

明 細 書

発明の名称：撮像装置、内視鏡装置および温度測定方法

技術分野

[0001] 本発明は、撮像装置、内視鏡装置および温度測定方法に関する。

背景技術

[0002] 内視鏡装置は、外部から直接観察することができない空間の内部を観察するために様々な分野で用いられている。例えば、体腔内の臓器の観察を行い、必要に応じて処置具を用いて治療処置を行う医療分野、ボイラ、タービン、エンジン、化学プラント等の設備内部の傷、腐食等の観察、検査を行う工業分野、などがある。内視鏡装置には、被検体内に挿入する挿入部の先端に、撮像素子としてCCD (Charge Coupled Device; 電荷結合素子) センサやCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor; 相補性金属酸化物半導体) センサなどの固体撮像素子を備えるものがある。

[0003] 観察対象となる被検体によっては観察箇所の温度が高温になる場合がある。その場合には、内視鏡装置の挿入部に備えられた固体撮像素子の温度が上昇することがある。また、被検体を照明する照明光によっても固体撮像素子の温度が上昇することがある。この温度上昇は、固体撮像素子において発生する暗電流の増加を引き起こし、観察される画像の画質を劣化させる原因となる。さらに温度が上昇すると固体撮像素子が破壊することがある。

[0004] 例えば、特許文献1に記載の内視鏡装置のように、温度検出手段を挿入部の先端部に配置し、検出した温度が所定の温度以上である場合、そのことを告知する内視鏡装置が提案されている。しかしながら、先端部の径が細い（例えば、直径2～4mm）内視鏡装置に温度検出手段を配置することは困難である。そこで、例えば、特許文献2、3に記載されているように、固体撮像装置の暗電流が温度によって変化することを利用して、別途温度センサを設けずに温度を推定することが提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：日本国特開2007-151594号公報

特許文献2：日本国特開2010-11161号公報

特許文献3：日本国特開2009-32950号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献2の撮像装置は、所定のスレッショルドレベル（閾値）に基づいて抽出した特異出力画素信号の成分を、検出した暗電流から除去することで特異出力画素の影響を回避している。しかしながら、特異出力画素の配置や特性は、個々の撮像素子に応じて異なる。また、撮像素子によっては、画素間で信号レベルのばらつき（シェーディング）が顕著に現れるものがある。そのため、特異出力画素やシェーディングの個体差により温度に誤差が生じることがある。

また、特許文献3に記載の固体撮像素子では、信頼性が高い温度情報を得るために暗電流をその他の画素よりも多く発生させる特性を有する画素を温度検出用画素として用いる。しかしながら、この固体撮像素子は、温度検出用画素として専用の画素を備えることを要する。

[0007] 本発明は、このような課題を考慮してなされたものであり、撮像素子に制約されずに撮像素子の温度を高い精度で推定することができる撮像装置、内視鏡装置および温度測定方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の第1の態様に係る撮像装置は、集光した光を光電変換する撮像素子と、前記撮像素子の所定の画素領域に属する画素からの出力信号を選択する選択部と、前記出力信号の所定セット間の差分に基づいて暗電流値を算出する暗電流算出部と、前記暗電流値から前記撮像素子の温度を算出する温度算出部と、を備える。

- [0009] 本発明の第2の態様によれば、上記第1の態様において、前記暗電流算出部は、前記出力信号の所定セット間の差分として、前記出力信号のフレーム間の差分に基づいて暗電流値を算出してもよい。
- [0010] 本発明の第3の態様によれば、上記第2の態様において、前記暗電流算出部は、前記フレーム間の差分として、一のフレームの前記出力信号と、複数の他のフレームの前記出力信号の平均値との差分を用いてもよい。
- [0011] 本発明の第4の態様によれば、上記第1の態様において、前記暗電流算出部は、前記出力信号の所定セット間の差分として、前記所定の画素領域に含まれる部分領域に属する画素からの出力信号の部分領域間の差分に基づいて暗電流値を算出してもよい。
- [0012] 本発明の第5の態様によれば、上記第1の態様から第4の態様のいずれかにおいて、前記暗電流算出部は、前記差分に係る値の画素間の幅から前記差分に含まれるノイズ成分のレベルを算出し、前記レベルに基づいて前記暗電流値を算出してもよい。
- [0013] 本発明の第6の態様によれば、上記第1の態様から第5の態様のいずれかにおいて、前記温度算出部は、暗電流値と温度との関係を示す暗電流温度テーブルに基づいて、前記暗電流算出部が検出した暗電流値に対応する温度を、前記撮像素子の温度として算出してもよい。
- [0014] 本発明の第7の態様によれば、上記第1の態様から第6の態様のいずれかにおいて、前記撮像素子への露光時間を撮像時における露光時間よりも長くする素子制御部、をさらに備えてもよい。
- [0015] 本発明の第8の態様によれば、上記第1の態様から第7の態様のいずれかにおいて、前記選択部は、前記所定の画素領域として前記集光した光が遮光される領域であるオプティカルブラック領域に属する画素からの出力信号を選択してもよい。
- [0016] 本発明の第9の態様によれば、上記第1の態様から第9の態様のいずれかにおいて、前記温度算出部が複数の露光時間のそれぞれについて算出した温度に基づいて温度測定状態が正常か否かを検査する検査部、をさらに備えて

もよい。

[0017] 本発明の第10の態様は、上記第1の態様から第9の態様のいずれかの撮像装置を備える内視鏡装置であってもよい。

[0018] 本発明の第11の態様は、集光した光を光電変換する撮像素子の所定の画素領域に属する画素からの出力信号を選択する選択過程と、前記出力信号の所定セット間の差分に基づいて暗電流値を算出する暗電流算出過程と、前記暗電流値から前記撮像素子の温度を算出する温度算出過程と、を有する温度測定方法である。

発明の効果

[0019] 本発明の各態様の撮像装置、内視鏡装置および温度測定方法によれば、撮像素子の暗電流検出領域に属する画素からの出力信号に含まれるランダムなノイズ成分が出力信号の差分において相殺されないのに対し、所定セット間で共通の信号成分が相殺される。温度変化に依存するノイズレベルに基づいて暗電流値を精度よく算出することができるので、撮像素子に制約されずに撮像素子の温度を高い精度で測定することができる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]第1実施形態に係る内視鏡装置の構成例を示す概略ブロック図である。

[図2]第1実施形態に係る制御部の構成を示す概略ブロック図である。

[図3]第1実施形態に係る撮像部からの出力信号の例を示す概念図である。

[図4]暗電流蓄積電荷量の一例を示す図である。

[図5]フォトダイオードで生じる暗電流の温度依存性の一例を示す図である。

[図6]信号クランプを説明するための概念図である。

[図7]信号値の画素間分布の一例を示す図である。

[図8]第1実施形態に係る撮像部の読み出し回路の構成を示す概略図である。

[図9]第1実施形態に係る温度測定処理を示すフローチャートである。

[図10]第1実施形態に係る内視鏡装置の他の構成例を示す概略ブロック図である。

[図11]第2実施形態に係る制御部の構成を示す概略ブロック図である。

[図12]第2実施形態に係る温度検査処理を示すフローチャートである。

[図13]第3実施形態に係る部分領域の例を示す図である。

[図14]第3実施形態に係る部分領域の他の例を示す図である。

[図15]第4実施形態に係る暗電流算出部がフレーム毎に定める最大値と最小値の例を示す概念図である。

[図16]第4実施形態に係る値域幅と標準偏差との関係を示す図である。

[図17]第4実施形態に係る値域幅と累積頻度との関係を示す図である。

[図18]第4実施形態に係る画素数と係数 k との関係を示す図である。

発明を実施するための形態

[0021] 以下、図面を参照して本発明の実施形態に係る撮像装置及び内視鏡装置について説明する。

<第1実施形態>

図1は、本発明の第1実施形態に係る内視鏡装置10の構成例を示す概略ブロック図である。

内視鏡装置10は、撮像装置10xと、挿入部14と、光源部15と、ライトガイド16とを含んで構成される。撮像装置10xは、制御部11と、撮像部12と、表示部13とを含んで構成される。

[0022] 制御部11は、内視鏡装置10の各種の動作を制御する。例えば、制御部11は、光源部15から光を発光させるか否かを制御するための発光制御信号を生成し、生成した発光制御信号を光源部15に出力する。また、制御部11は、撮像部12が備える画素への露光と、各画素からの出力信号を読み出すための撮像制御信号を生成し、生成した撮像制御信号を撮像部12に出力する。そして、制御部11は、撮像部12の画素領域から暗電流値を検出するための所定領域内に配置された画素からの出力信号を選択し、選択した出力信号の所定セット間の差分に基づいて暗電流値を検出する。制御部11は、検出した暗電流値から撮像素子の温度を算出し、算出した温度を示す温度表示信号を表示情報として表示部13に出力する。

[0023] 制御部11は、撮像部12の画素領域内の各画素の出力信号に基づく画像

信号を生成し、生成した画像信号を表示情報として表示部 13 に出力する。制御部 11 は、所定の制御プログラムで指示される処理を実行することにより、その機能を実現してもよい。制御部 11 は、操作入力部（図示せず）と表示部 13 と協働してユーザインタフェースを構成してもよい。制御部 11 の構成については、後述する。

[0024] 撮像部 12 は、被撮像体からの入射光を集光する光学系（図示せず）と、集光された光を電気信号である出力信号に光電変換する画素を複数個備える撮像素子を備える。撮像素子は、例えば、画素毎にフォトダイオードを含んで構成される CCD イメージセンサ、CMOS イメージセンサなどである。複数個の画素は、撮像素子の撮像面上において所定の空間間隔で 2 次元配置されている。撮像面は、光学系の主軸に直交し、光学系によって集光される入射光が照射される。被撮像体の像が撮像面に結像する。撮像面において画素が配置されている領域が画素領域である。画素領域には、集光された入射光が照射される領域である撮像領域と、集光された入射光が照射されずに遮光される遮光領域であるオプティカルブラック（OB: Optical Black）領域とが含まれる。撮像部 12 は、制御部 11 から入力された制御信号に基づき各画素からの出力信号を読み出し、読み出した出力信号を制御部 11 に出力する。

[0025] 表示部 13 は、制御部 11 から入力された表示情報として各種の画像、文字、記号などを表示する。表示部 13 は、例えば、制御部 11 からの画像信号が示す画像、温度表示信号が示す温度などを表示する。表示部 13 は、例えば、液晶ディスプレイ（LCD: Liquid Crystal Display）、EL（Electro-luminescence）ディスプレイなどの表示デバイスを含んで構成される。なお、表示部 13 は、内視鏡装置 10 の本体と着脱自在に固定されてもよい。

[0026] 挿入部 14 は、他の方向よりも 1 つの方向の長さが長い細長の形状を有する管材を含んで構成され、長手方向の一端である先端部に撮像部 12 を備え、他端が内視鏡装置 10 の本体に接続されている。先端部は、被検体に最初

に挿入、又は接近する部位である。挿入部 14 には、その長手方向に導線とライトガイド 16 が貫通している。ライトガイド 16 の両端のうち、挿入部 14 の一端、他端に配置されている方を、それぞれライトガイド 16 の一端、他端と呼ぶ。導線は、制御部 11 から撮像部 12 への撮像制御信号の伝送、撮像部 12 から制御部 11 への映像信号の伝送に用いられる。

[0027] 光源部 15 は、制御部 11 からの制御信号に基づいて発光を開始（オン）又は発光を停止（オフ）する。光源部 15 が発光した光は照明光としてライトガイド 16 の他端に入射される。光源部 15 は、例えば、発光ダイオード（LED: Light Emitting Diode）などの発光素子を含んで構成される。

[0028] ライトガイド 16 は、その他端から入射された照明光を一端に透過する。ライトガイド 16 は、光を透過する細長の部材、例えば、光ファイバーを含んで構成される。ライトガイド 16 の一端から透過した照明光が放射され、被検体を照明する。挿入部 14 の他端に備えられた撮像部 12 の光学系には、被検体からの反射光が入射光として入射される。

[0029] 次に、制御部 11 の構成について説明する。図 2 は、本実施形態に係る制御部 11 の構成を示す概略ブロック図である。制御部 11 は、素子制御部 111、画像処理部 112、選択部 113、暗電流算出部 114、温度算出部 115、及び重畳部 116 を含んで構成される。

[0030] 素子制御部 111 は、操作入力部（図示せず）からの操作信号に応じて光源部 15 を発光させるか否かを示す発光制御信号を生成し、生成した発光制御信号を光源部 15 に出力する。例えば、操作入力部から発光を指示する操作信号が入力されるとき、素子制御部 111 は、光源部 15 を発光させる電力を有する電気信号を電源（図示せず）から取得し、取得した電気信号を発光制御信号として光源部 15 に出力する。また、操作入力部から発光の停止を指示する操作信号が入力されるとき、素子制御部 111 は、発光制御信号の出力を停止する。

[0031] 素子制御部 111 は、撮像部 12 による撮像を制御するための撮像制御信

号を生成する。撮像制御信号は、撮像部 1 2 が備える画素への露光時間と、各画素から出力信号を読み出すタイミングを制御するための制御信号である。撮像制御信号は、例えば、撮像部 1 2 の画素領域に配列された画素について、所定のフレーム周期で出力信号の出力を画素毎にその配列順（例えば、ラスタスキャン順）に指示する駆動パルスである。各画素は、例えば、シリコンからなる P 型半導体と N 型半導体が接する P N 接合を有するフォトダイオードを含んで構成される。各画素には時間の経過に応じて電荷が蓄積される。各画素は、素子制御部 1 1 1 からの撮像制御信号の入力に応じて、蓄積された電荷を解放する。当該画素からは、電荷の解放によって生じた電圧を信号値として示す出力信号が出力される。従って、露光時間は、電子シャッター機能を用いない場合には、フレーム周期（即ち、フレームレートの逆数）に相当する。また、各画素における電荷の蓄積は、主に入射光について光電変換によって生じるが、入射光が照射されない O B 部内に配置された画素についても熱エネルギーにより電荷が蓄積される。熱雑音によって生じるノイズ成分は、暗電流として観測され、出力信号へのノイズとして付加される。

[0032] 画像処理部 1 1 2 は、撮像部 1 2 からの画素毎の出力信号が示す信号値を各フレームで集約し、画素毎の信号値（画素値）を示す画像信号を生成する。画像処理部 1 1 2 は、生成した画像信号について所定の画像処理を行う。所定の画像処理として、例えば、 γ 補正、Y C 変換、リサイズ、などがある。画像処理部 1 1 2 は、所定の画像処理を行って得られた画像信号を重畳部 1 1 6 に出力する。

[0033] 選択部 1 1 3 には、撮像部 1 2 から画素毎の出力信号が入力される。選択部 1 1 3 は、撮像部 1 2 の画素領域から暗電流値を検出するための所定領域（暗電流検出領域）として、O B 部内に配置された画素毎の出力信号を選択し、選択した出力信号を暗電流算出部 1 1 4 に出力する。

[0034] 暗電流算出部 1 1 4 は、選択部 1 1 3 から入力された画素毎の出力信号が示す信号値について所定セット間における差分値として、その時点における

フレーム（現フレーム）の信号値と直前のフレーム（前フレーム）の信号値との差を算出する。暗電流算出部 114 は、算出した差分値の分布に基づいて現フレームにおける暗電流値を検出し、検出した暗電流値を温度算出部 115 に出力する。暗電流値を算出するための処理（暗電流算出処理）については、後述する。

[0035] 温度算出部 115 は、暗電流算出部 114 から入力された暗電流値から撮像素子の温度を算出する。一般に、暗電流値が大きいほど温度が高いことを示す。温度算出部 115 は、所定の数式で表される演算を行って暗電流値から温度を算出してもよいし、予め温度算出部 115 に設定された暗電流温度テーブルを用いて、暗電流値に対応する温度を定めてもよい。暗電流温度テーブルは、暗電流値と温度と対応付けて形成される組を複数個含むデータである。温度算出部 115 は、算出した温度を表示するための温度表示信号を生成し、生成した温度表示信号を重畳部 116 に出力する。

[0036] 重畳部 116 は、画像処理部 112 から入力された画像信号と温度算出部 115 から入力された温度表示信号とを重畳して、表示情報を生成する。重畳部 116 は、画像処理部 112 からの画像信号が示す画像のうち、所定の領域に含まれる画素の信号値を、温度表示信号が示す当該領域の領域に含まれる画素の信号値に置き換えることで、温度表示信号を画像信号よりも優先して採用する。重畳部 116 は、生成した表示情報を表示部 13 に出力する。

[0037] （OB領域の例）

次に、OB領域の例について説明する。図3は、本実施形態に係る撮像部 12 からの出力信号の例を示す概念図である。図3は、所定のフレームレート α [fps] でフレーム毎に出力信号が順次取得されることを示す。図3において、フレーム(0)からフレーム(n)のそれぞれの出力信号が長方形で表されている。また、各フレームの出力信号のうち、左上の塗りつぶされた領域はOB領域内に配置された画素からの出力信号を示し、それ以外の領域が撮像領域に配置された画素からの出力信号を示す。OB領域では、撮

像部 1 2 の構成により光学系で集光される入射光が常に遮蔽される。本実施形態では、OB 領域内に配置された画素からの出力信号から得られる暗電流値が温度測定に用いられる。これに対し、入射光が照射される撮像領域内に配置された画素からの出力信号は、画像処理部 1 1 2 において画像信号の生成に用いられる。

[0038] (暗電流蓄積電荷量の温度依存性)

温度の測定原理を説明する前に、各画素を構成するフォトダイオードにおける暗電流蓄積電荷量について説明する。図 4 は、暗電流蓄積電荷量の一例を示す図である。縦軸、横軸は、それぞれ暗電流蓄積電荷量 Q_{DC} 、蓄積時間 τ を示す。暗電流蓄積電荷量 Q_{DC} は、蓄積時間 τ にほぼ比例する。暗電流蓄積電荷量 Q_{DC} と蓄積時間 τ は、式 (1) に示す関係を有する。

[0039] $Q_{DC} = k \cdot \tau \quad \dots \quad (1)$

[0040] 式 (1) において、 k は、比例係数を示す。比例係数 k は、温度に依存する。一般に、温度が高いほど比例係数 k が大きい。このことは、温度が高いほど暗電流が増加することを意味する。図 4 に示す例では、温度 T_A 、 T_B 、 T_C の順に、暗電流が増加する。なお、蓄積時間 τ は、電荷の蓄積開始時点からの経過時間である。つまり、蓄積時間 τ は、露光時間もしくはフレーム周期（フレームレートの逆数）に相当する。

[0041] (暗電流の温度依存性)

次に、フォトダイオードで生じる暗電流について説明する。図 5 は、フォトダイオードで生じる暗電流の温度依存性の一例を示す図である。縦軸、横軸は、それぞれ暗電流値 I_D 、温度 T を示す。暗電流値 I_D は、温度 T の上昇に対して指数関数的に増加する。暗電流値 I_D と温度 T は、式 (2) に示す関係を有する。

[0042] $I_D = s \cdot e^{r \cdot T} \quad \dots \quad (2)$

[0043] 式 (2) において、 s 、 r は、それぞれフォトダイオードの不純物濃度や構造など撮像素子に依存する係数である。例えば、フォトダイオードの素材がシリコンである場合においては、 $6 \sim 8^\circ \text{C}$ の温度上昇に対して、暗電流

値 I_D は、ほぼ 2 倍になる。式 (2) は、式 (3) に示すように変形される。

[0044] $T = (1 / r) \cdot \ln (I_D / s) \quad \cdots \quad (3)$

[0045] 従って、式 (3) は、取得した暗電流値 I_D から温度 T が算出できることを示す。そこで、温度算出部 115 には、式 (3)、又は暗電流値 I_D と温度 T との関係を表す暗電流温度テーブルを設定しておく。温度算出部 115 は、暗電流温度テーブルを参照して、暗電流算出部 114 から入力された暗電流値 I_D に対応する温度 T を求める。これにより、温度算出部 115 は、複雑な演算を行わなくとも簡素な演算により短時間で温度を求めることができる。

[0046] (信号クランプ)

次に、信号クランプについて説明する。図 6 は、信号クランプを説明するための概念図である。信号クランプとは、出力信号レベルから電荷の蓄積によって生ずる信号レベルの上昇による成分 (OB 信号) を除去して光の照射によって得られる成分 (撮像信号; 光信号とも呼ばれる) を得るための処理である。図 6 の最左列、最右列には、それぞれ蓄積時間が短い場合 (短時間蓄積)、より長い場合 (長時間蓄積) に係る出力信号レベルを示す。上述したように、蓄積時間が長いほど蓄積される電荷が多くなるため、蓄積時間が長い場合における OB 信号のレベルの方が、蓄積時間が短い場合における OB 信号のレベルよりも高くなる。

[0047] そこで、画像処理部 112 は、撮像領域内の各画素の出力信号について信号クランプを行って撮像信号を生成する。画素毎に生成された撮像信号のレベルが、画素値に相当する。画像処理部 112 は、信号クランプの際に、OB 領域内の各画素の出力信号レベルの平均値を OB 信号のレベルとして算出し、撮像領域内の各画素の出力信号レベルから OB 信号のレベルを差し引き、所定の基準信号レベル V_{ref} を加算する。基準信号レベル V_{ref} は、例えば、画像信号の黒レベルに相当する信号値 (画素値) である。これにより、電荷の蓄積による OB 信号のレベルの上昇によって生じる信号値の誤差が除去される。なお、信号クランプは、DC (Direct Current) 固定又は単にクランプとも呼ばれる。

[0048] (暗電流算出処理)

次に、本実施形態に係る暗電流算出処理について説明する。暗電流算出部 114 は、OB 領域内の各画素について現フレーム x における信号値 V_{OUT} から前フレーム y における信号値 V_{OUT} の差分である演算値 V_{CAL} を算出する。暗電流算出部 114 は、演算値 V_{CAL} として、当該差分に所定のオフセット値をさらに加算して得られた値を求めてもよい。オフセット値は、OB 信号のレベルよりも十分に大きい値（例えば、1 V）であればよい。

[0049] 暗電流算出部 114 は、OB 領域内の各画素について算出した演算値 V_{CAL} を集約し、その画素間分布を定める。暗電流算出部 114 は、定めた演算値 V_{CAL} の画素間分布から演算値 V_{CAL} のノイズレベル N_{CAL} を定める。そして、暗電流算出部 114 は、定めたノイズレベル N_{CAL} と読出しノイズレベル N_{RO} について式 (4) を用いて暗電流値 I_D を算出する。読出しノイズレベル N_{RO} は、画素から読み出される出力信号に混入される読出しノイズのレベルである。各種のノイズレベルを定めるためのノイズレベル決定処理については後述する。

$$[0050] \quad I_D = \alpha \cdot (N_{CAL}^2 / 2 - N_{RO}^2) \quad \dots \quad (4)$$

[0051] 式 (4) は、暗電流値 I_D がノイズレベル N_{CAL} の二乗の半分の値から読出しノイズレベル N_{RO} の二乗を差し引いて得られるフレーム当たりの暗電流蓄積電荷量 Q_{DC} に、フレームレート α を乗じて算出されることを示す。

式 (4) は、式 (5)、(6) に示す関係に基づいて導出される。

$$[0052] \quad N_{CAL} = \sqrt{2 \cdot N_{OUT}} \quad \dots \quad (5)$$

$$N_{OUT} = \sqrt{N_{DC}^2 + N_{RO}^2} \quad \dots \quad (6)$$

[0053] 式 (5) において N_{OUT} は、各フレームの信号値 V_{OUT} のノイズレベルを示す。式 (5) は、各画素にランダムに生じ、フレーム毎の平均値がフレーム間でほぼ等しい信号値 V_{OUT} のノイズが加算されて、演算値 V_{CAL} のノイズとして得られることを示す。演算値 V_{CAL} の算出過程においてフレーム間で信号値の減算が行われても、ノイズ成分は相殺されない。演算値 V_{CAL} のノイズレベル N_{CAL} は、各フレームのノイズレベル N_{OUT} の $\sqrt{2}$ 倍となる。式 (6) に

において、 N_{DC} は、各画素を構成するフォトダイオードにおける暗電流ショットノイズのノイズレベルを示す。式（6）は、各画素にランダムに生じる暗電流ショットノイズと、読出しノイズとが加算されて、信号値 V_{OUT} のノイズとして得られることによる。なお、暗電流ショットノイズのノイズレベルの二乗値 N_{DC}^2 は、暗電流蓄積電荷量 Q_{DC} に相当する。

[0054] 従って、フレーム間の信号値 V_{OUT} の差分から得られる演算値 V_{CAL} において、そのノイズ成分が相殺されずに有意なノイズレベル N_{CAL} が得られる。このノイズレベル N_{CAL} が暗電流値 I_D の算出に用いられる。他方、フレーム間で信号値 V_{OUT} の差分を算出することにより、出力信号に含まれる固定パターンノイズ（FPN: Fixed Pattern Noise）成分などの、フレーム間で共通のノイズ成分が相殺される。FPN成分には、例えば、白キズ、黒キズ、線キズ、縦横シェーディングなどがある。そのため、暗電流値 I_D を算出する際、フレーム間で共通のノイズ成分が低減又は除去されるので、算出される温度の精度が向上する。

[0055] （ノイズレベル決定処理）

次に、ノイズレベル決定処理について説明する。暗電流算出部114は、ノイズレベル N_{CAL} を定める際、信号値として演算値 V_{CAL} の画素間分布を求める。信号値の画素間分布は、図7に示すように信号値（もしくは、その区間）毎の頻度（つまり、画素数）で表される。そして、暗電流算出部114は、信号値の画素間における標準偏差 σ をノイズレベル N_{CAL} として算出する。標準偏差 σ は、信号値の画素間分布の大きさを定量的に表す一つの指標である。なお、オフセット値は、画素によらず一定の値である。そのため、オフセット値を加算して得られた演算値 V_{CAL} のノイズレベル N_{CAL} は、オフセット値を加算せずに得られた演算値 V_{CAL} （フレーム間の差分値）のノイズレベル N_{CAL} と等しい。しかし、オフセット値を加算せずに得られた演算値 V_{CAL} の平均値の絶対値がノイズレベル N_{CAL} よりも小さくなるために、有意な演算値 V_{CAL} の画素間分布を観測できないことがある。そこで、暗電流算出部114は、標準偏差 σ よりも十分大きい値（例えば、 3σ 以上）を加算して得

られた演算値 V_{CAL} の画素間分布を求める。暗電流算出部 114 は、求めた画素間分布に基づいてノイズレベル N_{CAL} を高い精度で定めることができる。

[0056] 次に、暗電流算出部 114 において読出しノイズレベル N_{RO} を定める処理について説明する。撮像部 12 は、画素毎に出力信号を読み出すための読み出し回路を備える。読み出し回路は、図 8 に示すように、各画素についてフォトダイオード 121、画素アンプ 122 及び列ごとに配置される列アンプ 123 を備える。フォトダイオード 121 は、光電変換により電気信号を発生させる受光素子であり、入射光が入射されない場合においても熱エネルギーによって暗電流として電気信号を発生させ、暗電流により発生した電荷を蓄積する。画素アンプ 122 は、フォトダイオード 121 からの出力信号を増幅して、列アンプ 123 に出力する。画素毎の出力信号は、端子 125 を介して選択部 113 に出力される。読出しノイズは、主に画素アンプ 122 において画素毎の出力信号に付加されるが、信号値 V_{OUT} のノイズから抽出することは困難である。

[0057] そこで、暗電流算出部 114 は、端子 125 からの増幅信号の信号値の画素間分布を求め、求めた信号値の標準偏差（図 7 参照）を読出しノイズのノイズレベル N_{RO} として算出する。増幅信号は、列アンプ 123 が画素アンプ 122 からの出力信号をさらに増幅して得られる信号である。列アンプ 123 は、増幅率可変機能付き増幅回路を含んで構成され、十分に大きい増幅率（例えば、仕様上の最大増幅率）を設定しておく。このようにすると、列アンプ 123 で増幅される読出しノイズに対して、列アンプ 123 以降の区間で付加されるノイズは十分に小さく無視できる状態となる。そのため、読み出しノイズと、列アンプ 123 からの出力信号に付加されるノイズとが、そのレベルにより判別可能となる。従って、暗電流算出部 114 は、図 7 を用いて説明した手法により読み出しノイズのノイズレベル N_{RO} を端子 125 からの増幅信号から定めることができる。

[0058] なお、列アンプ 123 から出力される増幅信号には、列アンプ 123 自体が生じるノイズが付加される可能性がある。しかしながら、各画素において

CMOS型撮像素子が用いられる場合には、読み出しノイズとして画素アンプ122からのノイズが支配的であり、列アンプ123からのノイズのノイズレベルは比較的小さい。

[0059] なお、暗電流算出部114は、各フレームについて演算値 V_{CAL} のノイズレベル N_{CAL} を算出する。これに対し、暗電流算出部114は、読み出しノイズのノイズレベル N_{RO} を、必ずしも各フレームについて算出しなくてもよい。暗電流算出部114は、予め画像の撮影前に増幅信号に基づいて読み出しノイズのノイズレベル N_{RO} を取得しておいてもよい。取得するタイミングは、例えば、テスト動作時、パラメータ設定時、などのいずれでもよい。取得するタイミングとして撮影時以外の時点を選択することで、列アンプ123の増幅率の調整など撮影時における処理を煩雑にすることが回避される。なお、通常の動作環境（例えば、温度10～40℃）のもとでは、ノイズレベル N_{RO} の変動が無視できるほど少ないので、一度設定したノイズレベル N_{RO} が利用可能である。

[0060] （温度測定処理）

次に、本実施形態に係る温度測定処理について説明する。

図9は、本実施形態に係る温度測定処理を示すフローチャートである。

（ステップS101）選択部113は、撮像部12から入力された画素毎の出力信号から、OB部内に配置された画素毎の出力信号を選択する。暗電流算出部114は、選択した出力信号についてフレーム間の差分値 V_{CAL} を画素毎に算出し、算出した差分値の分布に基づいてノイズレベル N_{CAL} を算出する。その後、ステップS102に進む。

[0061] （ステップS102）暗電流算出部114は、算出したノイズレベル N_{CAL} とノイズレベル N_{RO} に基づいて暗電流値 I_D を算出する。その後、ステップS103に進む。

（ステップS103）温度算出部115は、算出した暗電流値 I_D から撮像素子の温度を算出する。温度算出部115は、算出した温度を表す温度表示信号を、重畳部116を介して表示部13に出力することにより、当該温度を

表示させる。その後、ステップS104に進む。

[0062] (ステップS104) 制御部11は、温度算出部115が算出した温度が、所定の動作保証温度（例えば、10～40℃）の範囲内であるか否かを判定する。動作保証温度の範囲内であると判定されたとき（ステップS104 YES）、ステップS101の処理に戻る。動作保証温度の範囲外であると判定されたとき（ステップS104 NO）、ステップS105に進む。

[0063] (ステップS105) 制御部11は、撮像素子の温度が動作保証温度の範囲外であることを示すアラームを表示部13等に報知させる。制御部11は、例えば、所定のアラーム表示を表示部13に表示させる。制御部11は、所定のアラーム音を所定時間（例えば、1分間）拡声部（図示せず）から再生させてもよい。その後、図9に示す処理を終了する。よって、ユーザは、撮像素子の温度が正常に動作することができる動作保証温度外になったことを知得することができる。

[0064] (複数フレーム間における差分値の他の算出例)

上述の暗電流算出処理では、暗電流算出部114が、各画素について現フレームxにおける信号値 V_{OUT} から前フレームyにおける信号値 V_{OUT} の差分である演算値 V_{CAL} を算出する場合を例にしたが、これには限られない。暗電流算出部114は、式(7)に示すように、各画素について現フレームnにおける信号値 $V_{OUT}(n)$ から複数の過去のフレームi間の信号値 $V_{OUT}(i)$ の平均値の差分を演算値 V_{CAL} として算出してもよい。なお、演算値 V_{CAL} には、さらに所定のオフセット値 V_{OS} が加算されてもよい。

[0065]
$$V_{CAL} = V_{OUT}(n) + V_{OS} - (1/k) \sum_{i=n-j}^{n-1} V_{OUT}(i) \quad \dots$$

(7)

[0066] 式(7)において、jは、各フレームにおいて参照される過去のフレームの数を示す。jは、2以上の整数である。暗電流算出部114は、より多くのフレームの信号値を参照することにより、演算値 V_{CAL} のノイズレベル N_{CAL} の精度を向上することができる。但し、制御部11は、現フレームnまでの、より長期間のjフレーム分の信号値を蓄積することを要する。なお、jフ

フレーム間の平均値をとる場合、暗電流算出部 114 は、フレーム毎に異なる重み係数を用いた重み付き加算を行ってもよい。例えば、暗電流算出部 114 は、現フレーム n に時間的に近い時刻のフレームほど大きい重み係数を用いる。これにより、現フレームに近い時刻のフレームの信号値ほど重視される。その後、暗電流算出部 114 は、例えば、式 (4) を用いて、算出した演算値 V_{CAL} から暗電流値 I_D を算出する。

[0067] (露光時間の制御)

素子制御部 111 には、操作入力部からの操作信号により温度測定が指示されることがある。その場合、素子制御部 111 は、撮像が指示される場合における露光時間よりも長い露光時間を、撮像部 12 を構成する撮像素子に設定してもよい。例えば、素子制御部 111 は、撮像に係る露光時間が $1/30$ 秒である場合、温度測定に係る露光時間を $1/10$ 秒と設定する。ここで、素子制御部 111 は、より長い露光時間に相当するフレーム周期で各画素から出力信号を読み出すタイミングを指示する撮像制御信号を生成し、生成した撮像制御信号を撮像部 12 に出力する。撮像部 12 からの出力信号に含まれるノイズ成分のノイズレベルが、各画素への電荷の蓄積量に比例して上昇するので、ノイズレベルに基づいて算出される暗電流値の精度が向上する。ひいては、精度が向上した暗電流値が温度の算出に用いられることで、算出される温度の精度が向上する。

[0068] (暗電流検出領域の他の例)

上述では、選択部 113 が暗電流検出領域として OB 領域に配置された画素毎の出力信号を選択する場合を例にしたが、これには限られない。素子制御部 111 が発光制御信号の出力を停止して光源部 15 を発光させない場合には、選択部 113 は、画素領域の全体を暗電流検出領域として、その全体又は一部に配置された画素毎の出力信号を選択してもよい。画素領域には入射光が照射されないため、各画素からの出力信号に光電変換による光信号の成分が含まれないためである。そのため、画素領域の全体又は任意の一部に配置された画素からの出力信号が温度測定に利用可能となる。

[0069] また、選択部 113 は、照度（板面照度）が所定の照度の閾値よりも低い画素領域を暗電流検出領域として、その領域に配置された画素毎の出力信号を選択してもよい。ここで、選択部 113 は、画像処理部 112 が信号クランプによって OB 信号の成分を除去して得られる出力信号レベルが、所定の出力信号レベルの閾値よりも低い画素が分布している領域を暗電流検出領域として定めてもよい。これにより、OB 領域内に配置された画素を用いずに、撮像領域内に配置された画素からの出力信号も温度測定に利用可能となる。一般には、OB 領域の配置や大きさは、撮像部 12 の光学系ならびに画素領域、内視鏡装置 10 の構成要素間の位置関係に依存するため、位置合わせ等において精密な調整作業が要求される。例えば、撮像装置 10x を別個の内視鏡装置に設置する場合において、かかる位置関係への依存性が低い撮像領域に配置された出力信号が温度測定に利用されることで、精密な調整作業を軽減又は不要とすることができる。

[0070] また、撮像部 12 は、光学系に入射される入射光の一部を遮る遮光部を備え、選択部 113 は、撮像領域に含まれる領域であって、遮光部により入射光が遮られる遮光領域を暗電流検出領域として定めてもよい。選択部 113 は、定めた暗電流検出領域に配置された各画素からの出力信号を選択する。この構成により、選択部 113 は、OB 領域に配置された画素からの出力信号の選択を必要とせず、遮光部の設置といった比較的軽微な構成の変更により温度測定が可能になる。

[0071] （内視鏡装置の他の構成例）

上述した内視鏡装置 10（図 1）は、光源部 15 からの照明光を挿入部 14 の一端から放射するためのライトガイド 16 を備える場合を例にしたが、これには限られない。内視鏡装置 10 は、図 10 に示すように撮像装置 10x と、挿入部 14 と、発光素子 17 を含んで構成されてもよい。図 10 に示す内視鏡装置 10 の構成は、図 1 に示す内視鏡装置 10 において、光源部 15 とライトガイド 16 が省略され、発光素子 17 を備えた構成に相当する。発光素子 17 は、光源部 15 が備える発光素子と同様の発光素子であっても

よい。発光素子 17 は、制御部 11 からの発光制御信号に基づいて発光の開始又は停止が制御される。発光素子 17 は、挿入部 14 の一端に設けられ、制御部 11 からの発光制御信号を伝送するための導線が挿入部 14 に配置されている。かかる構成によっても、図 1、2 に示す構成と同様に撮像素子の温度を高い精度で測定可能となる。

[0072] 以上に説明したように、撮像装置 10x は、集光した光を光電変換する撮像素子と、撮像素子の画素領域から暗電流値を検出するための所定領域として暗電流検出領域に属する画素からの出力信号を選択する選択部 113 とを備える。また、撮像装置 10x は、出力信号の所定セット間の差分に基づいて暗電流値を検出する暗電流算出部 114 と、暗電流値から撮像素子の温度を算出する温度算出部 115 を備える。

[0073] この構成により、撮像素子の暗電流検出領域に属する画素からの出力信号のランダムなノイズ成分が出力信号の差分において相殺されないのに対し、所定セット間で共通の信号成分が相殺される。温度変化に依存するノイズレベルに基づいて暗電流値を精度よく算出することができるので、撮像素子に制約されずに撮像素子の温度を高い精度で測定することができる。例えば、撮像装置 10x では汎用の撮像素子が適用可能であり、所定セット間で共通の信号成分として現れる撮像素子の個体差による影響が低減又は除去される。

[0074] また、暗電流算出部 114 は、出力信号の所定セット間の差分として、出力信号のフレーム間の差分に基づいて暗電流値を検出する、ことを特徴とする。

この構成により、出力信号の差分においてフレーム間で共通の信号成分が相殺される。温度変化に依存するノイズレベルに基づいて暗電流値を精度よく算出することができるので、撮像素子に制約されずに撮像素子の温度を高い精度で測定することができる。

[0075] 暗電流算出部 114 は、フレーム間の差分として、一のフレームの出力信号と、複数の他のフレームの出力信号の平均値との差分に基づいて暗電流値

を算出することを特徴とする。

この構成により、一のフレームと、複数の他のフレームの平均値との間で共通の信号成分が相殺される。そのため、温度変化に依存するノイズレベルをより高い精度で定めることができるので、撮像素子の温度をより高い精度で測定することができる。

[0076] 温度算出部 115 は、暗電流値と温度との関係を示す暗電流温度テーブルに基づいて、暗電流算出部 114 が算出した暗電流値に対応する温度を、撮像素子の温度として算出する、ことを特徴とする。

この構成により、温度算出部 115 は、複雑な演算を行わなくとも撮像素子の温度を測定することができる。

[0077] また、撮像装置 10x は、撮像素子への露光時間を撮像時における露光時間よりも長くする素子制御部 111 をさらに備える。

この構成により、各画素への電荷の蓄積量の増加に応じて出力信号に含まれる熱雑音に基づくノイズ成分が増加するので、ノイズレベルに基づいて算出される暗電流値の精度が向上する。そのため、測定される温度の精度が向上する。

[0078] 選択部 113 は、暗電流検出領域として集光した光が遮光される領域である OB 領域に属する画素からの出力信号を選択する、ことを特徴とする。

この構成により、温度測定に用いられる OB 領域に属する各画素からの出力信号と、画像信号の取得に用いられる撮像領域に属する各画素からの出力信号とが並列に取得される。そのため、撮像と並行して撮像素子の温度を逐次に測定することができる。

[0079] また、撮像装置 10x は、温度を表示する表示部 13 をさらに備える。

この構成により、撮像素子の温度がユーザに知得される。ユーザには、知得した温度に基づいて撮像装置 10x の取り扱い、例えば、撮像を続行するか否かを判断する手がかりが与えられる。

[0080] <第 2 実施形態>

次に、本発明の第 2 実施形態について説明する。第 1 実施形態と同一の構

成については、同一の符号を付してその説明を援用する。

図 1 1 は、本実施形態に係る制御部 1 1 の構成を示す概略ブロック図である。

本実施形態に係る撮像装置 1 0 x において、制御部 1 1 は、検査部 1 1 7 をさらに備える。

[0081] 検査部 1 1 7 には、操作入力部からの操作信号により、温度測定状態の検査が指示されることがある。その場合、検査部 1 1 7 は、素子制御部 1 1 1 に、それぞれ異なる複数の露光時間を撮像部 1 2 の撮像素子に順次設定させる。検査部 1 1 7 は、それぞれの露光時間について温度算出部 1 1 5 が算出した温度の分布に基づいて、撮像装置 1 0 x における温度測定状態が正常か否かを判定する。検査部 1 1 7 は、その分布範囲が所定の分布範囲の閾値よりも小さい場合、温度測定状態が正常であると判定し、その分布範囲が所定の分布範囲の閾値以上である場合、温度測定状態が異常であると判定する。この判定は、制御部 1 1 が正常に動作しているとき、算出される温度が、露光時間によらず理想的には一定であることに基づく。

[0082] 具体的には、検査部 1 1 7 は、2つの露光時間 α_1 、 α_2 を順次設定することを指示する露光時間設定信号を素子制御部 1 1 1 に出力する。素子制御部 1 1 1 は、検査部 1 1 7 から露光時間設定信号が入力されるとき、異なる時刻において、露光時間 α_1 、 α_2 のそれぞれに相当するフレーム周期に係る撮像制御信号を生成し、生成した撮像制御信号を撮像部 1 2 に出力する。温度算出部 1 1 5 は、上述した手法を用いて、各時刻において露光時間 α_1 、 α_2 でそれぞれ撮像部 1 2 から選択部 1 1 3 を介して読み出された出力信号に基づいて撮像素子の温度 T_1 、 T_2 を算出する。そして、検査部 1 1 7 は、温度算出部 1 1 5 から、露光時間 α_1 、 α_2 でそれぞれ算出された温度 T_1 、 T_2 を読み出す。そして、検査部 1 1 7 は、読み出した温度の差分の絶対値 $|T_1 - T_2|$ が所定の閾値 δT （例えば、 0.1°C ）よりも小さいとき、温度測定状態が正常であると判定する。検査部 1 1 7 は、温度の差分の絶対値 $|T_1 - T_2|$ が閾値 δT 以上であるとき、温度測定状態が異常であると判定する。

[0083] 温度測定状態が異常であると判定するとき、検査部 117 は、温度算出部 115 に温度の算出を停止させてもよい。その場合には、制御部 11 は、温度測定状態が異常であることを示す温度測定状態情報として、アラームを表示部 13 と拡声部（図示せず）の一方又は両方から報知させてもよい。よって、ユーザは、温度測定状態が異常であることを知得することができる。

[0084] （温度検査処理）

次に、温度算出部 115 が算出した温度が正常であるか否かを検査する温度検査処理について説明する。

図 12 は、本実施形態に係る温度検査処理を示すフローチャートである。

（ステップ S201）検査部 117 は、露光時間 α_1 、 α_2 を順次設定することを指示する露光時間設定信号を素子制御部 111 に出力する。素子制御部 111 は、検査部 117 からの露光時間設定信号の入力に応じて、露光時間 α_1 を撮像部 12 の撮像素子に設定する。その後、ステップ S202 に進む。

（ステップ S202）温度算出部 115 は、露光時間 α_1 で読み出された出力信号に基づいて撮像素子の温度 T_1 を算出する。その後、ステップ S203 に進む。

[0085] （ステップ S203）素子制御部 111 は、検査部 117 からの露光時間設定信号の入力に応じて、露光時間 α_2 を撮像部 12 の撮像素子に設定する。その後、ステップ S204 に進む。

（ステップ S204）温度算出部 115 は、露光時間 α_2 で読み出された出力信号に基づいて撮像素子の温度 T_2 を算出する。その後、ステップ S205 に進む。

[0086] （ステップ S205）検査部 117 は、温度算出部 115 から温度 T_1 、 T_2 を読み出し、読み出した温度の温度差の絶対値 $|T_1 - T_2|$ が所定の閾値 δT よりも小さいか否かを判定する。小さいと判定されるとき（ステップ S205 YES）、ステップ S206 に進む。小さくないと判定されるとき（ステップ S205 NO）、ステップ S207 に進む。

[0087] （ステップ S206）検査部 117 は、温度測定状態が正常であると判定す

る。その後、図 1 2 に示す処理を終了する。

(ステップ S 2 0 7) 検査部 1 1 7 は、温度測定状態が異常であると判定する。その後、図 1 2 に示す処理を終了する。

[0088] 以上に説明したように、本実施形態に係る撮像装置 1 0 x は、複数の露光時間のそれぞれについて算出された温度に基づいて温度測定状態が正常か否かを検査する検査部 1 1 7 をさらに備える。

この構成により判定された温度測定状態が報知されることによって、ユーザは、撮像装置 1 0 x の取り扱い、例えば、撮像又は温度測定を続行するかどうかを判断する手がかりが与えられる。

[0089] <第 3 実施形態>

次に、本発明の第 3 実施形態について説明する。上述した実施形態と同一の構成については、同一の符号を付してその説明を援用する。

本実施形態に係る撮像装置 1 0 x の暗電流算出部 1 1 4 は、選択部 1 1 3 からの画素毎の出力信号が示す信号値の所定セット間における差分値として、各 1 つのフレームの複数の部分領域間の差分に基づいて暗電流値を検出する。部分領域は、それぞれ O B 領域に含まれる一部の領域である。複数の部分領域は、それぞれ異なる位置に配置され、互いに重なり合わない。また、部分領域の形状、それぞれに配置される画素の数は、複数の部分領域間で共通であり、1 つの部分領域内の画素のそれぞれは、他の部分領域内の画素のそれぞれと対応付けられている。暗電流算出部 1 1 4 は、対応付けられた画素間で信号値の差分値を算出し、算出した差分値の画素間の分布に基づいてノイズレベルを算出する。

[0090] 次に、本実施形態に係る部分領域の例について説明する。図 1 3 は、本実施形態に係る部分領域の例を示す図である。図 1 3 は、4 つの部分領域 G_{11} 、 G_{12} 、 G_{21} 、 G_{22} を黒塗りの四角形で表す。互いに大きさと形状が等しい部分領域 G_{11} 、 G_{12} からなる部分領域の組 P_1 、部分領域 G_{21} 、 G_{22} からなる部分領域の組 P_2 が、それぞれ O B 領域の左下、右上の部分に配置される。また、組 P_1 、 P_2 のそれぞれについて、2 つの部分領域が互いに隣接して配

置される。 P_1 、 P_2 のそれぞれに含まれる2つの部分領域は、暗電流算出部114が部分領域間に対応する画素の信号値の差分値を算出する際の部分領域として用いられる。そのため、信号値に含まれるF P N成分のうち互いに近接した位置ほど相関性が高い成分、つまり、各画素の温度に依存する熱雑音によって蓄積した電荷量による成分が相殺される。また、部分領域 G_{11} 、 G_{12} 、 G_{21} 、 G_{22} のそれぞれの形状は、一辺の長さがOB領域の幅に近似した正方形である。この形状ならびに配置をとることにより、互いに隣接する部分領域に含まれる対応する画素間で位置が近接するとともに、各部分領域に含まれる画素数を多くすることができる。そのため、暗電流算出部114は、ノイズレベルを高い精度で算出することができ、ひいては、温度算出部115は、温度を高い精度で算出することができる。なお、暗電流算出部114は、差分値を算出する際、部分領域の組 P_1 、 P_2 の両方を用いてもよいが、少なくとも1つの組を用いればよい。

[0091] 次に、本実施形態に係る部分領域の他の例について説明する。図14は、本実施形態に係る部分領域の他の例を示す図である。図14は、4つの部分領域 G_{31} 、 G_{32} 、 G_{41} 、 G_{42} を黒塗りの四角形で表す。部分領域 G_{31} 、 G_{32} からなる部分領域の組 P_3 、部分領域 G_{41} 、 G_{42} からなる部分領域の組 P_4 が、それぞれOB領域の左下、右上の部分に配置される。また、組 P_3 、 P_4 のそれぞれについて、互いに大きさと形状が等しい2つの部分領域が互いに隣接して配置される。図14に示す例では、組 P_3 に含まれる部分領域 G_{31} 、 G_{32} の一辺の長さは、他辺の長さよりも十分に長く、それぞれOB領域の幅よりも左辺の長さに近似している。また、部分領域 G_{31} 、 G_{32} は、それぞれの長手方向に平行に対向して隣接している。組 P_4 に含まれる部分領域 G_{41} 、 G_{42} の一辺の長さは、他辺の長さよりも十分に長く、それぞれOB領域の幅よりも上辺の長さに近似している。また、部分領域 G_{41} 、 G_{42} は、それぞれの長手方向に平行に対向して隣接している。この形状ならびに配置をとることにより、互いに隣接する部分領域に含まれる対応する画素間で位置が近接するとともに、各部分領域に含まれる画素数を多くすることができる。その

ため、暗電流算出部 114 は、ノイズレベルを高い精度で算出することができ、そのノイズレベルに基づいて暗電流値を高い精度で算出することができる。ひいては、温度算出部 115 は、その暗電流値を用いて温度を高い精度で算出することができる。なお、暗電流算出部 114 は、ノイズレベルを算出する際、部分領域の組 P_3 、 P_4 の両方を用いてもよいが、少なくともいずれか 1 つの組を用いればよい。

[0092] 以上に説明したように、本実施形態に係る撮像装置 10x において、暗電流算出部 114 は、出力信号の所定セット間の差分として、暗電流検出領域に含まれる部分領域に属する画素からの出力信号の部分領域間の差分に基づいて暗電流値を算出する。

この構成により、出力信号の差分において部分領域間で共通の信号成分が相殺される。温度変化に依存するノイズレベルに基づいて暗電流値を精度よく算出することができるので、撮像素子に制約されず撮像素子の温度を高い精度で測定することができる。

[0093] <第 4 実施形態>

次に、本発明の第 4 実施形態について説明する。上述した実施形態と同一の構成については、同一の符号を付してその説明を援用する。

本実施形態に係る撮像装置 10x の暗電流算出部 114 は、選択部 113 からの画素毎の出力信号が示す信号値の所定セット間における差分値の幅から所定のノイズ成分の分布を仮定してノイズレベルを算出する。そして、暗電流算出部 114 は、算出したノイズレベルから暗電流値を算出する。

[0094] 次に、本実施形態に係るノイズレベルの算出処理について説明する。

暗電流算出部 114 は、OB 領域のうち所定の部分領域内に配置された画素毎の演算値 V_{CAL} の最大値 Max と最小値 Min をフレーム毎に定める。本実施形態では、図 15 に示すように、部分領域は OB 領域において少なくとも 1 個設定されていればよい。暗電流算出部 114 は、現フレームまでの所定のフレーム数分の最大値 Max と最小値 Min を記憶する。図 15 に示す例では、暗電流算出部 114 は、フレーム (0) からフレーム (n) までの

$n + 1$ フレーム分の最大値 Max と最小値 Min を記憶する。暗電流算出部 114 は、記憶した最大値 Max と最小値 Min をそれぞれ平均して代表最大値 Max' と代表最小値 Min' を算出する。そして、暗電流算出部 114 は、算出した代表最大値 Max' から代表最小値 Min' の差分を部分領域における演算値 V_{CAL} の幅 ΔV_{CAL} として算出する。

[0095] 上述したように、演算値 V_{CAL} の画素間分布はランダムプロセスによるノイズに起因するので、図 16 に示すように正規分布に近似される。暗電流算出部 114 は、幅 ΔV_{CAL} を $2 \cdot \kappa$ で除算して演算値 V_{CAL} の標準偏差 σ を演算値 V_{CAL} のノイズレベル N_{CAL} として算出する。係数 κ は、部分領域に配置された画素数に応じて定まる所定の正の実数である。言い換えれば、係数 κ は、幅 ΔV_{CAL} を $2 \cdot \sigma$ で正規化して得られる偏差値である。演算値 V_{CAL} の値域を表す代表最小値 Min' 、代表最大値 Max' は、それぞれ演算値 V_{CAL} の平均値 Avg から $\kappa \cdot \sigma$ を減算、加算した値である。そして、暗電流算出部 114 は、式 (4) を用いて算出したノイズレベル N_{CAL} から暗電流値 I_D を算出する。

[0096] 本実施形態では、係数 κ は、演算値 V_{CAL} が代表最小値 Min' よりも低くなる確率、又は演算値 V_{CAL} が代表最大値 Max' よりも低くなる確率がそれぞれ 0.5 となるように定められる。言い換えれば、係数 κ は、 $-\infty$ から代表最小値 Min' まで（又は $+\infty$ から代表最大値 Max' まで）演算値 V_{CAL} の頻度を積分して得られる累積頻度が 0.5 となる代表最小値 Min' （又は代表最大値 Max' ）を与える値である。図 17 において、この累積頻度が塗りつぶされた領域の面積で表される。従って、部分領域内の画素数が多いほど κ が大きく、画素数が少ないほど κ が小さい。演算値 V_{CAL} の頻度を正規分布と仮定すると、画素数と係数 κ との関係は、図 18 に示すように与えられる。例えば、画素数が 50、100、500、1000 である場合、係数 κ は、それぞれ 2.326、2.576、3.090、3.291 である。

[0097] なお、暗電流算出部 114 は、画素毎の演算値 V_{CAL} として、複数のフレー

ム間における信号値 V_{OUT} の差分値を用いてもよいし、複数の部分領域間における信号値 V_{OUT} の差分値を用いてもよい。また、暗電流算出部114は、代表最小値 Min' 、代表最大値 Max' として、複数の部分領域もしくは部分領域の組間における最小値 Min の平均値、最大値 Max の平均値を算出してもよい。

[0098] 以上に説明したように、暗電流算出部114は、出力信号の所定セット間の差分に基づく演算値の画素間の幅から演算値に含まれるノイズ成分のノイズレベルを算出する。そして、暗電流算出部114は、算出したノイズレベルに基づいて暗電流値を算出する。

この構成により、複雑な演算を行わずに簡素な演算によって演算に含まれるノイズ成分のノイズレベルを演算値の画素間の幅から算出することができる。そのため、温度測定における処理量を低減することができる。

[0099] <変形例>

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々の変形を加えることができる。

[0100] 例えば、撮像装置10xは、内視鏡装置10において着脱可能に固定され、独立の撮像装置として構成されてもよい。また、撮像装置10xが光源部15を備え、内視鏡装置10から光源部15が省略されてもよい。

また、内視鏡装置10又は撮像装置10xにおいて、表示部13が省略されてもよい。

また、第3、4の実施形態に係る制御部11は、検査部117をさらに備えてもよい。

[0101] 内視鏡装置10又は撮像装置10xの一部、例えば、制御部11をコンピュータで実現するようにしてもよい。その場合、この制御機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することによって実現してもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、内視鏡装置10又は撮像装置10xに内蔵されたコンピュータシ

ステムであって、OSや周辺機器等のハードウェアを含むものとする。また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムを送信する場合の通信線のように、短時間、動的にプログラムを保持するもの、その場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリのように、一定時間プログラムを保持しているものも含んでもよい。また、上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよく、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであってもよい。

[0102] また、上述した実施形態における内視鏡装置10又は撮像装置10xの一部、または全部を、LSI (Large Scale Integration) 等の集積回路として実現してもよい。内視鏡装置10又は撮像装置10xの各機能ブロックは個別にプロセッサ化してもよいし、一部、または全部を集積してプロセッサ化してもよい。また、集積回路化の手法はLSIに限らず専用回路、または汎用プロセッサで実現してもよい。また、半導体技術の進歩によりLSIに代替する集積回路化の技術が出現した場合、当該技術による集積回路を用いてもよい。

[0103] 以上、本発明の好ましい実施形態を説明したが、本発明はこれら実施形態及びその変形例に限定されることはない。本発明の主旨を逸脱しない範囲で、校正の付加、省略、置換、およびその他の変更が可能である。

また、本発明は前述した説明によって限定されることはなく、添付のクレームの範囲によってのみ限定される。

産業上の利用可能性

[0104] 上記各態様の撮像装置、内視鏡装置および温度測定方法によれば、撮像素子の暗電流検出領域に属する画素からの出力信号に含まれるランダムなノイ

ズ成分が出力信号の差分において相殺されないのに対し、所定セット間で共通の信号成分が相殺される。温度変化に依存するノイズレベルに基づいて暗電流値を精度よく算出することができるので、撮像素子に制約されずに撮像素子の温度を高い精度で測定することができる。

符号の説明

[0105] 10…内視鏡装置、10x…撮像装置、11…制御部、111…素子制御部、112…画像処理部、113…選択部、114…暗電流算出部、115…温度算出部、116…重畳部、117…検査部、12…撮像部、121…フォトダイオード、122…画素アンプ、123…列アンプ、125…端子、13…表示部、14…挿入部、15…光源部、16…ライトガイド、17…発光素子

請求の範囲

- [請求項1] 集光した光を光電変換する撮像素子と、
前記撮像素子の所定の画素領域に属する画素からの出力信号を選択する選択部と、
前記出力信号の所定セット間の差分に基づいて暗電流値を算出する暗電流算出部と、
前記暗電流値から前記撮像素子の温度を算出する温度算出部と、
を備える撮像装置。
- [請求項2] 前記暗電流算出部は、前記出力信号の所定セット間の差分として、前記出力信号のフレーム間の差分に基づいて暗電流値を算出する、ことを特徴とする請求項1に記載の撮像装置。
- [請求項3] 前記暗電流算出部は、前記フレーム間の差分として、一のフレームの前記出力信号と、複数の他のフレームの前記出力信号の平均値との差分に基づいて暗電流値を算出する、ことを特徴とする請求項2に記載の撮像装置。
- [請求項4] 前記暗電流算出部は、前記出力信号の所定セット間の差分として、前記所定の画素領域に含まれる部分領域に属する画素からの出力信号の部分領域間の差分に基づいて暗電流値を算出する、ことを特徴とする請求項1に記載の撮像装置。
- [請求項5] 前記暗電流算出部は、前記差分に係る値の画素間の幅から前記差分に含まれるノイズ成分のレベルを算出し、前記レベルに基づいて前記暗電流値を算出する、ことを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか一項に記載の撮像装置。
- [請求項6] 前記温度算出部は、暗電流値と温度との関係を示す暗電流温度テーブルに基づいて、前記暗電流算出部が検出した暗電流値に対応する温度を、前記撮像素子の温度として算出する、ことを特徴とする請求項1から請求項5のいずれか一項に記載の撮像装置。
- [請求項7] 前記撮像素子への露光時間を撮像時における露光時間よりも長くする

素子制御部をさらに備える、請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の撮像装置。

[請求項8] 前記選択部は、前記所定の画素領域として前記集光した光が遮光される領域であるオプティカルブラック領域に属する画素からの出力信号を選択する、ことを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の撮像装置。

[請求項9] 前記温度算出部が複数の露光時間のそれぞれについて算出した温度に基づいて温度測定状態が正常か否かを検査する検査部、をさらに備える請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項に記載の撮像装置。

[請求項10] 請求項 1 から請求項 9 のいずれか一項に記載の撮像装置を備える内視鏡装置。

[請求項11] 集光した光を光電変換する撮像素子の所定の画素領域に属する画素からの出力信号を選択する選択過程と、

前記出力信号の所定セット間の差分に基づいて暗電流値を算出する暗電流算出過程と、

前記暗電流値から前記撮像素子の温度を算出する温度算出過程と、
を有する温度測定方法。

補正された請求の範囲
[2015年11月5日(05.11.2015) 国際事務局受理]

- [請求項 1] (補正後) 集光した光を光電変換する撮像素子と、
前記撮像素子の所定の画素領域に属する画素からの出力信号を
選択する選択部と、
前記出力信号の所定セット間の差分に基づいて暗電流値を算出
する暗電流算出部と、
前記暗電流値から前記撮像素子の温度を算出する温度算出部と、
前記温度算出部が複数の露光時間のそれぞれについて算出した
温度に基づいて温度測定状態が正常か否かを検査する検査部と、
を備える撮像装置。
- [請求項 2] 前記暗電流算出部は、
前記出力信号の所定セット間の差分として、前記出力信号のフ
レーム間の差分に基づいて暗電流値を算出する、
ことを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。
- [請求項 3] 前記暗電流算出部は、
前記フレーム間の差分として、一のフレームの前記出力信号と、
複数の他のフレームの前記出力信号の平均値との差分に基づいて
暗電流値を算出する、
ことを特徴とする請求項 2 に記載の撮像装置。
- [請求項 4] 前記暗電流算出部は、
前記出力信号の所定セット間の差分として、前記所定の画素領
域に含まれる部分領域に属する画素からの出力信号の部分領域間
の差分に基づいて暗電流値を算出する、
ことを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。
- [請求項 5] 前記暗電流算出部は、
前記差分に係る値の画素間の幅から前記差分に含まれるノイズ
成分のレベルを算出し、前記レベルに基づいて前記暗電流値を算
出する、

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の撮像装置。

[請求項 6]

前記温度算出部は、

暗電流値と温度との関係を示す暗電流温度テーブルに基づいて、前記暗電流算出部が検出した暗電流値に対応する温度を、前記撮像素子の温度として算出する、

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の撮像装置。

[請求項 7]

前記撮像素子への露光時間を撮像時における露光時間よりも長くする素子制御部をさらに備える、

請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の撮像装置。

[請求項 8]

前記選択部は、

前記所定の画素領域として前記集光した光が遮光される領域であるオプティカルブラック領域に属する画素からの出力信号を選択する、

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の撮像装置。

[請求項 9] (補正後) 請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項に記載の撮像装置を備える内視鏡装置。

[請求項 10] (補正後) 集光した光を光電変換する撮像素子の所定の画素領域に属する画素からの出力信号を選択する選択過程と、

前記出力信号の所定セット間の差分に基づいて暗電流値を算出する暗電流算出過程と、

前記暗電流値から前記撮像素子の温度を算出する温度算出過程と、

前記温度算出過程において複数の露光時間のそれぞれについて算出した温度に基づいて温度測定状態が正常か否かを検査する検査過程と、

を有する温度測定方法。

[請求項 11] (削除)

条約第19条(1)に基づく説明書

請求の範囲第1項について、補正前の第9項に記載された事項を追加する補正を行った。

請求の範囲第9項について、補正前の第9項に記載された事項を削除し、補正前の第10項に記載された事項を追加する補正を行った。

請求の範囲第10項について、補正前の第10項に記載された事項を削除し、補正前の第11項に記載された事項と、補正前の第9項に記載された事項に相当するステップを追加する補正を行った。

補正前の第11項に記載された事項を削除した。

10

10x

15 光源部

11 制御部

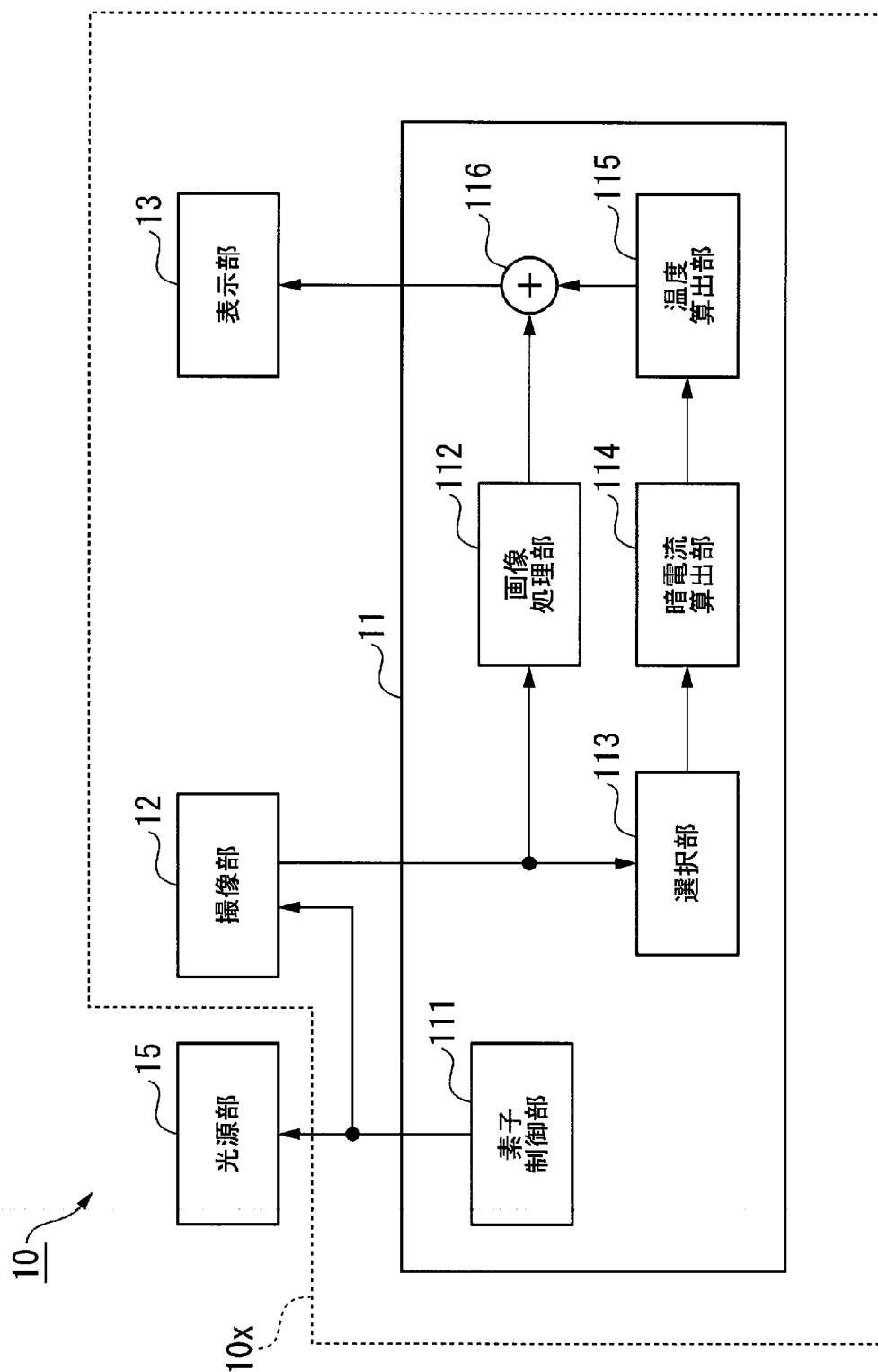
13 表示部

16; ライトガイド

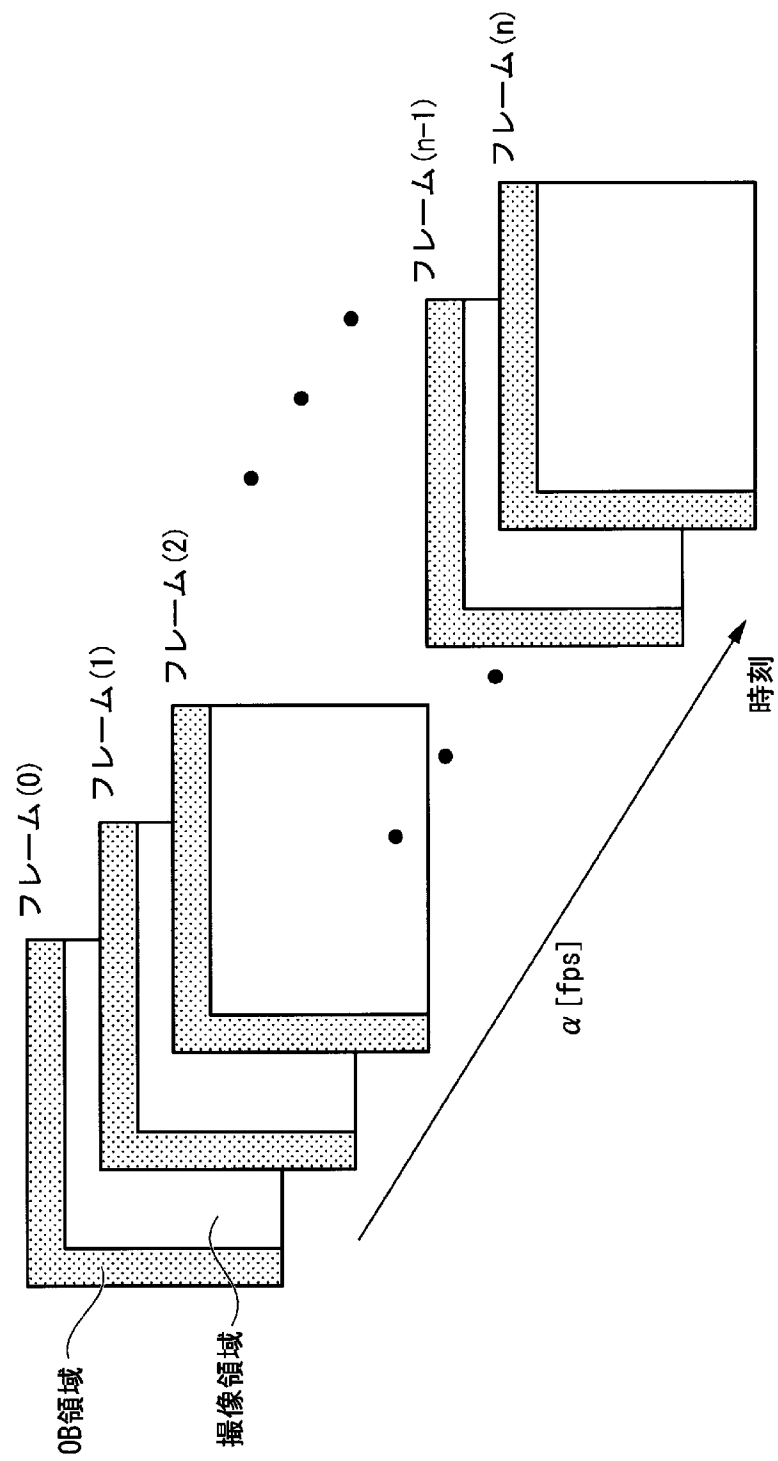
12 撮像部

14; 挿入部

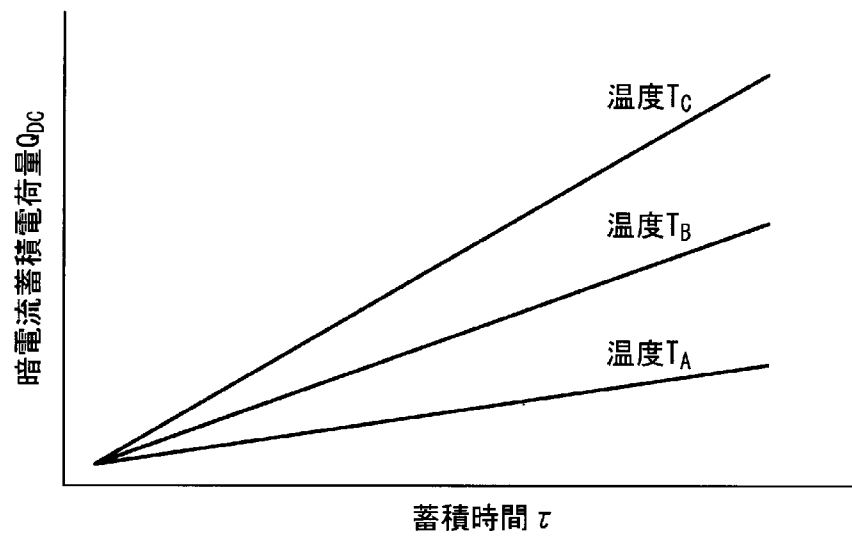
[図2]



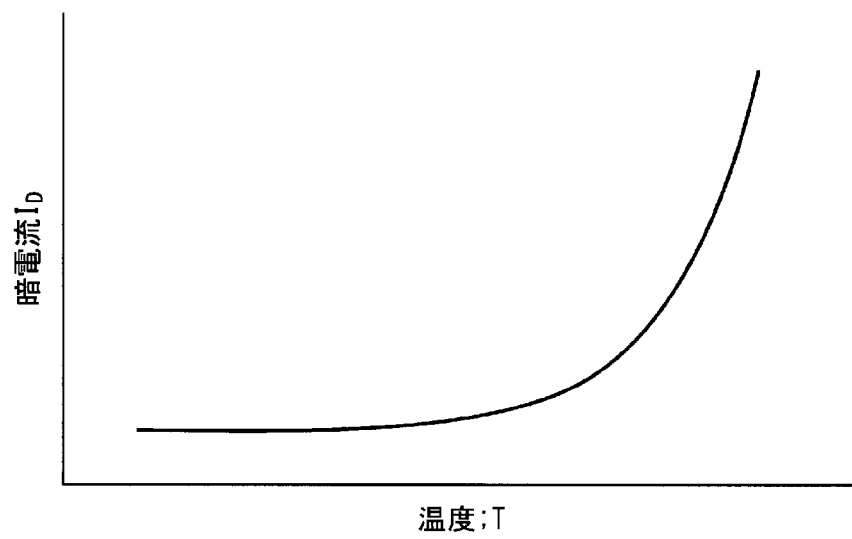
[図3]



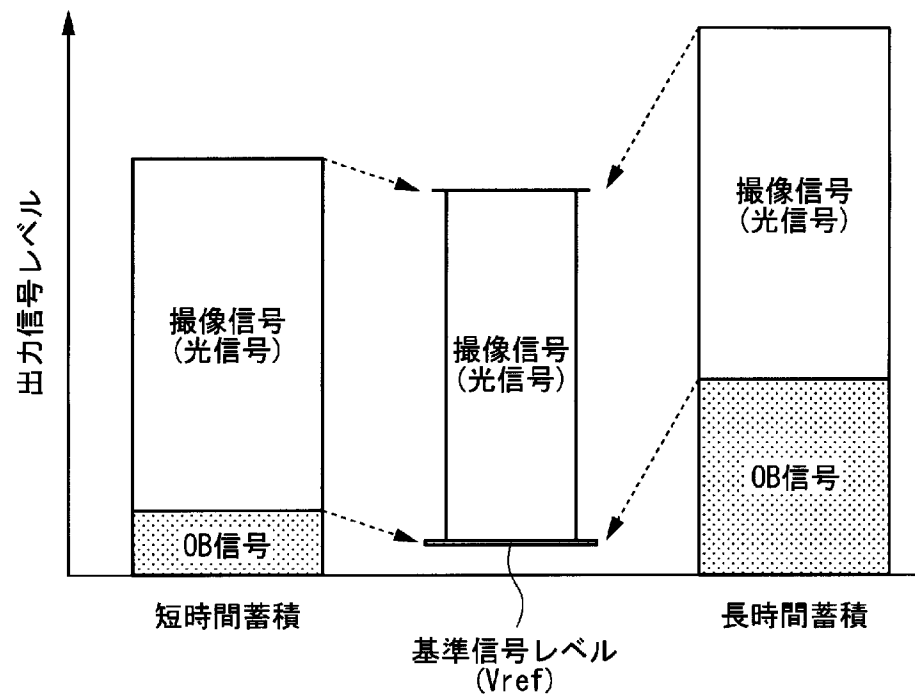
[図4]



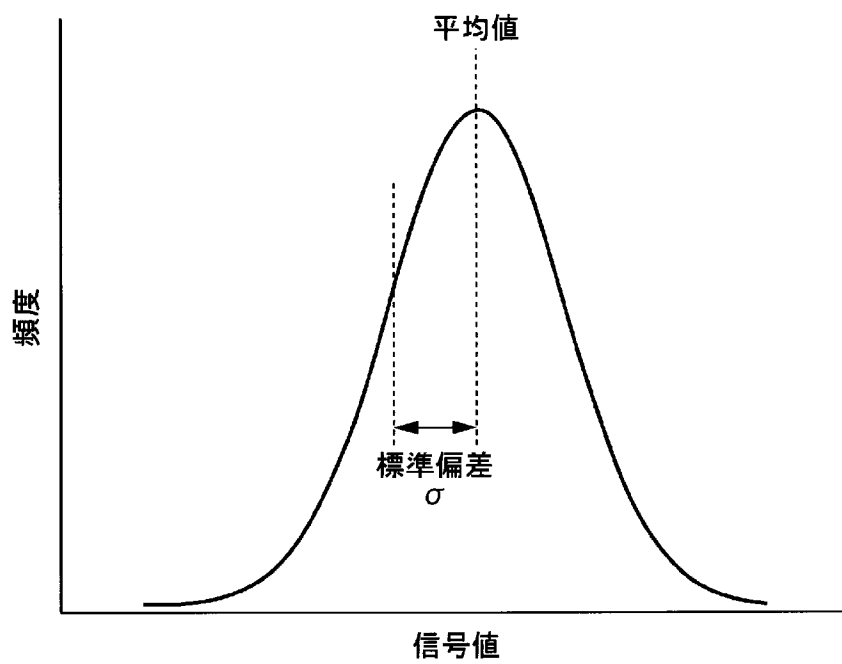
[図5]



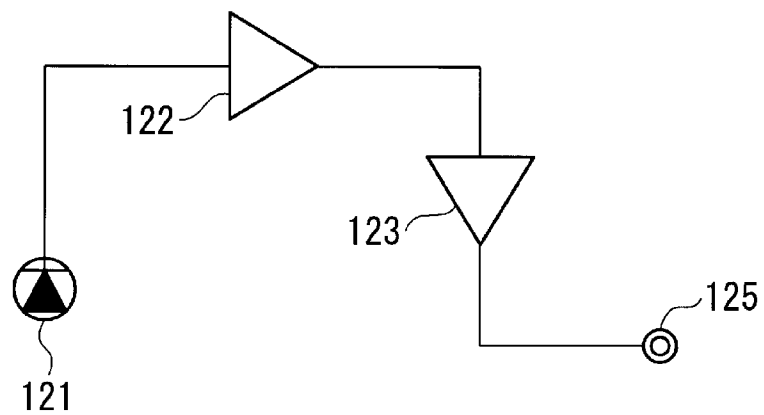
[図6]



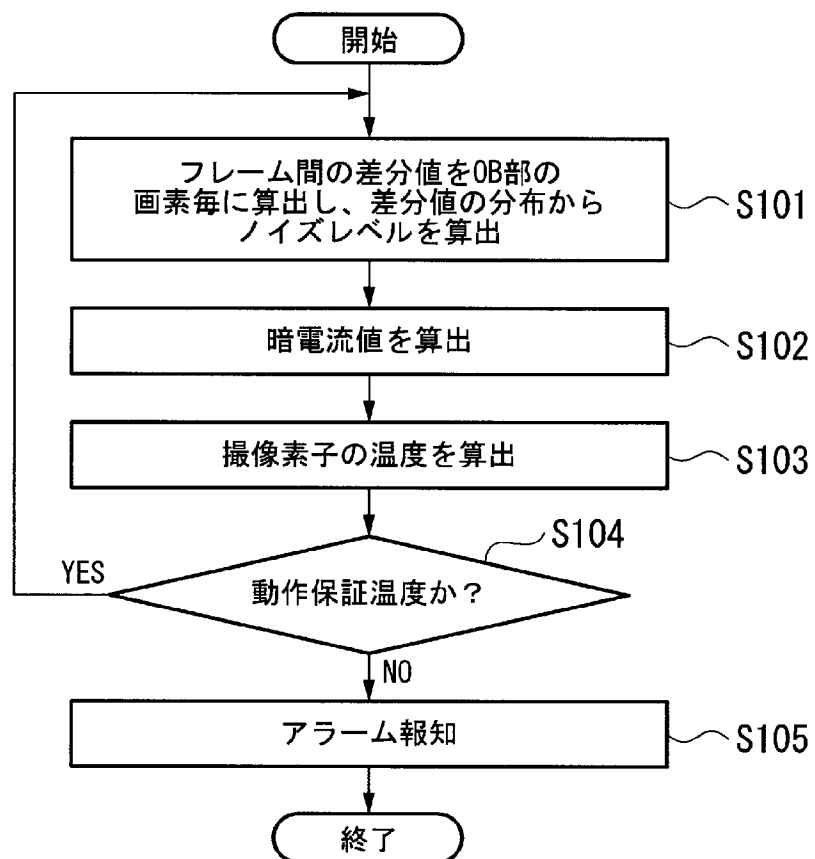
[図7]



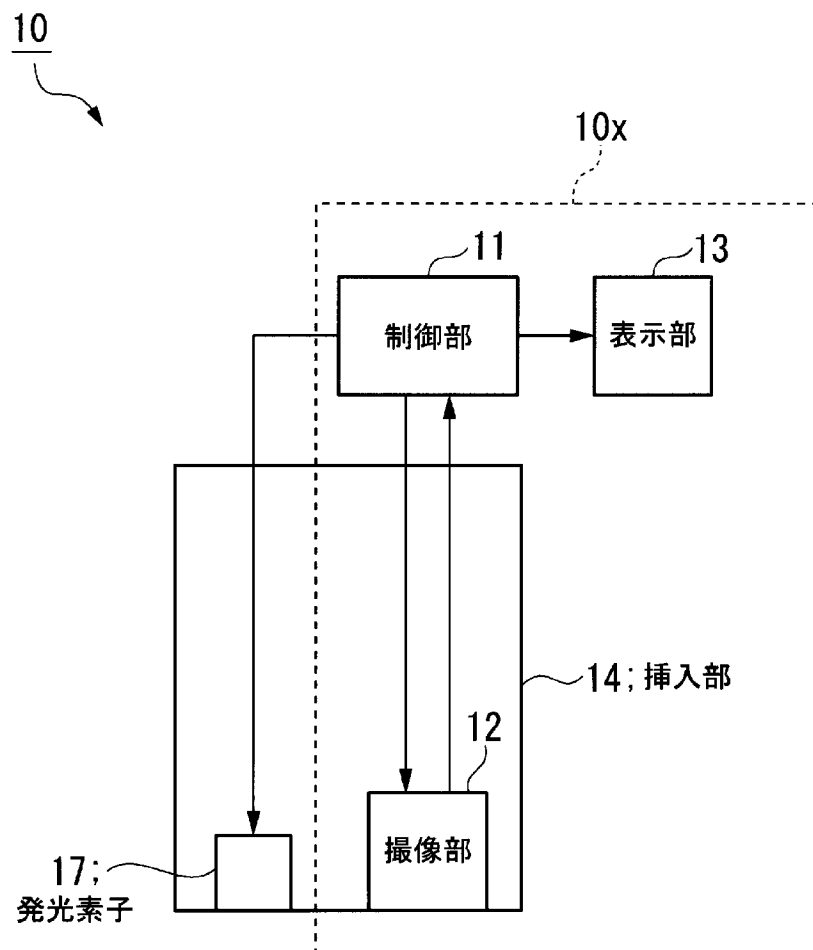
[図8]



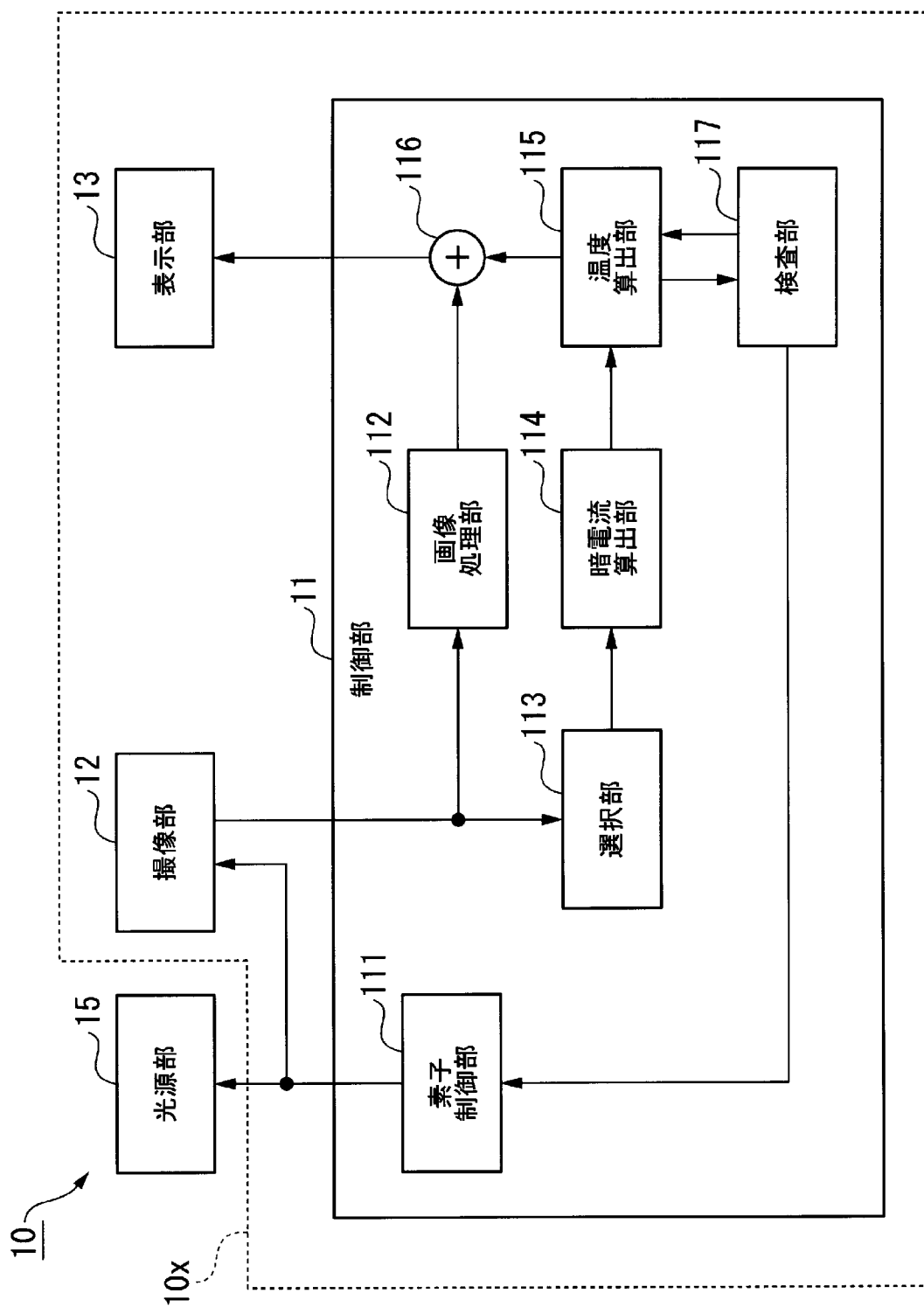
[図9]



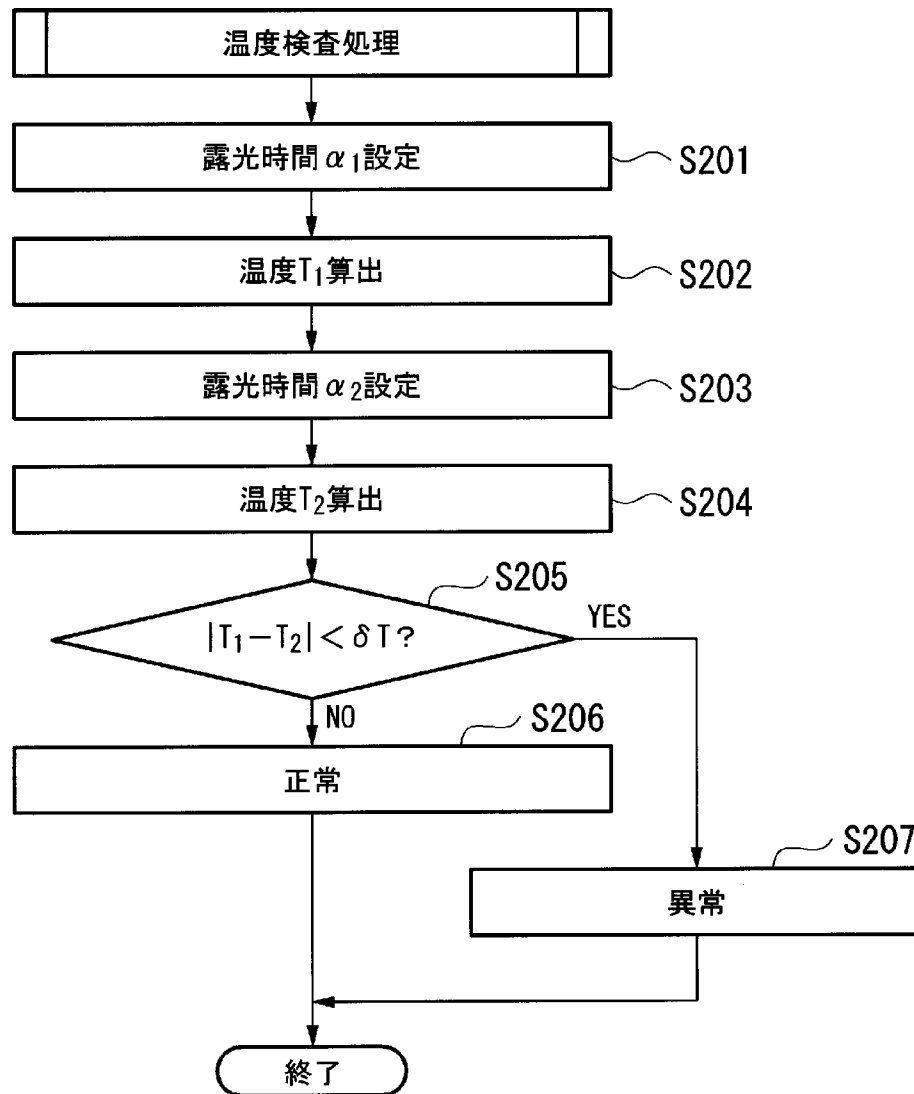
[図10]



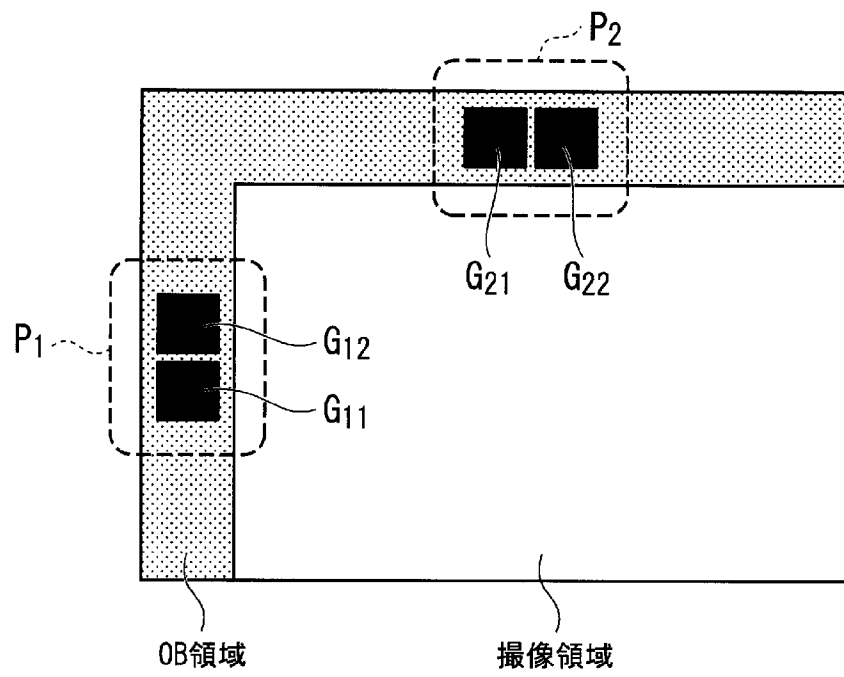
[図11]



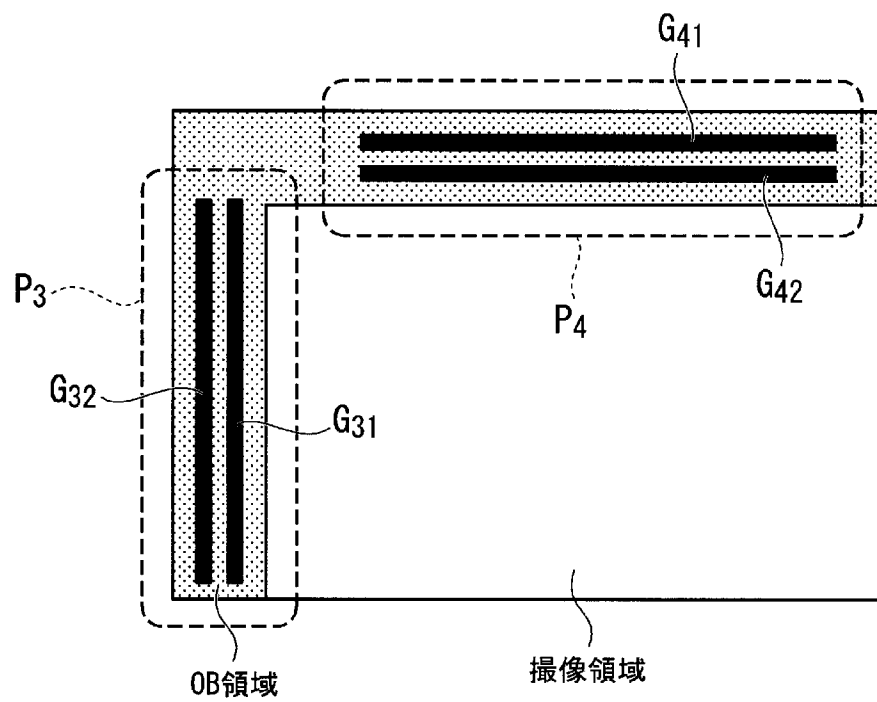
[図12]



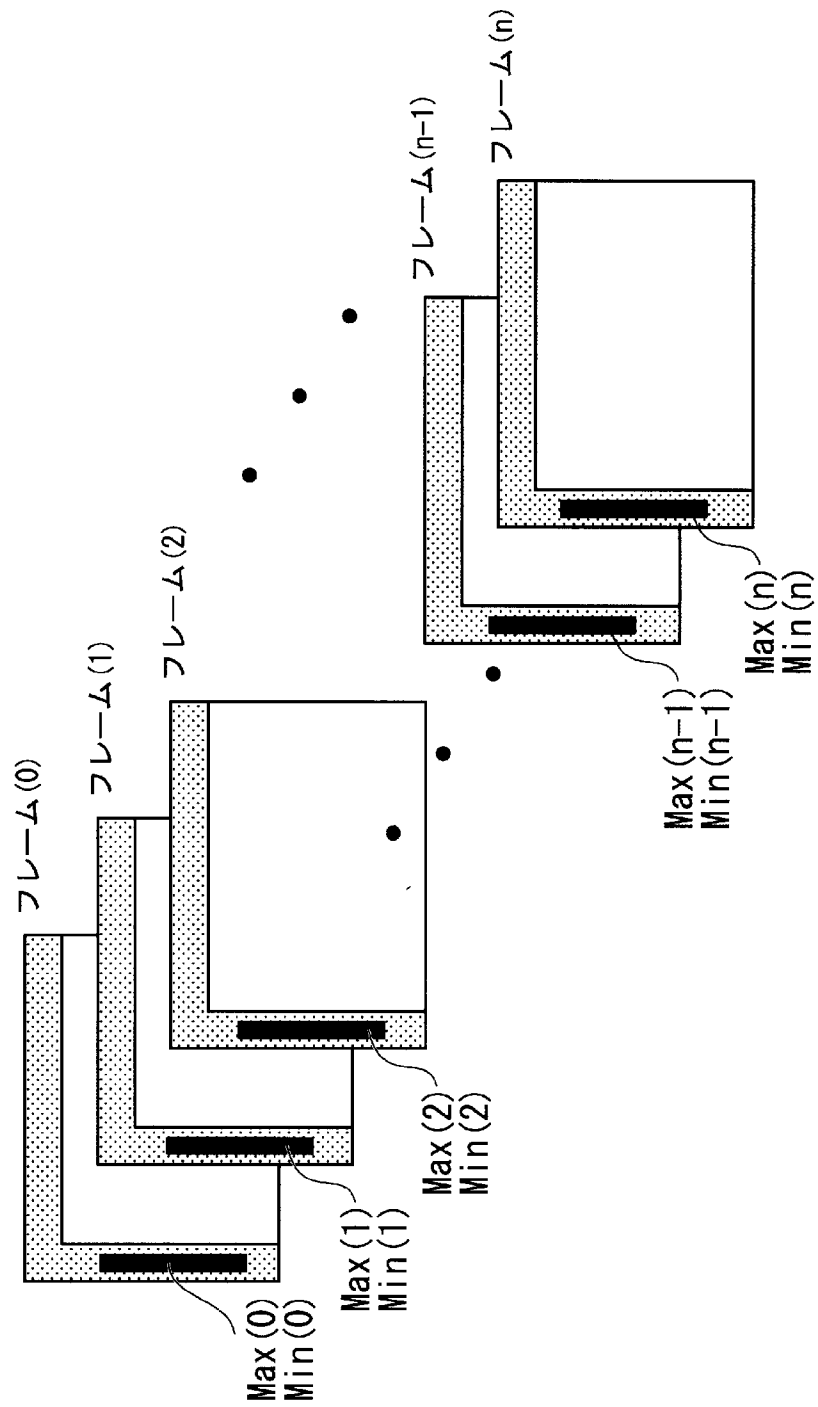
[図13]



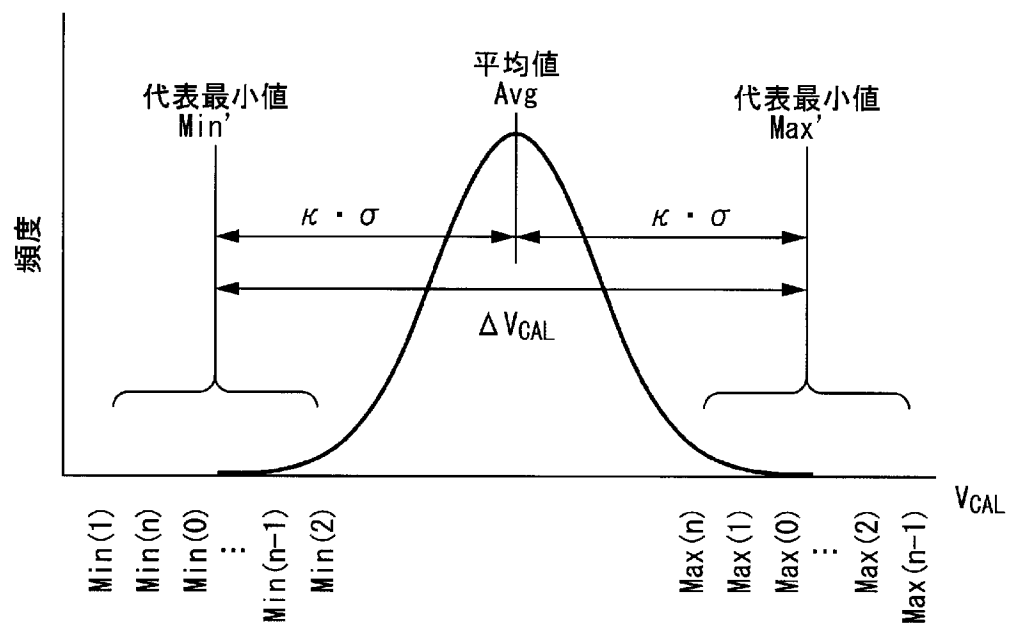
[図14]



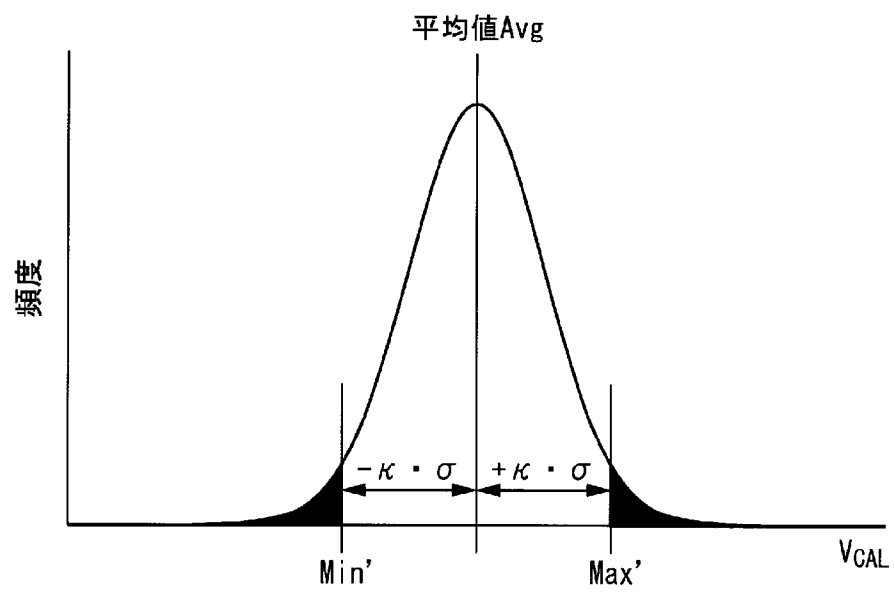
[図15]



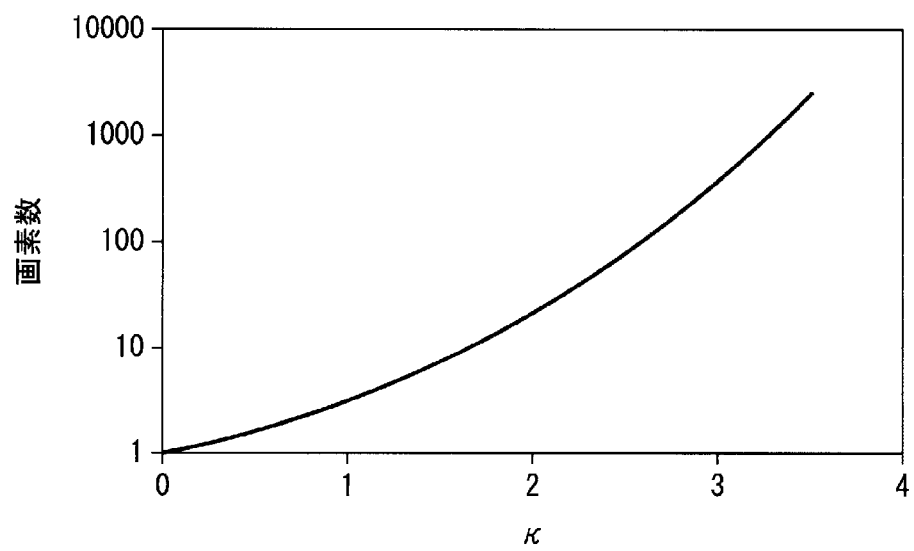
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/066465

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N5/361(2011.01)i, H04N5/369(2011.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04N5/361, H04N5/369

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2010-11161 A (Kyocera Corp.), 14 January 2010 (14.01.2010), paragraphs [0004] to [0070] (Family: none)	1-5, 8, 11 6, 7, 10
Y	JP 2010-114654 A (Fujifilm Corp.), 20 May 2010 (20.05.2010), paragraphs [0061] to [0071] (Family: none)	6
Y	JP 2013-85191 A (Hoya Corp.), 09 May 2013 (09.05.2013), paragraphs [0017], [0033], [0041] (Family: none)	6, 10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
03 August 2015 (03.08.15)

Date of mailing of the international search report
11 August 2015 (11.08.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/066465

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-62975 A (Nikon Corp.), 18 March 2010 (18.03.2010), paragraphs [0004], [0025] (Family: none)	7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04N5/361(2011.01)i, H04N5/369(2011.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04N5/361, H04N5/369

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2010-11161 A（京セラ株式会社）2010.01.14, 段落[0004]-[0070] （ファミリーなし）	1-5, 8, 11 6, 7, 10
Y	JP 2010-114654 A（富士フイルム株式会社）2010.05.20, 段落 [0061]-[0071]（ファミリーなし）	6
Y	JP 2013-85191 A（HOYA株式会社）2013.05.09, 段落 [0017][0033][0041]（ファミリーなし）	6, 10

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 3 . 0 8 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 1 . 0 8 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

松永 隆志

5 V

4 2 2 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 7 1

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2010-62975 A (株式会社ニコン) 2010.03.18, 段落[0004][0025] (ファミリーなし)	7