

【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 3 年 4 月 30 日 (2021.4.30)

【公開番号】特開 2019-161551 (P2019-161551A)

【公開日】令和 1 年 9 月 19 日 (2019.9.19)

【年通号数】公開・登録公報 2019-038

【出願番号】特願 2018-48395 (P2018-48395)

【国際特許分類】

H 0 4 N 5/3745 (2011.01)

H 0 4 N 5/341 (2011.01)

H 0 4 N 5/378 (2011.01)

H 0 4 N 5/374 (2011.01)

H 0 1 L 27/146 (2006.01)

【F I】

H 0 4 N 5/3745

H 0 4 N 5/341

H 0 4 N 5/378

H 0 4 N 5/374

H 0 1 L 27/146 A

H 0 1 L 27/146 F

H 0 1 L 27/146 D

【手続補正書】

【提出日】令和 3 年 3 月 11 日 (2021.3.11)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0030

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0030】

各画素 201 が有する受光部 300 が出力するパルス信号は、自身が有する OR 回路 304 n と、同じ列の 1 つ下の行の画素が有する OR 回路 304 n (との間のスイッチ 306) とに出力される。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0046

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0046】

次に、各受光部 300 n、300 n - 1 から信号がどのようにアップダウンカウンタ回路 501 n に入力されるかを説明する。まず、制御部 208 によりスイッチ 502 n がオンされる。受光部 300 n - 1 からの信号 PLS n - 1 は、スイッチ 502 n を介してアップダウンカウンタ回路 501 n の端子に入力される。なお、信号 PLS n - 1 は図示していないアップダウンカウンタ回路 501 n - 1 の + 端子にも入力される。受光部 300 n からの信号 PLS n はアップダウンカウンタ回路 501 n の + 端子に入力される。また、信号 PLS n は図示していないスイッチ 502 n + 1 を介してアップダウンカウンタ回路 501 n + 1 の端子にも入力される。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 5 3

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 5 3 】

時刻 t_{603} 以降、時刻 t_{604} で CNT_EN が L レベルになり撮影が終了するまで、受光部 $300n$ 、 $300n - 1$ にフォトンが入射するごとに、出力信号 PLS_n 、 PLS_{n-1} にパルスが発生する。個々のパルスはアップダウンカウンタ回路 $501n$ に供給され、パルス数の差がカウントされる。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 7 9

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 7 9 】

時刻 t_{905} 以降、時刻 t_{906} で CNT_EN が L レベルになり撮影が終了するまで、受光部 $300n - 1$ 、 $300n$ 、 $300n + 1$ にフォトンが入射するごとに、出力信号 PLS_{n-1} 、 PLS 、 PLS_{n+1} にパルスが発生する。出力信号 PLS_{n-1} および PLS_{n+1} のパルスは 2 個ごとに、出力信号 PLS のパルスは 1 個ごとに論理和信号 OR_n に反映され、カウンタ回路 $305n$ でパルス数がカウントされる。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 8 1

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 8 1 】

ここで、分周器 $801n$ による重み付けを行った場合と行わない場合との違いについて述べる。重み付けを行った場合、時刻 t_{906} におけるカウンタ回路 $305n$ のカウント値は図 9 に示すように 7 である。分周器 $801n$ による重み付けを行わず、受光部 $300n - 1$ および $300n + 1$ の出力信号 PLS_{n-1} および PLS_{n+1} をそのまま OR 回路 $802n$ に入力したとすると、時刻 t_{906} におけるカウント値は 10 となる。いずれの場合も受光部 $300n$ の出力信号 PLS には重み付けが行われず、時刻 t_{901} から t_{906} の間で出力信号 PLS_n に発生した 4 つのパルスはそのまま OR 回路 $802n$ に入力される。図 9 の例では、3 つの受光部 $300n - 1$ 、 $300n$ 、 $300n + 1$ にフォトンが同時に入射していない。したがって、カウント値のうち、受光部 $300n$ の出力信号 PLS_n のパルスに起因するカウント値は 4 である。つまり、カウント値に占める受光部 $300n$ の出力信号 PLS_n の割合は、重み付けを行った場合には $4/7$ 、重み付けを行わない場合には $4/10$ となる。受光部 $300n - 1$ および $300n + 1$ の出力信号 PLS_{n-1} および PLS_{n+1} に、受光部 $300n$ の出力信号 PLS_n より低い重みを付与することにより、重み付けを行った場合にはカウント値に占める出力信号 PLS_n の割合を高めることができる。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 8 6

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 8 6 】

次に、図 10 に示した画素 $1000n$ のフォトンのカウント動作について説明する。図 11 は、画素 $1000n$ のフォトンのカウント動作の一例を示すタイミングチャートである。なお、図 11 では、制御部 208 から供給される、スイッチ $1001n$ 、 $1002n$ のオン、オフを制御する信号をそれぞれ EN_U 、 EN_D とする。 CNT_RST と C

NT__ENは第1または第2の実施形態と同様の信号であり、制御部208から供給される。本実施形態では、CNT__RSTがHレベルとなるとアップダウンカウンタ回路501nのカウント値が所定のオフセット値(>0)にリセットされ、CNT__ENがHレベルの期間のみ、カウンタ回路305nは入力パルスを計数する。すなわち、CNT__ENは露光時間を制御する信号である。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0089

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0089】

時刻t1101ではまた、EN__UをHレベル(EN__DはLレベルのまま)とし、スイッチ1001nをオン、スイッチ1002nをオフにする。これにより、受光部300nの出力信号PLSnは、アップダウンカウンタ回路501nの+端子だけに入力される。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0092

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0092】

時刻t1103でEN__UをLレベルにしてスイッチ1001nをオフする。これにより、受光部300nの出力信号PLSnがアップダウンカウンタ回路501nの+端子に入力されなくなる。この時点では、EN__DもLレベルであるため、受光部300nの出力信号PLSnはアップダウンカウンタ回路501nの-端子にも入力されない。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0093

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0093】

時刻t1104において、EN__DをHレベルにし、スイッチ1002nをオンにする。これにより、受光部300nの出力信号PLSnがアップダウンカウンタ回路501nの-端子だけに入力されるようになる。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0096

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0096】

時刻t1106でEN__DをLレベルにするとスイッチ1002nがオフされ、受光部300nからの出力信号PLSnがアップダウンカウンタ回路501nの-端子に入力されなくなる。また、CNT__ENをLレベルとして、撮像を終了する。時刻t1106で撮影が終了した後、画素1000nのアップダウンカウンタ回路501nのカウント値は、垂直選択回路202および水平選択回路205の制御によりデジタル出力部206に出力され、そして撮像素子101の外部に出力される。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0097

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0097】

このように、2つの撮像期間におけるパルス数の差をカウントするように構成したので、時間方向にフィルタを適用した画像信号を取得することができる。例えば、第1の撮像期間T1と第2の撮像期間T2を動画撮影中の連続するフレームの撮影期間とした場合、フレーム間で変化のない領域では画素値に変化がないため、第2の撮像期間T2の終了時点におけるカウント値は初期値（オフセット値）となる。一方、フレーム間で変化があった領域については第2の撮像期間T2の終了時点におけるカウント値がオフセット値とは異なる値となる。つまり、ある画素のカウント値がオフセット値であるか否かにより、その画素における被写体の変化（例えば動き）の有無を検出することができる。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0101

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0101】

図12は、本発明の第5の実施形態に係る撮像素子101の画素アレイ200に含まれる画素1200を含む画素回路の構成を説明する。先の実施形態で説明した構成については同様の参照番号を付してある。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0106

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0106】

$V_{comp}(A)$ が電圧 V_{dis} である期間は、フォトダイオード301の電圧 $V_{APD}(A)$ の値によらず比較回路1201n-1の出力はLレベルである。すなわち $V_{comp}(A)$ が電圧 V_{dis} である期間はパルスが出力されない。ここで、周期 $t[s]$ 中、閾値電圧 V_{ref} となるDuty比は50%以下である。より一般的には、1つのOR回路1210にをN（Nは2以上の整数）とすると、 $V_{comp}(A)$ が閾値電圧 V_{ref} となるDuty比は $1/N$ 以下とする。また、フォトダイオード301に光子が入射した際に電圧 V_{APD} に発生するパルス状の電圧変化が閾値電圧 V_{ref} を下回る期間より周期 $t[s]$ を短い値に設定することで、光子の入射を取りこぼしなく検出することができる。

【手続補正14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0114

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0114】

デマルチプレクサ制御回路1222は第1基板101Aの画素制御回路1221から制御信号SDEMUXを受信する。そして、デマルチプレクサ制御回路1222は、第2基板101Bに設けられている複数の信号処理回路1220が有するデマルチプレクサ1224に対し、制御信号SDEMUXを供給する。これにより個々の信号処理回路1220に含まれるデマルチプレクサ1224は、OR回路1210の出力信号 V_{add} に含まれる、複数の画素1200由来のパルスを、画素ごとのパルスに分離する。

【手続補正15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0122

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0122】

信号処理回路1220の構成は第5の実施形態の図14(a)で説明した通りでよく、信号処理回路1220の出力信号Vaddはデマルチプレクサ1224に入力される。デマルチプレクサ1224はデマルチプレクサ制御回路1222が出力する制御信号SDEMUXにより制御されるが、本実施形態では出力信号Vaddの多重分離を行わず、そのままパルスカウンタ1223aまたは1223bの一方に入力する。

【手続補正16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0123

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0123】

これによりパルスカウンタ1223はVaddに含まれる全てのパルスをカウントするため、加重加算された画素値がカウント値として得られる。なお、デマルチプレクサ制御回路1222は制御信号SDEMUXを通して、デマルチプレクサ1224を動作させるモードと、動作をさせないモード（加算モード）を切り替えてもよい。常に加算を行う場合にはデマルチプレクサ1224やデマルチプレクサ制御回路1222を省略してもよい。

【手続補正17】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0130

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0130】

OR回路1210abからは、マイクロレンズ13abを共有する画素1200a, 1200bの出力信号の論理和信号が、撮像信号Vout(A+B)として出力される。また、OR回路1210cdからは、マイクロレンズ13cdを共有する画素1200c, 1200dの出力信号の論理和信号が、撮像信号Vout(C+D)として出力される。