

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6470589号
(P6470589)

(45) 発行日 平成31年2月13日 (2019. 2. 13)

(24) 登録日 平成31年1月25日 (2019. 1. 25)

(51) Int. Cl.

F I

H O 4 N 5/225 (2006. 01)

H O 4 N 5/225 3 0 0

H O 4 N 5/232 (2006. 01)

H O 4 N 5/232

H O 4 N 5/335 (2011. 01)

H O 4 N 5/335

請求項の数 10 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2015-33194 (P2015-33194)
 (22) 出願日 平成27年2月23日 (2015. 2. 23)
 (65) 公開番号 特開2016-158033 (P2016-158033A)
 (43) 公開日 平成28年9月1日 (2016. 9. 1)
 審査請求日 平成30年1月30日 (2018. 1. 30)

(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 100112508
 弁理士 高柳 司郎
 (74) 代理人 100115071
 弁理士 大塚 康弘
 (74) 代理人 100116894
 弁理士 木村 秀二
 (74) 代理人 100130409
 弁理士 下山 治
 (74) 代理人 100134175
 弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置およびその制御方法、プログラム、並びに記憶媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の画素が2次元状に配列され、前記画素に蓄積された信号を読み出す読み出し回路を含む撮像素子と、

前記撮像素子に応力を発生させ、撮像面を湾曲させる駆動手段と、

前記撮像面が湾曲することにより変化する前記読み出し回路の信号読み出し特性に応じて、前記撮像素子の信号蓄積動作を行う場合に前記撮像素子が受ける応力が前記撮像素子の信号読み出し動作を行う場合に前記撮像素子が受ける応力よりも大きくなるように前記駆動手段を制御する制御手段と、
 を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記制御手段は、前記信号読み出し動作を行う場合に前記撮像素子が受ける応力がゼロになるように前記駆動手段を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 3】

複数の画素が2次元状に配列され、前記画素に蓄積された信号を読み出す読み出し回路を含む撮像素子と、

前記撮像素子の撮像面を湾曲させる駆動手段と、

前記撮像面が湾曲することにより変化する前記読み出し回路の信号読み出し特性に応じて、前記撮像素子の信号蓄積動作を行う場合の前記撮像面の曲率が前記撮像素子の信号読み出し動作を行う場合の前記撮像面の曲率よりも大きくなるように前記駆動手段を制御す

る制御手段と、
を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 4】

前記撮像素子に対する露光を制御するシャッターをさらに有し、

前記制御手段は、前記信号蓄積動作を行う場合に前記シャッターを開動作させ、前記信号読み出し動作を行う場合に前記シャッターを閉動作させるように制御することを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 5】

前記制御手段は、前記撮像素子を露光して第 1 の画像を撮像する第 1 の撮像処理と、前記撮像素子を遮光した状態で第 2 の画像を撮像する第 2 の撮像処理を実行し、

前記第 1 の撮像処理時と前記第 2 の撮像処理時とで前記駆動手段が前記撮像素子に対して同様の制御を行うように制御することを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 6】

前記第 1 の撮像処理により得た第 1 の画像を、前記第 2 の撮像処理により得た第 2 の画像を用いて補正する処理手段をさらに有することを特徴とする請求項 5 に記載の撮像装置。

【請求項 7】

駆動手段が、複数の画素が 2 次元状に配列され、前記画素に蓄積された信号を読み出す読み出し回路を含む撮像素子に応力を発生させ、撮像面を湾曲させる駆動ステップと、

制御手段が、前記撮像面が湾曲することにより変化する前記読み出し回路の信号読み出し特性に応じて、前記撮像素子の信号蓄積動作を行う場合に前記撮像素子が受ける応力が前記撮像素子の信号読み出し動作を行う場合に前記撮像素子が受ける応力よりも大きくなるように前記駆動手段を制御する制御ステップと、
を有することを特徴とする撮像装置の制御方法。

【請求項 8】

駆動手段が、複数の画素が 2 次元状に配列され、前記画素に蓄積された信号を読み出す読み出し回路を含む撮像素子の撮像面を湾曲させる駆動ステップと、

制御手段が、前記撮像面が湾曲することにより変化する前記読み出し回路の信号読み出し特性に応じて、前記撮像素子の信号蓄積動作を行う場合の前記撮像面の曲率が前記撮像素子の信号読み出し動作を行う場合の前記撮像面の曲率よりも大きくなるように前記駆動手段を制御する制御ステップと、
を有することを特徴とする撮像装置の制御方法。

【請求項 9】

コンピュータを、請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載された撮像装置の各手段として機能させるためのプログラム。

【請求項 10】

コンピュータを、請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載された撮像装置の各手段として機能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。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像装置およびその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

CMOS や CCD などの固体撮像素子を用いて撮影を行うデジタルカメラなどの撮像装置において、レンズ収差を補正するために、撮像面を湾曲させた構造の撮像素子が提案されている（特許文献 1 参照）。特許文献 1 のように、撮像素子の撮像面を湾曲させることで、レンズから入射してくる被写体からの光線と撮像面を直交させることが可能となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第4604307号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記特許文献1のように、撮像素子の撮像面を湾曲させると画素の周辺回路に影響を及ぼす可能性がある。撮像素子の周辺回路は、平面基板上に回路素子が積層配置されている。回路素子の中には、素子を構成する部品の間隔や形状によって特性が変化するものがある。そのため、撮像素子を湾曲させることで周辺回路が変形したりすると、設計上の特性が得られなくなる場合がある。

10

【0005】

本発明は、上記課題に鑑みてなされ、その目的は、画像撮影時に撮像素子や周辺回路の特性の変化に応じて撮像素子に加える力を適切に制御することができる技術を実現することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決し、目的を達成するために、本発明の撮像装置は、複数の画素が2次元状に配列され、前記画素に蓄積された信号を読み出す読み出し回路を含む撮像素子と、前記撮像素子に応力を発生させ、撮像面を湾曲させる駆動手段と、前記撮像面が湾曲することにより変化する前記読み出し回路の信号読み出し特性に応じて、前記撮像素子の信号蓄積動作を行う場合に前記撮像素子が受ける応力が前記撮像素子の信号読み出し動作を行う場合に前記撮像素子が受ける応力よりも大きくなるように前記駆動手段を制御する制御手段と、を有することを特徴とする。

20

【0007】

また、本発明の撮像装置は、複数の画素が2次元状に配列され、前記画素に蓄積された信号を読み出す読み出し回路を含む撮像素子と、前記撮像素子の撮像面を湾曲させる駆動手段と、前記撮像面が湾曲することにより変化する前記読み出し回路の信号読み出し特性に応じて、前記撮像素子の信号蓄積動作を行う場合の前記撮像面の曲率が前記撮像素子の信号読み出し動作を行う場合の前記撮像面の曲率よりも大きくなるように前記駆動手段を制御する制御手段と、を有することを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、撮像素子や周辺回路の特性の変化に応じて撮像素子が受ける応力を適切に制御することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本実施形態の撮像装置の構成を示すブロック図。

【図2】本実施形態の撮像素子の電気的な構成を示す回路図。

【図3】本実施形態の応力制御部の構成を示す図。

40

【図4】本実施形態の撮像素子の容量特性の説明図。

【図5】本実施形態の撮像素子の列アンプ回路の説明図。

【図6】実施形態1の通常の画像撮影時のフローチャート。

【図7】実施形態1の通常の画像撮影時のタイミングチャート。

【図8】実施形態2の黒引き処理用の遮光画像撮影時のフローチャート。

【図9】実施形態2の黒引き処理用の遮光画像撮影時のタイミングチャート。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下に、添付図面を参照して本発明を実施するための形態について詳細に説明する。尚、以下に説明する実施の形態は、本発明を実現するための一例であり、本発明が適用され

50

る装置の構成や各種条件によって適宜修正又は変更されるべきものであり、本発明は以下の実施の形態に限定されるものではない。また、後述する各実施形態の一部を適宜組み合わせる構成しても良い。

【0011】

〔実施形態1〕以下、本発明を、静止画や動画を撮影可能なデジタルカメラなどの撮像装置に適用した実施形態について説明する。なお、本発明は、撮像素子に力を加えて曲げ応力を発生させ、撮像面を湾曲させる制御が可能な機能を有する他の装置にも適用可能である。

【0012】

<装置構成>図1を参照して、本発明に係る実施形態の撮像装置の構成および機能の概略について説明する。

10

【0013】

図1において、本実施形態の撮像装置は、光学系101、撮像素子102、撮像制御部103、前処理部104、信号処理部105、メモリ部106、表示部107、記録部108、操作部109、主制御部110および応力制御部111を有する。

【0014】

光学系101は、被写体像を撮像素子102に結像させるフォーカスレンズ、光学的にズームを行うズームレンズ、被写体像の明るさを調整する絞り、露光を制御するメカニカルシャッター（以下、シャッター）などを含む。

【0015】

20

撮像素子102は、2次元状に配列された複数の画素と、これら画素から読み出された信号を所定の順番で読み出す回路とを備える。

【0016】

撮像制御部103は、主制御部110からの制御信号により動作し、定電圧や駆動能力を強化させたパルスを供給することで光学系101および撮像素子102の各要素を駆動する。また、撮像制御部103は、主制御部110からの制御信号に基づいて、撮像素子102の読み出しモードを後述する通常の画像撮影モードや黒引き撮影モードに切り替える。

【0017】

前処理部104は、主制御部110からの制御信号により動作し、アナログ信号である撮像素子102の出力信号に含まれるリセットノイズなどのノイズ成分を除去する相関2重サンプリング回路（CDS回路）、ノイズが除去された出力信号の振幅を調整するゲインコントロールアンプ、および、振幅が調整されたアナログ信号である出力信号をデジタル信号に変換するA/D変換回路などを含む。なお、前処理部104に含まれるこれらの構成要素は、撮像素子102に内蔵されていてもかまわない。

30

【0018】

信号処理部105は、主制御部110からの制御信号により動作し、前処理部104から出力されるデジタル信号に対して色変換処理やガンマ補正処理、欠陥画素補正処理などを行い、圧縮処理を行って画像データを生成する。また、信号処理部105は、画像データをメモリ部106や記録部108へ出力したり、メモリ部106や記録部108から読み出した画像データに所定の信号処理を施す。さらに、信号処理部105は、撮像素子102からの信号から合焦状態や露光量等の測光データを検出し、主制御部110に出力する機能も有する。

40

【0019】

メモリ部106は、主制御部110からの制御信号に基づいて、前処理部104から出力されるデジタル信号や信号処理部105から出力される画像データを一時的に記憶する。また、信号処理部105は、表示用の画像データを表示部107へ出力する。

【0020】

表示部107は、例えば電子ビューファインダー（EVF）や液晶ディスプレイ（LCD）などが用いられ、主制御部110からの制御信号に基づいてメモリ部106に記憶さ

50

れた表示用の画像データを表示する。ユーザは、表示部 107 に表示された画像を見ながら、撮影前の構図決めや撮影後の画像の確認を行うことができる。

【0021】

記録部 108 は、主制御部 110 からの制御信号に基づいて、信号処理部 105 から出力される画像データを記録したり、既に記録されている画像データを出力する。記録部 108 は、撮像装置に装着されるメモリカードやハードディスクドライブなどであっても良いし、撮像装置に内蔵されたフラッシュメモリやハードディスクドライブであってもよい。また、上述したメモリ部 106 と同一の構成としてもよい。

【0022】

操作部 109 は、撮像装置 100 への各種指示を入力するためのユーザ操作を受け付ける操作手段であり、ボタンやスイッチなどの物理的な操作部材や、タッチパネルを通じたオンスクリーンでの入力手段など様々な形態が利用可能である。操作部 109 は、例えば、画像の撮影時や再生時の各種設定を行うメニュースイッチ、ズーム動作を指示するズームレバー、撮影モードや再生モードなどの動作モードの切替スイッチ、シャッタースイッチ、電源スイッチなどを含む。主制御部 110 は、ユーザが操作部 109 を介して入力した指示や設定に基づいて撮像装置を制御すると共に、表示部 107 に設定情報や動作状態、画像などを表示する。

10

【0023】

主制御部 110 は、CPU、メインメモリ(RAM)、入出力回路、タイマー回路などを有し、CPUがメモリ部 106 に格納されたプログラムをRAMの作業エリアに展開し、実行することにより、装置全体の動作を制御する。なお、メインメモリとメモリ部 106 とを同一の構成としてもよい。

20

【0024】

主制御部 110 は、操作部 109 からの指示により、例えば信号処理部 105 で得られた合焦状態や露光量等の測光データに応じて、光学系 101 を制御して、最適な被写体像を撮像素子 102 に結像させる。また、操作部 109 からの指示や予め決められた撮影条件に応じて応力制御部 111 へ制御信号を出力し、撮像素子 102 に外力を加えて所定の応力を発生させる。さらに、主制御部 110 は、メモリ部 106 や記録部 108 の使用状況を監視することもできる。

【0025】

30

応力制御部 111 は、主制御部 110 からの制御信号に応じて動作し、後述するように撮像素子 102 に力を加えて曲げ応力を発生させ、撮像面を湾曲させる。

【0026】

本実施形態の撮像装置の動作は、下記のように行うものとする。

【0027】

<表示画像の制御>

(1) 操作部 109 の電源スイッチからの指示により電源がオンする。

【0028】

(2) 信号処理部 105 で、撮像素子 102 からの出力信号を表示用の画像データに変換して、表示部 107 に表示すると共に、測光データを検出し、主制御部 110 に出力する。

40

【0029】

(3) 測光データを元にして、主制御部 110 が光学系 101 を制御する。

【0030】

(4) (2) および (3) を繰り返すとともに、操作部 109 からの指示を待つ。

【0031】

<静止画撮影の制御>

(1) 操作部 109 の撮影スイッチからの指示により静止画撮影の制御が始まる。

【0032】

(2) 信号処理部 105 で、撮像素子 102 からの出力信号から測光データを検出し、

50

主制御部 1 1 0 に出力する。

【 0 0 3 3 】

(3) 測光データを元にして、主制御部 1 1 0 が光学系 1 0 1 を制御する。

【 0 0 3 4 】

(4) 撮像素子 1 0 2 において、静止画記録用の露光と信号の出力を行う。

【 0 0 3 5 】

(5) 信号処理部 1 0 5 で、撮像素子 1 0 2 からの出力信号を記録用の画像データに変換して、記録部 1 0 8 に出力し、記録すると共に、表示用の画像データに変換して、表示部 1 0 7 に表示する。

【 0 0 3 6 】

(6) 表示画像の制御に戻る。

【 0 0 3 7 】

< 撮像素子 > 次に、図 2 を参照して、本実施形態の撮像素子 1 0 2 の詳細な構成について説明する。

【 0 0 3 8 】

図 2 は、本実施形態の撮像素子 1 0 2 の電氣的な構成を示す回路図である。なお、図 2 では説明の簡略化のために、単位画素 2 0 1 を 4 行 × 4 列のみ示しているが、実際には多数の単位画素 2 0 1 が 2 次元状に配置されている。

【 0 0 3 9 】

図 2 において、単位画素 2 0 1 は、フォトダイオード (P D) 2 0 2、転送スイッチ 2 0 3、フローティングディフュージョン (F D) 2 0 4、ソースフォロアとして機能する増幅 M O S アンプ 2 0 5、選択スイッチ 2 0 6、リセットスイッチ 2 0 7 を備える。P D 2 0 2 において光が電荷に変換され、P D 2 0 2 で発生した電荷は転送信号 T X を転送スイッチ 2 0 3 に印加することにより P D 2 0 2 から F D 2 0 4 に転送され、F D 2 0 4 に一時的に蓄積される。F D 2 0 4、増幅 M O S アンプ 2 0 5、及び増幅 M O S アンプ 2 0 5 の負荷となる定電流源 2 0 9 によりフローティングディフュージョンアンプが構成される。そして、選択信号 S E L を印加することにより選択スイッチ 2 0 6 がオンになり、選択された画素の F D 2 0 4 に蓄積された信号電荷が電圧に変換され、信号出力線 2 0 8 を介して読み出し回路 2 1 3 に出力される。さらに、水平走査回路 2 1 4 により選択信号線 2 1 0 に選択信号を出力することで読み出し回路 2 1 3 から出力する信号が選択され、選択された出力信号が出力アンプ 2 1 1 を介して画素信号が撮像素子 1 0 2 の外部に出力される。F D 2 0 4 に蓄積された電荷の除去は、リセット信号 R E S をリセットスイッチ 2 0 7 に印加することにより行われる。また、垂直走査回路 2 1 2 は、転送スイッチ 2 0 3、選択スイッチ 2 0 6、リセットスイッチ 2 0 7 を選択的にオンオフする駆動を行う。

【 0 0 4 0 】

< 応力制御部 > 次に、図 3 を参照して、撮像素子 1 0 2 に力を加える応力制御部 1 1 1 の構成について説明する。

【 0 0 4 1 】

撮像素子 1 0 2 に力を加える方式として、磁力や負圧を用いた方法などがある。本実施形態では、気体または液体の負圧を用いて撮像素子 1 0 2 に引っ張り方向の力を加える応力制御機構について説明する。

【 0 0 4 2 】

図 3 は、応力制御機構が接続された撮像素子 1 0 2 の断面構成を示している。図 3 (a) は撮像素子 1 0 2 に力を加えていない状態、図 3 (b) は撮像素子 1 0 2 に力を加えている状態をそれぞれ示している。

【 0 0 4 3 】

図 3 (a) において、撮像素子 1 0 2 は、画素チップ部 3 0 1、保持部 3 0 2、蓋部 3 0 3、空間部 3 0 4、吸引部 3 0 5 を備えている。撮像素子 1 0 2 の画素チップ部 3 0 1 は、中央部分に単位画素 2 0 1 が 2 次元状に配列された撮像領域 (撮像面) を有し、周辺

10

20

30

40

50

部分に図2の各回路部209～215を有する半導体基板である。保持部302は、画素チップ部301を湾曲可能な状態で保持している。蓋部303は、保持部302と接合している。空間部304は画素チップ部301、保持部302、蓋部303、吸引部305で囲まれた密閉空間であり、内部には気体または液体が充てんされている。

【0044】

吸引部305は、空間部304から気体または液体の媒体を外部に排出したり、反対に空間部304に媒体を導入することができる。すなわち、空間部304内の媒体は吸引部305を通じて内外に出し入れされる。

【0045】

空間部304に対する媒体の導入量および排出量を制御することで、空間部304内の圧力を変化させ、画素チップ部301に加わる力（すなわち、画素チップ部301が受ける応力）を制御することができる。

【0046】

図3(a)の状態では、吸引部305が空間部304に対して負圧を発生させていないため、画素チップ部301には曲げ応力が発生していない。このときに画素チップ部301が受ける応力を F_0 とし、本実施形態では、この状態で撮像素子102の信号読み出し動作を行うように制御する。このような曲げ応力がゼロの状態から吸引部305により空間部304内の媒体を吸引・排出し、画素チップ部301に曲げ応力を発生させた状態を図3(b)に示す。

【0047】

図3(b)では、画素チップ部301の下方方向に吸引される力が加わることで、画素チップ部301が画素チップ部301'のように曲げ変形して湾曲する。

【0048】

このとき、図3(b)の画素チップ部301'には所定の曲げ応力が発生している。このときに画素チップ部301が受ける応力を F_1 とし、本実施形態では、この状態で撮像素子102の信号蓄積動作を行うように制御する。

【0049】

<撮像素子の光電変換特性>次に、図4を参照して、撮像素子102の光電変換特性について説明する。

【0050】

図4(a)に示すように、撮像素子102の単位画素201の各々に含まれるFD204は、陽電極401、陰電極402、陽極板403、陰極板404から構成される。そして、陽電極401と陰電極402の間に電圧 V を印加したときに電荷 Q を蓄えることができる容量 C を備える。

【0051】

容量 C [F] を決定するパラメータは、極板間距離 d [m]、陽極板403と陰極板404とが重なる極板面積 S [m²]、極板間誘電体406の誘電率 となる。

【0052】

このときの容量 C は、式1から求められる。

【0053】

$$C = \epsilon \times S / d \cdots (1)$$

次に、撮像素子が応力を受けるなどしてFD204の容量 C が変形したときの光電変換特性の変化について図4(b)を用いて説明する。

【0054】

図3(a)の無負荷状態から吸引部305により図3(b)の状態へ空間部304の負圧が変化すると、画素チップ部301は画素チップ部301'のように湾曲する。このとき、上記極板面積 S が変化するため、画素チップ部301の各画素のFD204の容量 C が変化し、画素チップ部301'の各画素のFD204の容量 C' は画素チップ部301とは異なる値を示す。

【0055】

10

20

30

40

50

図4(b)は、図4(a)の状態から曲げ応力が発生し、陽極板403および陰極板404が変形して陽極板403'および陰極板404'のようになった状態を示している。

【0056】

画素チップ部301'のFD204の容量C'[F]を決定するパラメータは、極板間距離d'[m]、陽極板403'と陰極板404'とが重なる極板面積S'[m²]、極板間誘電体406'の誘電率（極板間誘電体406の誘電率と同じ）となる。

【0057】

このときの容量C'は、式2から求められる。

【0058】

$$C' = \epsilon \times S' / d' \cdots (2)$$

10

このとき、式3となり、CとC'とは式4の関係になる。

【0059】

$$S / d = S' / d' \cdots (3)$$

$$C = C' \cdots (4)$$

このように、本実施形態の撮像素子102は、曲げ変形することにより画素部のFD容量が変動し、光電変換特性が変化する特性を有する。

【0060】

<撮像素子の周辺回路特性>次に、図5を参照して、本実施形態の撮像素子102の周辺回路を構成する列アンプ回路の特性について説明する。

【0061】

20

図5は、図2の読み出し回路213に含まれる列アンプの回路図である。

【0062】

列アンプは、差動増幅回路501、容量C0、C1、C2、トランジスタTr1、Tr2から構成される。

【0063】

差動増幅回路501には、基準電圧として定電圧Vrefが入力される。

【0064】

入力端子Vinには、画素部201から出力された画素信号が入力される。差動増幅回路501により増幅された画素信号は、出力端子Voutから出力される。

【0065】

30

差動増幅回路501の増幅率は、入力容量C0により決定される。容量C1、C2は、差動増幅回路501の帰還容量である。

【0066】

制御線G1、G2の状態によって、トランジスタTr1、Tr2を接続または切断し、帰還容量C1、C2を選択的に接続することで差動増幅回路501の増幅率を切り替える。

【0067】

ここで、図5の列アンプの動作について説明する。

【0068】

列アンプは、入力容量C0と帰還容量C1、C2の組み合わせで増幅率を切り替えることができる。

40

【0069】

例えば、制御線G1、G2によってトランジスタTr1を切断、トランジスタTr2を接続した場合、容量C1は帰還容量として機能せず、容量C2が帰還容量となる。この場合、出力端子Voutの出力電圧Vout1は、式5から求められる。

【0070】

$$V_{out1} = (V_{ref} - V_{in}) \times (C1 / C0) \cdots (5)$$

また、トランジスタTr1を接続、トランジスタTr2を切断した場合、容量C1が帰還容量となり、容量C2は帰還容量として機能しない。

【0071】

50

この場合、出力端子 V_{out} の出力電圧 V_{out2} は、式 6 から求められる。

【0072】

$$V_{out2} = (V_{ref} - V_{in}) \times (C2 / C0) \cdots (6)$$

例えば、 $C1 = 2 \times C0$ 、 $C2 = 4 \times C0$ の場合、出力電圧 V_{out1} が増幅率 2 倍の出力、 V_{out2} が増幅率 4 倍の出力となる。

【0073】

上述した構成を有する列アンプは、容量精度を必要とする。

【0074】

上記式 5、6 からわかるように、容量 $C0$ と容量 $C1$ 、容量 $C0$ と容量 $C2$ の容量比が、入力電圧 V_{in} の増幅率に関係している。

【0075】

一方、撮像素子 102 に曲げ応力が発生して変形すると、図 4 (a)、(b) で説明した FD204 の容量と同様に、列アンプを構成する入力容量 $C0$ 、帰還容量 $C1$ 、 $C2$ の容量値も変化する。このため、入力容量 $C0$ の容量値と帰還容量 $C1$ 、 $C2$ の容量値とが異なる割合で変化すると、設計上の増幅率を得ることができなくなる。

【0076】

前述の例では、撮像素子 102 が変形していない場合は、 $C1 = 2 \times C0$ 、 $C2 = 4 \times C0$ が成り立つが、撮像素子 102 が変形して応力が変化すると、 $C1 = 2 \times C0$ 、 $C2 = 4 \times C0$ となる。この場合、出力電圧 V_{out1} の増幅率 2 倍、出力電圧 V_{out2} の増幅率 4 倍が成り立たなくなる。

【0077】

同様に、水平方向に並ぶ列アンプの中心部と周辺部とで増幅率が異なるなど、撮像素子の内部で容量の変化にバラツキが発生すると、列アンプごとに異なる増幅率で各列の入力電圧 V_{in} が増幅されることになる。

【0078】

本実施形態では、上述した撮像素子の画素部の容量変化やそれに起因する周辺回路の特性変化を勘案して画像撮影時に撮像素子に加える力を適切に制御するものである。

【0079】

< 撮像素子の応力制御 > 次に、図 6 および図 7 を参照して、本実施形態の通常の画像撮影時における撮像素子 102 の応力制御処理について説明する。

【0080】

本実施形態では、通常の画像撮影時に、撮像素子 102 の周辺回路である、図 2 の読み出し回路 213 などが設計通りに動作するように、撮像素子 102 に力を加えて曲げ応力を発生させ、撮像面を湾曲させる制御を行う。

【0081】

具体的には、撮像素子 102 の信号蓄積動作を行う場合と信号読み出し動作を行う場合とで撮像素子 102 に加える力、すなわち撮像素子 102 が受ける応力を変化させる。本実施形態では、信号蓄積動作を行う際は画素部の光電変換特性を良くするために、撮像素子 102 が受ける応力が $F1$ になるように力を加え、信号読み出し動作を行う際は画素部の容量が変化せず周辺回路が設計通りに動作するように、撮像素子 102 が受ける応力が $F0$ になるように制御する（曲げ応力ゼロの状態にする）。さらに言えば、信号蓄積動作を行う場合に撮像素子 102 が受ける応力（つまり撮像素子 102 の撮像面の曲率）が信号読み出し動作を行う場合に受ける応力（曲率）よりも大きくなるように制御する。

【0082】

このように、通常の画像撮影時において、撮像素子 102 の信号蓄積動作を行う場合に信号読み出し動作を行う場合とで異なる応力制御を行うことで、撮像動作に合わせて撮像素子の光電変換特性や周辺回路特性を適切に変化させることができる。

【0083】

図 6 は、通常の画像撮影時における撮像素子 102 の応力制御処理を示すフローチャートである。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 4 】

以下では、信号蓄積動作を行う場合に撮像素子 1 0 2 が受ける応力を F_1 、信号読み出し動作を行う場合に撮像素子 1 0 2 が受ける応力を F_0 とした場合の処理を説明するが、加える力の大きさや種類はこの例に限られるものではない。

【 0 0 8 5 】

なお、図 6 に示す処理は、主制御部 1 1 0 と応力制御部 1 1 1 が協働し、主制御部 1 1 0 の CPU がメモリ部 1 0 6 から読み出したプログラムをメインメモリに展開して実行することで実現される。後述する実施形態 2 の図 8 の処理についても同様である。

【 0 0 8 6 】

ステップ S 6 0 1 では、主制御部 1 1 0 は、応力制御部 1 1 1 の吸引部 3 0 5 を制御して撮像素子 1 0 2 に信号蓄積動作を行う場合の力を加えて曲げ応力 F_1 を発生させ、撮像面を湾曲させる。これにより、適切な光電変換特性で、撮像素子 1 0 2 の撮像面に像面湾曲を低減した画像が結像される。なお、この場合、撮像素子 1 0 2 の撮像面の変形によって、設計上の周辺回路特性は得られなくなる。

10

【 0 0 8 7 】

ステップ S 6 0 2 では、主制御部 1 1 0 は、撮像制御部 1 0 3 を制御してシャッターを開く。

【 0 0 8 8 】

ステップ S 6 0 3 では、主制御部 1 1 0 は、撮像制御部 1 0 3 を制御して撮像素子 1 0 2 の一括リセット処理を行い、露光を開始する。

20

【 0 0 8 9 】

ステップ S 6 0 4 では、主制御部 1 1 0 は、撮像制御部 1 0 3 を制御してシャッターを閉じて、露光を終了する。ここではシャッター閉動作により露光を終了しているが、撮像素子 1 0 2 にグローバルシャッター回路が実装されている場合はグローバルシャッター読み出し動作により露光終了処理を行ってもよい。

【 0 0 9 0 】

ステップ S 6 0 5 では、主制御部 1 1 0 は、応力制御部 1 1 1 の吸引部 3 0 5 を制御して撮像素子 1 0 2 に力が加わらないようにし、曲げ応力を F_0 (= ゼロ) にする。これにより、撮像素子 1 0 2 の湾曲がなくなり、信号読み出し動作を行う際に設計上の周辺回路特性が得られる。

30

【 0 0 9 1 】

ステップ S 6 0 6 では、主制御部 1 1 0 は、撮像制御部 1 0 3 を制御して撮像素子 1 0 2 から信号読み出し動作を行う。

【 0 0 9 2 】

図 7 は、通常の画像撮影時の信号蓄積動作から信号読み出し動作までのタイミングチャートを示している。

【 0 0 9 3 】

応力制御信号 S_t は、応力制御部 1 1 1 が吸引部 3 0 5 を駆動制御するための信号である。応力制御信号 S_t が $H_i g h$ のときに撮像素子 1 0 2 に曲げ応力 F_1 が発生し、 $L o w$ のときに撮像素子 1 0 2 の曲げ応力が F_0 になるように吸引部 3 0 5 が駆動制御される。

40

【 0 0 9 4 】

シャッター制御信号 S_h は、撮像制御部 1 0 3 がシャッターを駆動制御するための信号である。シャッター制御信号 S_h が $H_i g h$ のときにシャッターが開いた状態になり、 $L o w$ のときにシャッターが閉じた状態になる。

【 0 0 9 5 】

リセット制御信号 $R E S$ は、撮像制御部 1 0 3 がリセットスイッチ 2 0 7 のオンオフを切り替えるための信号であり、 $H_i g h$ のときにはリセットスイッチ 2 0 7 を接続して $F D 2 0 4$ をリセットし、 $L o w$ のときにはリセットスイッチ 2 0 7 を切断する。

【 0 0 9 6 】

50

転送制御信号 TX_n は、撮像制御部 103 が転送スイッチ 203 のオンオフを切り替えるための信号であり、High のときには転送スイッチ 203 を接続して PD 202 の信号を FD 204 へ転送し、Low のときには転送スイッチ 203 を切断する。

【0097】

選択制御信号 SEL_n は、撮像制御部 103 が選択スイッチ 206 のオンオフを切り替えるための信号であり、High のときには選択スイッチ 206 を接続して FD 204 の信号を増幅 MOS アンプ 205 で増幅して出力し、Low のときには選択スイッチ 206 を切断する。

【0098】

なお、リセット制御信号 RES 、転送制御信号 TX_n 、選択制御信号 SEL_n は、図 2 に示すように各行に存在する。例えば、1 行目の転送制御信号 TX は TX_1 、2 行目の転送制御信号 TX は TX_2 、... n 行目の転送制御信号 TX は TX_n となる。

10

【0099】

本実施形態の撮像素子 102 は、読み出し回路 213 が 1 行ごとに信号読み出し動作を実行するため、転送制御信号 TX と選択制御信号 SEL は行ごとに制御される。

【0100】

図 7 における各動作のタイミングについて説明する。

【0101】

時刻 t_{701} は、図 6 のステップ S 601 で撮像素子 102 に信号蓄積動作を行う場合の力を加えるタイミングに対応する。

20

【0102】

時刻 t_{702} は、図 6 のステップ S 602 でシャッターを開動作するタイミングに対応する。

【0103】

時刻 t_{703} は、図 6 のステップ S 603 で全行の PD 202 を同時にリセットする処理の開始タイミングに対応する。

【0104】

時刻 t_{704} は、図 6 のステップ S 603 での一括リセット処理を終了し、露光が開始されるタイミングに対応する。

30

【0105】

時刻 t_{705} は、図 6 のステップ S 604 でシャッターを閉動作し、露光が終了するタイミングに対応する。

【0106】

時刻 t_{706} は、図 6 のステップ S 605 で撮像素子 102 に力が加わらないように制御するタイミングに対応する。

【0107】

時刻 t_{707} 以降は、図 6 のステップ S 606 の各行の信号読み出し動作に対応する。

【0108】

時刻 t_{707} では、1 行目の転送スイッチ 203 を接続し、PD 202 の画素信号を FD 204 へ転送する。

40

【0109】

時刻 t_{708} では、1 行目の転送スイッチ 203 を切断し、1 行目の PD 202 の画素信号の転送を停止する。

【0110】

時刻 t_{709} では、1 行目の信号読み出し動作を実行する。

【0111】

時刻 t_{710} では、1 行目の信号読み出し動作を終了する。

【0112】

時刻 t_{711} では、2 行目の転送スイッチ 203 を接続し、2 行目の PD 202 の画素

50

信号をFD204へ転送する。

【0113】

時刻t712では、2行目の転送スイッチ203を切断し、PD202の画素信号の転送を停止する。

【0114】

時刻t713では、2行目の信号読み出し動作を実行する。

【0115】

時刻t714では、2行目の信号読み出し動作を終了する。

【0116】

時刻t715以降は、同様の処理を行ごとに行う。

10

【0117】

時刻t715では、n行目の転送スイッチ203を接続し、n行目PD202の画素信号をFD204へ転送する。

【0118】

時刻t716では、n行目の転送スイッチ203を切断し、PD202の画素信号の転送を停止する。

【0119】

時刻t717では、n行目の信号読み出し動作を実行する。

【0120】

時刻t718では、n行目の信号読み出し動作を終了する。

20

【0121】

上述した実施形態1によれば、通常の画像撮影時において撮像素子102の信号蓄積動作を行う場合と信号読み出し動作を行う場合とで異なる応力制御を行うことで、撮像動作に合わせて撮像素子の光電変換特性や周辺回路特性を適切に変化させることができる。

【0122】

[実施形態2]次に、実施形態2の通常の画像撮影時および黒引き処理用の画像撮影時における撮像素子102の応力制御処理について説明する。

【0123】

上述した実施形態1では通常の画像撮影時の応力制御について説明した。これに対して、実施形態2では黒引き処理用の遮光画像撮影時の応力制御処理を説明する。黒引き処理とは、撮像素子102に起因する暗電流ノイズなどの固定パターンノイズを除去するために、通常露光して撮影した第1の画像(露光画像)から遮光して撮影した第2の画像(黒画像または遮光画像)を減算する補正処理である。

30

【0124】

この黒引き処理用の遮光画像は、露光画像と同じ条件で信号読み出し動作を行うことが望ましい。この理由は、露光画像と遮光画像とで条件が異なると、露光画像の固定パターンノイズを遮光画像で正しく読み出すことができなくなるからである。よって、黒引き処理用の遮光画像の撮像処理時も、露光画像の撮像処理時と同じ条件で信号蓄積動作時と信号読み出し動作時の応力制御を行う必要がある。

【0125】

図8は、通常の画像撮影時および黒引き処理用の画像撮影時における撮像素子102の応力制御処理を示すフローチャートである。

40

【0126】

なお、ステップS801からステップS806は、図6のステップS601からステップS606と同様の通常の露光画像の撮像処理であるため説明を省略する。

【0127】

ステップS807からステップS810が黒引き処理用の遮光画像撮影時の応力制御シーケンスであるが、露光画像撮影時と異なるのは、シャッター閉状態で応力制御および信号蓄積動作/読み出し動作を行う点である。

【0128】

50

ステップS 8 0 7では、主制御部1 1 0は、応力制御部1 1 1の吸引部3 0 5を制御して撮像素子1 0 2に信号蓄積動作を行う場合の力を加えて曲げ応力F 1を発生させ、撮像面を湾曲させる。これにより、露光画像撮影時と同じ条件で遮光画像の信号蓄積動作を行うことができる。

【0 1 2 9】

ステップS 8 0 8では、主制御部1 1 0は、撮像制御部1 0 3を制御して撮像素子1 0 2の一括リセット処理を行い、信号蓄積動作を開始する。

【0 1 3 0】

ステップS 8 0 9では、主制御部1 1 0は、応力制御部1 1 1の吸引部3 0 5を制御して撮像素子1 0 2に力が加わらないようにし、曲げ応力をF 0 (=ゼロ)にする。これにより、撮像素子1 0 2の湾曲がなくなり、露光画像撮影を行う場合と同じ条件で遮光画像の信号読み出し動作を行うことができる。

10

【0 1 3 1】

ステップS 8 1 0では、主制御部1 1 0は、撮像制御部1 0 3を制御して撮像素子1 0 2から信号読み出し動作を行う。

【0 1 3 2】

その後、主制御部1 1 0は、ステップS 8 0 6で読み出した露光画像とステップS 8 1 0で読み出した遮光画像を用いて黒引き処理を実行する。

【0 1 3 3】

図9は、露光画像撮影時および遮光画像撮影時の信号蓄積動作から信号読み出し動作までのタイミングチャートを示している。

20

【0 1 3 4】

なお、図9の各制御信号は図7と同様である。また、時刻t 9 0 1から時刻t 9 1 8は、図7の時刻t 7 0 1から時刻t 7 1 8と同様の露光画像の撮像処理であるため説明を省略する

時刻t 9 1 9は、図8のステップS 8 0 7で撮像素子1 0 2に信号蓄積動作を行う場合の力を加えるタイミングに対応する。

【0 1 3 5】

時刻t 9 2 0は、図8のステップS 8 0 8で全行のPD 2 0 2を同時にリセットする処理の開始タイミングに対応する。

30

【0 1 3 6】

時刻t 9 2 1は、図8のステップS 8 0 8での一括リセット処理を終了し、信号蓄積動作が開始されるタイミングに対応する。

【0 1 3 7】

時刻t 9 2 2は、図8のステップS 8 0 9の処理で撮像素子1 0 2に力が加わらないように制御するタイミング対応する。

【0 1 3 8】

時刻t 9 2 3以降は、図8のステップS 8 1 0の各行の信号読み出し動作に対応する。

【0 1 3 9】

時刻t 9 2 3では、1行目の転送スイッチ2 0 3を接続し、PD 2 0 2の画素信号をFD 2 0 4へ転送する。

40

【0 1 4 0】

時刻t 9 2 4では、1行目の転送スイッチ2 0 3を切断し、1行目のPD 2 0 2の画素信号の転送を停止する。

【0 1 4 1】

時刻t 9 2 5では、1行目の信号読み出し動作を実行する。

【0 1 4 2】

時刻t 9 2 6では、1行目の信号読み出し動作を終了する。

【0 1 4 3】

時刻t 9 2 7では、2行目の転送スイッチ2 0 3を接続し、2行目のPD 2 0 2の画素

50

信号を F D 2 0 4 へ転送する。

【 0 1 4 4 】

時刻 t 9 2 8 では、2 行目の転送スイッチ 2 0 3 を切断し、P D 2 0 2 の画素信号の転送を停止する。

【 0 1 4 5 】

時刻 t 9 2 9 では、2 行目の信号読み出し動作を実行する。

【 0 1 4 6 】

時刻 t 9 3 0 では、2 行目の信号読み出し動作を終了する。

【 0 1 4 7 】

時刻 t 9 3 1 以降は、同様の処理を行ごとに行う。

10

【 0 1 4 8 】

時刻 t 9 3 1 では、n 行目の転送スイッチ 2 0 3 を接続し、n 行目 P D 2 0 2 の画素信号を F D 2 0 4 へ転送する。

【 0 1 4 9 】

時刻 t 9 3 2 では、n 行目の転送スイッチ 2 0 3 を切断し、P D 2 0 2 の画素信号の転送を停止する。

【 0 1 5 0 】

時刻 t 9 3 3 では、n 行目の信号読み出し動作を実行する。

【 0 1 5 1 】

時刻 t 9 3 4 では、n 行目の信号読み出し動作を終了する。

20

【 0 1 5 2 】

上述した実施形態 2 によれば、黒引き処理用の遮光画像を撮影する場合にも、露光画像撮影時と同じように信号蓄積動作を行う場合と信号読み出し動作を行う場合とで異なる応力制御を行うことで、撮像動作に合わせて撮像素子の光電変換特性や周辺回路特性を適切に変化させることができる。

【 0 1 5 3 】

[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。

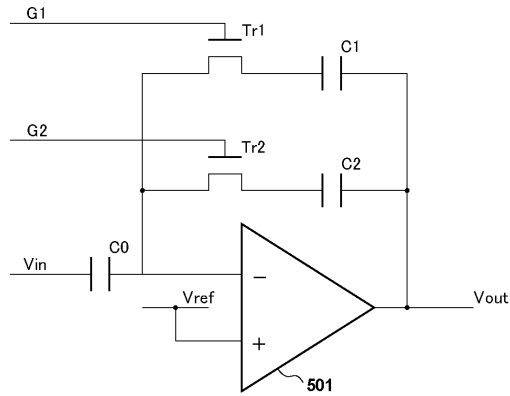
30

【 符号の説明 】

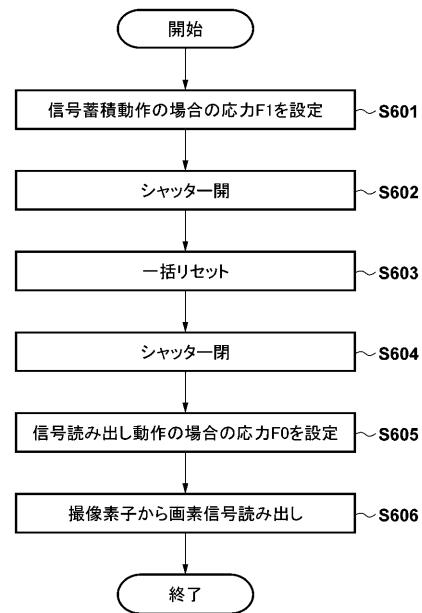
【 0 1 5 4 】

1 0 2 ... 撮像素子、1 0 3 ... 撮像制御部、1 0 4 ... 前処理部、1 0 5 ... 信号処理部、1 0 6 ... メモリ部、1 1 0 ... 主制御部、1 1 1 ... 応力制御部

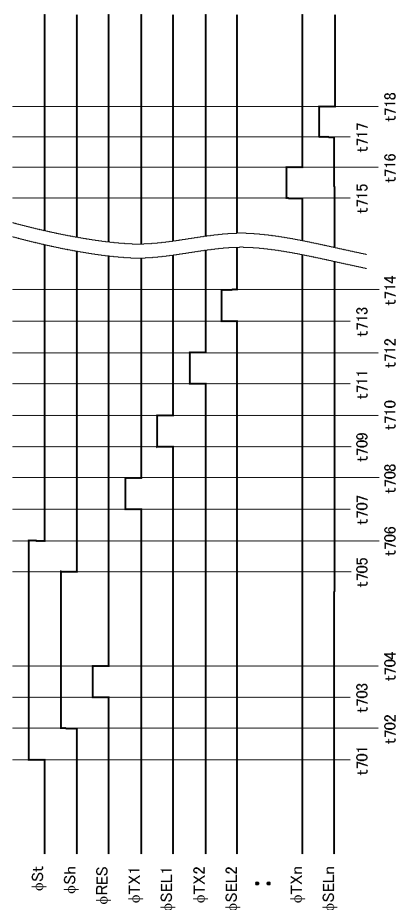
【図 5】



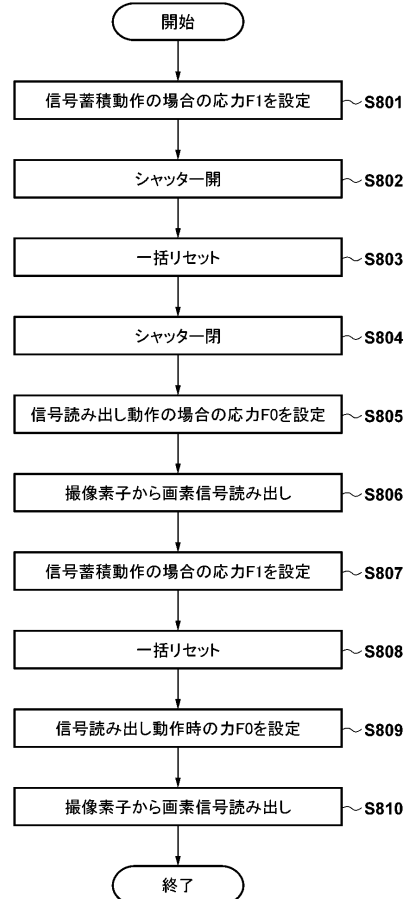
【図 6】



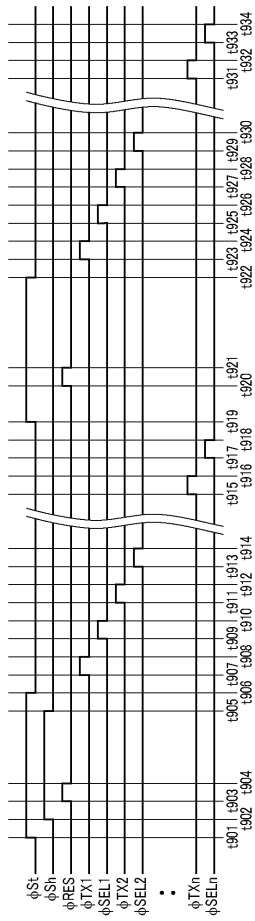
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 元長 優作
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 佐藤 直樹

(56)参考文献 特開2005-278133(JP,A)
特開2004-166157(JP,A)
特開平10-108078(JP,A)
特開2012-182244(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04N 5/225
H04N 5/232
H04N 5/335