を O F F にした状態で、それぞれの選択スイッチ 206 をオンにして各画素の信号レベルの出力を行えば、検出用画素 216, 217 では、ノイズ転送パルス p T X N が O N されない。そのため、検出用画素 216, 217 からは、P D 202 で発生した電荷が F D 204 に転送されずに信号レベルが出力されることになる。この検出用画素 216, 217 から得られる信号レベルは、P D 202 で発生した電荷とは関係なく、F D 204、増幅M O Sアンプ 205、及び定電流源 209 で構成されたフローティングディフュージョンアンプに含まれるノイズ成分に応じたものとなる。

10

【0041】

これに対し、検出用画素 216, 217 以外の画素では、転送パルス p T X が O N される。そのため、検出用画素 216, 217 以外の画素からは、P D 202 で発生した電荷が F D 204 に転送されているため、上述したノイズ成分だけでなく、この F D 204 に転送された電荷に応じた信号レベルが出力されることになる。

20

【0042】

反対に、制御信号 g a t e を O N にした状態で、それぞれの選択スイッチ 206 をオンにして各画素の信号レベルの出力を行えば、転送パルス p T X とノイズ転送パルス p T X N がともに O N される。そのため、全ての画素から、F D 204 に転送された電荷に応じた信号レベルが出力されることになる。

【0043】

したがって、検出用画素 216, 217 を、撮像素子 101 の撮像領域内の各列に少なくとも 1 つ以上配置することで、撮像素子 101 に発生している列アンプのオフセットばらつきに起因した縦すじ状の固定パターンを検出することが可能になる。

【0044】

<本実施の形態における固定パターン検出・補正処理>

30

次に、図 4、図 5 及び図 6 を用いて、固定パターンの検出・補正方法の処理手順について説明する。

【0045】

図 4 は、撮像素子 101 の駆動時間と撮像素子 101 の温度の関係の例を示すグラフである。図 4 中の曲線 401 は撮像素子 101 の温度が、撮像素子 101 の駆動開始から時間と共に上昇している様子を表している。

【0046】

図 5 及び図 6 は、実施の形態における固定パターンの検出及び補正の処理手順をフローチャートである。

40

【0047】

(A) 撮像素子の駆動開始から所定時間経過までの処理手順

まず、撮像素子 101 が駆動を開始してから所定時間が経過するまで (図 4 の 402 から 403 の期間 (a)) の固定パターンの検出及び補正の処理手順について、図 5 のフローチャートに従って説明する。

【0048】

図 5 のステップ S501 では、ノイズ転送パルス p T X N を O F F にするため、制御部 104 は制御信号 g a t e を O F F にする。検出用画素からは、P D 202 で発生した電荷とは関係なく、F D 204、増幅M O Sアンプ 205、及び定電流源 209 で構成されたフローティングディフュージョンアンプに含まれるノイズ成分に応じた信号レベルが出力される。検出用画素以外の画素からは、F D 204 に転送された電荷に応じた信号レベ

50

ルが出力される。そのため、撮像素子 101 から出力される画像信号は、検出用画素以外の画素においては露光量に応じた画像信号としての信号レベルが出力され、検出用画素においては露光量によらずにノイズ成分に応じた信号レベルが出力されたものとなる。次のステップ S502 では、撮像素子 101 から得られる画像信号に含まれる検出用画素の信号レベルから、固定パターン検出部 106 で各列に発生するノイズの固定パターンを検出する。また、検出用画素の位置における露光量に応じた画像信号としての信号レベルを、その周囲の画素の信号レベルを用いて補間する。続くステップ S503 では、検出した固定パターンのデータから、固定パターン補正部 107 において画像信号に発生している固定パターンを補正するための補正值を生成する。

【0049】

次のステップ S504 では、画素補間処理部 105 から出力される画像信号に対し、生成した補正值で固定パターンを補正する。続くステップ S505 では、撮像素子 101 の駆動を開始してから所定時間が経過したかどうかの判別を行う。所定時間が経過していない場合は、ステップ S502 に戻り、固定パターンの検出・補正動作（ステップ S502 からステップ S504）を繰り返す。

【0050】

ステップ S506 では、所定時間が経過したと判断された場合、初期起動時の撮像素子 101 の温度 T_i を温度センサ 102 から取得する。次のステップ S507 では、初期起動時の温度 T_i を基準温度 T_b とし、以降撮像素子 101 の温度変化を測定する際の基準温度とする。続くステップ S508 では、生成した補正值を補正值記憶部 108 に記録する。

【0051】

(B) 所定時間経過後の処理手順

次に、撮像素子 101 が所定時間駆動した後（図 4 の 403 以降の期間 (b)）の固定パターンの検出及び補正の処理手順について、図 6 のフローチャートに従って説明する。

【0052】

まずステップ S509 では、撮像素子 101 の現在の温度 T_p を温度センサ 102 から取得する。次のステップ S510 では、撮像素子 101 の基準温度 T_b と現在の温度 T_p の差分の絶対値を算出し、撮像素子 101 の温度変化 T （図 4 参照）を取得する。続くステップ S511 では、温度変化 T と予め設定した閾値 T_{th} とを比較し、閾値 T_{th} よりも温度変化 T が小さいと判断された場合は、ステップ S520 へ進む。

【0053】

ステップ S520 では、画素のノイズ転送パルス p_{TXN} を ON にするため、制御部 104 は制御信号 $gate$ を ON にする。検出用画素を含む全ての画素から、FD204 に転送された電荷に応じた画像信号としての信号レベルが出力される。次のステップ S521 では、補正值記憶部 108 に記憶されている補正值を取得する。続くステップ S522 では、撮像素子 101 から得られる画像信号に対して固定パターンの補正を行い、ステップ S509 へ戻る。

【0054】

ステップ S511 において、閾値 T_{th} よりも温度変化 T が大きいと判断された場合はステップ S512 へ進む。

【0055】

ステップ S512 では、固定パターンを検出するため画素のノイズ転送パルス p_{TXN} を OFF にするため、制御部 104 は制御信号 $gate$ を OFF にする。検出用画素からは、PD202 で発生した電荷とは関係なく、FD204、増幅MOSアンプ 205、及び定電流源 209 で構成されたフローティングディフュージョンアンプに含まれるノイズ成分に応じた信号レベルが出力される。検出用画素以外の画素からは、FD204 に転送された電荷に応じた信号レベルが出力される。次のステップ S513 では、撮像素子 101 から得られる画像信号に含まれる検出用画素の信号レベルから、固定パターン検出部 106 で各列に発生するノイズの固定パターンを検出する。また、検出用画素の位置にお

10

20

30

40

50

ける露光量に応じた画像信号としての信号レベルを、その周囲の画素の信号レベルを用いて補間する。続くステップ S 5 1 4 では、検出した固定パターンのデータから、固定パターン補正部 1 0 7 において画像信号に発生している固定パターンを補正するための補正值を生成する。

【 0 0 5 6 】

ステップ S 5 1 5 では、画素補間処理部 1 0 5 から出力される画像信号に対し、生成した補正值で固定パターンを補正する。そして次のステップ S 5 1 6 では、撮像素子 1 0 1 の温度変化 T が閾値 T_{th} を超えたことによる固定パターンの検出の開始（ステップ S 5 1 3、図 4 の 4 0 4）から、所定時間が経過したかどうかの判別を行う。所定時間が経過していない場合は、ステップ S 5 1 3 に戻り、固定パターンの検出・補正動作（ステップ S 5 1 3 からステップ S 5 1 5）を繰り返す。

10

【 0 0 5 7 】

次のステップ S 5 1 7 では、所定時間が経過したと判断された場合、現在の撮像素子 1 0 1 の温度 T_p を温度センサ 1 0 2 から取得する。そしてステップ S 5 1 8 では、現在の撮像素子 1 0 1 の温度 T_p を基準温度 T_b とし、撮像素子 1 0 1 の温度変化を測定する際の基準温度を更新する。またステップ S 5 1 9 では、ステップ S 5 1 4 で生成した補正值を補正值記憶部 1 0 8 に記録する。

【 0 0 5 8 】

上記フローに記載したように、撮像素子 1 0 1 の温度変化に応じて制御部 1 0 4 が制御信号 $gate$ を ON / OFF することで、固定パターン検出用と画像信号取得用に検出用画素を切り替えることが実現可能となり、固定パターンの検出を制御することができる。

20

【 0 0 5 9 】

（C）固定パターン検出部 1 0 6 及び固定パターン補正部 1 0 7 の動作

次に、前述した固定パターン検出及び補正の処理手順における、固定パターン検出部 1 0 6 の動作、及び固定パターン補正部 1 0 7 による固定パターンの補正動作について図 7 (a), (b) を参照して説明する。図 7 (a), (b) は、本実施の形態における固定パターンの検出及び補正を説明するための図である。

20

【 0 0 6 0 】

撮像素子 1 0 1 は図 2 に示したように、撮像領域内の任意の位置に、画像信号の読み出しとノイズの読み出しを、制御信号 $gate$ で切り替え可能な構造を形成している。画像信号上に現れる固定パターンには画素毎に現れるものと、撮像素子 1 0 1 に形成されている列アンプのオフセットばらつきによる縦すじ状のものが上げられるが、特に縦すじ状のものに関しては視覚上ノイズとして認識し易い性質を持ちうる。従って、該検出用画素を各列に少なくとも 1 つずつ配置することにより、各列に発生している固定パターンを検出することが可能となり、各列のオフセットばらつきを補正することができる。図 7 (a) は、撮像素子 1 0 1 上に配置された検出用画素の様子を示している。

30

【 0 0 6 1 】

図 7 (a) 中の 6 0 1 は撮像領域中の任意の 1 列を示しており、列 6 0 1 に形成されている画素のうち、複数の画素 6 0 2 ~ 6 0 4 を検出用画素として配置している。また、固定パターンが各列ごとに均一なオフセットを持つ場合だけではなく、列方向（垂直方向）に変化する場合には、検出用画素を各列の先頭ラインから最終ラインまで等間隔又はそれに準ずる並びで配置する。これにより、垂直方向の固定パターンの変化も検出が可能となる。

40

【 0 0 6 2 】

図 7 (b) は、図 7 (a) の列 6 0 1 を抜粋したもので、図 7 (b) 中の 6 0 2 A ~ 6 0 4 A が検出用画素 6 0 2 ~ 6 0 4 から検出した固定パターンの値である。固定パターン検出部 1 0 6 は、制御部 1 0 4 から検出用画素のアドレスを取得し、該当するアドレスの信号レベルを固定パターンと認識して検出動作を行う。

【 0 0 6 3 】

固定パターン補正部 1 0 7 では、前述のようにして検出した信号レベルから、撮像領域

50

内の画素全ての補正值を生成する。ここで、図7(b)から明らかなように、固定パターン検出部106で得られた固定パターン602A～604Aは、検出用画素602～604を配置した間隔で、列方向に離散的に存在する。このような場合、発生している固定パターンの種類によって、以下の2つの代表的な補正值の生成方法(パターン1、パターン2)が考えられる。

【0064】

パターン1:

1つは、該列に均一なオフセットとして固定パターンが発生している場合である。この場合、各列に1つの補正值を生成することで、固定パターンの補正が可能となる。従って、各列に配置された検出用画素から得られた信号レベルの加算平均の結果を該列の各画素の固定パターン補正值とする。或いは、連続して撮像されるビデオカメラのようなシステムの場合、時間方向にも加算平均することで、さらに補正值の精度が向上する。

10

【0065】

パターン2:

2つ目の方法は、該列の垂直方向に固定パターンが変化する場合である。この場合、図7(b)に示すように該列の撮像領域内の画素に対し、得られた固定パターン602A、603A、604Aの値から補正值を生成する必要がある。そのため、例えば、固定パターン602Aと603Aの信号レベルからその間の固定パターンの値を線形補間で算出したり、2つ以上の固定パターンから曲線近似で算出することで補正值を生成する。

20

【0066】

以上、2つの代表的な補正值の生成方法について述べたが、撮像素子101の特性に応じて上記2つの補正值生成方法を切り替えて固定パターン補正值を生成するようにしても構わない。

【0067】

(D) 生成した補正值で画像信号を補正する方法

生成した補正值で画像信号を補正する方法については、次の通りである。即ち、上記2つのパターンのいずれにおいても撮像素子101の撮像領域内の各画素に対して固定パターンの補正值が生成されている。その結果、画像信号に対し補正值を減算することで列ごとのオフセットばらつきを排除することができる。

30

【0068】

(E) 画素補間処理部105の動作

次に画素補間処理部105の動作について説明する。

撮像素子101から出力された画像信号は、A/D変換部103でデジタル信号に変換されて、固定パターン検出部106と画素補間処理部105へ出力される。

【0069】

固定パターンを検出する場合、制御部104から、撮像素子101に配置された固定パターン検出用の検出用画素のアドレスを位置情報として固定パターン検出部106及び画素補間処理部105へ出力する。固定パターン検出部106において該アドレスから固定パターンを検出する方法については前述した通りである。なお、固定パターン検出時には該検出用画素は欠陥画素となるため、同時に、画素補間処理部105において該アドレスを基に欠陥画素に画像情報を補間して埋め合わせるような処理が行われる。欠陥画素に対する画像情報の補間については、いわゆるキズ補正のような周囲の画素信号からメディアンフィルタを施して該欠陥画素を置き換えるなどの方法が一般的である。

40

【0070】

本実施の形態では、撮像素子101の列ごとのオフセットばらつきを補正するものであるから、特に上下の同色隣接画素の加算平均などで置き換えるのが望ましい。或いは、上下左右の同色隣接画素のうち、列方向の画素についての重み付けを大きくして加算平均し、該欠陥画素と置き換えることで、画像情報の精度を高める方法などが考えられる。

【0071】

上記画素補間処理部105の処理は、前述したように固定パターン検出と同時に行うよ

50

うに構成されている。つまり、固定パターンの検出と並列して動作するように制御部 104 が制御している（図 5 のステップ S502、及び図 6 のステップ S513 を参照）。

【0072】

以上、固定パターンの検出及び補正についてこれまで述べてきたが、図 5 及び図 6 に示した一連の処理の中で、固定パターンの補正值が切り替わるタイミングが存在する。図 4 に示したように、撮像素子 101 の温度変化 T が閾値 T_{th} を超えたときに、補正值記憶部 108 を参照していた補正值から新たに検出した固定パターンから算出した補正值に切り替わる（図 4 の 404、405）。そのため、ビデオカメラなどの連続した撮影を行うシステムでは、補正の切り替わり目が目立ってしまう問題がある。そこで、補正值記憶部 108 に記憶されている補正值と、固定パターン検出部 106 で取得した信号レベルから生成した補正值から新たな補正值を生成することで、補正の切り替わりを緩和させる。図 8 は、補正值の切り替わりを緩和させるための補正係数 K と、固定パターンの検出動作時間 t との関係を示すグラフである。

10

【0073】

ビデオカメラなどのシステムでは、補正係数 K は離散的なテーブルで予め保持するか、時定数を持つ式などで離散的に算出できるのが望ましく、本実施の形態では、図 8 に示すように、補正係数 K は、検出動作の時間 t_n に対応して離散的な値 K_n を持つものとする。制御部 104 から補正值の切り替えを行う制御信号が出力されたとき、補正值 $C(x, y)$ は次の式（1）から新たに生成される。補正值記憶部 108 に記録されている補正值を $S(x, y)$ 、新たに固定パターン補正部 107 で生成された補正值を $N(x, y)$ とする。

20

【0074】

$$C(x, y) = K_n \times S(x, y) + (1 - K_n) \times N(x, y) \dots (1)$$

但し、 x, y は、撮像素子 101 の水平（ x ）と垂直（ y ）のアドレス。即ち、固定パターンの検出動作の時間経過に従い、保持してある補正值と新たに検出した補正值の加算平均比率を徐々に新たに検出した補正值へとシフトさせることで、補正の切り替わり目を緩和させるように動作する。

30

【0075】

<本実施の形態に係る利点>

以上説明したように、固定パターンを検出するときであっても、撮像素子から露光量に応じた画像信号を生成することが可能となる。そのため、撮像素子に二次元方向の固定パターンが発生した場合でも、撮像素子からの露光量に応じた画像信号の読み出しを間欠的にすることなく、良好な固定パターンの補正動作が可能となる。

40

【0076】

<他の実施の形態>

本実施の形態では、撮像素子 101 が駆動を開始してから一定時間（図 4 の（a））のうちに固定パターンを検出して補正する場合について説明した。その他に、初期状態として、例えば工場出荷時に基準温度 T_b と補正值を補正值記憶部 108 に記憶させておき、図 5（a）のフローを簡略することも可能である。

【0077】

また、本実施の形態では、検出用画素について、制御部 104 からの制御信号 $gate$ により転送ゲートの ON / OFF を切り替えて信号電荷を読み出す / 読み出さないという制御を行うように構成した。このような構成に限定されず、例えば検出用画素を予め光電変換素子を持たない画素で構成しても構わないし、また、検出用画素を予め遮光してある画素で構成しても構わない。これらの場合、通常画素との切り替えは不可能であるが、画像信号の取得と固定パターンの取得を同時にえること、且つ、固定パターンが垂直方向に変化する場合でも精度良く固定パターンの補正が行えること等の効果は同等に得られる。

【0078】

また、本発明の目的は、以下の処理を実行することによっても達成される。即ち、上述

50

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コードを記録した記憶媒体を、システム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ（またはC P UやM P U等）が記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出す処理である。

【0079】

この場合、記憶媒体から読み出されたプログラムコード自身が前述した実施の形態の機能を実現することになり、そのプログラムコード及び該プログラムコードを記憶した記憶媒体は本発明を構成することになる。

【0080】

また、プログラムコードを供給するための記憶媒体としては、次のものを用いることができる。例えば、フロッピー（登録商標）ディスク、ハードディスク、光磁気ディスク、C D - R O M、C D - R、C D - R W、D V D - R O M、D V D - R A M、D V D - R W、D V D + R W、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、R O M等である。または、プログラムコードをネットワークを介してダウンロードしても良い。

10

【0081】

また、コンピュータが読み出したプログラムコードを実行することにより、上記実施の形態の機能が実現される場合も本発明に含まれる。加えて、そのプログラムコードの指示に基づき、コンピュータ上で稼動しているO S（オペレーティングシステム）等が実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれる。

20

【0082】

更に、前述した実施形態の機能が以下の処理によって実現される場合も本発明に含まれる。即ち、記憶媒体から読み出されたプログラムコードが、コンピュータに挿入された機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書き込まれる。その後、そのプログラムコードの指示に基づき、その機能拡張ボードや機能拡張ユニットに備わるC P U等が実際の処理の一部または全部を行う場合である。

【符号の説明】

【0083】

101 撮像素子

30

102 温度センサ

104 制御部

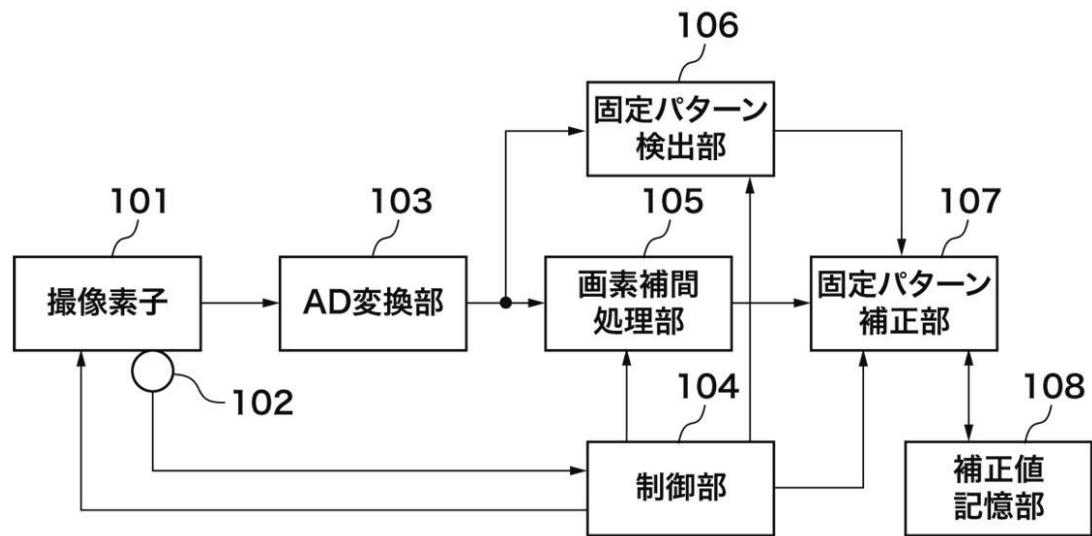
105 画素補間処理部

106 固定パターン検出部

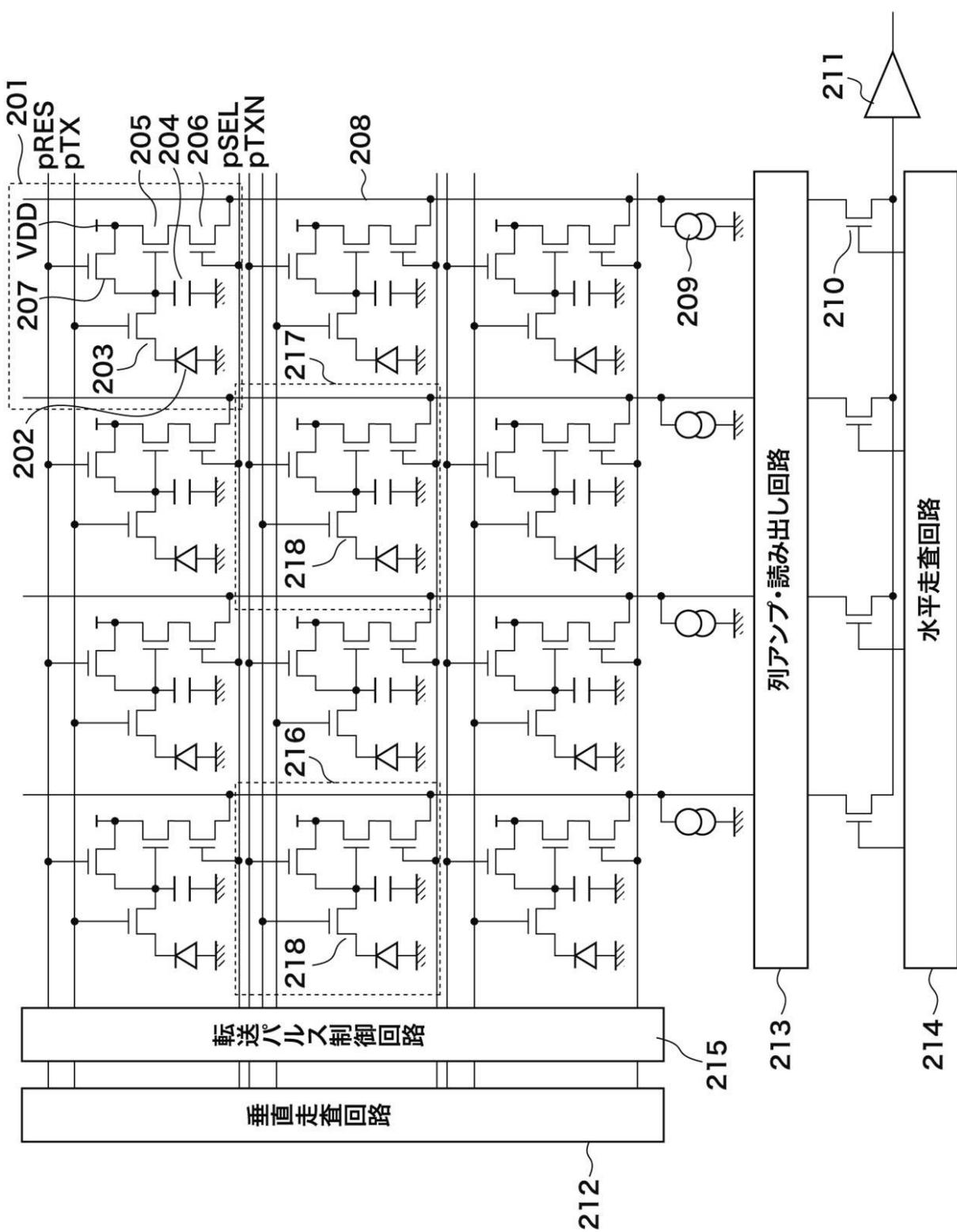
107 固定パターン補正部

108 補正值記憶部

【図1】

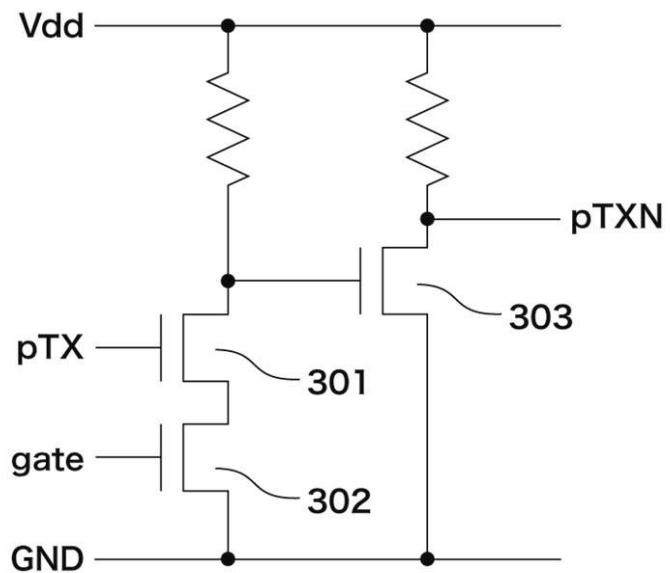


【図2】

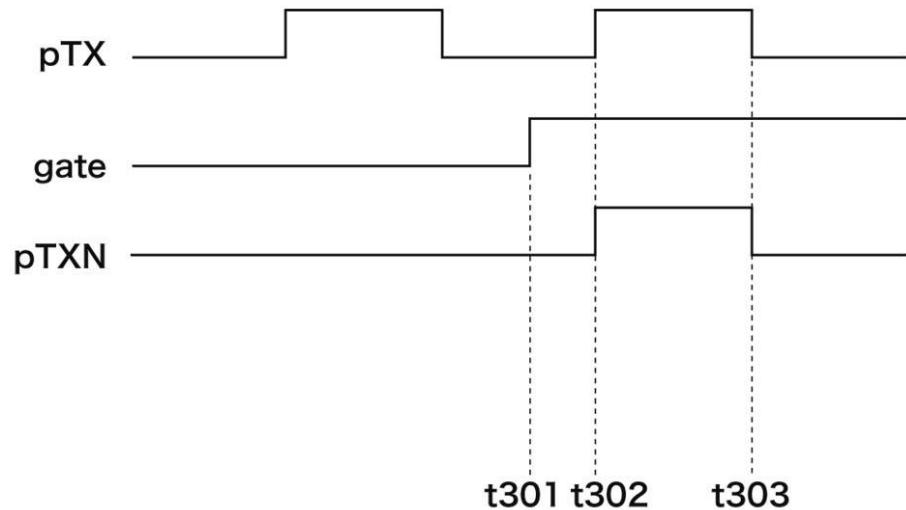


【図3】

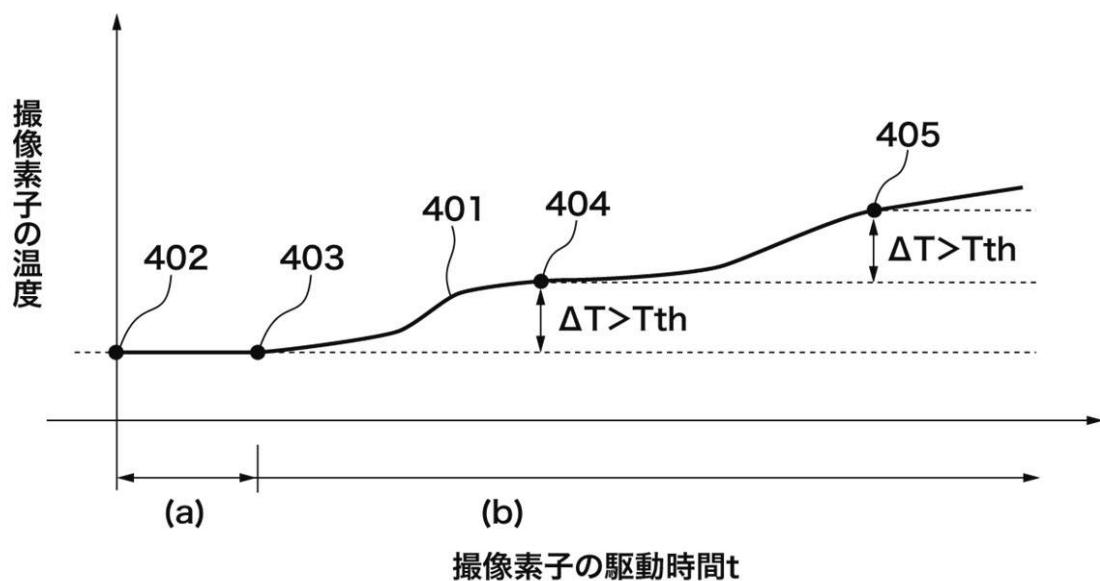
(a)



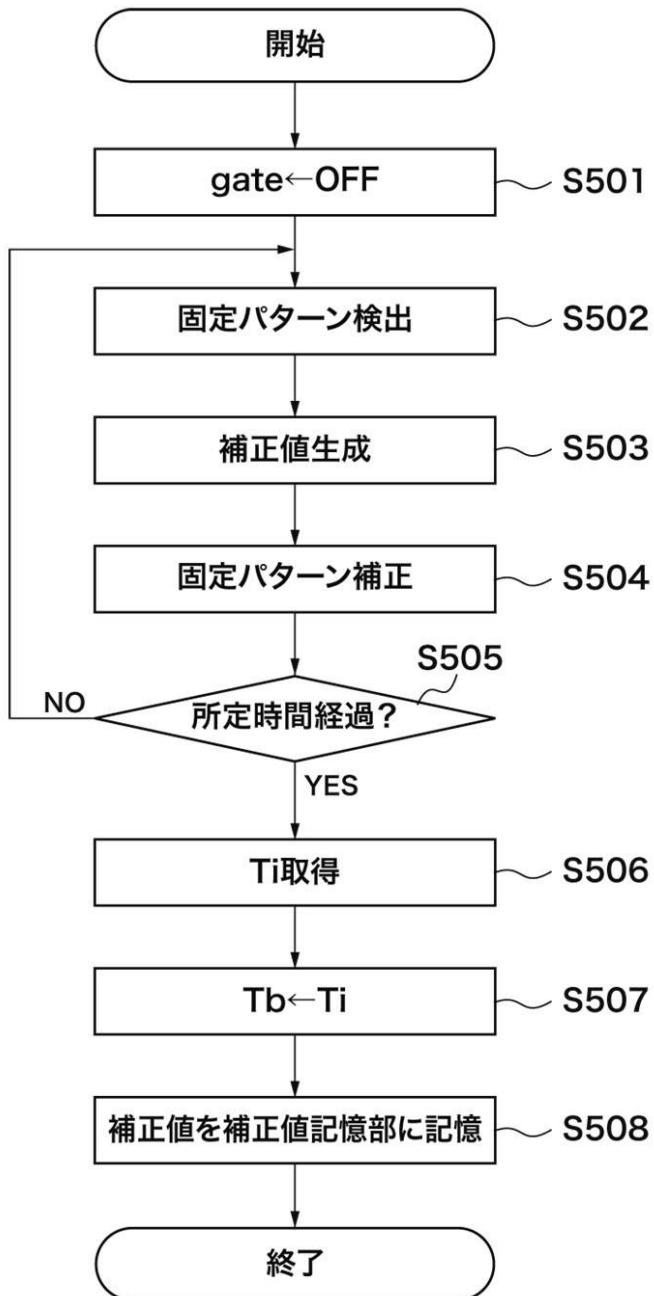
(b)



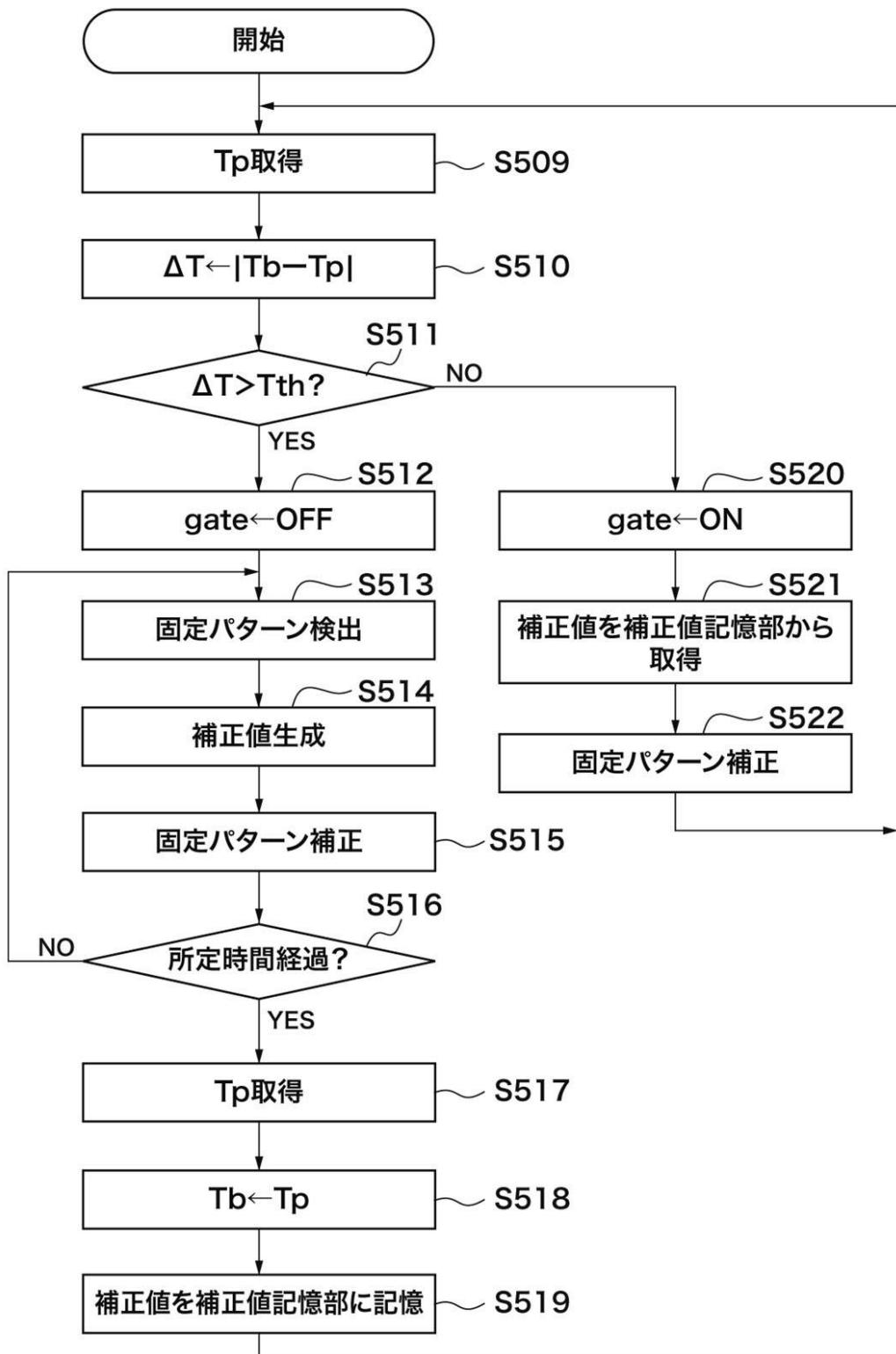
【図4】



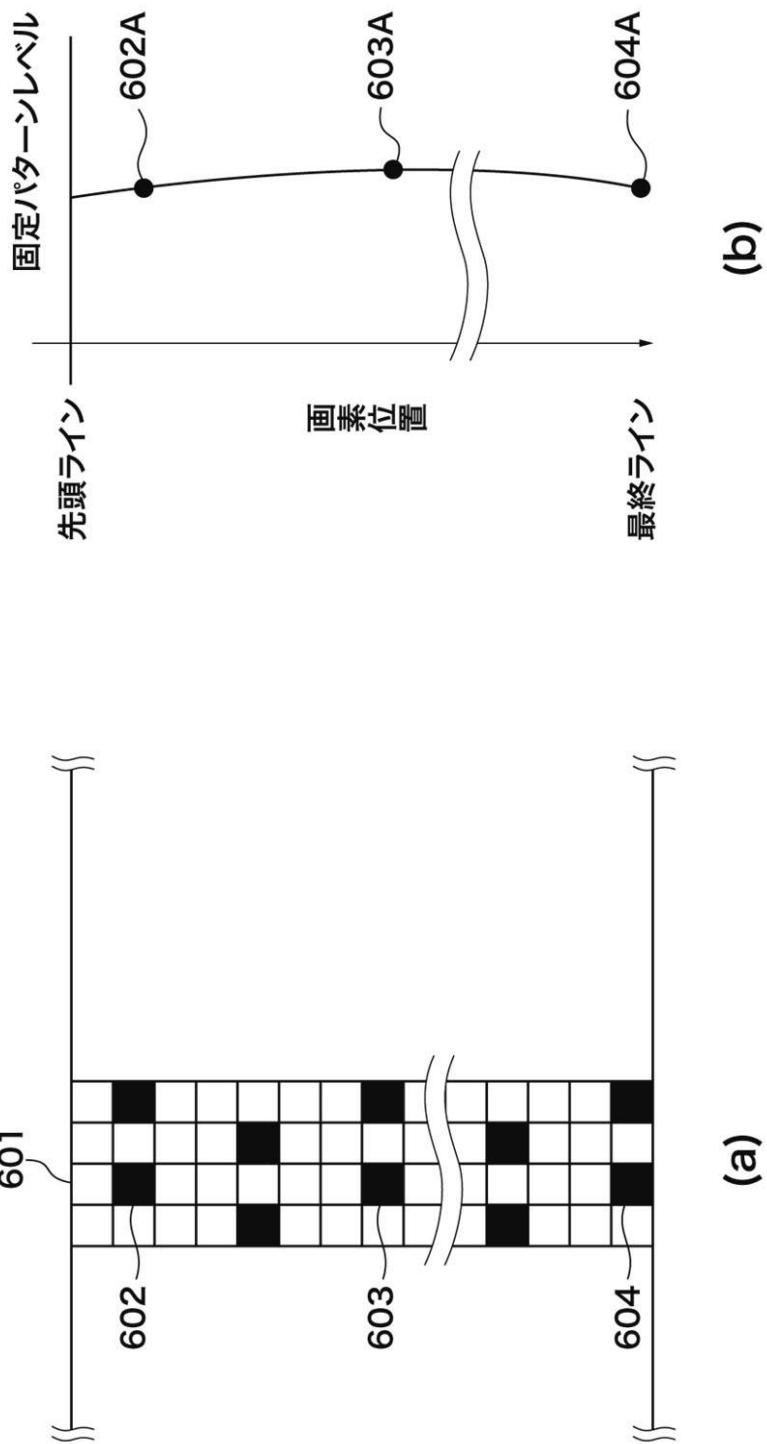
【図5】



【図6】



【図 7】



【図 8】

