

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載
【部門区分】第 7 部門第 3 区分
【発行日】令和 4 年 11 月 30 日(2022.11.30)

【公開番号】特開 2021-90134(P2021-90134A)
【公開日】令和 3 年 6 月 10 日(2021.6.10)
【年通号数】公開・登録公報 2021-026
【出願番号】特願 2019-219073(P2019-219073)
【国際特許分類】
H 0 4 N 5/3745(2011.01)
【F I】
H 0 4 N 5/3745 5 0 0

10

【手続補正書】
【提出日】令和 4 年 11 月 21 日(2022.11.21)
【手続補正 1】
【補正対象書類名】特許請求の範囲
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】
【特許請求の範囲】
【請求項 1】

20

フォトンが入射に応じてパルス信号を出力する複数の受光手段と、
前記複数の受光手段が出力する前記パルス信号を計数する複数の計数手段と、
前記複数の計数手段の計数値を補正して、補正した計数値を画像データとして出力する
補正手段と、を有し、
前記補正手段は、前記パルス信号のパルス幅が異なる状態または、前記パルス信号の発
生頻度が異なる条件において前記複数の計数手段で得られた計数値に基づいて補正係数を
算出し、前記補正係数を用いて前記補正を行うことを特徴とする撮像装置。

30

【請求項 2】
前記受光手段が、アバランシェフォトダイオードと、前記アバランシェフォトダイオ
ードにフォトンが入射することにより発生するアバランシェ増倍現象を停止させるための抵
抗手段とを有し、
前記抵抗手段の抵抗値を異ならせることにより、前記パルス信号のパルス幅を制御する
制御手段をさらに有することを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

40

【請求項 3】
前記受光手段が、アバランシェフォトダイオードを有し、
前記アバランシェフォトダイオードに抵抗または容量を接続するか否かを切り替えるこ
とにより、前記パルス信号のパルス幅を制御する制御手段をさらに有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 4】
前記パルス信号のパルス幅が異なる状態において前記複数の計数手段で得られた計数値
が、
前記複数の受光手段のうち、第 1 の複数の受光手段について得られた計数値と、前記第
1 の複数の受光手段と前記パルス信号の幅が異なる第 2 の複数の受光手段について得られ
た計数値であることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 5】
前記パルス信号のパルス幅が異なる状態において前記複数の計数手段で得られた計数値
が、
前記複数の受光手段が第 1 のパルス幅のパルス信号を出力するように設定された状態で

50

得られた計数値と、前記複数の受光手段が第 2 のパルス幅のパルス信号を出力するように設定された状態で得られた計数値であることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 6】

前記パルス信号のパルス幅が異なる状態において前記複数の計数手段で得られた計数値が、

前記複数の受光手段が出力するパルス信号について得られた計数値と、前記パルス信号のパルス幅を変更した信号について得られた計数値であることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 7】

前記補正手段は、前記パルス信号のパルス幅が異なる状態において前記複数の計数手段で得られた計数値の比と、前記パルス幅の差に基づいて前記補正係数を算出することを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 8】

前記受光手段が、アバランシェフォトダイオードを有し、

前記アバランシェフォトダイオードに与えるバイアス電圧を異ならせることにより、前記パルス信号の発生頻度を制御する制御手段をさらに有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 9】

前記複数の受光手段が、受光面積の異なる第 1 の受光手段と第 2 の受光手段とを含み、前記パルス信号の発生頻度が異なる条件において前記複数の計数手段で得られた計数値が、前記第 1 の受光手段が出力する前記パルス信号の計数値と、前記第 2 の受光手段が出力する前記パルス信号の計数値であることを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 10】

前記パルス信号の発生頻度が異なる条件において前記複数の計数手段で得られた計数値が、前記複数の受光手段への入射光量を低減させた状態で得られた計数値と、前記複数の受光手段への入射光量を低減させない状態で得られた計数値であることを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 11】

前記複数の受光手段への入射光量を低減させた状態が、光学フィルタを用いた状態であり、前記複数の受光手段への入射光量を低減させない状態が、前記光学フィルタを用いない状態であることを特徴とする請求項 10 に記載の撮像装置。

【請求項 12】

前記複数の受光手段への入射光量を低減させない状態が、撮影レンズの絞りを第 1 の絞り値としての撮影であり、前記複数の受光手段への入射光量を低減させる状態が、前記第 1 の絞り値よりも絞りを絞った第 2 の絞り値での撮影であることを特徴とする請求項 10 に記載の撮像装置。

【請求項 13】

前記補正手段は、前記パルス信号の発生頻度が異なる条件において前記複数の計数手段で得られた計数値の比と、前記パルス信号の発生頻度の比に基づいて前記補正係数を算出することを特徴とする請求項 8 から 12 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 14】

フォトン入射に応じてパルス信号を出力する複数の受光手段と、

前記複数の受光手段が出力する前記パルス信号を計数する複数の計数手段と、

前記パルス信号のパルス幅が異なる状態において前記複数の計数手段で得られた計数値に基づいて露出制御を行う露出制御手段と、を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 15】

前記露出制御手段は、動画撮影中、前記露出制御を間欠的に行うことを特徴とする請求項 14 に記載の撮像装置。

【請求項 16】

10

20

30

40

50

前記露出制御手段は、前記パルス信号のパルス幅が異なる状態において前記複数の計数手段で得られた計数値の差が予め定められた値より大きい場合には、露出量が変わらず、前記パルス信号の発生頻度が低下する撮影条件に変更することを特徴とする請求項 1 4 または 1 5 に記載の撮像装置。

【請求項 1 7】

フォトンの入射に応じてパルス信号を出力する複数の受光部と、

前記複数の受光部が出力する前記パルス信号を計数する複数の計数部と、を有する撮像装置の制御方法であって、

補正手段が、前記複数の計数部の計数値を補正して、補正した計数値を画像データとして出力する補正工程を有し、

10

前記補正工程において前記補正手段は、前記パルス信号のパルス幅が異なる状態または、前記パルス信号の発生頻度が異なる条件において前記複数の計数部で得られた計数値に基づいて補正係数を算出し、前記補正係数を用いて前記補正を行うことを特徴とする撮像装置の制御方法。

【請求項 1 8】

フォトン入射に応じてパルス信号を出力する複数の受光部と、

前記複数の受光部が出力する前記パルス信号を計数する複数の計数部と、を有する撮像装置の制御方法であって、

露出制御手段が、前記パルス信号のパルス幅が異なる状態において前記複数の計数部で得られた計数値に基づいて露出制御を行う露出制御工程と、を有することを特徴とする撮像装置の制御方法。

20

【請求項 1 9】

フォトン入射に応じてパルス信号を出力する複数の受光部と、前記複数の受光部が出力する前記パルス信号を計数する複数の計数部と、を有する撮像装置のコンピュータに、請求項 1 7 または 1 8 に記載の撮像装置の制御方法の各工程を実行させるプログラム。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 0 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

30

【0 0 0 2】

単一光子を検出可能な受光素子を用い、受光素子ごとに入射した光子を計数することにより、A / D 変換を行うことなく光学像をデジタルデータに変換可能なフォトンカウンティングタイプの撮像素子が知られている。特許文献 1 には、アバランシェフォトダイオード (APD) とカウンタ回路とを用いたフォトンカウンティングタイプの撮像素子が開示されている。APD を、降伏電圧より大きな逆バイアス電圧を印加した状態 (ガイガーモード) で動作させることにより、フォトン入射によってアバランシェ増倍を発生させることができる。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

40

【補正対象項目名】0 0 0 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 0 6】

しかしながら、フォトンカウンティングタイプの撮像素子には、アバランシェ増倍に伴う電圧変化が収束する前に次のフォトンが入射した場合、複数のパルス信号が 1 つに結合し、入射したフォトン数よりも計数値が小さくなるという課題がある。この課題は、特に、高い頻度でフォトンが入射する高照度の環境において大きくなる。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

50

【補正対象項目名】 0 0 2 2

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 2 2 】

メモリ部 1 0 5 は書き換え可能な不揮発性メモリ部 (R O M) と揮発性メモリ部 (R A M) とを有する。 R O M には制御部 1 0 4 のプロセッサが実行するためのプログラム、デジタルカメラ 1 の設定値、 G U I データなどが記憶される。 R A M は R O M から読み出されたプログラムを実行するためのワークメモリ、画像データを一時的に記憶するためのバッファメモリ、表示部 1 0 6 のためのビデオメモリなどとして用いられる。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 3 9

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 3 9 】

クエンチトランジスタ 3 0 2 のゲートには、パルス幅変更回路 2 0 5 から電圧 $V_{qn c}$ が供給される。電圧 $V_{qn c}$ を変化させてクエンチトランジスタ 3 0 2 のオン抵抗を制御することで、パルス信号 P L S のパルス幅を制御することができる。パルス幅変更回路 2 0 5 は少なくとも 2 種類の電圧を供給可能に構成されている。パルス幅変更回路 2 0 5 が供給する電圧は、制御部 1 0 4 からの設定によって変更することができる。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 7 1

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 7 1 】

また、図 7 (b) に示す単位画素 9 0 4 は、容量 9 0 5 とスイッチとしてのトランジスタ 9 0 6 との直列回路が、フォトダイオード 3 0 1 のカソード (V_{out}) と反転バッファ 3 0 3 との間とグランドとの間に追加されている。そして、パルス幅変更回路 2 0 5 は、トランジスタ 9 0 6 のゲートに供給する電圧 V_{cont} を制御してトランジスタ 9 0 6 のオンオフを制御する。トランジスタ 9 0 6 をオンすると容量 9 0 5 がフォトダイオード 3 0 1 のカソード (V_{out}) に接続され、トランジスタ 9 0 6 がオフの場合よりも、図 3 の $t_{402} \sim t_{403}$ で示した再充電時間を延長することができる。これにより、反転バッファ 3 0 3 から出力されるパルス信号 P L S の幅を長くすることができる。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 8 7

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 8 7 】

カウンタ回路 3 0 4 は、フォトン入射に応じて反転バッファ 3 0 3 から出力されたパルス信号 P L S S のパルス数を計数する。また、カウンタ回路 1 2 0 4 は、パルス幅変更回路 1 2 0 2 が生成するパルス信号 P L S L のパルス数を計数する。セレクタ 1 2 0 5 はカウンタ回路 3 0 4 および 1 2 0 4 の計数値のうち、単位画素 1 1 0 1 から出力する計数値を切り替える。セレクタ 1 2 0 5 は、 T G 2 0 4 から供給される切り替え信号 S E L に応じて、カウンタ回路 3 0 4 および 1 2 0 4 の一方の計数値を出力する。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 9 0

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 9 0 】

したがって、撮像素子 1 0 0 ”を用いた場合、デジタルカメラ 1 の静止画撮影時の動作は、図 6 の S 8 0 1 において、制御部 1 0 4 は、各単位画素 1 1 0 1 からカウンタ回路 3 0 4 の計数値を読み出して画像データ S h o r t としてフレームメモリ 2 0 6 に保存する。次いで制御部 1 0 4 は、各単位画素 1 1 0 1 からカウンタ 1 2 0 4 の計数値を読み出して画像データ L o n g としてフレームメモリ 2 0 6 に保存する。そして、制御部 1 0 4 はカウンタ回路 3 0 4 および 1 2 0 4 の計数値を初期化する。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

10

【補正対象項目名】0 1 2 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 0 1 2 1 】

デジタルカメラ 1 ' の制御部 1 0 4 ' は露出制御部 1 7 0 1 を備える点で第 1 実施形態と異なる。露出制御部 1 7 0 1 は、制御部 1 0 4 _ がプログラムを実行することによって実現する露出制御に関する機能を、1 つの機能ブロックとして記載したものである。したがって、本明細書において説明される、露出制御部 1 7 0 1 が実行する動作の実体的な動作主体は制御部 1 0 4 _ である。

20

30

40

50