



入射光量に応じて複数の異なる特性に切り替わる光電変換特性を有し、撮像光学系で結像された被写体像を撮像して撮像信号を出力する撮像素子を備えた撮像装置において、撮像素子の光電変換特性を検出する光電変換特性検出部と、光電変換特性検出部の検出結果に基づいて、撮像素子の光電変換特性を基準光電変換特性に近づけるように補正する光電変換特性補正部とを備えることで、撮像素子の光電変換特性の温度特性に関わらず、常に所定のダイナミックレンジで撮像することができる撮像装置および撮像装置の温度特性補正方法を提供することができる。

明 細 書

発明の名称：撮像装置および撮像装置の温度特性補正方法

技術分野

[0001] 本発明は、撮像装置および撮像装置の温度特性補正方法に関し、特に複数の異なる光電変換特性を有する撮像素子を用いる撮像装置および撮像装置の温度特性補正方法に関する。

背景技術

[0002] 入射光量に応じて、線形特性と対数特性との2つの特性が切り替わる光電変換特性を有する、線形対数変換型撮像素子が知られている。この撮像素子は、高感度と広ダイナミックレンジとを両立させることのできるものであるが、光電変換特性が線形特性から対数特性に切り替わる変曲点近傍では、撮像素子の画素を構成するMOS型トランジスタやフォトダイオードの特性のバラツキに起因する出力誤差が大きくなり、温度によっても変曲点の位置が変化するという課題があった。

[0003] そこで、例えば特許文献1では、温度係数も含めて各画素毎の補正値を記憶し、補正値に基づいて各画素の出力値を補正することで、全画素の出力値を一致させることのできる信号処理装置が開示されている。

[0004] しかしながら、撮像素子の光電変換特性の温度特性によって画素出力のオフセットや変曲点が変化すると、撮像素子のダイナミックレンジ自体が変化するが、特許文献1のように撮像素子から出力された出力値を後処理で補正する方法では、このダイナミックレンジ自体の変化を補正することはできない。

[0005] また、撮像素子から出力される撮像信号は、アナログデジタル変換器によってデジタルデータに変換されて演算されるが、アナログデジタル変換器自体も温度特性を持っており、その温度特性によってもダイナミックレンジが変化するので、アナログデジタル変換器の温度特性も補正する必要がある。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開平 1 1－2 9 8 7 9 9 号公報

発明の概要

[0007] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、撮像素子の光電変換特性の温度特性に関わらず、常に所定のダイナミックレンジで撮像することができる撮像装置および撮像装置の温度特性補正方法を提供することを目的とする。

[0008] 本発明の一局面による撮像装置は、被写体像を結像させる撮像光学系と、入射光量に応じて、複数の異なる特性に切り替わる光電変換特性を有し、前記撮像光学系で結像された被写体像を撮像して撮像信号を出力する撮像素子とを備えた撮像装置であって、前記撮像素子の光電変換特性を検出する光電変換特性検出部と、前記光電変換特性検出部の検出結果に基づいて、前記撮像素子の光電変換特性を基準光電変換特性に近づけるように補正する光電変換特性補正部とを備えている。

[0009] また、本発明の別の一局面の温度特性補正方法は、被写体像を結像させる撮像光学系と、入射光量に応じて、複数の異なる特性に切り替わる光電変換特性を有し、前記撮像光学系で結像された被写体像を撮像して撮像信号を出力する撮像素子とを備えた撮像装置の温度特性補正方法であって、前記撮像素子の光電変換特性を検出する光電変換特性検出工程と、前記光電変換特性検出工程の検出結果に基づいて、前記撮像素子の光電変換特性を基準光電変換特性に近づけるように補正する光電変換特性補正工程とを備えたことを特徴とする。

図面の簡単な説明

[0010] [図1] 本発明の実施の形態による撮像装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図2] 本発明の実施の形態による撮像素子、画像処理部および制御部の構成の一例を示すブロック図である。

[図3] 本発明の実施の形態による撮像素子の内部構成の一例を示すブロック図

(1/2)である。

[図4]本発明の実施の形態による撮像素子の内部構成の一例を示すブロック図(2/2)である。

[図5]本発明の実施の形態による画素の構成の一例と特性とを示す模式図である。

[図6]本発明の実施の形態によるモニタ画素の構成の一例を示す回路模式図である。

[図7]本発明の実施の形態による撮像装置の動作の第1の例を示すフローチャートのメインルーチンである。

[図8]図7のサブルーチン(1/2)である。

[図9]図7のサブルーチン(2/2)である。

[図10]本発明の実施の形態による温度補正值の演算方法を示すグラフである。

[図11]本発明の実施の形態による撮像装置の第2の例を示すフローチャートのメインルーチンである。

[図12]本発明の実施の形態による撮像装置が解決する課題を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明を図示の実施の形態に基づいて説明するが、本発明は該実施の形態に限らない。なお、図中、同一あるいは同等の部分には同一の番号を付与し、重複する説明は省略することがある。

[0012] 最初に、本発明の実施の形態による撮像装置が解決する課題について、図12を用いて確認する。図12は、本発明の実施の形態による撮像装置が解決する課題を示す模式図で、図12(a)は撮像素子の光電変換特性の温度特性を示し、図12(b)はアナログ／デジタル(以下、A/Dと言う)変換部のA/D変換特性の温度特性を示す。

[0013] 図12(a)において、本発明における撮像素子は、入射光量に応じて、線形特性と対数特性との2つの特性が切り替わる光電変換特性(以下、リニ

アログ特性と言う)を有している。グラフの横軸は、撮像素子の撮像面照度 L を対数軸でとってあり、縦軸は撮像素子の出力電圧 V_L を線形軸でとってある。

[0014] グラフに実線で示した基準光電変換特性 PC_0 は、基準温度、例えば事前測定時の温度 T_0 での光電変換特性であり、低照度領域 A_1 では線形特性を示し、高照度領域 A_2 では対数特性を示す。線形特性と対数特性との切り替わり点である変曲点 P_{t0} は、照度 L_{pt0} での出力電圧が V_{pt0} である。

[0015] 一方、高温での光電変換特性 PC_h は、グラフに破線で示したように、基準光電変換特性 PC_0 に対して、(1)低照度側で出力電圧が持ち上がってオフセットが発生し、(2)変曲点 P_{th} が低照度側に移動し、(3)対数特性の傾きが基準光電変換特性 PC_0 の傾きより増大している。従って、光電変換できる撮像面照度 L の範囲に対して出力電圧 V_L の幅が狭くなり、画像のコントラストが低くなる。

[0016] 逆に、低温での光電変換特性 PC_l は、グラフに一点鎖線で示したように、(1)低照度側で出力電圧が下がって負のオフセットが発生し、(2)変曲点 P_{tl} が高照度側に移動し、(3)対数特性の傾きが基準光電変換特性 PC_0 の傾きより減少している。従って、光電変換できる撮像面照度 L の範囲、即ちダイナミックレンジが、基準光電変換特性 PC_0 に対して狭くなってしまふ。

[0017] (1)のオフセット V_{os} は、温度による暗電流の増加に起因するもので、撮像素子全般に発生する固有の現象である。(2)の変曲点 P_t の移動は、温度による転送ゲートのポテンシャルの低下に起因するもので、リニアログ特性固有の現象である。(3)の対数特性の傾き変化は、対数変換の傾きの理論式が $(k_B T / q)$ の項を含んでいる(k_B はボルツマン定数、 T は絶対温度、 q は電子の電荷素量)ために、傾きが絶対温度 T に比例するため、対数変換特性固有の現象である。

[0018] 上述した理由から、(1)から(3)の温度特性は撮像素子3の全ての画素31aで同一の温度特性であり、全ての画素31aで同一の補正をするこ

とが可能である。

- [0019] また、撮像装置においては、撮像に同期してリアルタイムでA/D変換を行う必要があるので、以下に述べる実施の形態では、高速のA/D変換器として、上位ビットを逐次比較型で変換し、冗長ビットを含む下位ビットを積分型で変換するカラム型と呼ばれるA/D変換器を用いることとする。このタイプのA/D変換器については、例えば特開2008-244716号公報等に詳述されている。
- [0020] 図12(b)において、グラフに実線で示した基準A/D変換特性 AD_0 は、基準温度、例えば事前測定時の温度 T_0 でのA/D変換特性であり、入力電圧 V_{in} に対して、線形のA/D変換特性を示す。
- [0021] 一方、高温でのA/D変換特性 AD_h は、グラフに破線で示したように、基準A/D変換特性 AD_0 に対して、(4)入力電圧 V_{in} の低い側で出力 AD_{out} 値が大きくなってオフセット（以下、ADオフセットと言う）が発生し、(5)A/D変換特性の傾き（以下、AD傾きと言う）が基準A/D変換特性 AD_0 よりも増大している。従って、A/D変換の入力範囲、即ちA/D変換のダイナミックレンジが、基準A/D変換特性 AD_0 に対して狭くなってしまう。
- [0022] 逆に、低温でのA/D変換特性 AD_l は、グラフに一点鎖線で示したように、基準A/D変換特性 AD_0 に対して、(4)入力電圧 V_{in} の低い側で出力 AD_{out} 値が小さくなって負のADオフセットが発生し、(5)AD傾きが基準A/D変換特性 AD_0 よりも減少している。従って、A/D変換できる入力範囲に対して出力の幅が狭くなり、画像のコントラストが低くなる。
- [0023] (4)のADオフセットおよび(5)のA/D傾きの変化の原因は、上位ビットを変換する逐次比較型の変換方法に用いられるキャパシタの容量の温度特性と、A/D変換に許容される時間が短いために、キャパシタの電位が不飽和状態になっていることとに起因している。つまり、高温になるとキャパシタの容量が大きくなって、不飽和の状態が大きくなり、低温になるとキャパシタの容量が小さくなって不飽和の状態が小さくなることで発生する誤

差である。

[0024] 以上が、本発明の実施の形態による撮像素子が解決する課題であり、以下に述べる実施の形態では、(1) および (2) を A/D 変換前にアナログ的に補正し、(3)、(4) および (5) を A/D 変換後にデジタル的に補正することで、課題を解決する。

[0025] (1) から (5) の課題を補正することで、温度環境下の光電変換特性および A/D 変換特性を、基準光電変換特性および基準 A/D 変換特性に一致させることが望ましいが、完全に一致させることができなくても、基準光電変換特性および基準 A/D 変換特性に近づけることができれば、効果は大きい。

[0026] 次に、本発明の実施の形態による撮像装置について、図 1 を用いて説明する、図 1 は、本発明の実施の形態による撮像装置の構成の一例を示すブロック図である。

[0027] 図 1 において、撮像装置 1 は、撮像光学系 2、撮像素子 3、画像処理部 4、制御部 5、記憶部 6、表示部 7 およびインターフェース部（以下、I/F 部と言う）8 等で構成される。表示部 7 および I/F 部 8 等は必須ではない。

[0028] 撮像光学系 2 は、レンズ等で構成され、光軸 21 上に配置される撮像素子 3 の撮像面に被写体の像を結像させる。

[0029] 撮像素子 3 は、撮像面が撮像光学系 2 の光軸 21 上の結像位置に来るように配置され、撮像光学系 2 によって結像された被写体の像を光電変換してアナログの撮像信号を出力する。図 2 以降で詳述するが、本例では、撮像素子 3 は A/D 変換部を内蔵しており、撮像素子 3 は、撮像信号を A/D 変換して、デジタルの撮像データ 3s として出力する。

[0030] A/D 変換部は、必ずしも撮像素子 3 に内蔵される必要はなく、撮像素子 3 と画像処理部 4 との間に別設されてもよい。

[0031] 画像処理部 4 は、後述する制御部 5 の制御下で、撮像素子 3 から出力された撮像データ 3s に画像処理を施して、画像データ 4s を出力する。

[0032] 制御部 5 は、例えば CPU と演算用メモリ等で構成され、後述する記憶部 6 に格納されたプログラムに従って撮像装置 1 の動作を制御するとともに、I/F 部 8 を介して、撮像装置 1 が接続される外部システムと通信を行う。撮像素子 3、画像処理部 4 および制御部 5 については、図 2 以降で詳述する。

[0033] 記憶部 6 は、ROM、RAM 等で構成され、制御部 5 を構成する CPU の動作を規定するプログラムを格納するとともに、制御部 5 の制御下で、画像処理部 4 から出力された画像データ 4 s を記憶および出力し、撮像装置 1 の各部に関する調整データ等を記憶および出力する。

[0034] 表示部 7 は、制御部 5 の制御下で、記憶部 6 に記憶された画像や画像に関する情報等を表示する。

[0035] I/F 部 8 は、制御部 5 の制御下で、撮像装置 1 と外部システムとの間の通信を行う。

[0036] 次に、撮像素子 3、画像処理部 4 および制御部 5 について、図 2 から図 4 を用いて説明する。図 2 は、撮像素子 3、画像処理部 4 および制御部 5 の構成の一例を示すブロック図である。

[0037] 図 2 において、撮像素子 3 は、画素部 3 1、モニタ画素部 3 2、温度センサ 3 3、垂直走査回路 3 4、A/D 変換部 3 5、水平シフトレジスタ 3 6、出力アンプ 3 7、オフセットシフト部 3 8 および A/D 入力切替部 3 9 等で構成されている。

[0038] 画素部 3 1 は、上述したように、リニアログ特性の光電変換特性を持つ。撮像素子 3 からは、画像処理部 4 に向けて、撮像データ 3 s が出力される。撮像素子 3 の内部構成の詳細は、図 3 および図 4 で説明する。

[0039] 画像処理部 4 は、撮像素子 3 から出力された撮像データ 3 s に画像処理を施して、あるいは処理を施さずにそのまま、画像データ 4 s として、制御部 5 に向けて出力する。画像処理部 4 は、その他に、撮像素子 3 の A/D 変換部 3 5 の A/D 変換特性 $A D$ と基準 A/D 変換特性 $A D_0$ との A/D オフセット $V_{a d o s}$ を 0（ゼロ）に近づける A/D オフセット補正部 4 1、A/D

変換部 35 の A/D 変換特性 A D の傾きを基準 A/D 変換特性 A D₀ の傾きに近づける A/D 傾き補正部 42、および、撮像素子 3 の光電変換特性 P C の対数特性の傾きを基準光電変換特性 P C₀ の対数特性の傾きに近づける対数特性補正部 43 を有している。

[0040] 制御部 5 は、撮像素子 3 の動作を制御して撮像データ 3 s を出力させ、画像処理部 4 から出力された画像データ 4 s を記憶部 6 に記憶させる等、撮像装置 1 全体の動作を制御する。

[0041] 制御部 5 は、その他に、撮像素子 3 の A/D 変換部 35 の使用温度環境下での A/D 変換特性 A D を検出し、基準 A/D 変換特性 A D₀ に近づけるための補正値を演算する A/D 変換補正値演算部 51 と、撮像素子 3 の画素部 31 の使用温度環境下での光電変換特性 P C を検出し、基準光電変換特性 P C₀ に近づけるための補正値を演算する光電変換補正値演算部 52 とを有している。

[0042] ここに、A/D 入力切替部 39 および A/D 変換補正値演算部 51 は、本発明における A/D 変換特性検出部として機能し、モニタ画素部 32 および光電変換補正値演算部 52 は、本発明における光電変換特性検出部として機能する。また、A/D オフセット補正部 41 及び A/D 傾き補正部 42 は、本発明における A/D 変換特性補正部として機能する。

[0043] さらに、制御部 5 は、撮像素子 3 の光電変換特性 P C の温度特性に起因するオフセットのズレを基準光電変換特性 P C₀ に近づけるオフセット制御部 53、撮像素子 3 の光電変換特性 P C の温度特性に起因する変曲点 P t のズレを基準光電変換特性 P C₀ の変曲点 P t₀ に近づける変曲点制御部 54、および、撮像素子 3 に内蔵された温度センサ 33 の出力を用いて撮像素子 3 の温度を検出する温度検出部 55 を有している。

[0044] ここに、オフセットシフト部 38 およびオフセット制御部 53 は、本発明におけるオフセット補正部として機能し、垂直走査回路 34 および変曲点制御部 54 は、本発明における変曲点補正部として機能する。さらに、対数特性補正部 43、オフセットシフト部 38 およびオフセット制御部 53、垂直

走査回路 3 4 および変曲点制御部 5 4 は、本発明における光電変換特性補正部として機能する。

[0045] 図 3 および図 4 は、撮像素子 3 の内部構成の一例を示すブロック図で、図 3 は画素部 3 1、モニタ画素部 3 2、温度センサ 3 3 および垂直走査回路 3 4 を示し、図 4 は A/D 変換部 3 5、水平シフトレジスタ 3 6、出力アンプ 3 7、オフセットシフト部 3 8 および A/D 入力切替部 3 9 を示す。

[0046] 図 3 において、画素部 3 1 は、撮像素子 3 の撮像面上に、 m 行 n 列 (m 、 n は正の整数) の 2 次元マトリクス状に配置された画素 3 1 a 等で構成され、撮像光学系 2 によって光軸 2 1 上に結像された被写体の像を光電変換し、撮像信号を出力する。

[0047] 画素 3 1 a の構成と光電変換特性とを、図 5 に示す。図 5 は、画素 3 1 a の構成の一例と特性とを示す模式図で、図 5 (a) は画素 3 1 a の回路構成の一例を示し、図 5 (b) は画素 3 1 a の光電変換特性を示す。

[0048] 図 5 (a) において、画素 3 1 a は、フォトダイオード PD、転送トランジスタ Q 1、リセットトランジスタ Q 2、フローティングディフュージョン FD、出力トランジスタ Q 3 および選択トランジスタ Q 4 等で構成される。

[0049] PVDD と PVSS とは、画素 3 1 a の電源電位である。最初に、転送トランジスタ Q 1 がオフの状態、垂直走査回路 3 4 から行リセット信号 ϕ_{RST} が出力されてリセットトランジスタ Q 2 がオンして、フローティングディフュージョン FD の電位がリセットされる。

[0050] リセットから所定時間経過後に、垂直走査回路 3 4 から行選択信号 ϕ_{VSEN} が出力されて選択トランジスタ Q 4 がオンすることで、フローティングディフュージョン FD のリセット状態の電位が、出力トランジスタ Q 3 を介して、画素 3 1 a の垂直列毎に共通の垂直信号線 3 1 b に、ノイズ信号 3 1 n として出力される。

[0051] 続いて、転送トランジスタ Q 1 の転送信号 ϕ_{TX} が所定電位に設定されると、画素 3 1 a に入射した被写体像の光が、フォトダイオード PD によって光電変換されて光電流 I_p となり、転送トランジスタ Q 1 を介してフローテ

ィングディフュージョンFDに蓄積される。

- [0052] 入射光量即ち撮像面照度 L が低照度の場合は、光電流 I_p のフローティングディフュージョンFDへの蓄積は線形特性である。撮像面照度 L が高照度の場合は、転送トランジスタ Q_1 のサブスレシヨルド特性により、光電流 I_p が対数変換された電位がフローティングディフュージョンFDに発生する。線形特性と対数特性との切り替わり点、即ち変曲点 P_t となる光電流 I_p の値 L_{pt} は、転送トランジスタ Q_1 の転送信号 ϕ_{TX} の設定によって任意に設定できる。
- [0053] 従って、変曲点 P_t を基準光電変換特性の変曲点 P_{t0} に合わせるには、制御部5の変曲点制御部54から出力される変曲点補正值 σ に基づいて、転送トランジスタ Q_1 の転送信号 ϕ_{TX} を制御することで行うことができる。
- [0054] 再び、垂直走査回路34から行選択信号 ϕ_{VSEN} が出力されて選択トランジスタ Q_4 がオンすることで、フローティングディフュージョンFDの撮像状態の電位が、出力トランジスタ Q_3 を介して、垂直信号線31bに、画素信号31pとして出力される。
- [0055] 後段の回路、例えばA/D変換部35等で、相関二重サンプリング（以下、CDSと言う）法等により、画素信号31pとノイズ信号31nとの差分をとることで、ノイズがキャンセルされた撮像信号31s（ $31s = 31p - 31n$ ）を得ることができる。
- [0056] 光電変換特性を図5（b）に示す。グラフの横軸は撮像面照度 L を対数軸でとってあり、縦軸は出力電圧 V_L を線形軸でとってある。変曲点 P_t での撮像面照度 L_{pt} よりも低照度の状態（A1領域）では、出力電圧 V_L は撮像面照度 L に対して線形特性であり、変曲点 P_t での撮像面照度 L_{pt} よりも高照度の状態（A2領域）では、出力電圧 V_L は撮像面照度 L に対して対数特性である。
- [0057] 図3に戻って、モニタ画素部32（光電変換特性検出用画素の一例）は、画素部31の光電変換特性の温度特性をモニタするためのモニタ画素32a等で構成されている。図3の例では、モニタ画素32aは、撮像素子3の撮

像面上の画素部 3 1 の領域に隣接して、水平 1 行分の n 画素が設けられているが、これに限るものではなく、少なくとも 1 画素設けられればよいし、数行設けられても良い。モニタ画素 3 2 a の構成の一例を、図 6 に示す。

[0058] 図 6 において、モニタ画素 3 2 a は、画素 3 1 a のフォトダイオード PD に並列に、温度に依存しない所定の電流値の電流 I_d を供給する定電流源 I_D を有している。また、光電流 I_p を発生させずに暗電流のみを発生させるように、少なくともフォトダイオード PD は遮光されている。その他は画素 3 1 a と同じ構成をしている。温度に依存しない所定の電流値の電流 I_d は、例えば、バンドギャップ回路として周知の回路を用いることで作成することができる。

[0059] モニタ画素 3 2 a の駆動方法も画素 3 1 a の駆動方法と同様であり、異なる点は、転送トランジスタ Q_1 の転送信号 ϕ_{TX} が所定電位に設定されることで、光電流 I_p に相当する定電流 I_d が、転送トランジスタ Q_1 を介してフローティングディフュージョン FD に蓄積される点である。

[0060] 定電流 I_d の値が低い場合は、定電流 I_d のフローティングディフュージョン FD への蓄積は線形特性である。定電流 I_d の値が高い場合は、転送トランジスタ Q_1 のサブスレシヨルド特性により、定電流 I_d が対数変換された電位がフローティングディフュージョン FD に発生する。モニタ画素 3 2 a のその他の動作は画素 3 1 a と同じである。よって、モニタ画素部 3 2 に光電流 I_p に相当する定電流 I_d を供給することで、画素部 3 1 の光電変換特性を検出することができる。

[0061] 図 3 に戻って、温度センサ 3 3 は、例えばダイオードと定電流回路等とで構成され、ダイオードの順方向電圧 V_f を出力線 3 3 b に出力する。図 2 で説明した温度検出部 5 5 は、ダイオードの順方向電圧 V_f の基準温度下での値からの変化を検出することで、温度を知ることができる。温度センサ 3 3 は、A/D 変換部 3 5 の近傍に設けられることが好ましく、そうすることによって、A/D 変換部 3 5 の温度を正確に検出することができる。

[0062] 垂直走査回路 3 4 は、画素部 3 1 およびモニタ画素部 3 2 の各行のそれぞ

れに対して、上述した画素 3 1 a 動作で説明した 3 つの駆動信号（行リセット信号 ϕ_{RST} 、転送信号 ϕ_{TX} および行選択信号 ϕ_{VSEN} ）を供給し、画素部 3 1 の各行、および必要に応じてモニタ画素部 3 2 を順次走査して、撮像動作および光電変換特性検出動作を行わせる。

- [0063] 図 4 において、オフセットシフト部 3 8 は、制御部 5 のオフセット制御部 5 3 から出力されるオフセット補正值 κ に基づいて、各画素 3 1 a から垂直信号線 3 1 b に出力された画素信号 3 1 p あるいはノイズ信号 3 1 n のオフセットを補正して、補正画素信号 3 8 p あるいは補正ノイズ信号 3 8 n を出力する。これによって、画素 3 1 a のオフセット値を基準光電変換特性 PC_0 のオフセット値に近づけることができる。
- [0064] A/D 入力切替部 3 9 は、A/D 変換部 3 5 の入力を、オフセットシフト部 3 8 の出力である補正画素信号 3 8 p あるいは補正ノイズ信号 3 8 n と基準電圧 3 9 v とに切り替えるスイッチ 3 9 a 等と、温度に依存しない所定の電位である基準電圧 3 9 v を出力する基準電圧回路 3 9 b とで構成される。
- [0065] スイッチ 3 9 a は、撮像状態ではオフセットシフト部 3 8 の出力側に設定され、A/D 変換部 3 5 の A/D 変換特性を測定する場合には基準電圧 3 9 v 側に切り替えられる。スイッチ 3 9 a の切り替えは、制御部 5 の A/D 変換補正值演算部 5 1 から出力される切替信号 3 9 h によって制御される。
- [0066] また、基準電圧回路 3 9 b の出力する基準電圧 3 9 v の値は、制御部 5 の A/D 変換補正值演算部 5 1 から出力される基準電位切替信号 3 9 j によって制御される。
- [0067] A/D 変換部 3 5 は、画素部 3 1 の各列毎に設けられた n 個と、温度センサ 3 3 の出力に設けられた 1 個との合計 $(n+1)$ 個の A/D 変換器（図では ADC と表記している）3 5 a 等で構成され、A/D 変換信号 3 5 s を出力する。各々の A/D 変換器 3 5 a は、例えば上位 4 ビットを逐次比較型で変換し、冗長ビット 1 ビットを含む下位 11 ビットを積分型で変換する計 14 ビットの A/D 変換器である。
- [0068] また、各々の A/D 変換器 3 5 a は、オフセットシフト部 3 8 の出力であ

る補正画素信号 38 p と補正ノイズ信号 38 n との差分をとる CDS 機能を有し、差分をとった後のノイズがキャンセルされた撮像信号 31 s を A/D 変換する。

[0069] 水平シフトレジスタ 36 は、画素部 31 の 1 行分の A/D 変換信号 35 s をシリアルデータに変換して出力アンプ 37 を介して撮像データ 3 s として出力する。

[0070] 次に、本発明の実施の形態による撮像装置の動作の第 1 の例について、図 7 から図 9 を用いて説明する。図 7 は、本発明の実施の形態による撮像装置の動作の第 1 の例を示すフローチャートのメインルーチンであり、図 8 および図 9 は、図 7 のサブルーチンである。動作の第 1 の例では、撮像装置 1 は動画像を撮像するものとし、撮像装置 1 の A/D 変換特性 AD および光電変換特性 PC を、所定時間経過毎に、動画像撮像動作の垂直ブランキング期間中に検出する。

[0071] 図 7 において、ステップ S 11 で、タイマの計時がスタートされる。ステップ S 13 で、タイマの計時値が所定時間よりも大きいかなんかの確認が確認される。所定時間は、撮像装置 1 の A/D 変換特性 AD および光電変換特性 PC を検出する周期であり、用途に合わせて適宜決定されればよい。

[0072] タイマの計時値が所定時間よりも小さい場合（ステップ S 13 ; No）、ステップ S 27 に進んで、通常の撮像動作が行われる。タイマの計時値が所定時間よりも大きいかなんかの確認（ステップ S 13 ; Yes）、ステップ S 15 で、撮像装置 1 の撮像動作のタイミングが、垂直ブランキング期間であるかなんかの確認が確認される。垂直ブランキング期間でない場合（ステップ S 15 ; No）、ステップ S 27 に進んで、通常の撮像動作が行われる。

[0073] 垂直ブランキング期間である場合（ステップ S 15 ; Yes）、図 8 に示すステップ S 17 「A/D 変換特性検出サブルーチン」が実行される。

[0074] 図 8 において、ステップ S 17 1 で、制御部 5 の A/D 変換補正值演算部 51 によって、撮像素子 3 の A/D 入力切替部 39 の (n+1) 個のスイッチ 39 a が基準電圧回路 39 b から出力される基準電圧 39 v 側に切り替え

られる。ステップS 1 7 2で、基準電圧3 9 vが第1基準電位V 1に設定され、A/D変換部3 5の(n+1)個のA/D変換器3 5 aに入力される。

[0075] ステップS 1 7 3で、第1基準電位V 1がA/D変換されて、(n+1)個の第1 A/D変換値A 1が得られる。同様に、ステップS 1 7 4で基準電圧3 9 vが第2基準電位V 2に設定され、ステップS 1 7 5で(n+1)個の第2 A/D変換値A 2が得られる。以上の(V 1, A 1)と(V 2, A 2)との2つのデータを結ぶ直線が、現在の各々のA/D変換器3 5 aのA/D変換特性ADである。

[0076] ステップS 1 7 6で、各々のA/D変換器3 5 aの基準A/D変換特性AD₀が読み出される。基準A/D変換特性AD₀は、予めステップS 1 7 3からステップS 1 7 5の各動作を行って測定された、少なくとも(V 1, A 1₀)と(V 2, A 2₀)の2点のデータで表される各々のA/D変換器3 5 aの基準特性で、測定時の温度T₀とともに記憶部6に記憶されていたものである。

[0077] 続いて、ステップS 1 7 7で、A/D変換特性ADと基準A/D変換特性AD₀とを用いて、補正值が演算される。

[0078] まず、あるA/D変換器3 5 aの、ステップS 1 7 3からステップS 1 7 5で求められた現在のA/D変換特性ADと、記憶部6から読み出された基準A/D変換特性AD₀とを、図1 0 (a)に示す。図1 0は、本発明の実施の形態による温度補正值の演算方法を示すグラフである。

[0079] 図1 0 (a)のグラフから分かるように、現在のA/D変換特性ADは、基準A/D変換特性AD₀に対して、上方向にシフトするとともに、傾きが大きくなっている。

[0080] 現在のA/D変換特性ADを、 $AD_{out} = \alpha \cdot V_{in} + \beta$ とすると、 α 、 β は下記のようになる。

[0081]
$$\alpha = (A_2 - A_1) / (V_2 - V_1)$$

$$\beta = A_1 - \alpha \cdot V_1 = A_1 - (A_2 - A_1) \cdot V_1 / (V_2 - V_1)$$

[0082] 同様に、基準A/D変換特性AD₀を、 $AD_{out} = \gamma \cdot V_{in}$ とすると、

γ は下記のようになる。

$$[0083] \quad \gamma = (A_{20} - A_{10}) / (V_{20} - V_{10})$$

[0084] 従って、現在のA/D変換特性ADを基準A/D変換特性AD₀に近づけるためには、まず、現在のA/D変換特性ADをA/Dオフセット補正值 β だけ平行移動（減算）した後に、傾き α にA/D傾き補正值 δ を乗算して傾き γ に変換することが必要である。

[0085] よって、A/Dオフセット補正值 β およびA/D傾き補正值 δ は、下記のようになる。

$$[0086] \quad \beta = A_1 - (A_2 - A_1) \cdot V_1 / (V_2 - V_1) \cdots (1 \text{ 式})$$

$$\delta = \gamma / \alpha = (A_{20} - A_{10}) \cdot (V_2 - V_1) / (V_{20} - V_{10}) \cdot (A_2 - A_1) \cdots (2 \text{ 式})$$

[0087] ステップS178で、 $(n+1)$ 個の各々のA/D変換器35aのA/Dオフセット補正值 β およびA/D傾き補正值 δ が記憶部6に記憶される。ステップS179で、制御部5のA/D変換補正值演算部51によって、撮像素子3のA/D入力切替部39の $(n+1)$ 個のスイッチ39aがオフセットシフト部38の出力側に切り替えられて撮像状態にされて、図7のステップS17に戻る。

[0088] ここに、ステップS17「A/D変換特性検出サブルーチン」は、本発明におけるA/D変換特性検出工程として機能する。

[0089] 続いて、図9に示すステップS19「光電変換特性検出サブルーチン」が実行される。図9において、ステップS191で、パラメータkが0（ゼロ）にセットされる。ステップS192で、パラメータkに1が加算される。

[0090] ステップS193で、全てのモニタ画素32aに、温度に依存しない所定の電流値の電流I_dとして第kの電流I_kが供給され、ステップS194で、モニタ画素32aで第kの電流I_kが光電変換され、A/D変換部35でA/D変換されて、第kの光電変換出力B_kが取得される。

[0091] ステップS195で、画像処理部4のA/Dオフセット補正部41によって、ステップS17で演算されたA/Dオフセット補正值 β だけ第kの光電

変換出力 B_k が平行移動されて、A/Dオフセット補正が施される。

[0092] 続いて、ステップS 1 9 6で、画像処理部4のA/D傾き補正部4 2によって、ステップS 1 7で演算されたA/D傾き補正值 δ が、A/Dオフセット補正が施された第 k の光電変換出力 B_k に乗算されることでA/D傾き補正が施されて、第 k の補正光電変換出力 B_{k2} が生成される。

[0093] ステップS 1 9 5およびS 1 9 6によって、A/D変換特性ADの温度特性が除去された補正光電変換出力を得ることが出来るので、ステップS 1 9 8以降で、より正確な光電変換特性の温度特性を検出し、補正することができる。

[0094] ステップS 1 9 7で、パラメータ $k \geq 4$ か否かが確認される。パラメータ k が4に等しくなるまで、ステップS 1 9 2からS 1 9 6の動作が4回繰り返される。

[0095] ここで、第1の電流 I_1 は、画素3 1 aの最低照度での光電流 I_p よりも少し大きい電流値であり、第2の電流 I_2 は、撮像装置1の全使用温度範囲で画素3 1 aの光電変換特性が線形特性となる光電流 I_p の最大値よりも少し小さい電流値である。第1の電流 I_1 と第2の電流 I_2 とを用いて、現在の光電変換特性PCの線形特性が検出される。

[0096] 同様に、第3の電流 I_3 は、撮像装置1の全使用温度範囲で画素3 1 aの光電変換特性が対数特性となる光電流 I_p の最小値よりも少し大きい電流値であり、第4の電流 I_4 は、画素3 1 aの最高照度での光電流 I_p よりも少し小さい電流値である。第3の電流 I_3 と第4の電流 I_4 とを用いて、現在の光電変換特性PCの対数特性が検出される。

[0097] パラメータ k が4になったら（ステップS 1 9 7；Y e s）、ステップS 1 9 8で、各々のモニタ画素3 2 aの基準光電変換特性 PC_0 が読み出される。基準光電変換特性 PC_0 の値は、予めステップS 1 9 2からS 1 9 6の各動作を行って測定された、少なくとも (I_1, B_{10}) 、 (I_2, B_{20}) 、 (I_3, B_{30}) および (I_4, B_{40}) の4点のデータで表される各々のモニタ画素3 2 aの基準特性で、測定時の温度 T_0 とともに記憶部6に記憶されて

いたものである。

[0098] 現在の光電変換特性 PC に A/D 変換部 35 の温度特性が補正された、現在の補正光電変換特性 PC_2 と基準光電変換特性 PC_0 の関係を、図 10 (b) に示す。

[0099] ステップ S 199 で、 A/D 変換部 35 の温度特性が補正された現在の補正光電変換特性 PC_2 と基準光電変換特性 PC_0 とを用いて、各補正值が演算される。まず、基準光電変換特性 PC_0 の線形特性 LN_0 を、下記のようにおく。

$$[0100] \quad LN_0 = \varepsilon \cdot I_d + \phi$$

[0101] すると、線形特性の傾きは常に一定であるため、現在の補正光電変換特性 PC_2 の線形特性 LN_h は、下記のように表される。

$$[0102] \quad LN_h = \varepsilon \cdot I_d + \xi$$

[0103] ここに、 ϕ および ξ は、基準光電変換特性 PC_0 の線形特性 LN_0 および現在の補正光電変換特性 PC_2 の線形特性 LN_h の第 1 の電流 I_1 よりも十分小さい電流 I_0 (ゼロ) での出力値である。よって、第 1 の電流 I_1 、第 2 の電流 I_2 に対する線形特性 LN_0 の出力値 B_{10} 、 B_{20} と、第 1 の電流 I_1 、第 2 の電流 I_2 に対する線形特性 LN_h の出力値 B_{12} 、 B_{22} とは下記のように表される。

$$[0104] \quad B_{10} = \varepsilon \cdot I_1 + \phi$$

$$B_{20} = \varepsilon \cdot I_2 + \phi$$

$$B_{12} = \varepsilon \cdot I_1 + \xi$$

$$B_{22} = \varepsilon \cdot I_2 + \xi$$

[0105] よって、 ε 、 ϕ 、 ξ は下記のようになる。

$$[0106] \quad \varepsilon = (B_{20} - B_{10}) / (I_2 - I_1) = (B_{22} - B_{12}) / (I_2 - I_1)$$

$$\phi = B_{10} - \varepsilon \cdot I_1$$

$$\xi = B_{12} - \varepsilon \cdot I_1 \text{ となる。}$$

[0107] よって、オフセット補正值 κ は、下記の式で表される。

[0108] $\kappa = \xi - \phi = B_{12} - B_{10} \cdots$ (3式)

[0109] なお、オフセット補正值 κ は、温度に依存しない所定の電流値の電流 I_d を供給せずに、フォトダイオード PD による暗電流のみが流れている状態での、現在の光電変換特性の出力と基準光電変換特性の出力との差を用いても良い。

[0110] 次に、対数特性領域では、基準光電変換特性 PC_0 の対数特性 LOG_0 および現在の補正光電変換特性 PC_2 の対数特性 LOG_h を下記のようにおく。

[0111] $LOG_0 = \mu \cdot \log(I_d) + \nu$

$LOG_h = \chi \cdot \log(I_d) + \psi$

[0112] ν は、基準光電変換特性 PC_0 の変曲点 P_{t0} を与える光電流 I_{pt0} での対数特性 LOG_0 の出力値である。また、 ψ は同じく光電流 I_{pt0} での現在の補正光電変換特性 PC_2 の対数特性 LOG_h の出力値である。よって、第3の電流 I_3 、第4の電流 I_4 に対する対数特性 LOG_0 の出力値 B_{30} 、 B_{40} と、第3の電流 I_3 、第4の電流 I_4 に対する対数特性 LOG_h の出力値 B_{32} 、 B_{42} とは下記のように表される。

[0113] $B_{30} = \mu \cdot \log(I_3) + \nu$

$B_{40} = \mu \cdot \log(I_4) + \nu$

$B_{32} = \chi \cdot \log(I_3) + \psi$

$B_{42} = \chi \cdot \log(I_4) + \psi$

[0114] これらから、下記のように μ 、 ν 、 χ 、 ψ が得られる。

[0115] $\mu = (B_{40} - B_{30}) / (\log(I_4) - \log(I_3))$

$\nu = B_{30} - \mu \cdot \log(I_3)$

$\chi = (B_{42} - B_{32}) / (\log(I_4) - \log(I_3))$

$\psi = B_{32} - \chi \cdot \log(I_3)$

[0116] よって、変曲点補正值 σ は、下記のように表される。

[0117] $\sigma = \nu - \psi = B_{30} - B_{32} - (\mu - \chi) \cdot \log(I_3) \cdots$ (4式)

[0118] 対数特性傾き補正值 θ は、下記のように表される。

[0119] $\theta = \chi / \mu = (B42 - B32) / (B4_0 - B3_0) \cdots (5式)$

[0120] ステップS200で、ステップS199で演算されたオフセット補正值 κ 、変曲点補正值 σ および対数特性傾き補正值 θ が記憶部6に記憶され、図7のステップS19に戻る。ここに、ステップS19「光電変換特性検出サブルーチン」は、本発明における光電変換特性検出工程として機能する。

[0121] ステップS21で、タイマがリセットされて、再びタイマの計時が開始される。

[0122] ステップS23で、ステップS19で演算されたオフセット補正值 κ に基づいて、オフセットシフト部38によって、画素部31の各画素31aから出力された画素信号31pあるいはノイズ信号31nのオフセットが補正される。次にオフセット補正值38hが変更されるまで、補正されたオフセット値が保持される。ここに、ステップS23は、本発明におけるオフセット補正工程として機能する。

[0123] ステップS25で、ステップS19で演算された変曲点補正值 σ に基づいて、垂直走査回路34から出力される撮像時の転送トランジスタQ1の転送信号 ϕ_{TX} の電位が制御されることで、画素部31の各画素31aの光電変換特性PCの変曲点Ptが、基準光電変換特性PC₀の変曲点Pt₀に一致する。次に変曲点補正值 σ が変更されるまで、補正された転送信号 ϕ_{TX} の電位が保持される。ここに、ステップS25は、本発明における変曲点補正工程として機能する。

[0124] ステップS27で、補正されたオフセット値および補正された転送信号 ϕ_{TX} で撮像が行われ、撮像素子3から撮像データ3sが出力される。

[0125] ステップS29で、画像処理部4のA/Dオフセット補正部41によって、ステップS17で演算されたA/Dオフセット補正值 β だけ撮像データ3sが平行移動されて、A/Dオフセット補正が施された撮像データ3s₀が生成される。次にA/Dオフセット補正值 β が変更されるまでは、今回のA/Dオフセット補正值 β が保持される。

[0126] 続いて、ステップS31で、画像処理部4のA/D傾き補正部42によっ

て、ステップS 1 7で演算されたA/D傾き補正值 δ が、A/Dオフセット補正が施された撮像データ3 s oに乗算されることでA/D傾き補正が施されて、A/D補正撮像データ3 s a dが生成される。これによって、A/D変換特性ADが基準A/D変換特性AD₀に一致する。次にA/D傾き補正值が変更されるまでは、今回のA/D傾き補正值が保持される。

[0127] ステップS 3 3で、画像処理部4の対数特性補正部4 3によって、ステップS 1 9で演算された対数特性傾き補正值 θ を用いてA/D補正撮像データ3 s a dに対数特性の傾き補正が施されて、画像データ4 sが生成される。ここに、ステップS 3 3は、本発明における対数特性補正工程として機能する。また、ステップS 2 3、S 2 5およびS 3 3は、本発明における光電変換特性補正工程として機能する。

[0128] ステップS 3 5で、記憶部6に画像データ4 sが記憶される。ステップS 3 7で、撮像を終了するか否かが確認され、終了しない場合（ステップS 3 7；N o）、ステップS 1 3に戻って、上述した各動作が繰り返される。終了する場合（ステップS 3 7；Y e s）、そのまま終了する。

[0129] なお、静止画の撮像および静止画の連写を行う場合には、ステップS 1 1、S 1 3、S 1 5およびS 2 1を省略し、リリース動作に合わせて、ステップS 1 7からS 3 7を行えばよい。

[0130] 次に、本発明の撮像装置の実施の形態の動作の第2の例について、図1 1を用いて説明する。図1 1は、撮像装置の実施の形態の動作の第2の例を示すフローチャートのメインルーチンである。動作の第2の例では、撮像装置1のA/D変換特性ADおよび光電変換特性PCを、第1の例のように所定時間経過毎に検出するのではなく、撮像素子3の温度が前回の検出時の温度から所定値以上変化した場合に検出する。

[0131] 図1 1において、ステップS 1 5で、撮像装置1の撮像動作のタイミングが、垂直ブランキング期間であるか否かが確認される。垂直ブランキング期間でない場合（ステップS 1 5；N o）、ステップS 2 7に進む。

[0132] 垂直ブランキング期間である場合（ステップS 1 5；Y e s）、ステップ

S 4 1 で、撮像素子 3 に内蔵された温度センサ 3 3 と制御部 5 の温度検出部 5 5 とによって、撮像素子 3 の温度が検出される。

[0133] ステップ S 4 3 で、ステップ S 4 1 で検出された撮像素子 3 の温度と前回の検出時の温度との差、即ち撮像素子 3 の温度変化が所定値よりも大きいあるいは等しいか否かが確認される。温度変化の所定値は、A/D 変換特性および光電変換特性の温度特性の許容値等から適宜決定されればよい。

[0134] 温度変化が所定値よりも小さい場合（ステップ S 4 3 ; N o）、ステップ S 2 7 に進む。温度変化が、所定値よりも大きいあるいは等しい場合（ステップ S 4 3 ; Y e s）、ステップ S 1 7 「A/D 変換特性検出サブルーチン」に進む。以後の動作は、第 1 の例と同じであるので、説明は省略する。

[0135] さらに、第 1 の例と第 2 の例とを組み合わせ、所定時間経過毎に撮像素子 3 の温度を検出し、撮像素子 3 の温度が前回の検出時の温度から所定値以上変化した場合に、撮像装置 1 の A/D 変換特性 A D および光電変換特性 P C を検出するようにしてもよい。

[0136] 以上に述べたように、本発明の実施の形態による撮像装置によれば、入射光量に応じて複数の異なる特性に切り替わる光電変換特性を有し、撮像光学系で結像された被写体像を撮像して撮像信号を出力する撮像素子を備えた撮像装置において、撮像素子の光電変換特性を検出する光電変換特性検出部と、光電変換特性検出部の検出結果に基づいて、撮像素子の光電変換特性を基準光電変換特性に近づけるように補正する光電変換特性補正部とを備えることで、撮像素子の光電変換特性の温度特性に関わらず、常に所定のダイナミックレンジで撮像することができる撮像装置および撮像装置の温度特性補正方法を提供することができる。

[0137] なお、本発明に係る撮像装置および撮像装置の温度特性補正方法を構成する各構成の細部構成および細部動作に関しては、本発明の趣旨を逸脱することのない範囲で適宜変更可能である。

[0138] 上記撮像装置の技術的特徴は以下のようにまとめられる。

[0139] （１）上記撮像装置は、被写体像を結像させる撮像光学系と、入射光量に

応じて、複数の異なる特性に切り替わる光電変換特性を有し、前記撮像光学系で結像された被写体像を撮像して撮像信号を出力する撮像素子とを備えた撮像装置であって、前記撮像素子の光電変換特性を検出する光電変換特性検出部と、前記光電変換特性検出部の検出結果に基づいて、前記撮像素子の光電変換特性を基準光電変換特性に近づけるように補正する光電変換特性補正部とを備えている。

[0140] この構成によれば、撮像素子の光電変換特性が検出され、検出結果に基づいて、撮像素子の光電変換特性が基準光電変換特性に近づくように補正される。よって、撮像素子の光電変換特性の温度特性に関わらず、常に所定のダイナミックレンジで撮像することができる。

[0141] (2) 前記撮像素子は、光電変換特性検出用画素を有し、前記光電変換特性検出部は、前記光電変換特性検出用画素に、所定の電流値の電流を供給し、前記撮像素子の光電変換特性を検出することが好ましい。

[0142] この構成によれば、所定の電流を光電変換検出用画素に供給することで光電変換特性が検出されている。そのため、周囲の温度に依存させることなく、光電変換特性を検出することができる。

[0143] (3) 前記光電変換特性検出部は、所定時間が経過する毎に前記撮像素子の光電変換特性を検出することが好ましい。

[0144] この構成によれば、定期的に光電変換特性が検出され、その光電変換特性が基準光電変換特性に補正されるため、所定のダイナミックレンジを常に得ることができる。

[0145] (4) 前記撮像素子の温度を検出する温度検出部を備え、前記光電変換特性検出部は、前記温度検出部の検出結果が、前回の検出結果から所定値以上変化した場合に、前記撮像素子の光電変換特性を検出することが好ましい。

[0146] この構成によれば、光電変換特性の補正が必要なときのみ光電変換特性の補正が実施され、撮像装置の処理負担が不必要に増大することを防止することができる。

[0147] (5) 前記撮像素子は、温度センサを内蔵し、前記温度検出部は、前記温

度センサの出力に基づいて前記撮像素子の温度を検出することが好ましい。

[0148] この構成によれば、撮像素子の温度を正確に検出することができる。

[0149] (6) 前記光電変換特性検出部は、撮像動作の垂直ブランキング期間中に前記撮像素子の光電変換特性を検出することが好ましい。

[0150] この構成によれば、撮像動作を邪魔することなく光電変換特性を検出することができる。

[0151] (7) 前記撮像素子は、入射光量に応じて、線形特性と対数特性との少なくとも2つの特性が切り替わる光電変換特性を有し、前記光電変換特性検出部は、前記光電変換特性検出用画素に、少なくとも2つの所定の電流値の電流を供給して線形特性を検出し、前記光電変換特性検出用画素に、少なくとも2つの所定の電流値の電流を供給して対数特性を検出し、検出した前記線形特性と前記対数特性とを用いて、前記線形特性のオフセットを前記基準光電変換特性に近づけるためのオフセット補正值と、前記線形特性と前記対数特性との切り替わり点である変曲点を前記基準光電変換特性に近づけるための変曲点補正值と、前記対数特性の傾きを前記基準光電変換特性に近づけるための対数特性補正值とを演算し、前記光電変換特性補正部は、前記オフセット補正值に基づいて、前記線形特性のオフセットを前記基準光電変換特性に近づけるオフセット補正部と、前記変曲点補正值に基づいて、前記変曲点を前記基準光電変換特性に近づける変曲点補正部と、前記対数特性補正值に基づいて、前記対数特性の傾きを前記基準光電変換特性に近づける対数特性補正部とを有することが好ましい。

[0152] この構成によれば、検出された光電変換特性の線形特性のオフセットを基準光電変換特性のオフセットに近づけるためのオフセット補正值が求められる。また、検出された光電変換特性の変曲点を基準光電変換特性の変曲点に近づけるための変曲点補正值が求められる。また、対数特性の傾きを基準光電変換特性の傾きに近づけるための対数特性補正值とが求められる。

[0153] そして、これらのオフセット補正值、変曲点補正值、及び対数特性補正值に基づいて、検出された光電変換特性が基準光電特性に近づくように補正さ

れる。よって、光電変換特性のオフセット、変曲点、及び対数特性の傾きを考慮に入れて、光電変換特性を高精度に補正することができる。

[0154] (8) 前記撮像素子は、前記撮像信号をA/D変換するA/D変換部を備え、前記A/D変換部の使用温度環境下でのA/D変換特性を検出し、検出したA/D変換特性を所定の基準A/D変換特性に近づけるためのA/D補正值を演算するA/D変換特性検出部と、前記A/D補正值に基づき、前記A/D変換部の前記A/D変換特性を前記基準A/D変換特性に近づけるA/D変換特性補正部とを更に備え、前記A/D変換特性補正部は、前記光電変換特性検出用画素からの出力値を前記A/D補正值を用いて補正し、前記光電変換特性検出部は、前記A/D変換特性補正部により補正された出力値に基づいて、前記線形特性及び前記対数特性を検出することが好ましい。

[0155] この構成によれば、A/D変換特性が基準A/D変換特性に近づくように、光電変換特性検出用画素からの出力値が補正されて、線形特性及び対数特性が検出される。そのため、基準A/D変換特性とA/D変換特性とのずれが除去されるようにオフセット補正值、変曲点補正值、及び対数特性補正值とを求めることができる。その結果、光電変換特性をより高精度に補正することができる。

[0156] なお、本発明の実施の形態による温度特性補正方法は、上記光電変換特性と同様の構成を持っている。

請求の範囲

- [請求項1] 被写体像を結像させる撮像光学系と、入射光量に応じて、複数の異なる特性に切り替わる光電変換特性を有し、前記撮像光学系で結像された被写体像を撮像して撮像信号を出力する撮像素子とを備えた撮像装置であって、
- 前記撮像素子の光電変換特性を検出する光電変換特性検出部と、
- 前記光電変換特性検出部の検出結果に基づいて、前記撮像素子の光電変換特性を基準光電変換特性に近づけるように補正する光電変換特性補正部とを備えたことを特徴とする撮像装置。
- [請求項2] 前記撮像素子は、光電変換特性検出用画素を有し、
- 前記光電変換特性検出部は、前記光電変換特性検出用画素に、所定の電流値の電流を供給し、前記撮像素子の光電変換特性を検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] 前記光電変換特性検出部は、所定時間が経過する毎に前記撮像素子の光電変換特性を検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] 前記撮像素子の温度を検出する温度検出部を備え、
- 前記光電変換特性検出部は、前記温度検出部の検出結果が、前回の検出結果から所定値以上変化した場合に、前記撮像素子の光電変換特性を検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5] 前記撮像素子は、温度センサを内蔵し、
- 前記温度検出部は、前記温度センサの出力に基づいて前記撮像素子の温度を検出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] 前記光電変換特性検出部は、撮像動作の垂直ブランキング期間中に前記撮像素子の光電変換特性を検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7] 前記撮像素子は、入射光量に応じて、線形特性と対数特性との少なくとも2つの特性が切り替わる光電変換特性を有し、

前記光電変換特性検出部は、

前記光電変換特性検出用画素に、少なくとも2つの所定の電流値の電流を供給して線形特性を検出し、

前記光電変換特性検出用画素に、少なくとも2つの所定の電流値の電流を供給して対数特性を検出し、

検出した前記線形特性と前記対数特性とを用いて、

前記線形特性のオフセットを前記基準光電変換特性に近づけるためのオフセット補正值と、

前記線形特性と前記対数特性との切り替わり点である変曲点を前記基準光電変換特性に近づけるための変曲点補正值と、

前記対数特性の傾きを前記基準光電変換特性に近づけるための対数特性補正值とを演算し、

前記光電変換特性補正部は、

前記オフセット補正值に基づいて、前記線形特性のオフセットを前記基準光電変換特性に近づけるオフセット補正部と、

前記変曲点補正值に基づいて、前記変曲点を前記基準光電変換特性に近づける変曲点補正部と、

前記対数特性補正值に基づいて、前記対数特性の傾きを前記基準光電変換特性に近づける対数特性補正部とを有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8]

前記撮像素子は、前記撮像信号をA/D変換するA/D変換部を備え、

前記A/D変換部の使用温度環境下でのA/D変換特性を検出し、検出したA/D変換特性を所定の基準A/D変換特性に近づけるためのA/D補正值を演算するA/D変換特性検出部と、

前記A/D補正值に基づき、前記A/D変換部の前記A/D変換特性を前記基準A/D変換特性に近づけるA/D変換特性補正部とを更に備え、

前記A／D変換特性補正部は、前記光電変換特性検出用画素からの出力値を前記A／D補正值を用いて補正し、

前記光電変換特性検出部は、前記A／D変換特性補正部により補正された出力値に基づいて、前記線形特性及び前記対数特性を検出することを特徴とする請求項7記載の撮像装置。

[請求項9]

被写体像を結像させる撮像光学系と、入射光量に応じて、複数の異なる特性に切り替わる光電変換特性を有し、前記撮像光学系で結像された被写体像を撮像して撮像信号を出力する撮像素子とを備えた撮像装置の温度特性補正方法であって、

前記撮像素子の光電変換特性を検出する光電変換特性検出工程と、

前記光電変換特性検出工程の検出結果に基づいて、前記撮像素子の光電変換特性を基準光電変換特性に近づけるように補正する光電変換特性補正工程とを備えたことを特徴とする撮像装置の温度特性補正方法。

[請求項10]

前記撮像素子は、光電変換特性検出用画素を有し、

前記光電変換特性検出工程は、前記光電変換特性検出用画素に、所定の電流値の電流を供給し、前記撮像素子の光電変換特性を検出する工程であることを特徴とする請求項9に記載の撮像装置の温度特性補正方法。

[請求項11]

前記撮像素子は、入射光量に応じて、線形特性と対数特性との少なくとも2つの特性が切り替わる光電変換特性を有し、

前記光電変換特性検出工程は、

前記光電変換特性検出用画素に、少なくとも2つの所定の電流値の電流を供給して線形特性を検出し、

前記光電変換特性検出用画素に、少なくとも2つの所定の電流値の電流を供給して対数特性を検出し、

検出した前記線形特性と前記対数特性とを用いて、

前記線形特性のオフセットを前記基準光電変換特性に近づけるため

のオフセット補正值と、

前記線形特性と前記対数特性との切り替わり点である変曲点を前記基準光電変換特性に近づけるための変曲点補正值と、

前記対数特性の傾きを前記基準光電変換特性に近づけるための対数特性補正值とを演算する工程であり、

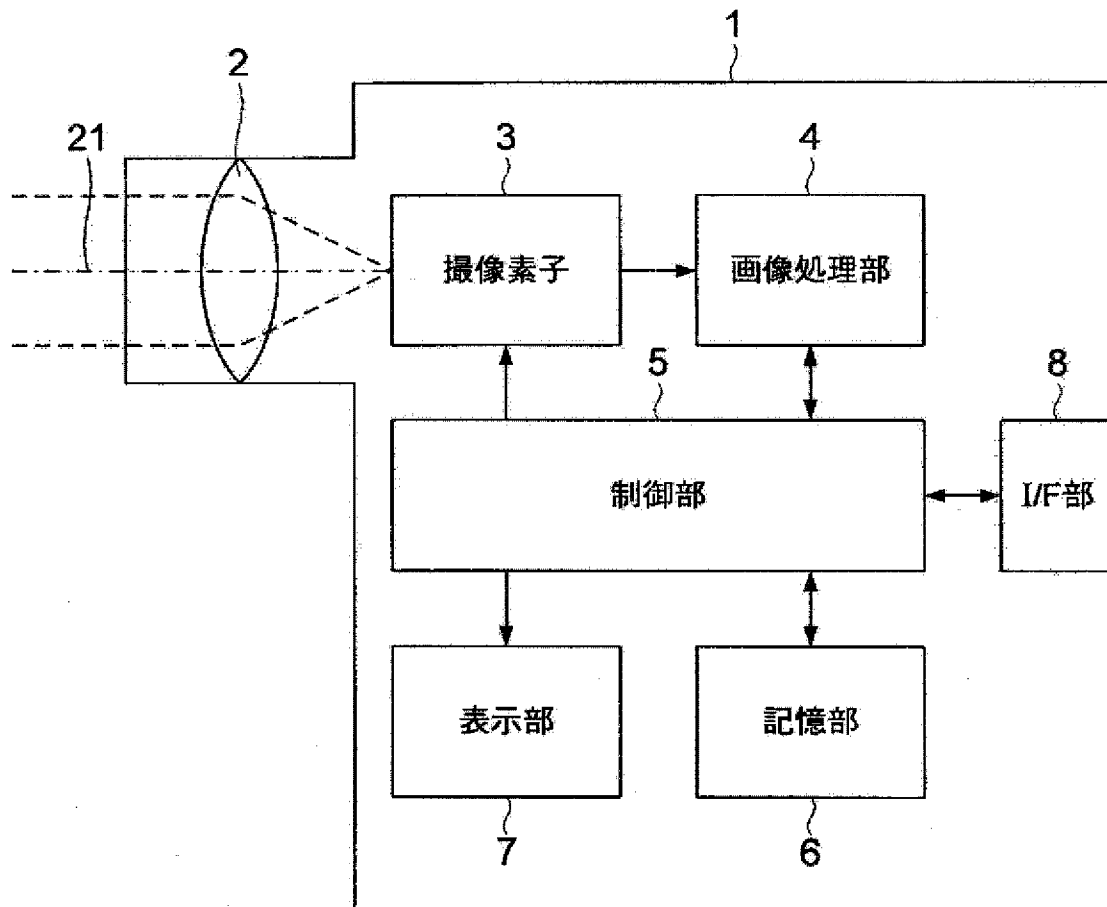
前記光電変換特性補正工程は、

前記オフセット補正值に基づいて、前記線形特性のオフセットを前記基準光電変換特性に近づけるオフセット補正工程と、

前記変曲点補正值に基づいて、前記変曲点を前記基準光電変換特性に近づける変曲点補正工程と、

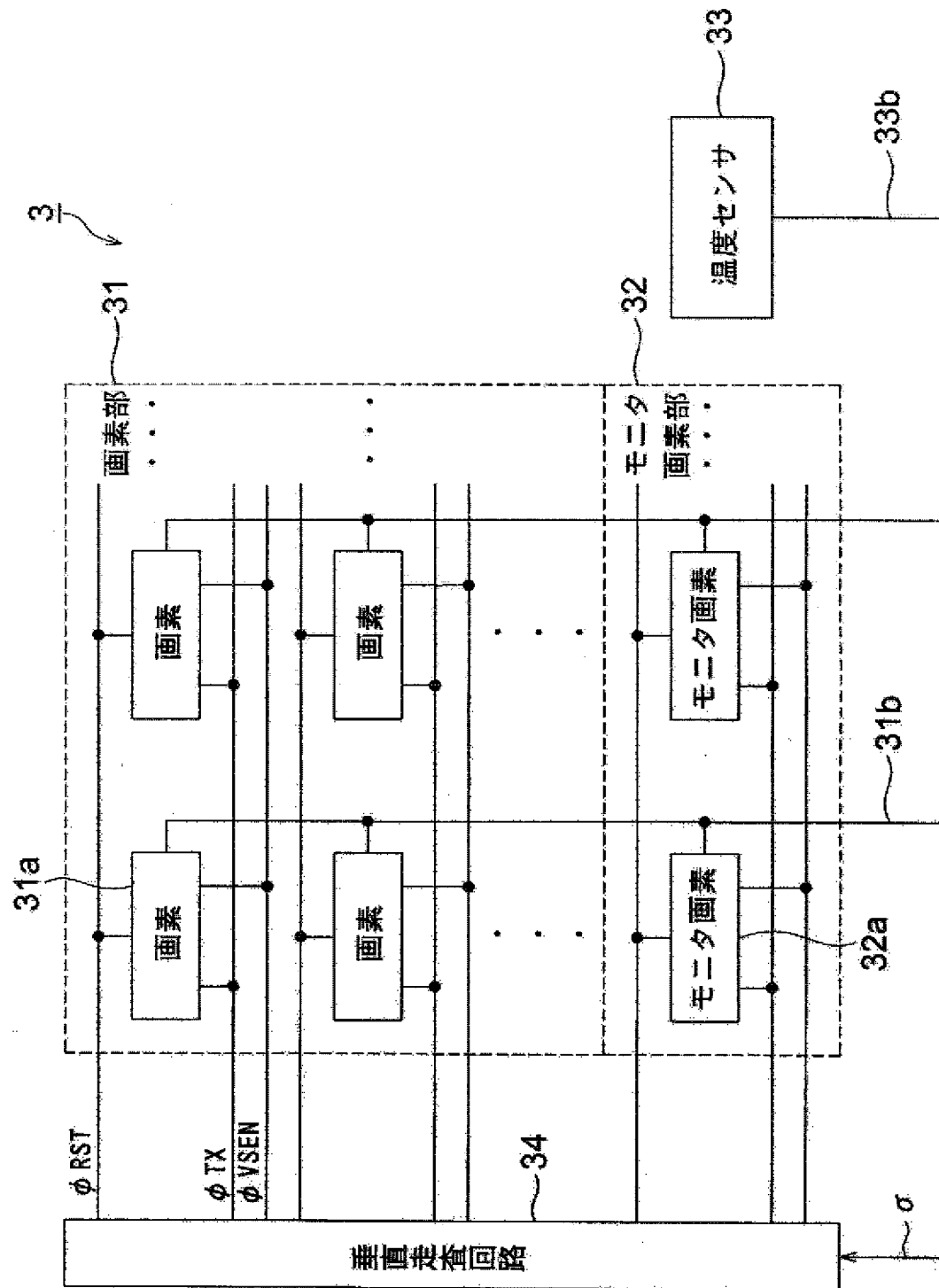
前記対数特性補正值に基づいて、前記対数特性の傾きを前記基準光電変換特性に近づける対数特性補正工程とを有する工程であることを特徴とする請求項 10 に記載の撮像装置の温度特性補正方法。

[図1]

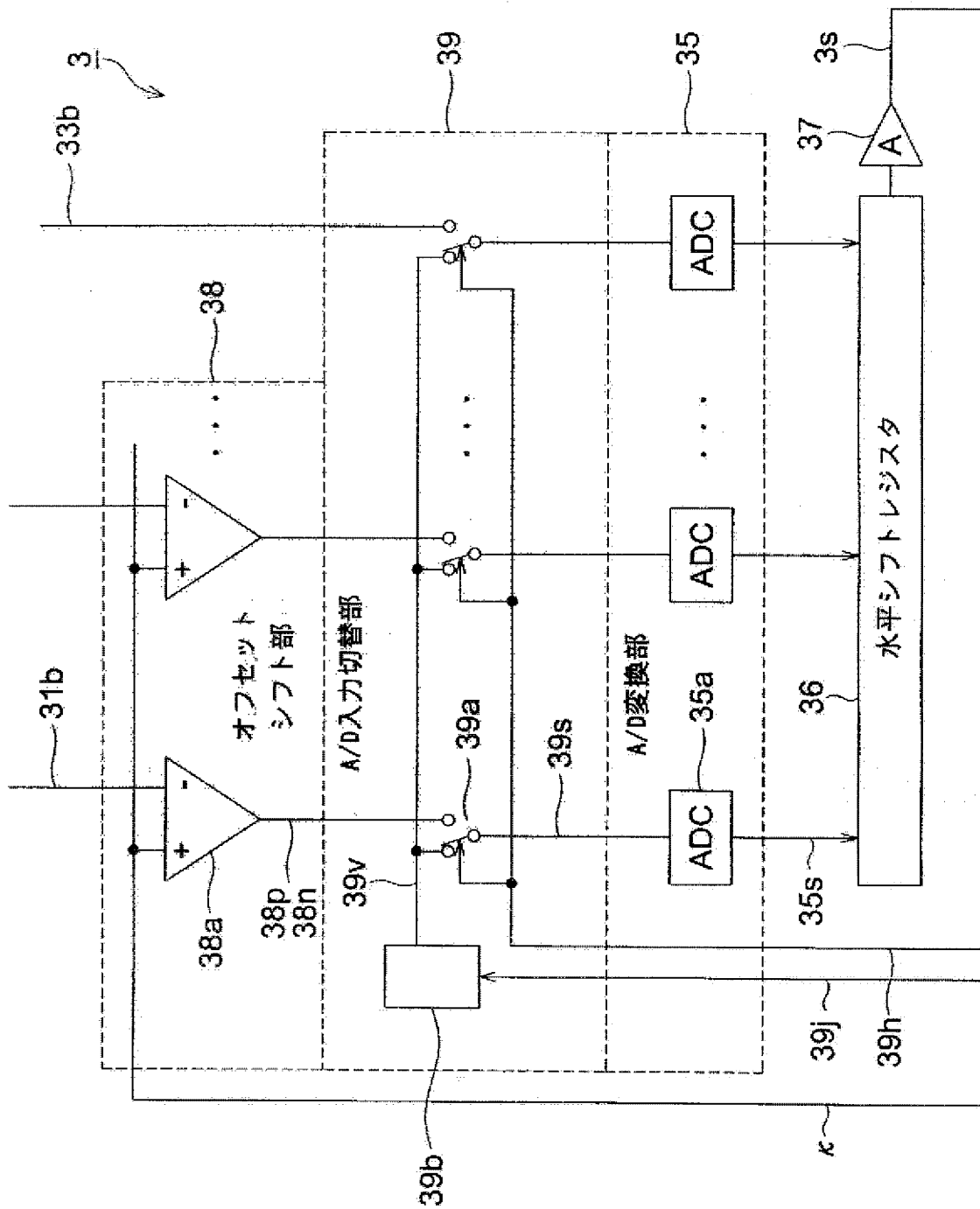


[illegible]

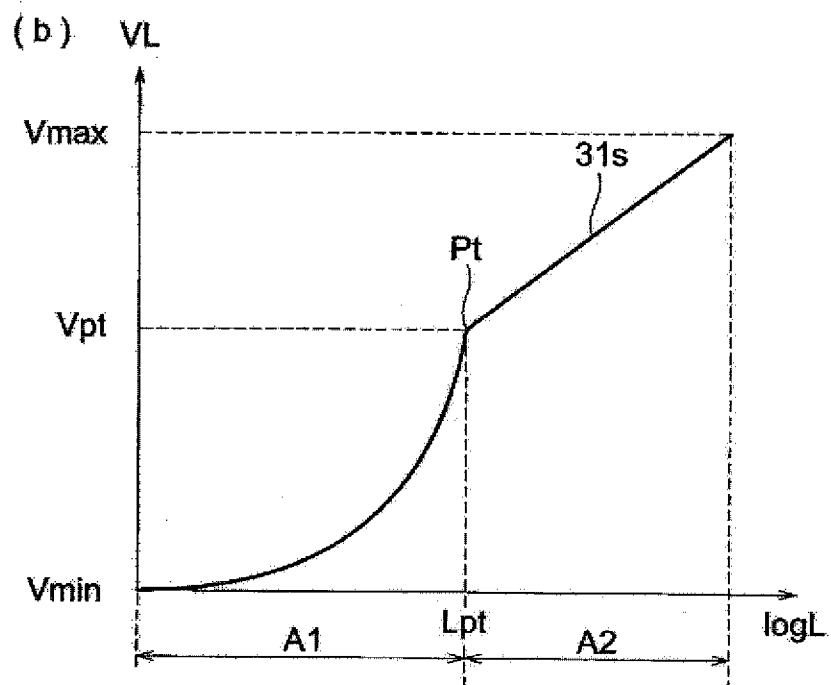
[図3]



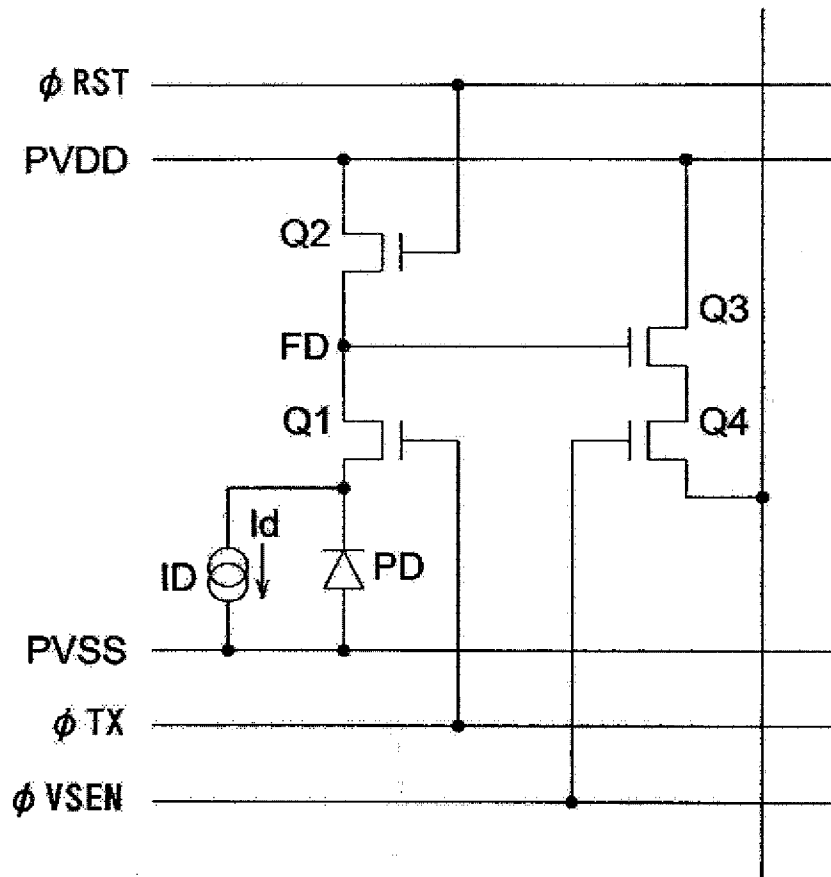
[図4]



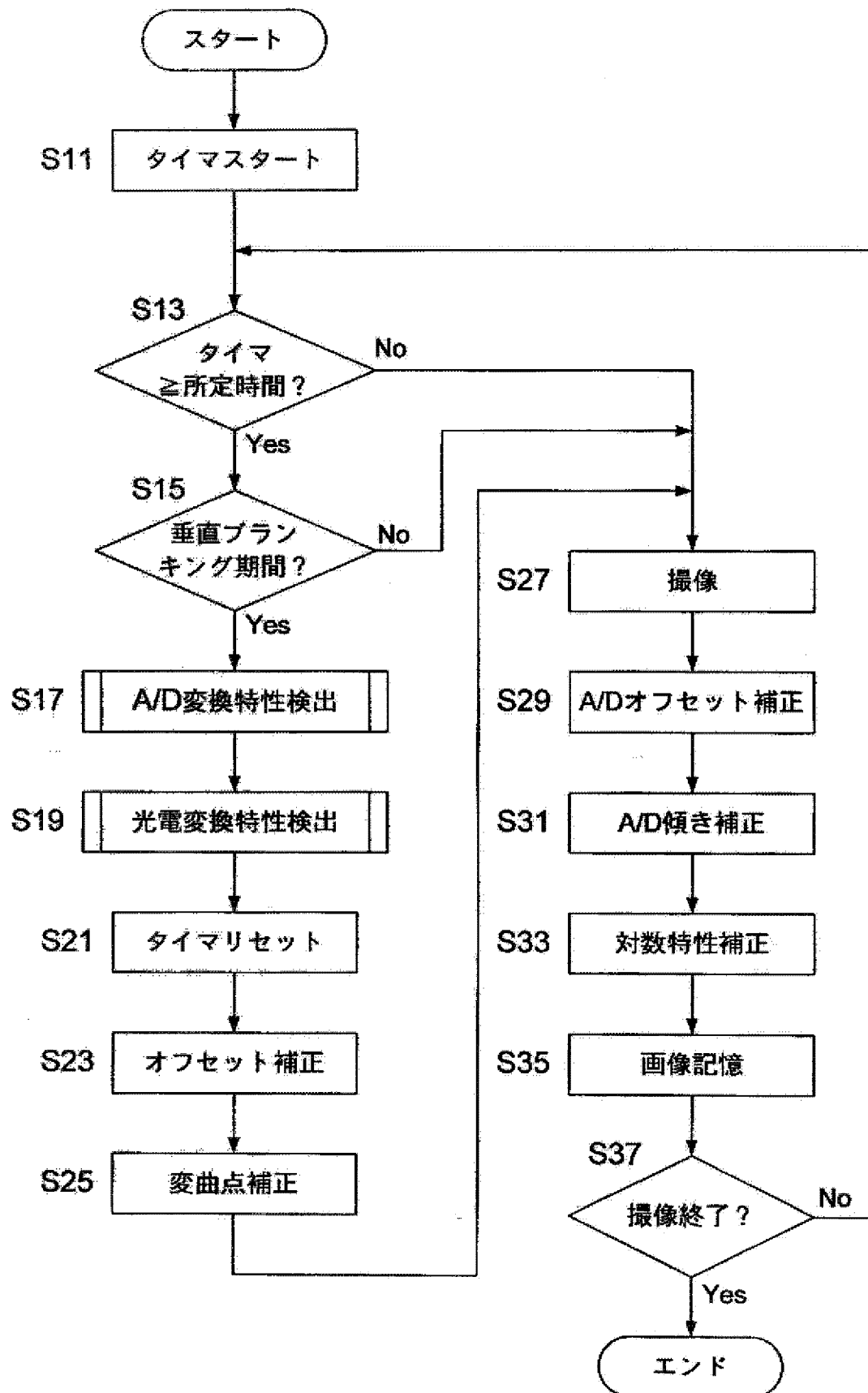
(a)



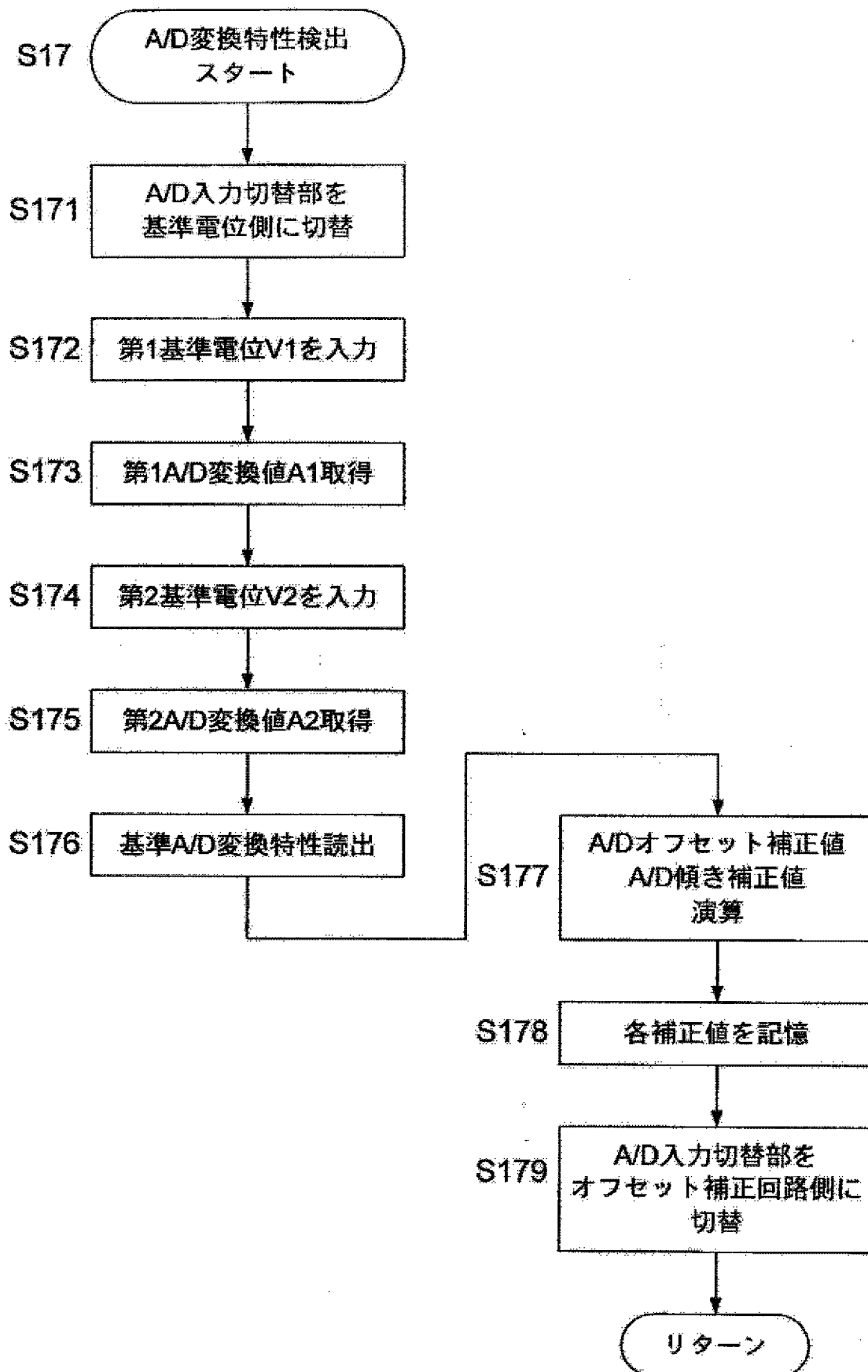
[図6]



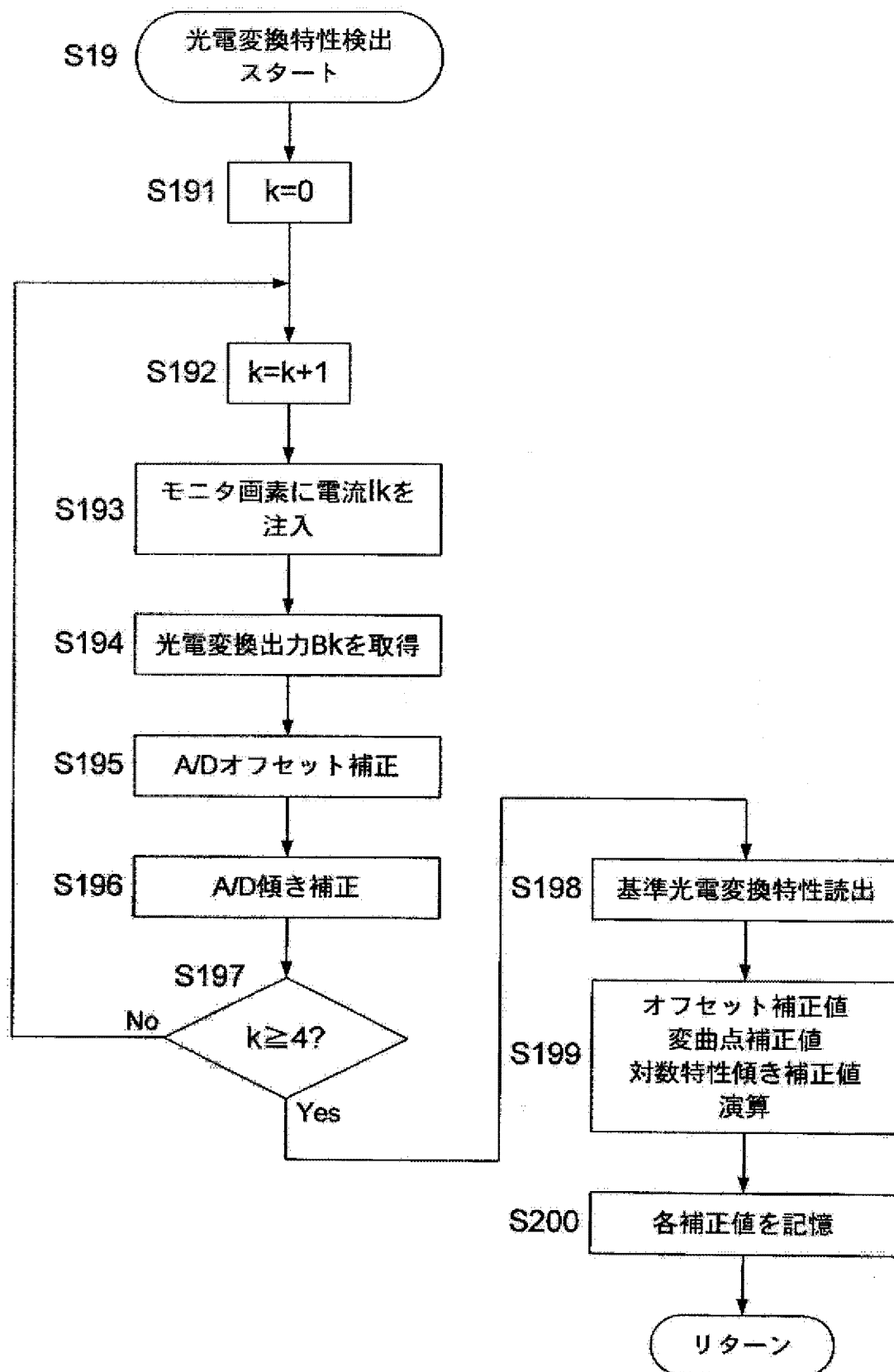
[図7]



[図8]

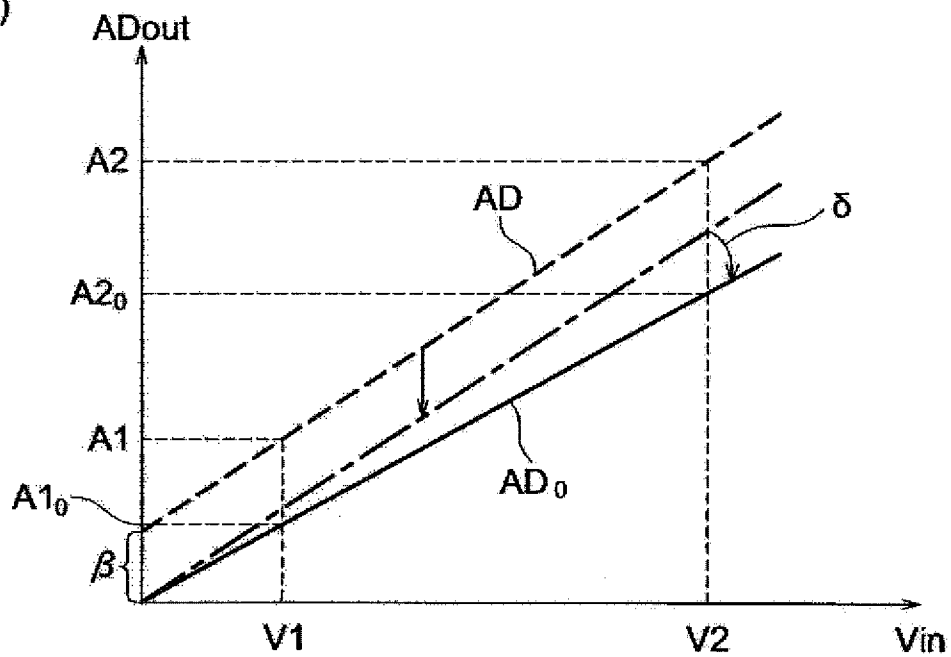


[図9]

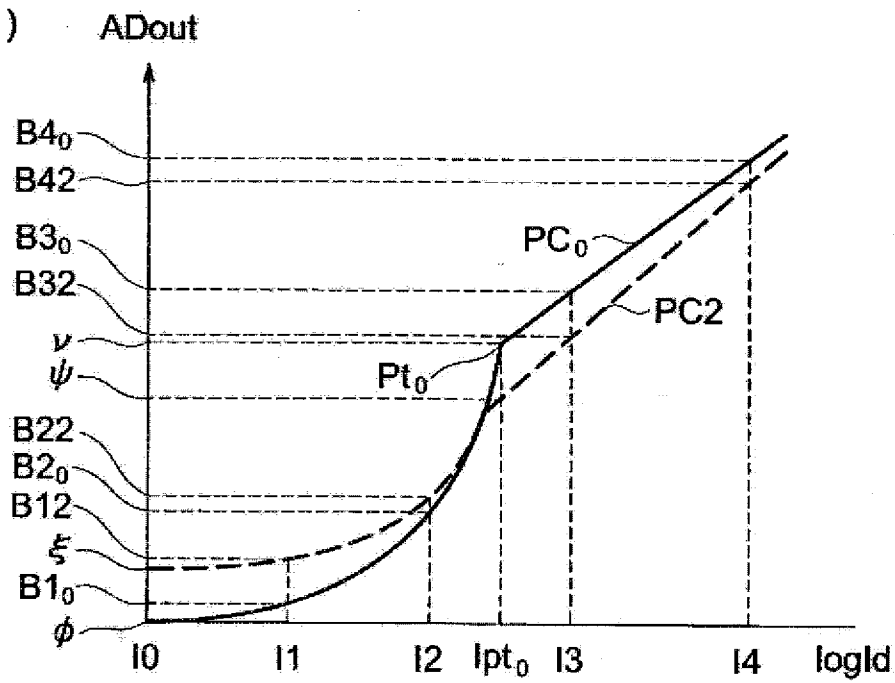


[図10]

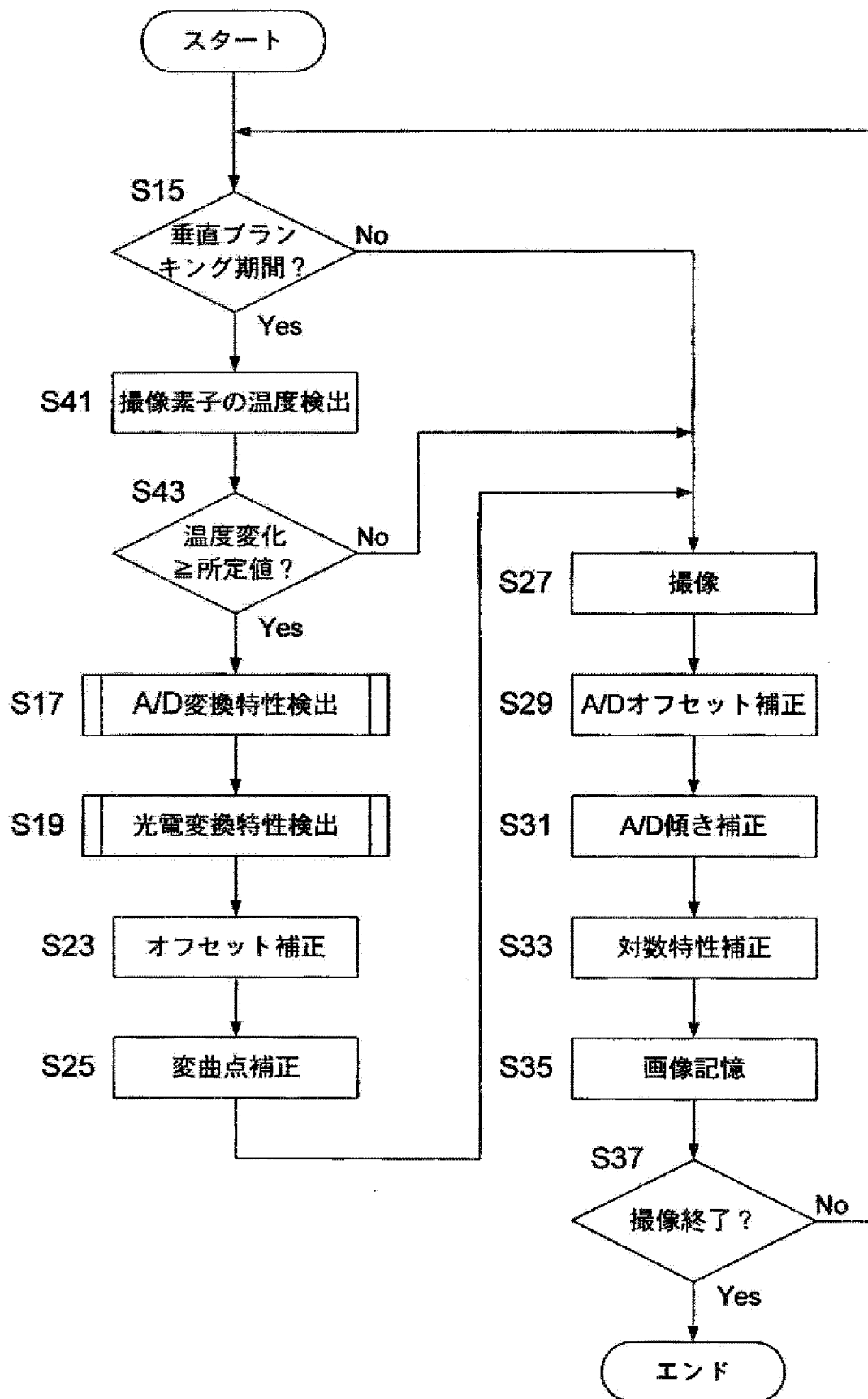
(a)



(b)

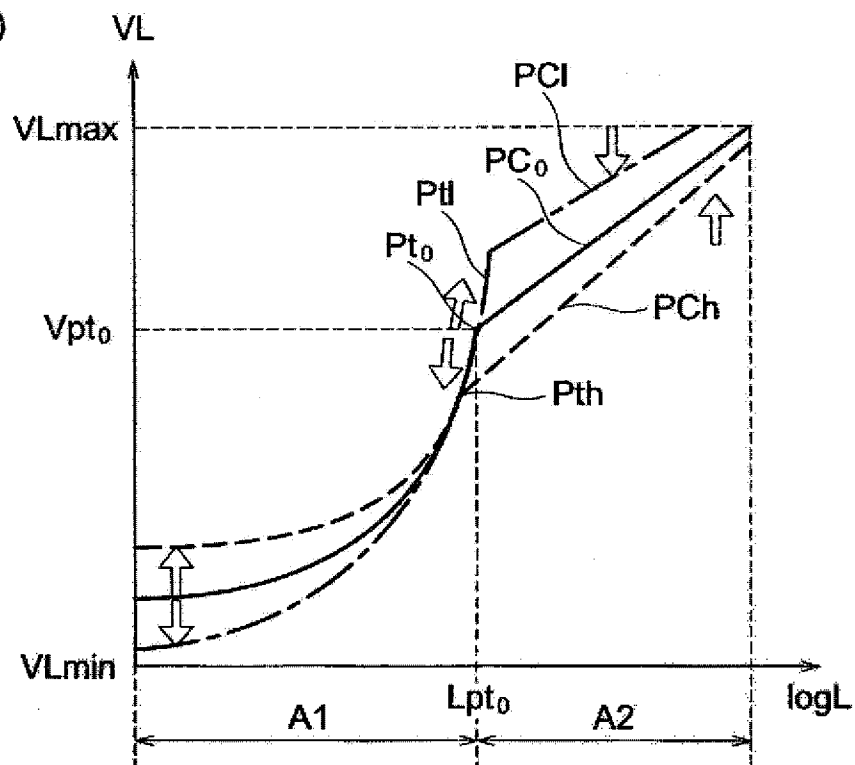


[図11]

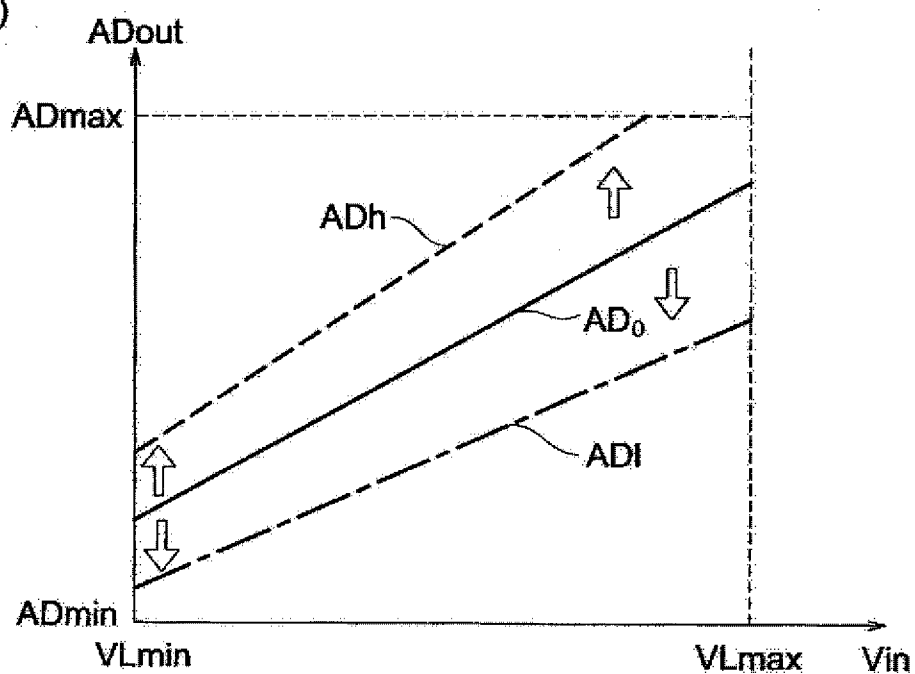


[図12]

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/002232

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N5/355(2011.01)i, H01L27/146(2006.01)i, H04N5/374(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)

H04N5/355, H01L27/146, H04N5/374

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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 2007-288643 A (Konica Minolta Holdings, Inc.), 01 November 2007 (01.11.2007), paragraphs [0049] to [0051], [0054], [0063] to [0065]; fig. 4 (Family: none)	1-3, 6-7, 9-10 4-5, 8, 11
Y	JP 2006-121358 A (Konica Minolta Holdings, Inc.), 11 May 2006 (11.05.2006), paragraph [0032] (Family: none)	4-5
Y	JP 2010-87962 A (Sony Corp.), 15 April 2010 (15.04.2010), entire text; all drawings & US 2010/0079611 A1	8

☒ 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
16 May, 2011 (16.05.11)

Date of mailing of the international search report
24 May, 2011 (24.05.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/002232

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 2007-74488 A (Konica Minolta Holdings, Inc.), 22 March 2007 (22.03.2007), paragraphs [0053] to [0094]; fig. 6 & US 2007/0052830 A1	11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04N5/355(2011.01)i, H01L27/146(2006.01)i, H04N5/374(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. H04N5/355, H01L27/146, H04N5/374

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 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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 2007-288643 A（コニカミノルタホールディングス株式会社） 2007.11.01, 段落 49-51, 54, 63-65, 図 4（ファミリーなし）	1-3, 6-7, 9-10 4-5, 8, 11
Y	JP 2006-121358 A（コニカミノルタホールディングス株式会社） 2006.05.11, 段落 32（ファミリーなし）	4-5
Y	JP 2010-87962 A（ソニー株式会社） 2010.04.15, 全文、全図 & US 2010/0079611 A1	8

☒ 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

1 6 . 0 5 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 4 . 0 5 . 2 0 1 1

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）

若林 治男

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

5 P

4 1 9 0

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 2007-74488 A (コニカミノルタホールディングス株式会社) 2007.03.22, 段落 53-94, 図 6 & US 2007/0052830 A1	11