

(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2012-151664
(P2012-151664A)

(43) 公開日 平成24年8月9日(2012.8.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4N 5/357 (2011.01)	HO4N 5/335 570	5C024
HO4N 5/369 (2011.01)	HO4N 5/335 690	
HO4N 5/374 (2011.01)	HO4N 5/335 740	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2011-8876 (P2011-8876)	(71) 出願人	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22) 出願日	平成23年1月19日 (2011.1.19)	(74) 代理人	100089118 弁理士 酒井 宏明
		(72) 発明者	佐藤 麻紀 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
		(72) 発明者	比津 和樹 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
		(72) 発明者	天野 哲哉 愛知県名古屋市西区名西二丁目33番10号 中部東芝エンジニアリング株式会社内

最終頁に続く

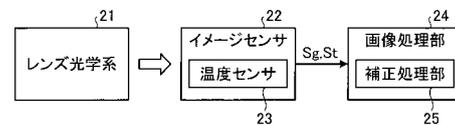
(54) 【発明の名称】 固体撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 ダイオードの電流電圧特性に基づく温度測定精度を向上させる。

【解決手段】 リセット期間に読み出された画素電圧 V_s と信号読み出し期間に読み出された画素電圧 V_s の差分を取得する CDS 処理と同じタイミングで温度センサ 8 のダイオード電流を変化させ、ダイオード電流を変化させた時のダイオード電圧の差分を取得し、差分電圧から温度測定を行う。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光電変換した電荷を蓄積する画素がマトリックス状に配置された画素アレイ部と、
前記画素からリセット期間に読み出された画素電圧と信号読み出し期間に読み出された画素電圧との差分に基づいて画素信号を出力する画像用 C D S 処理部と、
ダイオード電流を変化させた時のダイオード電圧を出力する温度センサと、
前記ダイオード電流を変化させた時の前記ダイオード電圧の差分に基づいて温度計測値を出力する温度用 C D S 処理部と、
前記リセット期間、前記信号読み出し期間および前記温度センサのダイオード電流を変化させるタイミングを制御するタイミングジェネレータとを備えることを特徴とする固体撮像装置。

10

【請求項 2】

前記ダイオード電流は 1 水平期間ごとに変化されることを特徴とする請求項 1 に記載の固体撮像装置。

【請求項 3】

前記タイミングジェネレータは、前記リセット期間から前記信号読み出し期間に変化させるのと同じタイミングで前記温度センサのダイオード電流を変化させることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の固体撮像装置。

【請求項 4】

前記画像用 C D S 処理部と前記温度用 C D S 処理部とは共有化されていることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

20

【請求項 5】

前記画像用 C D S 処理部と前記温度用 C D S 処理部とは同一の構成であることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

【請求項 6】

前記画像用 C D S 処理部は、前記リセット期間に読み出された画素電圧に基づいて第 1 のカウント動作を行い、前記信号読み出し期間に読み出された画素電圧に基づいて第 2 のカウント動作を行うことにより、前記画素信号をデジタル化する画像用 A D C 回路を備え、

前記温度用 C D S 処理部は、前記ダイオード電流を変化させる前に出力されたダイオード電圧に基づいて第 1 のカウント動作を行い、前記ダイオード電流を変化させた後に出力されたダイオード電圧に基づいて第 2 のカウント動作を行うことにより、前記温度計測値をデジタル化する温度用 A D C 回路を備えることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

30

【請求項 7】

前記温度用 C D S 処理部による動作は垂直ブランク期間に行われることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

【請求項 8】

前記温度センサと前記温度用 C D S 処理部との間に挿入され、前記ダイオード電圧を増幅するアンプをさらに備えることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

40

【請求項 9】

前記画像用 C D S 処理部のアナログゲインに前記アンプのゲインを連動させることを特徴とする請求項 8 に記載の固体撮像装置。

【請求項 10】

前記温度センサには、ダイオード電流が互いに等しく、自段のダイオード電圧が次段のダイオードに受け継がれるように接続された複数のダイオードが設けられ、

前記ダイオード電圧を取り出すダイオードを切り替えることにより、前記ダイオード電圧を出力する時の前記ダイオード電流を変化させることを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は固体撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

固体撮像装置では、温度上昇に伴って撮像画像のノイズや欠陥が顕在化したり、温度変動に起因して撮像画像に歪が発生したりすることがある。このため、固体撮像装置に温度センサを搭載し、固体撮像装置の温度に基づいて画像信号を補正することが行なわれている。

10

従来は、撮像素子回路及び撮像素子用のA/D変換回路があり、そして、その撮像素子回路とは別に、温度センサとなるダイオード、及び温度センサ用のA/D変換回路があった。つまり、温度計測に絡む回路ブロックは撮像素子用の信号処理回路ブロックとは独立して存在し、後段の温度補正回路において、保持していた温度測定データを加味して補正を行っていた。

【0003】

また、この時温度センサとしてダイオードを使用した場合、ダイオードの電流電圧特性は一次近似式で表す事ができない、つまり比例関係にならず、ダイオードの電流電圧特性から温度を求める方法では測定精度が悪かった。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2008-236158号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の一つの実施形態の目的は、ダイオードの電流電圧特性に基づく温度測定精度を向上させることが可能な固体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】

【0006】

30

実施形態の固体撮像装置によれば、画素アレイ部と、画像用CDS処理部と、温度センサと、温度用CDS処理部と、タイミングジェネレータとが設けられている。画素アレイ部は、光電変換した電荷を蓄積する画素がマトリックス状に配置されている。画像用CDS処理部は、前記画素からリセット期間に読み出された画素電圧と信号読み出し期間に読み出された画素電圧との差分に基づいて画素信号を出力する。温度センサは、ダイオード電流を変化させた時のダイオード電圧を出力する。温度用CDS処理部は、前記ダイオード電流を変化させた時の前記ダイオード電圧の差分に基づいて温度計測値を出力する。タイミングジェネレータは、前記リセット期間、前記信号読み出し期間および前記温度センサのダイオード電流を変化させるタイミングを制御する。

【図面の簡単な説明】

40

【0007】

【図1】図1は、第1実施形態に係る固体撮像装置が適用される画像処理部の概略構成を示すブロック図である。

【図2】図2は、第1実施形態に係る固体撮像装置の概略構成を示すブロック図である。

【図3】図3は、図2の画素PCの構成例を示す回路図である。

【図4】図4は、図2の温度センサ8の構成例を示す回路図である。

【図5】図5は、図2の画像用カラムCDS処理部3-1の構成例を示す回路図である。

【図6】図6は、図2の固体撮像装置の温度測定動作を示すタイミングチャートである。

【図7】図7は、電圧差分値 V_t と温度との関係を示す図である。

【図8】図8は、固体撮像装置の画素信号 S_g および温度計測値 S_t の転送方法の一例を

50

示すブロック図である。

【図 9】図 9 は、第 2 実施形態に係る固体撮像装置の画素 P C の画素電圧 V_s の読み出し時および温度センサ 8 のダイオード電圧 V_t の読み出し時におけるアナログゲインの変更方法を示すタイミングチャートである。

【図 10】図 10 は、第 3 実施形態に係る温度センサ 8 に流す電流の切替方法を示すブロック図である。

【図 11】図 11 は、第 4 実施形態に係る固体撮像装置の概略構成を示すブロック図である。

【図 12】図 12 は、第 5 実施形態に係る固体撮像装置の概略構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、実施形態に係る温度計測装置および固体撮像装置について図面を参照しながら説明する。なお、これらの実施形態により本発明が限定されるものではない。

【0009】

(第 1 実施形態)

図 1 は、第 1 実施形態に係る固体撮像装置が適用される画像処理部の概略構成を示すブロック図である。

図 1 において、イメージセンサ 22 の前段にはレンズ光学系 21 が設けられ、イメージセンサ 22 の後段には画像処理部 24 が設けられている。イメージセンサ 22 には、ダイオード電流を変化させた時のダイオード電圧を出力する温度センサ 23 が搭載されている。画像処理部 24 には、温度計測値 S_t に基づいて画素信号 S_g の補正処理を行う補正処理部 25 が設けられている。なお、イメージセンサ 22 としては、図 2、図 11 または図 12 の固体撮像装置を用いることができる。

【0010】

そして、レンズ光学系 21 を介してイメージセンサ 22 に光が入射すると、その光量に応じた画素信号 S_g が生成されるとともに、温度センサ 23 から出力されたダイオード電圧の差分に基づいて温度計測値 S_t が算出され、画像処理部 24 に送られる。補正処理部 25 において、温度計測値 S_t に基づいて画素信号 S_g の補正処理が行われるとともに、補正処理が行われた画素信号 S_g の画像処理が行われる。

【0011】

なお、画素信号 S_g の補正処理では、例えば、温度変動に起因して発生するレンズ光学系 21 の屈折率変動や寸法変動に伴う画素信号 S_g の歪を解消したり、フォトダイオード P D の暗電流に起因する固定パターンノイズや白点を解消したりすることができる。

【0012】

また、画素信号 S_g の画像処理としては、例えば、シェーディング補正、色分離補間処理、マスキング処理、補正処理、色空間変換処理、ブライトネス調整、コントラスト調整、色彩調整および彩度調整などを挙げることができる。

【0013】

図 2 は、第 1 実施形態に係る固体撮像装置の概略構成を示すブロック図である。

図 2 において、この固体撮像装置には、光電変換した電荷を蓄積する画素 P C が Row 方向および Column 方向にマトリクス状に配置された画素アレイ部 1、読み出し対象となる画素 P C を垂直方向に走査する垂直レジスタ 2、ダイオード電流を変化させた時のダイオード電圧を出力する温度センサ 8、温度センサ 8 のダイオード電流の基準となる参照電圧を発生させる参照電圧発生部 7、画素 P C からリセット期間に読み出された画素電圧 V_s と信号読み出し期間に読み出された画素電圧 V_s との差分に基づいて画素信号 S_g を出力する画像用 Column C D S 処理部 3 - 1、温度センサ 8 のダイオード電流を変化させた時のダイオード電圧の差分に基づいて温度計測値 S_t を出力する温度用 Column C D S 処理部 3 - 2、読み出し対象となる画素 P C および温度センサ 8 を水平方向に走査する水平レジスタ 4、画素 P C のリセット期間、信号読み出し期間および温度センサ 8 のダイオード電流

10

20

30

40

50

を変化させるタイミングを制御するタイミングジェネレータ5、画像用カラムCDS処理部3-1および温度用カラムCDS処理部3-2に基準電圧VFを出力する基準電圧発生部6、画像用カラムCDS処理部3-1および温度用カラムCDS処理部3-2を駆動するドライバ9、画像用カラムCDS処理部3-1および温度用カラムCDS処理部3-2から出力された信号を検知するセンスアンプ10および画素PCから読み出された信号に垂直信号線Vlinの電位を追従させる負荷回路11が設けられている。

【0014】

なお、温度センサ8と画素アレイ部1とは同一の半導体チップに搭載することができる。基準電圧発生部6から出力される基準電圧VFとしてはランプ波を用いることができる。参照電圧発生部7としてはバンドギャブリファレンス回路を用いることができる。

10

【0015】

ここで、画素アレイ部1において、ロウ方向には画素PCの読み出し制御を行う水平制御線Hlinが設けられ、カラム方向には画素PCから読み出された信号を伝送する垂直信号線Vlinが設けられている。

【0016】

そして、垂直レジスタ2にて画素PCが垂直方向に走査されることで、ロウ方向の画素PCが選択され、その画素PCから読み出された画素電圧Vsは垂直信号線Vlinを介して画像用カラムCDS処理部3-1に伝送される。ここで、負荷回路11では、画素PCから信号が読み出される時にその画素PCとの間でソースフォロアが構成されることで、垂直信号線Vlinの電位が画素PCから読み出された画素電圧Vsに追従される。

20

【0017】

そして、画像用カラムCDS処理部3-1において、各画素PCからリセット期間に読み出された画素電圧Vsと信号読み出し期間に読み出された画素電圧Vsがサンプリングされ、これらの画素電圧Vsの差分がとられることで各画素PCの信号成分がCDSにてデジタル化され、センスアンプ10を介して画素信号Sgとして出力される。

【0018】

また、温度センサ8から読み出されたダイオード電圧Vtは温度用カラムCDS処理部3-2に伝送される。そして、温度用カラムCDS処理部3-2において、ダイオード電流を変化される前に読み出されたダイオード電圧Vtとダイオード電流を変化された後に読み出されたダイオード電圧Vtがサンプリングされ、これらのダイオード電圧Vtの差分がとられることで温度センサ8の信号成分がCDSにてデジタル化され、センスアンプ10を介して温度計測値Stとして出力される。

30

【0019】

ここで、ダイオード電流を変化させた時のダイオード電圧Vtの差分から温度計測値Stを求めることにより、ダイオードの電流電圧特性の温度依存性を打ち消すことが可能となり、温度測定精度を向上させることが可能となる。

【0020】

なお、図2の実施形態では、温度用カラムCDS処理部3-2を画像用カラムCDS処理部3-1と別個に設ける方法について説明したが、温度用カラムCDS処理部3-2を画像用カラムCDS処理部3-1と共有化するようにしてもよい。この場合、画素PCと温度センサ8との間で画像用カラムCDS処理部3-1を切り替えて用いることができる。例えば、有効画素期間では画像用カラムCDS処理部3-1を画素PC側に切り替え、垂直ブランク期間では画像用カラムCDS処理部3-1を温度センサ8側に切り替えることにより、画素信号Sgの欠落を引き起こすことなく、1フレーム期間中に少なくとも1回は温度計測値Stを得ることができる。

40

【0021】

また、図2の実施形態では、固体撮像装置に温度センサ8を搭載する方法について説明したが、温度センサ8を温度計測装置として単独で用いるようにしてもよい。この場合、温度計測装置には、温度センサ8とともに温度用カラムCDS処理部3-2を搭載するようにしてもよい。

50

【 0 0 2 2 】

また、図 2 の実施形態では、温度用カラム C D S 処理部 3 - 2 および画像用カラム C D S 処理部 3 - 1 において、画素信号 S g および温度計測値 S t をデジタル化する方法について説明したが、画素信号 S g および温度計測値 S t をアナログ信号のまま出力し、必要に応じて外部でデジタル化するようにしてもよい。

【 0 0 2 3 】

図 3 は、図 2 の画素 P C の構成例を示す回路図である。

図 3 において、画素 P C には、フォトダイオード P D、行選択トランジスタ T a、増幅トランジスタ T b、リセットトランジスタ T c および読み出しトランジスタ T d がそれぞれ設けられている。また、増幅トランジスタ T b とリセットトランジスタ T c と読み出しトランジスタ T d との接続点には検出ノードとしてフローティングディフュージョン F D が形成されている。

10

【 0 0 2 4 】

そして、画素 P C において、読み出しトランジスタ T d のソースは、フォトダイオード P D に接続され、読み出しトランジスタ T d のゲートには、読み出し信号 R E A D が入力される。また、リセットトランジスタ T c のソースは、読み出しトランジスタ T d のドレインに接続され、リセットトランジスタ T c のゲートには、リセット信号 R E S E T が入力され、リセットトランジスタ T c のドレインは、電源電位 V D D に接続されている。また、行選択トランジスタ T a のゲートには、行選択信号 A D R E S が入力され、行選択トランジスタ T a のドレインは、電源電位 V D D に接続されている。また、増幅トランジスタ T b のソースは、垂直信号線 V l i n に接続され、増幅トランジスタ T b のゲートは、読み出しトランジスタ T d のドレインに接続され、増幅トランジスタ T b のドレインは、行選択トランジスタ T a のソースに接続されている。なお、図 2 の水平制御線 H l i n は、読み出し信号 R E A D、リセット信号 R E S E T および行選択信号 A D R E S をロウごと画素 P C に伝送することができる。

20

【 0 0 2 5 】

図 4 は、図 2 の温度センサ 8 の構成例を示す回路図である。

図 4 において、温度センサ 8 にはダイオード D および電流源 G が設けられ、電流源 G はダイオード D に直列に接続されている。ダイオード D としては、例えば、コレクタとベースが共通に接続されたバイポーラトランジスタを用いることができる。電流源 G は電流 I 1 と電流 I 2 とを切り替えて出力することができる。なお、電流 I 2 は電流 I 1 より大きくすることができる。そして、図 2 のタイミングジェネレータ 5 は、画素 P C のリセット期間に電流 I 1 に切り替え、画素 P C の信号読み出し期間に電流 I 2 に切り替えることができる。

30

【 0 0 2 6 】

ここで、ダイオード D を温度センサ 8 として使用する場合、ダイオード D の電流電圧特性からダイオード電流 I 1 に対してのダイオード電圧 V t を測定する。そして、ダイオード電圧 V t が温度に比例すると仮定し、ダイオード電圧 V t から温度を読み取ることができる。

【 0 0 2 7 】

この時、ダイオード電流 I 1 は以下の (1) 式で与えることができる。

$$I 1 = I s * \exp (q V t / k B T) \quad \dots (1)$$

ただし、I s は逆方向電流、T は温度 (単位 = ケルビン)、k B はボルツマン定数 (= 8 . 6 2 * 1 0 ^{- 5} e V / K、q は電荷量 (= 1 . 6 0 2 * 1 0 ^{- 1 9} クーロンである。

40

【 0 0 2 8 】

(1) 式を展開すると、以下の (2) 式が得られる。

$$V t = k B T / q \cdot \ln (I 1 / I s) \quad \dots (2)$$

【 0 0 2 9 】

仮に T = 3 0 0 K (2 7) とした場合は、k B T / q = 0 . 0 2 5 9 (V) の定数となる。つまり、k B、q および I s が定数であれば、(2) 式の V t と I 1 の関係である

50

電流電圧特性から温度 T を求めることができる。

【0030】

ただし、厳密には逆方向電流 I_s には温度依存があり、正確にはダイオード D の電流電圧特性は温度 T に対し非線形性となる。ここで、ダイオード電流を I_1 から I_2 に切り替えた時のダイオード電圧 V_t の差分から温度計測値 S_t を求めることにより、ダイオードの電流電圧特性の温度依存性を打ち消すことが可能となり、温度測定精度を向上させることが可能となる。

【0031】

図5は、図2の画像用カラム CDS 処理部 3-1 の構成例を示す回路図である。

図5において、画像用カラム $ADC3a$ には、コンデンサ $C1$ 、コンパレータ PA 、スイッチトランジスタ Tcp 、インバータ V 、アップダウンカウンタ UD がカラムごとに設けられている。アップダウンカウンタ UD には論理積回路 $N1$ が設けられている。

10

【0032】

そして、コンパレータ PA の反転入力端子にはコンデンサ $C1$ を介して垂直信号線 V_{lin} が接続され、コンパレータ PA の非反転入力端子には基準電圧 V_F が入力される。コンパレータ PA の反転入力端子と出力端子との間にはスイッチトランジスタ Tcp が接続されている。コンパレータ PA の出力端子はインバータ V を介して論理積回路 $N1$ の一方の入力端子に接続され、論理積回路 $N1$ の他方の入力端子には基準クロック CKC が入力される。

【0033】

そして、行選択信号 $ADDRESS$ がロウレベルの場合、行選択トランジスタ Ta がオフ状態となりソースフォロワ動作しないため、垂直信号線 V_{lin} に信号は出力されない。この時、読み出し信号 $READ$ とリセット信号 $RESET$ がハイレベルになると、読み出しトランジスタ Td がオンし、フォトダイオード PD に蓄積されていた電荷がフローティングディフュージョン FD に排出される。そして、リセットトランジスタ Tc を介して電源電位 VDD に排出される。

20

【0034】

フォトダイオード PD に蓄積されていた電荷が電源電位 VDD に排出された後、読み出し信号 $READ$ がロウレベルになると、フォトダイオード PD では、有効な信号電荷の蓄積が開始される。

30

【0035】

次に、行選択信号 $ADDRESS$ がハイレベルになると、画素 PC の行選択トランジスタ Ta がオンし、増幅トランジスタ Tb のドレインに電源電位 VDD が印加されることで、増幅トランジスタ Tb と負荷回路 11 とでソースフォロアが構成される。

【0036】

次に、リセット信号 $RESET$ が立ち上がると、リセットトランジスタ Tc がオンし、フローティングディフュージョン FD にリーク電流などで発生した余分な電荷がリセットされる。そして、フローティングディフュージョン FD のリセットレベルに応じた電圧が増幅トランジスタ Tb のゲートにかかる。

【0037】

そして、リセットレベルに応じた画素電圧 V_s が垂直信号線 V_{lin} に出力されている時に、リセットパルス Pcp がスイッチトランジスタ Tcp のゲートに印加されると、コンパレータ PA の反転入力端子の入力電圧が出力電圧でクランプされ、動作点が設定される。この時、垂直信号線 V_{lin} からの画素電圧 V_s との差分は、コンデンサ $C1$ に保持され、コンパレータ PA の入力電圧がゼロ設定される。

40

【0038】

スイッチトランジスタ Tcp がオフした後、リセットレベルの画素電圧 V_s がコンデンサ $C1$ を介してコンパレータ PA に入力された状態で、基準電圧 V_F としてランプ波 V_{f1} が与えられ、リセットレベルの画素電圧 V_s とランプ波 V_{f1} とが比較される。そして、コンパレータ PA の出力電圧はインバータ V にて反転された後、出力電圧 V_{comp} と

50

して論理積回路 N 1 の一方の入力端子に入力される。

【 0 0 3 9 】

また、論理積回路 N 1 の他方の入力端子には基準クロック C K C が入力される。そして、リセットレベルの画素電圧 V_s がランプ波 $V_f 1$ のレベルより小さい場合は、出力電圧 V_{comp} がハイレベルとなる。このため、基準クロック C K C が論理積回路 N 1 を通過し、通過後の基準クロック $C K C_i$ がアップダウンカウンタ U D にてダウンカウントされる。

【 0 0 4 0 】

そして、リセットレベルの画素電圧 V_s がランプ波 $V_f 1$ のレベルと一致すると、コンパレータ P A の出力電圧が立ち下がり、出力電圧 V_{comp} がロウレベルとなる。このため、基準クロック C K C が論理積回路 N 1 にて遮断され、アップダウンカウンタ U D 1 にてダウンカウントが停止されることで、リセットレベルの画素電圧 V_s がデジタル化される。

10

【 0 0 4 1 】

次に、読み出し信号 R E A D が立ち上がると、読み出しトランジスタ T d がオンし、フォトダイオード P D に蓄積されていた電荷がフローティングディフュージョン F D に転送され、フローティングディフュージョン F D の信号レベルに応じた電圧が増幅トランジスタ T b のゲートにかかる。

【 0 0 4 2 】

そして、信号レベルの画素電圧 V_s がコンデンサ C 1 を介してコンパレータ P A に入力された状態で、基準電圧 V F としてランプ波 $V_f 2$ が与えられ、信号レベルの画素電圧 V_s とランプ波 $V_f 2$ とが比較される。そして、コンパレータ P A の出力電圧はインバータ V にて反転された後、出力電圧 V_{comp} として論理積回路 N 1 の一方の入力端子に入力される。

20

【 0 0 4 3 】

そして、信号レベルの画素電圧 V_s がランプ波 $V_f 2$ のレベルより小さい場合は、出力電圧 V_{comp} がハイレベルとなる。このため、基準クロック C K C が論理積回路 N 1 を通過し、通過後の基準クロック $C K C_i$ がアップダウンカウンタ U D にて今度はアップカウントされる。そして、信号レベルの画素電圧 V_s がランプ波 $V_f 2$ のレベルと一致すると、コンパレータ P A の出力電圧が立ち下がり、出力電圧 V_{comp} がロウレベルとなる。このため、基準クロック C K C が論理積回路 N 1 にて遮断され、アップダウンカウンタ U D にてアップカウントが停止されることで、信号レベルの画素電圧 V_s とリセットレベルの画素電圧 V_s との差分がデジタル化される。

30

【 0 0 4 4 】

なお、温度用カラム C D S 処理部 3 - 2 についても図 5 の画像用カラム C D S 処理部 3 - 1 と同様に構成することができる。この場合、図 4 のダイオード D のダイオード電流が電流 I 1 に設定された時のダイオード電圧 V_t がリセットレベルの画素電圧 V_s の代わりに入力される。そして、ダイオード電流が電流 I 1 に設定された時のダイオード電圧 V_t がランプ波 $V_f 1$ と比較される。また、図 4 のダイオード D のダイオード電流が電流 I 2 に設定された時のダイオード電圧 V_t が信号レベルの画素電圧 V_s の代わりに入力される。そして、ダイオード電流が電流 I 2 に設定された時のダイオード電圧 V_t がランプ波 $V_f 2$ と比較される。

40

【 0 0 4 5 】

図 6 は、図 2 の固体撮像装置の温度測定動作を示すタイミングチャートである。

【 0 0 4 6 】

図 5 において、1 水平期間には、リセット期間、信号読み出し期間およびデータ転送期間が設けられている。そして、リセット期間ではダイオード電流が I 1 に設定され、信号読み出し期間ではダイオード電流が I 2 に設定される。そして、図 2 の温度用カラム C D S 処理部 3 - 2 において、ダイオード電流が I 1 に設定された時のダイオード電圧 V_t がサンプリングされた後、ダイオード電流が I 2 に設定された時のダイオード電圧 V_t がサ

50

ンプリングされる。そして、これらのダイオード電圧 V_t の差分に基づいて温度計測値 S_t が算出され、データ転送期間において、画素信号 S_g が出力されるデータ転送バスを解して温度計測値 S_t が出力される。

【0047】

ここで、電流 I_2 を電流 I_1 の K (K は 1 以上の実数) 倍に変化させるものとする、と、電流 I_2 は以下の (3) 式で与えることができる。

$$I_2 = I_1 * K \quad \dots (3)$$

【0048】

そして、ダイオード電流が I_1 から I_2 に切り替えられた時のダイオード電圧 V_t の電圧差分値 V_t は、(2) 式から以下の (4) 式で与えることができる。

$$\begin{aligned} V_t &= k B T / q \cdot \ln(I_1 / I_s) - k B T / q \cdot \ln(I_2 / I_s) \\ &= k B T / q \cdot \ln(I_1 / I_2) \\ &= k B T / q \cdot \ln(I_2 * K / I_2) \\ &= k B T / q \cdot \ln(K) \quad \dots (4) \end{aligned}$$

【0049】

(4) 式から、電圧差分値 V_t を求めると、温度に依存する逆方向電流 I_s がキャンセルされるので、ダイオード D の電流電圧特性の温度依存性を打ち消すことが可能となり、温度測定精度を向上させることが可能となる。

【0050】

例えば、 $K = 8$ に設定した場合、下の (5) 式に示すように、電圧差分値 V_t は温度 T の一次近似式となり、1 あたりの電圧変化率は $0.18 \text{ mV} /$ となる。

$$V_t = k B / q \cdot \ln(K) \cdot T = 0.0259 * \ln(8) * (T / 300) = 0.0259 * 2.079 * (T / 300) = 0.00018 * T \text{ (V)} \quad \dots (5)$$

【0051】

図 7 は、電圧差分値 V_t と温度との関係を示す図である。

図 7 において、(5) 式の温度 T に対する電圧差分値 V_t をグラフ化した。(5) 式から明らかのように、温度 T と電圧差分値 V_t との関係は線形になる。

【0052】

よって、ダイオード D の電流電圧特性から温度を精度よく計測することができ、予め温度テーブルコード値を計算しておけば、温度計測値 S_t から温度を読み取ることができる。また、1 水平期間内にダイオード電圧 V_t の差分処理を行い、温度計測値 S_t を出力することができるので、1 垂直期間 (1 フレーム期間とも言う) 中に必ず 1 回は温度計測を行うことができる。

【0053】

図 8 は、固体撮像装置の画素信号 S_g および温度計測値 S_t の転送方法を示すブロック図である。

図 8 において、この固体撮像装置では、図 2 の固体撮像装置に対し画素信号 S_g および温度計測値 S_t を転送する水平転送バス B_S が複数本設けられている。なお、図 8 の例では、水平転送バス B_S が 4 本設けられている場合を示した。そして、水平転送バス B_S を介して画素信号 S_g および温度計測値 S_t を 4 個ずつ並列に転送することができる。なお、水平転送バス B_S が 4 個の場合、温度用カラム CDS 処理部 3 - 2 および画像用カラム CDS 処理部 3 - 1 の個数の合計は 4 の倍数になるように設定することが好ましい。

【0054】

ここで、水平転送バス B_S を複数本設けることにより、画素信号 S_g および温度計測値 S_t の転送時間を短くすることができ、温度計測値 S_t を用いた画素信号 S_g の補正処理を高速化することができる。

【0055】

(第 2 実施形態)

図 9 は、第 2 実施形態に係る固体撮像装置の画素 PC の画素電圧 V_s の読み出し時および温度センサ 8 のダイオード電圧 V_t の読み出し時におけるアナログゲインの変更方法を

10

20

30

40

50

示すタイミングチャートである。

図9において、例えば、25では電圧差分値 V_t は 0.053 (V) となり、ダイオード電圧 V_t よりも小さくなる。また、1あたりの電圧変化率は 0.18 mV/ であるが、これをデジタル化した時の1LSBあたりの電圧変化率を大きくするには、ランプ波 V_{f1} 、 V_{f2} の傾きを緩くし、アナログゲインを高くする必要がある。例えば10ビット出力で基準電圧 V_F の振幅が 40 mV の場合、1LSBあたりの電圧変化率は $(40 \text{ mV}) / ((0.18 \text{ mV}) * 1023) = 0.217$ /LSB となり、1LSBにつき 0.217 分となる。

【0056】

一方、画像用カラム CDS 処理部 3-1 では、フォトダイオード PD への入射光量によりアナログゲインが設定される。例えば、入射光量が多い場合はアナログゲインが低下され、ランプ波 V_{f1} 、 V_{f2} の傾きが急になる。

10

【0057】

このため、温度計測時の電圧変化率を大きくするには、温度計測処理時と撮像処理時とでランプ波 V_{f1} 、 V_{f2} の傾きを異ならせる必要があり、温度用カラム CDS 処理部 3-2 を画像用カラム CDS 処理部 3-1 と共有化した場合には、1水平期間内において温度計測と撮像とを行うことができなくなる。

【0058】

このため、1垂直期間内の垂直ブランク期間に温度計測処理を行わせ、この温度計測処理時のアナログゲインを高くするとともに、1垂直期間内の残りの垂直ブランク期間および有効画素期間に撮像処理を行わせ、この撮像処理時のアナログゲインを入射光量に応じて変化させることができる。

20

【0059】

これにより、温度用カラム CDS 処理部 3-2 を画像用カラム CDS 処理部 3-1 と共有化した場合においても、入射光量に応じて画素信号 S_g のレベルを適正化することが可能となるとともに、ダイオード D の電流電圧特性に基づく温度測定精度を向上させることができる。

【0060】

また、1回の温度計測処理は1水平期間内に行わせることができるので、1垂直ブランク期間に1水平期間が複数含まれている場合には1垂直期間内に複数回の温度計測処理を行わせることができる。

30

【0061】

(第3実施形態)

図10は、第3実施形態に係る温度センサ8に流す電流の切替方法を示すブロック図である。

図10において、この温度センサ8には、複数のダイオード $D_1 \sim D_6$ が設けられるとともに、これらのダイオード $D_1 \sim D_6$ のダイオード電流をそれぞれ設定する複数の電流源 $G_1 \sim G_6$ が設けられている。なお、図10の例では、ダイオード $D_1 \sim D_6$ および電流源 $G_1 \sim G_6$ が6個ずつ設けられている場合を示した。ここで、各電流源 $G_1 \sim G_6$ から出力される電流は I_1 に設定し、各ダイオード $D_1 \sim D_6$ のダイオード電流は互いに等しくすることができる。

40

【0062】

また、これらのダイオード $D_1 \sim D_6$ は、自段のダイオード電圧が次段のダイオードに受け継がれるように接続されている。例えば、バイポーラトランジスタにてダイオード $D_1 \sim D_6$ を構成した場合、各バイポーラトランジスタのエミッタに各電流源 $G_1 \sim G_6$ を接続し、各バイポーラトランジスタのコレクタにグランド電位を接続することができる。各バイポーラトランジスタのベースは次段のバイポーラトランジスタのエミッタに接続することができる。ただし、最終段のバイポーラトランジスタのエミッタにはグランド電位を接続することができる。

【0063】

50

この温度センサ 8 には、セレクトア K 1 が設けられている。このセレクトア K 1 は、切り替え信号 S L 1 に基づいて、初段のダイオード D 1 のエミッタ電位と最終段のダイオード D 6 のエミッタ電位とを切り替えて出力することができる。

【 0 0 6 4 】

ここで、ダイオード D 1 のエミッタ電位は、ダイオード D 6 に電流 I 1 の 6 倍の電流を流した時のダイオード D 6 のエミッタ電位となる。このため、電流 I 1 の 6 倍の電流を I 2 とすると、セレクトア K 1 を切り替えることで図 5 と同様のタイミングで電流 I 1 と電流 I 2 とを切り替えることが可能となる。このため、各電流源 G 1 ~ G 6 から出力される電流は I 1 に固定したままで、温度センサ 8 のダイオード電流を変化させることができ、電流源 G から出力される電流を変化させる場合に比べて回路構成を簡単化することができる。

10

【 0 0 6 5 】

(第 4 実施形態)

図 1 1 は、第 4 実施形態に係る固体撮像装置の概略構成を示すブロック図である。

図 1 1 において、この固体撮像装置では、図 2 の固体撮像装置にアンプ 1 2 が追加されている。ここで、アンプ 1 2 は、温度センサ 8 と温度用カラム C D S 処理部 3 - 2 との間に挿入されている。

【 0 0 6 6 】

ここで、アンプ 1 2 のゲインは、電圧差分値 V_t がリセット期間の画素電圧 V_s と同等程度になるように予め設定することができる。例えば、2 5 の場合、 $V_t = 0.054$ (V) であるのに対し、リセット期間の画素電圧 V_s は常温時には約 1.0 V 位である。このため、 $1.0 / 0.054 = 18.51$ なので、アンプ 1 2 のゲインを約 1 6 倍に設定することができる。

20

【 0 0 6 7 】

これにより、電圧差分値 V_t を増幅するために、温度用カラム C D S 処理部 3 - 2 のアナログゲインを高める必要がなくなり、画像用カラム C D S 処理部 3 - 1 と温度用カラム C D S 処理部 3 - 2 とに対してランプ波 $V_f 1$ 、 $V_f 2$ の傾きを異ならせる必要がなくなる。このため、1 水平期間内に温度計測処理および撮像処理を行わせることが可能となり、画素信号 S_g の欠落を発生させることなく、1 水平期間ごとに温度計測値 S_t を出力させることができる。

30

【 0 0 6 8 】

なお、アンプ 1 2 として P G A (プログラマブル・ゲイン・アンプ) を用い、アンプ 1 2 のゲインを画像用カラム C D S 処理部 3 - 1 のアナログゲインに連動させてもよい。これにより、どのようなアナログゲインが設定されても、温度測定時の A / D 変換処理に対応させることができる。

【 0 0 6 9 】

(第 5 実施形態)

図 1 2 は、第 6 実施形態に係る固体撮像装置の概略構成を示すブロック図である。

図 1 2 において、この固体撮像装置では、図 1 の固体撮像装置において複数の温度センサ 8 およびセレクトア K 2 が追加されている。セレクトア K 2 は、切り替え信号 S L 2 に基づいて、複数の温度センサ 8 のダイオード電圧を切り替えて出力することができる。

40

【 0 0 7 0 】

ここで、固体撮像装置に複数の温度センサ 8 を設けることにより、固体撮像装置で温度のバラツキがある場合においても、温度測定精度を向上させることが可能となる。

【 0 0 7 1 】

例えば、温度センサ 8 を 1 フレームの始めの無効画素の傍および 1 フレームの終わりの無効画素の傍に配置することができる。そして、1 フレームの始めの垂直ブランク期間中の温度測定時と、1 フレームの終わりの垂直ブランク期間中の温度測定時とで温度センサ 8 を切り替えることができる。これにより、温度に依存して垂直方向にシェーディングが発生した場合などにおける画像補正精度を向上させることができる。

50

【0072】

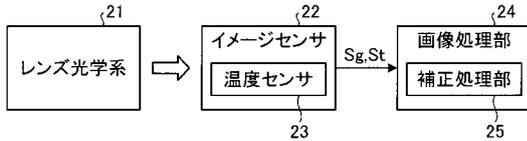
本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【符号の説明】

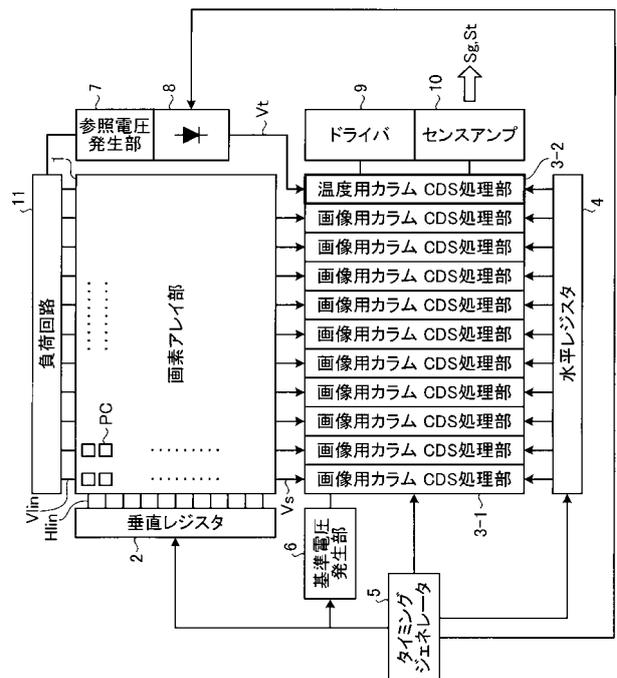
【0073】

P C 画素、T a 行選択トランジスタ、T b 増幅トランジスタ、T c リセットトランジスタ、T d 読み出しトランジスタ、P D フォトダイオード、F D フローティングディフュージョン、1 画素アレイ部、2 垂直レジスタ、3-1 画像用カラムCDS処理部、3-2 温度用カラムCDS処理部、4 水平レジスタ、5、33 タイミングジェネレータ、6 基準電圧発生部、7 参照電圧発生部、8、31 温度センサ、9 ドライバ、10 センスアンプ、11 負荷回路、12 アンプ、D ダイオード、G 電流源、B S 水平転送バス、K 1、K 2 セレクタ、21 レンズ光学系、22 イメージセンサ、23 温度センサ、24 画像処理部、25 補正処理部、P A コンパレータ、C 1 コンデンサ、V インバータ、U D アップダウンカウンタ、N 1 論理積回路、32 温度算出部、34 ADC回路

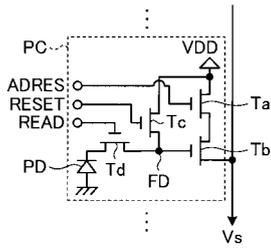
【図1】



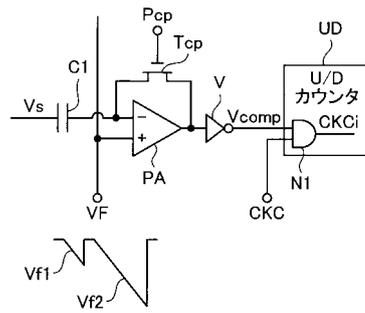
【図2】



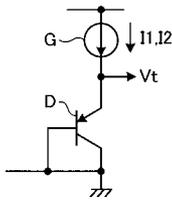
【 図 3 】



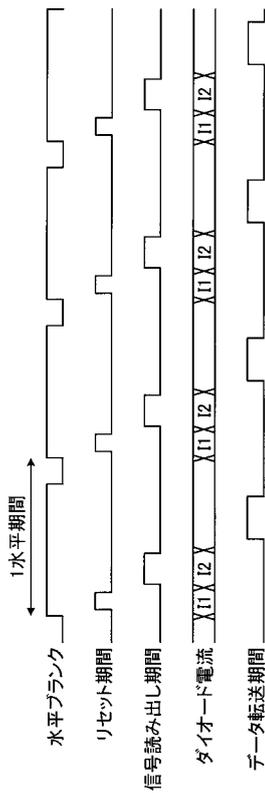
【 図 5 】



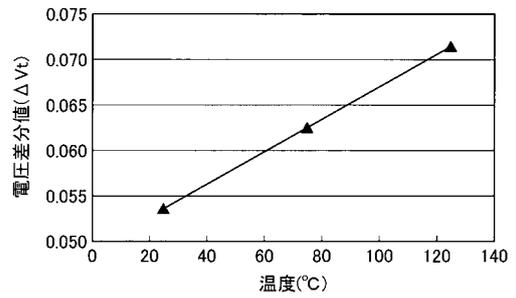
【 図 4 】



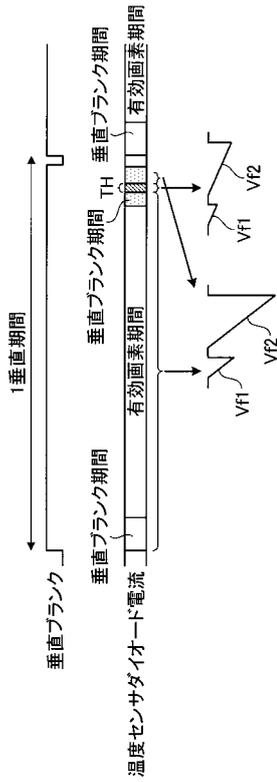
【 図 6 】



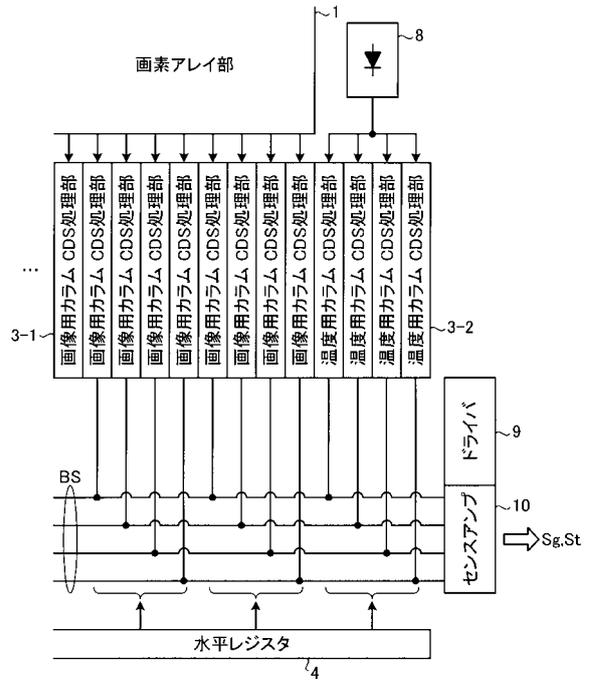
【 図 7 】



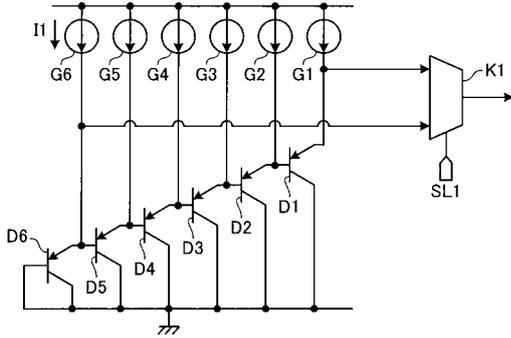
【 図 8 】



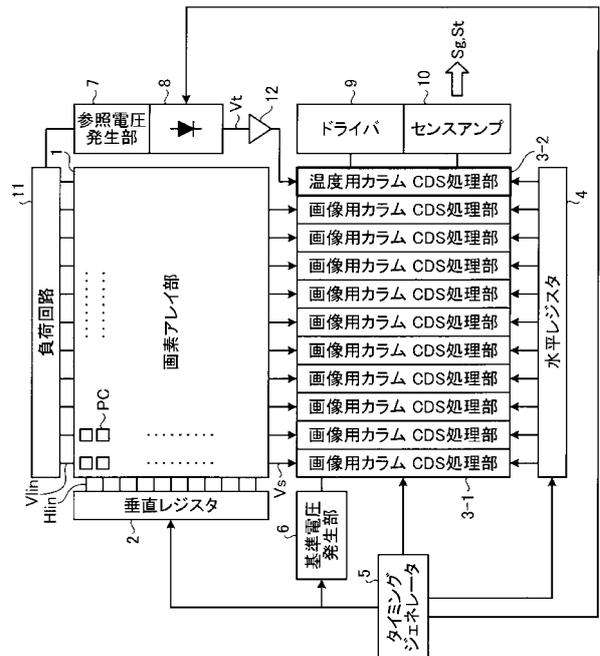
【 図 9 】



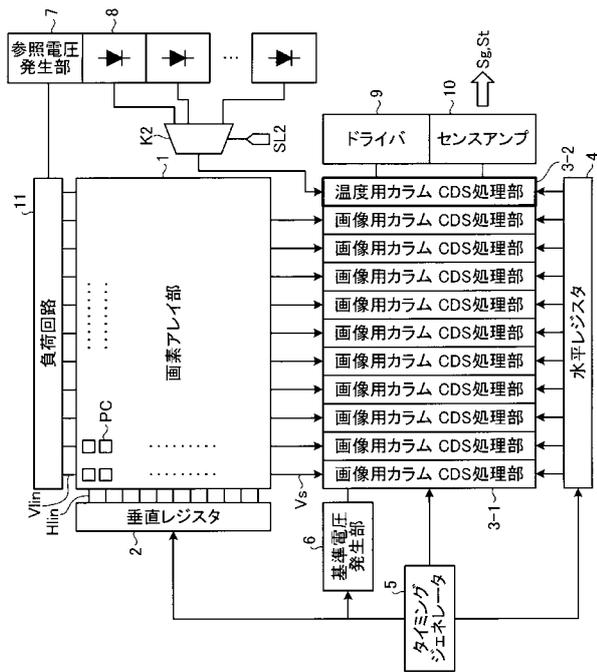
【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

(72)発明者 工藤 克哉

愛知県名古屋市西区名西二丁目33番10号 中部東芝エンジニアリング株式会社内

(72)発明者 五十嵐 豊晴

愛知県名古屋市西区名西二丁目33番10号 中部東芝エンジニアリング株式会社内

Fターム(参考) 5C024 AX01 CX03 CX04 CX06 CX11 CX31 EX15 GY31 HX18 HX23
HX32 HX41