

(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2013-207631

(P2013-207631A)

(43) 公開日 平成25年10月7日(2013.10.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4N 5/361 (2011.01)	HO4N 5/335 610	5C024
HO4N 5/232 (2006.01)	HO4N 5/232 Z	5C122

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2012-75770 (P2012-75770)  
 (22) 出願日 平成24年3月29日 (2012. 3. 29)

(71) 出願人 000004112  
 株式会社ニコン  
 東京都千代田区有楽町1丁目12番1号  
 (74) 代理人 100064908  
 弁理士 志賀 正武  
 (74) 代理人 100108578  
 弁理士 高橋 詔男  
 (72) 発明者 三本木 慎典  
 東京都千代田区有楽町一丁目12番1号  
 株式会社ニコン内  
 Fターム(参考) 5C024 CX34 EX15 EX34 HX28 HX29  
 HX30  
 5C122 EA23 FF03 HA81 HA88 HB01  
 HB02 HB10

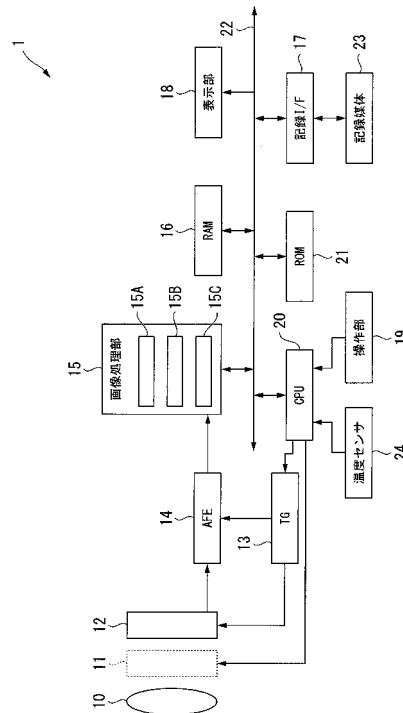
(54) 【発明の名称】 撮像装置及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】 画像データに含まれる暗電流によるノイズを正確に低減する。

【解決手段】 撮像素子と、撮像素子の温度を検出する検出部と、検出部によって検出された温度に応じて撮像素子によって生成された画素データに含まれている暗電流成分を演算する演算部と、演算部によって演算された暗電流成分に基づいて画素データを補正する補正部とを備え、演算部は撮像素子が被写体の画像を撮像する第1の撮像期間において検出される温度に応じた暗電流成分を演算した第1の積算値と、撮像素子が遮光されて暗黒画像を撮像する第2の撮像期間において検出される温度に応じた暗電流成分を演算した第2の積算値とが対応する値にされる第2の撮像期間の長さを設定し、補正部は第1の撮像期間に対応して生成された第1の画素データと演算部によって設定された長さの第2の撮像期間に対応して生成された第2の画素データとに基づいて、第1の画素データを補正する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

被写体を撮像した画像の画素データを生成する撮像素子と、  
前記撮像素子の温度を検出する検出部と、  
前記検出部によって検出された前記温度に応じて、前記撮像素子によって生成された画素データに含まれている暗電流成分を演算する演算部と、  
前記演算部によって演算された前記暗電流成分に基づいて、前記画素データを補正する補正部と、

を備え、

前記演算部は、

前記撮像素子が被写体の画像を撮像する第 1 の撮像期間において検出される前記温度に応じた前記暗電流成分の第 1 の積算値を演算するとともに、前記撮像素子が遮光されて暗黒画像を撮像する第 2 の撮像期間において検出される前記温度に応じた前記暗電流成分の第 2 の積算値を演算して、演算した前記第 1 の積算値と前記第 2 の積算値とが対応する値にされる前記第 2 の撮像期間の長さを設定し、

前記補正部は、

前記第 1 の撮像期間に対応して生成された第 1 の画素データと前記演算部によって設定された長さの前記第 2 の撮像期間に対応して生成された第 2 の画素データとに基づいて、前記第 1 の画素データを補正する

ことを特徴とする撮像装置。

**【請求項 2】**

前記演算部は、

前記撮像素子の温度と前記暗電流成分とが有する所定の関係に基づいて、前記検出部によって検出された前記温度に応じた前記暗電流成分を演算する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

**【請求項 3】**

前記演算部は、

前記第 1 の積算値と前記第 2 の積算値との差を所定の範囲内にして前記第 2 の撮像期間の長さを設定する

ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の撮像装置。

**【請求項 4】**

前記補正部は、

前記第 1 の画素データと前記第 2 の画素データとの信号強度の差に基づいて、前記第 1 の画素データを補正する

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の撮像装置。

**【請求項 5】**

前記撮像素子が生成した前記第 1 の画素データを前記補正部によって補正させるか否かを切り換える切換部

を備え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】**

前記切換部は、

前記第 1 の撮像期間の長さに基づいて、前記画素データを補正させるか否かを切り換える

ことを特徴とする請求項 5 に記載の撮像装置。

**【請求項 7】**

前記切換部は、

前記第 1 の撮像期間において検出される前記温度に基づいて、前記画素データを補正するか否かを切り換える

ことを特徴とする請求項 5 または請求項 6 に記載の撮像装置。

**【請求項 8】**

10

20

30

40

50

被写体を撮像した画像の画素データを生成する撮像素子と、前記撮像素子の温度を検出する検出部と、前記検出部によって検出された前記温度に応じて、前記撮像素子によって生成された画素データに含まれている暗電流成分を演算する演算部と、前記演算部によって演算された前記暗電流成分に基づいて、前記画素データを補正する補正部とを備える撮像装置としてのコンピュータに、

前記撮像素子が被写体の画像を撮像する第1の撮像期間において検出される前記温度に応じた前記暗電流成分の第1の積算値を演算するステップと、

前記撮像素子が遮光されて暗黒画像を撮像する第2の撮像期間において検出される前記温度に応じた前記暗電流成分の第2の積算値を演算するステップと、

演算された前記第1の積算値と前記第2の積算値とが対応する値にされる前記第2の撮像期間の長さを設定するステップと、

前記第1の撮像期間に対応して生成された第1の画素データと前記演算部によって設定された長さの前記第2の撮像期間に対応して生成された第2の画素データとに基づいて、前記第1の画素データを補正するステップと

を実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像装置及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、例えば光電変換を行う撮像素子を備え、ノイズリダクション（NR）処理を行う撮像装置が知られている（例えば、特許文献1参照）。この撮像装置は、例えば被写体が撮像される本画像の撮像直後に、撮像素子を遮光した状態で本画像の露光時間と同じ露光時間でダーク画像（暗黒画像）の撮像を行う。続いて、撮像装置内部では、ダーク画像の画像データを用いて本画像の画像データの補正処理を行う。この補正処理により、撮像素子に発生する暗電流ノイズによる本画像の画質劣化が低減される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2005-79948号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、例えば、上述のような撮像装置は、本画像の撮像期間における撮像素子の温度と、ダーク画像の撮像期間における撮像素子の温度とに差が生じることがある。この場合、上述のような撮像装置は、本画像の撮像期間における暗電流の大きさと、ダーク画像の撮像期間における暗電流の大きさとに差が生じることにより画像データの補正の精度が低下して、暗電流によるノイズを正確に低減することができないという問題があった。

【0005】

本発明は、上記問題を解決すべくなされたもので、その目的は、画像データに含まれる暗電流によるノイズを正確に低減することができる撮像装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一実施形態は、被写体を撮像した画像の画素データを生成する撮像素子と、前記撮像素子の温度を検出する検出部と、前記検出部によって検出された前記温度に応じて、前記撮像素子によって生成された画素データに含まれている暗電流成分を演算する演算部と、前記演算部によって演算された前記暗電流成分に基づいて、前記画素データを補正する補正部と、を備え、前記演算部は、前記撮像素子が被写体の画像を撮像する第1の撮

10

20

30

40

50

像期間において検出される前記温度に応じた前記暗電流成分の第1の積算値を演算するとともに、前記撮像素子が遮光されて暗黒画像を撮像する第2の撮像期間において検出される前記温度に応じた前記暗電流成分の第2の積算値を演算して、演算した前記第1の積算値と前記第2の積算値とが対応する値にされる前記第2の撮像期間の長さを設定し、前記補正部は、前記第1の撮像期間に対応して生成された第1の画素データと前記演算部によって設定された長さの前記第2の撮像期間に対応して生成された第2の画素データとに基づいて、前記第1の画素データを補正することを特徴とする撮像装置である。

【0007】

また、本発明の一実施形態は、被写体の画像を撮像した画素データを生成する撮像素子と、前記撮像素子の温度を検出する検出部と、前記検出部によって検出された前記温度に応じて、前記撮像素子によって生成された画素データに含まれている暗電流成分を演算する演算部と、前記演算部によって演算された前記暗電流成分に基づいて、前記画素データを補正する補正部とを備えることを特徴とする撮像装置としてのコンピュータに、前記撮像素子が被写体の画像を撮像する第1の撮像期間において検出される前記温度に応じた前記暗電流成分の第1の積算値を演算するステップと、前記撮像素子が遮光されて暗黒画像を撮像する第2の撮像期間において検出される前記温度に応じた前記暗電流成分の第2の積算値を演算するステップと、演算された前記第1の積算値と前記第2の積算値とが対応する値にされる前記第2の撮像期間の長さを設定するステップと、前記第1の撮像期間に対応して生成された第1の画素データと前記演算部によって設定された長さの前記第2の撮像期間に対応して生成された第2の画素データとに基づいて、前記第1の画素データを補正するステップとを実行させるためのプログラムである。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、撮像装置は、画像データに含まれる暗電流によるノイズを正確に低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の実施形態に係る撮像装置の構成の一例を示す構成図である。

【図2】本実施形態における撮像素子の露光期間と温度との関係の一例を示すグラフである。

【図3】本実施形態における撮像素子の露光期間と暗電流量との関係の一例を示すグラフである。

【図4】本実施形態における撮像装置の動作の一例を示すフローチャートである。

【図5】本実施形態における撮像装置の2回撮りノイズリダクション動作の一例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、図面に基づき、本発明の実施の形態を説明する。

図1は本実施形態の撮像装置の構成を説明するブロック図である。

図1に示す通り撮像装置1には、レンズ10と、シャッター11と、撮像素子12と、タイミングジェネレータ(TG)13と、アナログフロントエンド部(以下、「AFE」という)14と、画像処理部15と、RAM(Random Access Memory)16と、記録インターフェース(記録I/F)17と、表示部18と、操作部19と、CPU(Central processing Unit)20と、ROM(Read Only Memory)21と、バス22と、温度センサー24(検出部)とが備えられる。このうち画像処理部15、RAM16、記録インターフェース(記録I/F)17、表示部18、CPU20及びROM21は、バス22を介して互いに接続されている。また、操作部19は、CPU20に接続されている。また、記録インターフェース(記録I/F)17には、記録媒体23が接続される。

【0011】

10

20

30

40

50

レンズ10は、フォーカスレンズやズームレンズを含む複数のレンズ群で構成されている。なお、簡単のため、図1では、レンズ10を1枚のレンズとして図示する。このレンズ10は、不図示のレンズ駆動装置によって制御される。

【0012】

シャッター11は、撮像素子12に光束が入射する露光状態と撮像素子12への光束の入射を妨げる遮光状態とを開閉により切り替える。この切り替えは、CPU20の指示に応じてシャッター駆動部（不図示）により行われる。

【0013】

撮像素子12は、その撮像面に形成された被写体像を光電変換することにより、画像のアナログ画素データを生成する。つまり、撮像素子12は、被写体を撮像した画像のアナログ画素データを生成する。本実施形態では、撮像素子12に例えば、XYアドレス方式のCMOS(Complementary Metal-Oxide Semiconductor)を用いている。この撮像素子12の受光面には、マトリクス状に配列された画素を構成する複数の受光素子PDが配備されている。これらの受光素子PDからは、CPU20の指示によって画素データがAFE14に読み出される。

10

【0014】

AFE14は、撮像素子12が生成するアナログ画素データに対して信号処理を施すアナログフロントエンド回路である。このAFE14は、アナログ画素データのゲイン調整や、アナログ画素データのA/D変換などを行う。このAFE14が出力するデジタル画素データ（以下、単に画素データと記載する）は、本画像の画素データやダーク画像（暗黒画像）の画素データとして画像処理部15へ入力される。

20

【0015】

タイミングジェネレータ(TG)13は、CPU20からの指示に従い撮像素子12及びAFE14の各々へ向けて駆動信号を送出し、それによって両者の駆動タイミングを制御する。

【0016】

温度センサー24（検出部）は、例えばサーミスタなどの温度検出素子であって、撮像素子12の近傍（例えば、撮像素子12の裏面）に備えられ、撮像素子12の温度を検出する。なお、温度センサー24（検出部）は、撮像素子12の温度を直接的又は間接的に検出できればよく、撮像素子12の温度と相関する温度を有する部位に備えられていてもよい。

30

【0017】

表示部18は、CPU20の指示に応じて各種画像を表示する。

操作部19は、リリースボタン、コマンドダイヤル、タッチパネルなどであり、ユーザによる操作内容に応じてCPU20へ信号を与えるものである。例えばユーザは、リリースボタンを全押しすることにより撮像の指示をCPU20へ与えることができる。

【0018】

ROM21には、撮像動作のシーケンスプログラムが予め記憶されている。

CPU20は、撮像装置1の統括的な制御を行うプロセッサである。CPU20は、ROM21に予め記憶されているシーケンスプログラムを実行することにより撮像装置1の各部を制御する。

40

【0019】

また、CPU20は、ROM21に予め記憶されているシーケンスプログラムに基づいて、いわゆる2回撮りノイズリダクション(NR)撮像を行う。例えば、CPU20は、本画像を撮像した後、CPU20はダーク画像（暗黒画像）を撮像し、撮像したダーク画像の画像データに基づいて、本画像の画像データを補正する。この際、CPU20は、ダーク画像の露光時間の制御を行う（詳細は後述する）。

【0020】

RAM16には、撮像された画像データが記憶される。

記録インターフェース（記録I/F）17は、撮像された画像データを記録媒体23に

50

記録できるように通信インターフェースを提供する。

【0021】

画像処理部15（演算部）は、演算部15Aと補正部15Bと切換部15Cとを備えている。

演算部15Aは、画像処理部15に入力された画素データを取得して、取得した画素データを画像データに変換する。また、演算部15Aは、変換した画像データをRAM16に記憶させる。また、演算部15Aは、CPU20から温度センサー24によって検出された温度を取得する。そして、演算部15Aは、温度センサー24（検出部）によって検出された温度に応じて、撮像素子12によって生成された画素データに含まれている暗電流成分を演算する。また、演算部15Aは、撮像素子12が被写体の画像を撮像する本露光期間I<sub>e</sub>（第1の撮像期間）において検出される温度に応じた暗電流成分の第1の積算値を演算する。これとともに演算部15Aは、撮像素子12が遮光されてダーク画像（暗黒画像）を撮像する暗露光期間I<sub>d</sub>（第2の撮像期間）において検出される温度に応じた暗電流成分の第2の積算値を演算する。そして演算部15Aは、演算した第1の積算値と第2の積算値とが対応する値にされる第2の撮像期間の長さを設定する。さらに演算部15Aは、設定した第2の撮像期間の長さをCPU20に出力する。

10

【0022】

本実施形態の演算部15Aは、例えば、第1の積算値と第2の積算値とが同一の値になるようにして、第2の撮像期間の長さを設定する。また、演算部15Aは、撮像素子12の温度と暗電流成分とが有する所定の関係に基づいて、温度センサー24（検出部）によって検出された温度に応じた暗電流成分を演算する。これにより、本実施形態の撮像装置1は、撮像素子12の暗電流Aの大きさを撮像素子12の温度Tに基づいて正確に求めることができる。すなわち、本実施形態の撮像装置1は、本露光期間I<sub>e</sub>の撮像素子12の温度T<sub>e</sub>と、暗露光期間I<sub>d</sub>の撮像素子12の温度T<sub>d</sub>との間に差が生じていても、画像データに含まれる暗電流によるノイズを正確に低減することができる。

20

【0023】

補正部15Bは、画像処理部15に入力される、本露光期間I<sub>e</sub>（第1の撮像期間）に対応して生成された第1の画素データを取得する。また、補正部15Bは、画像処理部15に入力される、暗露光期間I<sub>d</sub>（第2の撮像期間）に対応して生成された第2の画素データを取得する。そして、補正部15Bは、それぞれ取得した第1の画素データと第2の画素データとに基づいて、第1の画素データを補正する。すなわち、補正部15Bは、第1の撮像期間に対応して生成された第1の画素データと演算部15Aによって設定された長さの第2の撮像期間に対応して生成された第2の画素データとに基づいて、第1の画素データを補正する。このとき、本実施形態の補正部15Bは、例えば、第1の画素データと第2の画素データとの信号強度の差に基づいて、第1の画素データを補正する。

30

【0024】

切換部15Cは、撮像素子12が生成した第1の画素データを補正部15Bによって補正させるか否かを切り換える。例えば、切換部15Cは、本露光期間I<sub>e</sub>（第1の撮像期間）において検出される温度Tに基づいて、画素データを補正するか否かを切り換える。例えば、切換部15Cは、本露光期間I<sub>e</sub>において検出される温度Tが所定の温度以上である場合には、補正部15Bによって画素データが補正されないように切り換えることができる。

40

【0025】

次に、図2及び図3を参照して撮像素子12の温度及び暗電流について説明する。

図2は、露光時間と撮像素子12の温度Tの関係の一例を示す図である。

撮像素子12は、例えば露光期間中に撮像素子12を流れる電流によって温度が上昇する。例えば、撮像素子12は、図2（a）に示すように本露光期間I<sub>e</sub>の開始タイミングt<sub>e0</sub>における温度T<sub>e0</sub>が、本露光期間I<sub>e</sub>の終了タイミングt<sub>en</sub>において温度T<sub>en</sub>に上昇する（図2（a）の波形W1を参照）。同様に、撮像素子12は、図2（b）に示すように暗露光期間I<sub>d</sub>の開始タイミングt<sub>d0</sub>における温度T<sub>d0</sub>が、暗露光期間I

50

dの終了タイミング  $t_{dm}$  において温度  $T_{dm}$  に上昇する（図2（b）の波形  $W_2$  を参照）。

【0026】

また、撮像素子12の暗電流  $A$  は、熱により発生するものであり撮像素子12の温度  $T$  が変化すると、露光時間が一定であっても暗電流  $A$  に差が発生する。したがって、本露光期間  $I_e$  の撮像素子12の温度  $T_e$  と、暗露光期間  $I_d$  の撮像素子12の温度  $T_d$  とに差があると、それぞれの暗電流  $A$  の間に差が生じる。また、露光期間が長いほど温度  $T$  の変動が大きくなり、暗電流  $A$  の差も大きくなる傾向を有する。

ここで、撮像素子12の暗電流  $A$  の大きさは、式（1）に示すように温度  $T$  に依存することが知られている。

【0027】

【数1】

$$A \propto \exp\left(\frac{-Eq}{kT}\right) \dots (1)$$

【0028】

ここで、式（1）の  $E$  は、撮像素子12（例えばフォトダイオード）の活性化エネルギー、 $q$  は素電荷量、 $k$  はボルツマン定数である。つまり、式（1）は、撮像素子12の温度と暗電流成分とが所定の関係を有していることを示している。本実施形態の演算部15Aは、この式（1）に基づいて、撮像素子12の暗電流を算出する。

【0029】

また、撮像素子12の暗電流  $A$  の大きさは露光期間の長さ（つまり露光時間）に比例する。

図3は、露光時間と撮像素子12の暗電流  $A$  の関係の一例を示す図である。

例えば、CPU20は、図3に示すように本露光期間  $I_e$ （第1の撮像期間）の開始タイミング  $t_{e0}$  から、本露光期間  $I_e$  の終了タイミング  $t_{en}$  の期間に、温度  $T_e$  を所定の間隔  $t$  によって温度センサー24から取得する。例えば、CPU20は、本露光期間  $I_e$  中のタイミング  $t_{ek-1}$  から所定の間隔  $t$  が経過した取得タイミング  $t_{ek}$  において、温度  $T_{ek}$  を温度センサー24から取得する。そして演算部15Aは、CPU20が取得した温度  $T_{ek}$  から、次に示す式（2）に基づいて取得タイミング  $t_{ek}$  における暗電流値  $A_{ek}$  を求める。

【0030】

【数2】

$$A_{ek} = t * \exp\left(\frac{-Eq}{kT_{ek}}\right) \dots (2)$$

【0031】

そして、CPU20は、本露光期間  $I_e$  が終了するまで、所定の間隔  $t$  によって暗電流  $A_e$  の算出を繰り返す。そして、CPU20は、算出した暗電流  $A_e$  を、次に示す式（3）に基づいて積算することにより本露光期間  $I_e$  における総暗電流量  $S_1$ （第1の積算値、つまり、図3の波形  $W_3$  によって定められる面積に相当する暗電流量）を算出する。

【0032】

【数 3】

$$S_1 = \sum_{k=1}^n A e_k (k=1,2,\dots,n) \quad \dots (3)$$

【0033】

同様に、例えば、CPU 20は、図3に示すように暗露光期間 I d (第2の撮像期間)の開始タイミング t d 0 から、温度 T d を所定の間隔 t によって温度センサー 24 から取得する。例えば、CPU 20は、暗露光期間 I d 中の取得タイミング t d k において、温度 T d k を温度センサー 24 から取得する。そしてCPU 20は、取得した温度 T d k から、次に示す式(4)に基づいて取得タイミング t d k における暗電流 A d k を求める。

10

【0034】

【数 4】

$$A d_k = t * \exp\left(\frac{-E q}{k T d_k}\right) \quad \dots (4)$$

20

【0035】

そして、演算部 15 A は、算出した暗電流 A d k を次に示す式(5)に基づいて積算することにより暗露光期間 I d における総暗電流量 S m (第2の積算値、つまり、図3の波形 W 4 によって定められる面積に相当する暗電流量)を算出する。

【0036】

【数 5】

$$S_m = \sum_{k=1}^m A d_k (k=1,2,\dots,m) \quad \dots (5)$$

30

【0037】

そして、演算部 15 A は、本露光期間 I e における総暗電流量 S 1 (第1の積算値)と、暗露光期間 I d における総暗電流量 S m (第2の積算値)との差を所定の範囲内にして、暗露光期間 I d (第2の撮像期間)を設定する。例えば、演算部 15 A は、本露光期間 I e における総暗電流量 S 1 と、暗露光期間 I d における総暗電流量 S m との関係が式(6)を満たしたタイミングを、暗露光期間 I d の終了タイミング t d m に設定する。なお、式(6)の右辺の値は補正の要求される精度に基づいた値であり、値 0.05 は本実施形態における一例である。

40

【0038】

【数 6】

$$\left| 1 - \frac{S_m}{S_1} \right| < 0.05 \quad \dots (6)$$

【0039】

このようにして、演算部 15 A は、暗露光期間 I d の露光時間を設定する。そして、C

50



P U 2 0 は、演算部 1 5 A によって設定された暗露光期間 I d の露光時間によって、ダーク画像（暗黒画像）を撮像する。

【 0 0 4 0 】

次に、図 4 及び図 5 を参照して、本実施形態における撮像装置 1 の動作例を説明する。

図 4 は、2 回撮り N R 撮像の処理のフローチャートである。なお、以下の説明では、ノイズリダクション（N R）モードがオンに設定されている状態であること、すなわち切換部 1 5 C が第 1 の画素データを補正するように切り換えている状態であること前提として説明を行う。

【 0 0 4 1 】

まず、C P U 2 0 は、操作部 1 9 のリリースボタンが半押しされたか否かを判別し、リリースボタンが半押しされた場合は（ステップ S 1 0 1 : Y e s）、ステップ S 1 0 2 へ移行する。一方、リリースボタンが半押しされていない場合は（ステップ S 1 0 1 : N o）、ステップ S 1 0 1 を繰り返す（ステップ S 1 0 1）。

10

【 0 0 4 2 】

次に、C P U 2 0 は、自動焦点調節や自動露出制御などを行い、本画像の撮像に用いる撮像条件を設定する（ステップ S 1 0 2）。

【 0 0 4 3 】

次に、C P U 2 0 は、リリースボタンが全押しされたか否かを判別する（ステップ S 1 0 3）。リリースボタンが全押しされていない場合は（ステップ S 1 0 3 : N o）、ステップ S 1 0 3 を繰り返す。リリースボタンが全押しされた場合は（ステップ S 1 0 3 : Y e s）、ステップ S 1 0 4 へ移行する。

20

【 0 0 4 4 】

次に、C P U 2 0 は、ステップ S 1 0 2 で設定された撮像条件の下で後述する 2 回撮り N R を行い、処理を終了する（ステップ S 1 0 4）。

【 0 0 4 5 】

次に、図 5 を参照して上記ステップ S 1 0 4 において行われる 2 回撮り N R 処理の詳細について説明する。

図 5 は、2 回撮り N R の詳細な処理のフローチャートである。

まず、C P U 2 0 は、本画像の画像データを取得するため、本露光を開始する（ステップ S 2 0 1）。すなわち C P U 2 0 は、シャッター 1 1 を開状態とし、タイミングジェネレータ（T G）1 3 を駆動させる。

30

【 0 0 4 6 】

次に、C P U 2 0 は、本露光期間 I e において、温度センサー 2 4（検出部）によって検出された撮像素子 1 2 の温度 T e k を取得する。ここで、温度 T e k は、本露光期間 I e において、C P U 2 0 が所定の間隔 t によって本露光期間 I e の開始タイミング t e 0 から数えて k 回目に取得した温度 T である。そして演算部 1 5 A は、C P U 2 0 が取得した撮像素子 1 2 の温度 T e k と上述した式（2）に基づいて本露光期間 I e の暗電流値 A e k を求める（ステップ S 2 0 2）。

【 0 0 4 7 】

次に、C P U 2 0 は、本露光期間 I e が終了したか否かを判定する（ステップ S 2 0 3）。本実施形態の C P U 2 0 は、例えば、予め定められているシャッター速度に基づいて求めた本露光の時間が経過しているか否かを判定する。C P U 2 0 は、本露光期間 I e が終了していると判定した場合には（ステップ S 2 0 3 : Y e s）、処理をステップ S 2 0 4 に進める。一方、C P U 2 0 は、本露光期間 I e が終了していないと判定した場合には（ステップ S 2 0 3 : N o）、処理をステップ S 2 0 2 に戻す。

40

【 0 0 4 8 】

次に、演算部 1 5 A は、上述した式（3）に基づいて、ステップ S 2 0 2 において求めた本露光期間 I e における暗電流値 A e k の総暗電流量 S 1 を求める（ステップ S 2 0 4）。なお、この撮像で生成された本画像の画像データは、C P U 2 0 によって R A M 1 6 のフレームメモリに記憶される。

50

## 【0049】

次に、CPU 20は、ノイズリダクション（NR）用の暗露光期間  $I_d$  による撮像を開始する（ステップ S 205）。

## 【0050】

次に、CPU 20は、暗露光期間  $I_d$  において、温度センサー 24（検出部）によって検出された撮像素子 12の温度  $T_{dk}$  を取得する。ここで、温度  $T_{dk}$  は、暗露光期間  $I_d$  において、CPU 20が所定の間隔  $t$  によって暗露光期間  $I_d$  の開始タイミング  $t_{d0}$  から数えて  $k$  回目に取得した温度  $T$  である。そして演算部 15Aは、CPU 20が取得した撮像素子 12の温度  $T_{dk}$  と上述した式（4）に基づいて暗露光期間  $I_d$  の暗電流  $A_{dk}$  を求める（ステップ S 206）。

10

## 【0051】

次に、演算部 15Aは、上述した式（5）に基づいて、ステップ S 206において求めた暗露光期間  $I_d$  における暗電流  $A_{dk}$  の総暗電流量  $S_m$  を求める（ステップ S 207）。

## 【0052】

次に、演算部 15Aは、本露光期間  $I_e$  における暗電流値  $A_{ek}$  の総暗電流量  $S_1$ （第1の積算値）と、暗露光期間  $I_d$  における暗電流  $A_{dk}$  の総暗電流量  $S_m$ （第2の積算値）とを比較し、上述した式（6）を満たしているか否かを判定する（ステップ S 208）。なお、上述したように、式（6）の右辺の値  $0.05$  は本実施形態における一例である。このとき、CPU 20は、演算部 15Aの判定結果を取得する。そして、CPU 20は、総暗電流量  $S_1$  と総暗電流量  $S_m$  とが上述した式（6）を満たしているとの判定結果を取得した場合には（ステップ S 208：Yes）、処理をステップ S 209に進める。一方、CPU 20は、総暗電流量  $S_1$  と総暗電流量  $S_m$  とが上述した式（6）を満たしていないとの判定結果を取得した場合には（ステップ S 208：No）、処理をステップ S 206に戻す。

20

## 【0053】

次に、CPU 20は、ノイズリダクション（NR）用の暗露光期間  $I_d$  を終了する（ステップ S 209）。なお、この撮像で取得された暗画像の画像データは、CPU 20によってRAM 16のフレームメモリに記憶される。

## 【0054】

次に、補正部 15Bは、ステップ S 204においてRAM 16のフレームメモリに記憶された本画像の画像データと、ステップ S 209においてRAM 16のフレームメモリに記憶された暗画像の画像データとの差分を比較して、比較した結果に基づいて補正後の画像データを生成する。CPU 20は、生成された補正後の画像データを記録 I/F 17を介して記録媒体 23に記憶させ、処理を終了する（ステップ S 210）。なお、補正部 15Bは、ステップ S 210において、ホワイトバランス、階調変換処理など各種の画像処理を施してもよい。このようにして、撮像装置 1は、本画像の画像データを補正する。

30

## 【0055】

以上説明したように、本実施形態の撮像装置 1は、被写体の画像を撮像した画素データを生成する撮像素子 12と、撮像素子 12の温度を検出する温度センサー 24（検出部）とを備えている。また、本実施形態の撮像装置 1は、温度センサー 24（検出部）によって検出された温度に応じて、撮像素子 12によって生成された画素データに含まれている暗電流  $A$  の大きさ（暗電流成分）を演算する演算部 15Aを備えている。また、本実施形態の撮像装置 1は、演算部 15Aによって演算された暗電流成分に基づいて、画素データを補正する補正部 15Bを備えている。ここで、本実施形態の演算部 15Aは、撮像素子 12が被写体の画像を撮像する第1の撮像期間において検出される温度に応じた暗電流成分の第1の積算値を演算するとともに、撮像素子 12が遮光されて暗黒画像を撮像する第2の撮像期間において検出される温度に応じた暗電流成分の第2の積算値を演算する。また、演算部 15Aは、演算した第1の積算値と第2の積算値とが対応する値にされる第2の撮像期間の長さを設定する。ここで、本実施形態の補正部 15Bは、第1の撮像期間に

40

50

対応して生成された第1の画素データと演算部15Aによって設定された長さの第2の撮像期間に対応して生成された第2の画素データとに基づいて、第1の画素データを補正する。これにより、本実施形態の撮像装置1は、本露光期間I<sub>e</sub>の撮像素子12の温度T<sub>e</sub>と、暗露光期間I<sub>d</sub>の撮像素子12の温度T<sub>d</sub>との間に差が生じていても、画素データの補正の精度を向上させることができる。このことにより、本実施形態の撮像装置1は、例えば、長秒時露光など本露光期間I<sub>e</sub>が長時間に及ぶ場合や、連写など本露光期間I<sub>e</sub>が高頻度で繰り返される場合など、撮像素子12の温度Tが変化しやすい状況においても、画像データに含まれる暗電流によるノイズを正確に低減することができる。

【0056】

また、本実施形態の撮像装置1が備える演算部15Aは、撮像素子12の温度Tと暗電流Aの大きさ（暗電流成分）とが有する所定の関係に基づいて、温度センサー24（検出部）によって検出された温度Tに応じた暗電流Aの大きさ（暗電流成分）を演算する。これにより、本実施形態の撮像装置1は、撮像素子12の温度Tが変化した場合においても、暗電流Aの大きさ（暗電流成分）を正確に算出することができる。

10

【0057】

また、本実施形態の撮像装置1が備える演算部15Aは、第1の積算値と第2の積算値との差を所定の範囲内にして第2の撮像期間の長さを設定する。これにより、本実施形態の撮像装置1は、精度を所定の範囲内にして画素データを補正することができる。

【0058】

また、本実施形態の撮像装置1が備える補正部15Bは、第1の画素データと第2の画素データとの信号強度の差に基づいて、第1の画素データを補正する。これにより、本実施形態の撮像装置1は、撮像素子12の温度Tに応じた第2の画素データに基づいて、第1の画素データを補正することができ、撮像素子12の温度Tが変化しやすい状況においても、画像データに含まれる暗電流によるノイズを正確に低減することができる。

20

【0059】

また、本実施形態の撮像装置1は、撮像素子12が生成した第1の画素データを補正部15Bによって補正させるか否かを切り換える切換部15Cを備えている。これにより、本実施形態の撮像装置1は、画素データの補正が不要な場合は、補正処理にかかる時間を省いて短時間に画像データを生成することができる。

【0060】

また、本実施形態の撮像装置1が備える切換部15Cは、本露光期間I<sub>e</sub>（第1の撮像期間）において検出される温度Tに基づいて、画素データを補正するか否かを切り換える。これにより、本実施形態の撮像装置1は、画素データの補正の要否を、撮像素子12の温度Tに基づいて算出された撮像素子12の暗電流Aの大きさに基づいて切り換えることができる。つまり、本実施形態の撮像装置1は、補正の要否の判定の精度を向上させることができる。

30

【0061】

なお、本実施形態の撮像装置1が備える切換部15Cは、本露光期間I<sub>e</sub>（第1の撮像期間）の長さに基づいて、画素データを補正するか否かを切り換えてもよい。例えば、本実施形態の切換部15Cは、本露光期間I<sub>e</sub>（第1の撮像期間）の長さが所定の時間以上である場合に、画素データを補正するように切り換えてもよい。これにより、本実施形態の撮像装置1は、画素データの補正の要否を、本露光期間I<sub>e</sub>（第1の撮像期間）の長さに基づいて算出された撮像素子12の暗電流Aの大きさに基づいて切り換えることができる。つまり、本実施形態の撮像装置1は、補正の要否の判定の精度を向上させることができる。

40

【0062】

なお、本実施形態の撮像装置1が備える切換部15Cは、撮像装置1が複数の撮像モードMDを有している場合には、撮像モードMDに応じて画素データを補正するか否かを切り換えてもよい。例えば、本実施形態の切換部15Cは、撮像装置1の撮像モードMDがバルブ撮像モードである場合には、画素データを補正しないように切り換えてもよい。こ

50

れにより、本実施形態の撮像装置 1 は、例えば、バルブ撮像モードのようにユーザによっては自動的な補正が望まれないことがある撮像モード M D においては、補正をしないように切り換えることができる。また、例えば、本実施形態の切換部 1 5 C は、撮像装置 1 の撮像モード M D が連写撮像モードである場合には、画素データを補正するように切り換えてもよい。これにより、本実施形態の撮像装置 1 は、撮像素子 1 2 の温度が変化しやすい撮像モード M D においては、補正をするように切り換えることができる。つまり、本実施形態の撮像装置 1 は、撮像モード M D に応じて自動的に補正の要否を切り換えることができるため、ユーザによる操作の煩わしさを低減することができる。

#### 【 0 0 6 3 】

以上、本発明の実施形態を図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更を加えることができる。

10

#### 【 0 0 6 4 】

なお、上記の実施形態においては、撮像装置 1 の C P U 2 0 は、生成された補正後の画像データを記録 I / F 1 7 を介して記録媒体 2 3 に記憶させているが、これに限られない。例えば、C P U 2 0 は、本画像の画像データと、暗画像の画像データとを記録 I / F 1 7 を介して記録媒体 2 3 に記憶させて、例えば操作部 1 9 を介したユーザからの指示に基づいて、画像の補正処理を行う構成にしてもよい。これにより、撮像装置 1 は、本画像を撮像した後においても画素データを補正することができる。

#### 【 0 0 6 5 】

なお、上記の実施形態における C P U 2 0 及び画像処理部 1 5 (以下、総称して制御部 C O N T と記載する) 又はこの制御部 C O N T が備える各部は、専用のハードウェアにより実現されるものであってもよく、また、メモリおよびマイクロプロセッサにより実現させるものであってもよい。

20

#### 【 0 0 6 6 】

なお、この制御部 C O N T 又は制御部 C O N T が備える各部は、専用のハードウェアにより実現されるものであってもよく、また、この制御部 C O N T 又は制御部 C O N T が備える各部はメモリおよび C P U (中央演算装置) により構成され、制御部 C O N T 又は制御部 C O N T が備える各部の機能を実現するためのプログラムをメモリにロードして実行することによりその機能を実現させるものであってもよい。

30

#### 【 0 0 6 7 】

また、制御部 C O N T 又は制御部 C O N T が備える各部の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、実行することにより、制御部 C O N T 又は制御部 C O N T が備える各部による処理を行ってもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、O S や周辺機器等のハードウェアを含むものとする。

#### 【 0 0 6 8 】

また、「コンピュータシステム」は、W W W システムを利用している場合であれば、ホームページ提供環境(あるいは表示環境)も含むものとする。

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、R O M、C D - R O M 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、短時間の間、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むものとする。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。

40

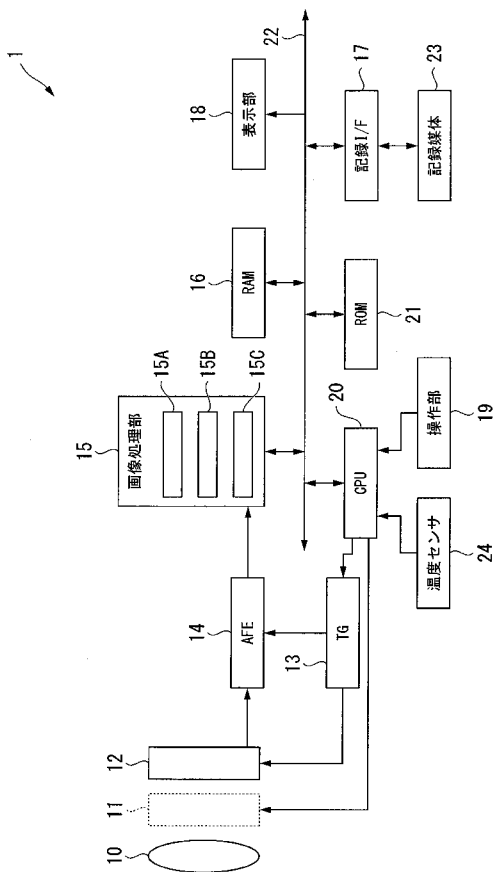
#### 【 符号の説明 】

50

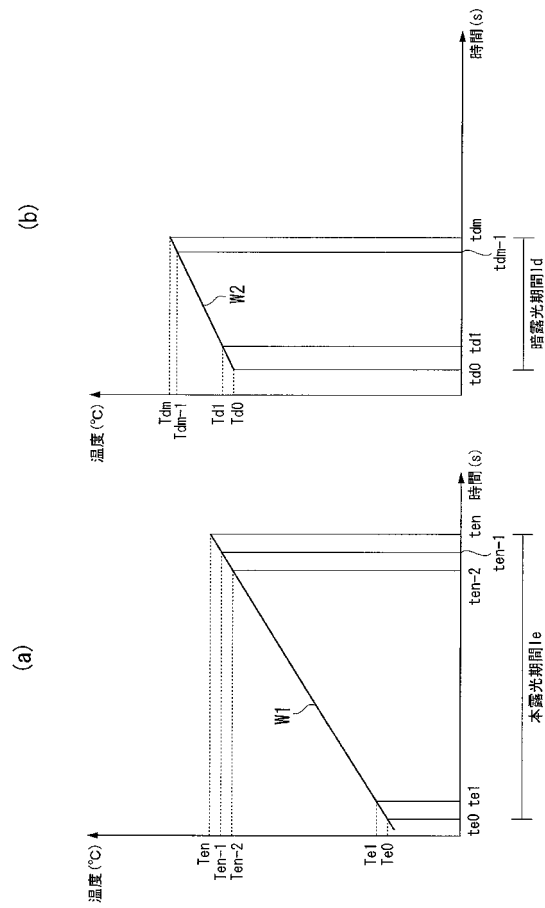
【 0 0 6 9 】

1 ... 撮像装置、 1 2 ... 撮像素子、 1 5 A ... 演算部、 1 5 B ... 補正部、 1 5 C ... 切換部、  
2 4 ... 温度センサー（検出部）

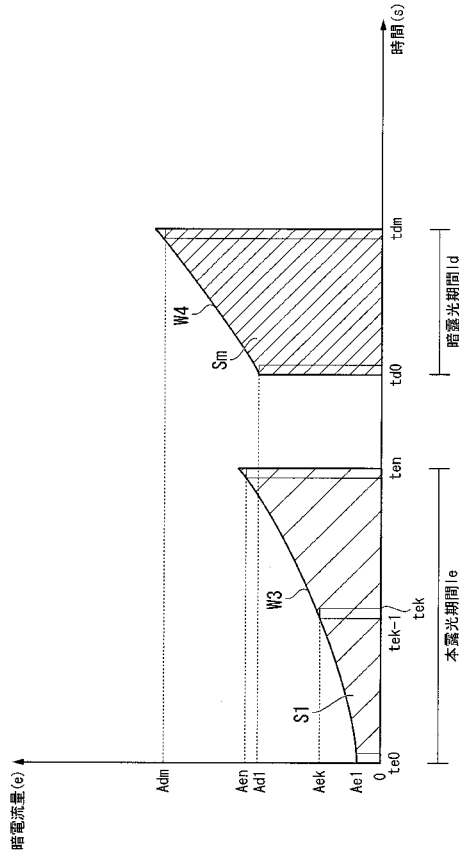
【 図 1 】



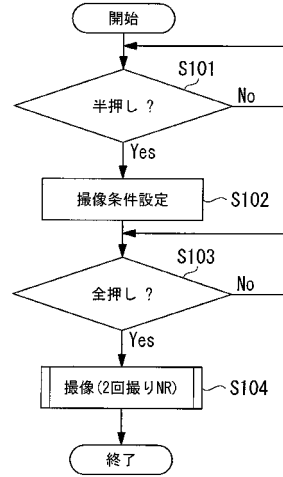
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

