

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7256661号

(P7256661)

(45)発行日 令和5年4月12日(2023.4.12)

(24)登録日 令和5年4月4日(2023.4.4)

(51)国際特許分類

F I

H 0 4 N 25/773 (2023.01)

H 0 4 N 25/773

H 0 4 N 25/78 (2023.01)

H 0 4 N 25/78

H 0 4 N 25/40 (2023.01)

H 0 4 N 25/40

G 0 1 J 1/42 (2006.01)

G 0 1 J 1/42

H

G 0 1 J 1/02 (2006.01)

G 0 1 J 1/02

Q

請求項の数 16 (全17頁)

(21)出願番号 特願2019-51507(P2019-51507)

(22)出願日 平成31年3月19日(2019.3.19)

(65)公開番号 特開2020-155886(P2020-155886

A)

(43)公開日 令和2年9月24日(2020.9.24)

審査請求日 令和4年3月18日(2022.3.18)

(73)特許権者 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(74)代理人 110003281

弁理士法人大塚国際特許事務所

(72)発明者 佐藤 裕子

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

キヤノン株式会社内

審査官 鈴木 明

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 撮像デバイス、撮像手段の制御方法、プログラム及び記憶媒体

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の画素を有し、前記複数の画素がそれぞれ、光子の入射に応じてパルス信号を出力するセンサ手段と、前記パルス信号の数をカウントするカウント手段と、を有する撮像手段と、

前記カウント手段からカウント情報を読み出す読み出し手段と、

前記画素の露光中に、予め決められたタイミングで、前記複数の画素の少なくとも一部の画素のカウント手段から、カウント情報を読み出すように前記読み出し手段を制御する制御手段と、を有し、

前記制御手段は、前記画素の露光に先立って、前記カウント手段からカウント情報を読み出すように前記読み出し手段を制御し、前記読み出されたカウント情報から求めたカウント値の増加速度に応じて、前記予め決められたタイミングを制御することを特徴とする撮像デバイス。

10

【請求項2】

前記カウント情報が、予め決められた条件を満たしているかどうかを判定する判定手段を更に有し、

前記予め決められた条件を満たしている場合に、前記カウント手段のカウントを停止することを特徴とする請求項1に記載の撮像デバイス。

【請求項3】

前記制御手段は、前記カウント値の増加速度に応じて、前記画素の露光を開始してから

20

、最初に前記カウント情報を読み出すタイミングを制御することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の撮像デバイス。

【請求項 4】

前記制御手段は、前記予め決められたタイミングで得られたカウント情報から、カウント値の増加速度を求めることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の撮像デバイス。

【請求項 5】

前記制御手段は、前記カウント値の増加速度に応じて、前記カウント情報を読み出す前記予め決められたタイミングの頻度を制御することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の撮像デバイス。

【請求項 6】

前記予め決められた条件は、前記カウント手段のカウント値が予め決められた値に達することであって、

前記カウント値の増加速度と、前記判定手段により前記予め決められた条件を満たしていると判定されてから前記カウント手段のカウントを停止するまでにかかる時間とに基づいて、前記予め決められたタイミングを変更することを特徴とする請求項 2 に記載の撮像デバイス。

【請求項 7】

前記制御手段による制御に基づいて前記読み出し手段により読み出されたカウント情報を表示する表示手段と、

前記カウント手段のカウントを停止する指示を入力する操作手段と、を更に有し、

前記操作手段により前記指示が入力された場合に、前記カウント手段のカウントを停止することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の撮像デバイス。

【請求項 8】

前記カウント手段は、複数のビット数のバイナリカウンタであって、前記制御手段は、前記バイナリカウンタの予め決められたビット情報を、前記カウント情報として読み出すことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の撮像デバイス。

【請求項 9】

前記制御手段は、前記複数の画素のうち、予め決められた領域に含まれる画素から前記カウント情報を読み出すように前記読み出し手段を制御することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の撮像デバイス。

【請求項 10】

前記センサ手段は、アバランシェフォトダイオードを含むことを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の撮像デバイス。

【請求項 11】

前記撮像デバイスは、撮像素子であることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の撮像デバイス。

【請求項 12】

前記撮像デバイスは、少なくとも前記撮像手段を有する撮像素子を含む撮像装置であることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の撮像デバイス。

【請求項 13】

複数の画素を有し、前記複数の画素がそれぞれ、光子の入射に応じてパルス信号を出力するセンサ手段と、前記パルス信号の数をカウントするカウント手段と、を有する撮像手段の制御方法であって、

読み出し手段が、前記画素の露光に先立って、前記カウント手段からカウント情報を読み出す工程と、

制御手段が、前記読み出されたカウント情報から求めたカウント値の増加速度に応じて、予め決められたタイミングを制御する工程と、

前記読み出し手段が、前記画素の露光中に、前記予め決められたタイミングで、前記複数の画素の少なくとも一部の画素のカウント手段から、カウント情報を読み出す読み出し工程と

10

20

30

40

50

を有することを特徴とする制御方法。

【請求項 1 4】

表示手段に、前記読み出し工程で読み出されたカウント情報を表示する表示工程と、

操作手段から、前記カウント手段のカウントを停止する指示を入力する入力工程と、

前記制御手段が、前記操作手段から前記指示が入力された場合に、前記カウント手段のカウントを停止する停止工程と

を更に有することを特徴とする請求項 1 3 に記載の制御方法。

【請求項 1 5】

コンピュータに、請求項 1 3 または 1 4 に記載の制御方法の各工程を実行させるためのプログラム。

【請求項 1 6】

請求項 1 5 に記載のプログラムを記憶したコンピュータが読み取り可能な記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アバランシェフォトダイオードを用いた撮像デバイス、撮像手段の制御方法、プログラム及び記憶媒体に関し、特に画像撮影処理における露光時間の制御に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、デジタルカメラ等に用いられる撮像素子として、画像信号を非破壊で読み出すことが可能なフォトンカウンティング型の撮像素子の検討がなされている。これは、アバランシェフォトダイオード (APD) をガイガーモードで動作させた際に発生するアバランシェ現象を利用して、入射したフォトン数そのものを計測してデジタル信号として出力する撮像素子である。このような撮像素子は、SPAD (Single Photon Avalanche Diode) と呼ばれている。

【0003】

APD をガイガーモードで動作させる時、例えば APD に 1 つのフォトンが入射するとアバランシェ現象によって観測可能なレベルの電流が発生する。この電流をパルス信号に変換し、そのパルス信号の数をカウントすることで、入射するフォトンの個数を直接計測することが可能となる。そのため、RTS ノイズが発生せず、S/N 比の向上が期待されている。SPAD を用いたセンシングデバイスの一例として、特許文献 1 では複数画素の SPAD から成る測距用センサが開示されている。

【0004】

ここで APD を用いた従来のフォトンカウンティング型の撮像素子の動作概要について図 9 を用いて説明する。図 9 (a) は、APD をガイガーモードで動作させる撮像素子の単位画素 (以下、「画素」と呼ぶ。) の等価回路を示している。画素は、APD 91、クエンチ抵抗 92、コンパレータ 93、抵抗 R_1 、 R_2 より構成される。

【0005】

APD 91 のアノード端は GND に接続されており、カソード端はクエンチ抵抗 92 に接続されている。そして、クエンチ抵抗 92 を介して、電圧 VDD から逆バイアス電圧が印加される。このとき電圧 VDD と GND の電圧差は APD 91 をガイガーモードにする為に降伏電圧以上となるように設定する。

【0006】

図 9 (b) はフォトン入射待機状態からアバランシェ現象が発生し、また元のフォトン入射待機状態に戻るまでの APD 91 のカソード端の電圧 V_{APD} の推移を示している。時刻 t_{90} から t_{91} の期間はフォトン入射待機状態であり、時刻 t_{91} で APD 91 にフォトンが入射するとアバランシェ現象が発生する。アバランシェ現象が発生すると電流が流れて電圧 V_{APD} が低下してアバランシェ現象が止まり (時刻 t_{93})、また元のフォトン入射待機状態に戻る (時刻 t_{95})。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 7 】

図 9 (a) に示すようにコンパレータ 9 3 の一方の入力端子には A P D 9 1 のカソード端の電圧 V_{APD} が、もう一方の入力端子には基準電圧 V_{ref} を抵抗 R_1 と抵抗 R_2 とで分圧した参照電圧 V_{th} が入力されている。参照電圧 V_{th} は、上記で説明したフォトンが入射した際の電圧 V_{APD} の変化が検出できるように、 V_0 と V_{min} の間の電位に設定する。

【 0 0 0 8 】

コンパレータ 9 3 は、電圧 V_{APD} が V_{th} より小さくなり、再び電圧 V_{APD} が V_{th} より大きくなるまでの期間 (電圧 V_{APD} が V_{th} レベルを往復した期間) にパルス信号を 1 つ出力する。

【 0 0 0 9 】

図 9 (c) は、図 9 (b) に示すように A P D 9 1 のカソード端の電圧 V_{APD} が推移した場合のコンパレータ 9 3 の出力 V_{out} を示している。時刻 t_{92} に電圧 V_{APD} が V_{th} より小さくなり、時刻 t_{94} に再び V_{APD} が V_{th} より大きくなるため、 $t_{92} \sim t_{94}$ の期間にパルス信号が一つ出力される。

【 0 0 1 0 】

このコンパレータ 9 3 にカウンタ 9 4 を接続しておけば、入射したフォトン数をカウントすることができる。従って、フォトン入射待機状態からアバランシェ現象の発生、アバランシェ現象の停止、また元のフォトン入射待機状態へ戻るサイクルを繰り返すことで、A P D 9 1 に入射したフォトン数を計測することが可能となる。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 1 】

【 文献 】特開 2 0 1 1 - 8 2 6 3 4 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 2 】

特許文献 1 に開示された A P D を用いた撮像素子では、露光中に一部分の画素の信号を読み出し、露光終了後に 1 フレーム分の画素の信号と加算したとしても S/N 比は悪化しないため、画質は低下しない。しかしながら、画素の読み出し情報が多いため、画素の読み出し間隔が空いてしまい、露光時間制御の精度が低くなってしまう。

【 0 0 1 3 】

本発明は上記問題点を鑑みてなされたものであり、フォトカウンティングタイプの撮像素子の露光時間を精度良く制御することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 4 】

上記目的を達成するために、本発明の撮像デバイスは、複数の画素を有し、前記複数の画素がそれぞれ、光子の入射に応じてパルス信号を出力するセンサ手段と、前記パルス信号の数をカウントするカウント手段と、を有する撮像手段と、前記カウント手段からカウント情報を読み出す読み出し手段と、前記画素の露光中に、予め決められたタイミングで、前記複数の画素の少なくとも一部の画素のカウント手段から、カウント情報を読み出すように前記読み出し手段を制御する制御手段と、を有し、前記制御手段は、前記画素の露光に先立って、前記カウント手段からカウント情報を読み出すように前記読み出し手段を制御し、前記読み出されたカウント情報から求めたカウント値の増加速度に応じて、前記予め決められたタイミングを制御する。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 5 】

本発明によれば、フォトカウンティングタイプの撮像素子の露光時間を精度良く制御することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 6 】

- 【図 1】本発明の実施形態における撮像装置の概略構成を示すブロック図。
【図 2】実施形態における撮像素子の構成を示す図。
【図 3】第 1 の実施形態における画素と画素演算部の一部の構成を示す図。
【図 4】第 1 の実施形態における画素部の動作を説明する図である。
【図 5】第 1 の実施形態における撮像装置の動作を示すフローチャート。
【図 6】第 2 の実施形態における撮像装置の動作を示すフローチャート。
【図 7】第 3 の実施形態における撮像装置の動作を示すフローチャート。
【図 8】第 4 の実施形態における撮像装置の動作を示すフローチャート。
【図 9】従来技術におけるフォトンカウンティング型撮像素子に関する説明図。
【発明を実施するための形態】
【 0 0 1 7 】

10

以下、添付図面を参照して実施形態を詳しく説明する。尚、以下の実施形態は特許請求の範囲に係る発明を限定するものではありません。また実施形態で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明に必須のものとは限らない。実施形態で説明されている複数の特徴うち二つ以上の特徴が任意に組み合わせられてもよい。また、同一若しくは同様の構成には同一の参照番号を付し、重複した説明は省略する。

【 0 0 1 8 】

< 第 1 の実施形態 >

以下、図 1 を参照して、本発明の第 1 の実施形態における撮像デバイスの一例として、撮像装置の構成について説明する。図 1 は、第 1 の実施形態に係る撮像装置の構成を示すブロック図である。

20

【 0 0 1 9 】

図 1 において、撮影光学系は、第 1 レンズ群 1 1 6、絞り 1 1 7、第 2 レンズ群 1 1 8 を含む。第 1 レンズ群 1 1 6 は撮影光学系の先端に配置され、光軸方向に進退し、変倍作用（ズーム機能）を実現する。絞り 1 1 7 は、その開口径が、絞り駆動回路 1 1 3 により絞りアクチュエータ 1 1 5 を介して制御されて、撮影時の光量が調節される。第 2 レンズ群 1 1 8 はフォーカスレンズを含み、フォーカス駆動回路 1 1 2 がフォーカスアクチュエータ 1 1 4 を介して第 2 レンズ群 1 1 8 を光軸方向に進退駆動することにより、撮影光学系の焦点調節を行う。

【 0 0 2 0 】

30

シャッタ 1 1 1 は、静止画撮影時に露光秒時を調節するフォーカルプレーンシャッタである。なお、本実施形態では、シャッタ 1 1 1 により撮像素子 1 0 0 の露光秒時を調節する構成とするが、本発明はこれに限られるものではなく、撮像素子 1 0 0 が電子シャッタ機能を有し、制御パルスで露光秒時を調節する構成であってもよい。

【 0 0 2 1 】

撮像素子 1 0 0 は、各画素が APD (Avalanche Photodiode) を有する撮像素子であり、撮影光学系を介して入射するフォトン（光子）数をカウントして、カウント数（画素値）を出力する。なお、撮像素子 1 0 0 の詳細構成に関しては、図 2 及び図 3 を参照して後述する。

【 0 0 2 2 】

40

撮像信号処理回路 1 0 1 では、撮像素子 1 0 0 から入力される画素値に対して、ノイズを軽減するローパスフィルタ処理やシェーディング補正処理、WB 補正処理などの各種の画像信号処理、さらにキズ補正やダークシェーディング補正、黒引き処理等の各種の補正、圧縮等を行って画像データを生成する。

【 0 0 2 3 】

全体制御演算部 1 0 2 は、撮像装置全体の制御と各種演算を行う。露光終了判定部 1 0 3 は、撮像素子 1 0 0 から出力された画素値に基づいて、露光終了タイミングの判定を行う。読み出し制御回路 1 0 4 は、全体制御演算部 1 0 2 からの制御信号および露光終了判定部 1 0 3 の判定結果に基づき、撮像素子 1 0 0 を駆動するための駆動パルスを発生させる。

50

【 0 0 2 4 】

メモリ部 1 0 5 は、撮像信号処理回路 1 0 1 により生成された画像データを一時的に記憶する。記録媒体制御インターフェース (I / F) 部 1 0 6 は、記録媒体 1 0 8 に画像データの記録または読み出しを行う。表示部 1 0 7 は、画像データの表示を行う。記録媒体 1 0 8 は、半導体メモリ等の着脱可能な記憶媒体であり、画像データの記録または読み出しを行う。外部インターフェース (I / F) 部 1 0 9 は、外部コンピュータ等と通信を行うためのインターフェースである。

【 0 0 2 5 】

操作部 1 1 0 にて、ユーザが設定した撮像装置の駆動条件に関する情報は、全体制御演算部 1 0 2 に送られ、これらの情報に基づいて撮像装置全体の制御が行われる。また、操作部 1 1 0 は、不図示の電源ボタンや静止画記録ボタンを含む。電源ボタンを ON / OFF することにより、撮像装置を ON / OFF することができる。また、撮像装置が ON の状態で静止画記録ボタンを ON することで、静止画の記録開始を指示することができる。

10

【 0 0 2 6 】

なお、上述する構成を有する撮像装置では、静止画及び／または動画を撮影することができる。

【 0 0 2 7 】

図 2 は、撮像素子 1 0 0 の概略構造を示しており、本実施形態では、一例として、センサ基板 3 0 1 と回路基板 3 0 2 とが電氣的に接続されるように互いに積層された、積層構造を有する。

20

【 0 0 2 8 】

図 2 (a) において、センサ基板 3 0 1 には、複数の画素 3 0 3 が 2 次元状に配置された画素アレイが形成される。なお、画素 3 0 3 の詳細な構成については後述する。回路基板 3 0 2 には、画素演算部 3 0 4 及び信号処理回路 3 0 5 が形成される。

【 0 0 2 9 】

画素演算部 3 0 4 は、センサ基板 3 0 1 上の画素毎にバンプ等で電氣的に接続され、各画素 3 0 3 を駆動するための制御信号を出力すると共に、画素 3 0 3 からのコンパレータ出力を受け、各種処理を行う。

【 0 0 3 0 】

また、画素演算部 3 0 4 は、後述するように、対応する画素毎に入射したフォトンに応じて出力されるコンパレータからのパルス信号の数を計測するカウンタを有する。画素演算部 3 0 4 で計測されたカウント値は、信号処理回路 3 0 5 によって撮像素子 1 0 0 の外部へと出力される。

30

【 0 0 3 1 】

図 2 (b) は、撮像素子 1 0 0 で使用されるカラーフィルタアレイの一例を示しており、図 2 (a) の画素アレイに含まれる。このカラーフィルタの配列は、ベイヤー配列と呼ばれ、第 1 の色フィルタを赤 (R) 、第 2 の色フィルタを緑 (G r) 、第 3 の色フィルタを緑 (G b) 、第 4 の色フィルタを青 (B) として繰り返し配列されている。原色の色フィルタ配列の中でも、高い解像度と優れた色再現性を備えた色フィルタ配列である。

【 0 0 3 2 】

40

次に、図 3 を参照して、画素 3 0 3 と画素演算部 3 0 4 の一部の構成について説明する。図 3 は、センサ基板 3 0 1 上の画素 3 0 3 及び画素 3 0 3 に対応する回路基板 3 0 2 上の画素演算部 3 0 4 の一部の等価回路を示している。

【 0 0 3 3 】

画素 3 0 3 は、クエンチ抵抗 4 0 1 、受光素子である A P D 4 0 2 、コンパレータ 4 0 3 、参照電圧 V_{th} を生成するための抵抗 R_1 、 R_2 を含み、センサ基板 3 0 1 上に配置される。なお、画素アレイに含まれる他の画素も同様の構成を有する。画素演算部 3 0 4 は、各画素 3 0 3 に対応したカウンタ 4 0 4 及び、各カウンタ 4 0 4 に接続された機能情報処理部 4 0 5 を含み、回路基板 3 0 2 上に配置される。

【 0 0 3 4 】

50

A P D 4 0 2 のアノード端は接地 (G N D) されており、カソード端はクエンチ抵抗 4 0 1 に接続されている。そして A P D 4 0 2 には、クエンチ抵抗 4 0 1 を介して、電圧 H V D D による逆バイアス電圧が印加される。このとき電圧 H V D D と G N D の電圧差は、A P D 4 0 2 をガイガーモードにする為にブレイク電圧以上となるように設定される。

【 0 0 3 5 】

A P D 4 0 2 のカソード端の電圧 V_{APD} (出力電圧) はコンパレータ 4 0 3 の一方の入力端に入力される。また、コンパレータ 4 0 3 のもう一方の入力端には、基準電圧 V_{ref} を、抵抗 R_1 と R_2 により分圧した参照電圧 V_{th} が入力される。

【 0 0 3 6 】

コンパレータ 4 0 3 は、電圧 V_{APD} が参照電圧 V_{th} レベルを往復した場合にパルス信号を出力する。コンパレータ 4 0 3 から出力されたパルス信号は、各画素に対応するカウンタ 4 0 4 に入力され、その数が計測される。カウンタ 4 0 4 にはバイナリカウンタ等の回路が用いられ、ビット数に応じてカウンタ 4 0 4 によりカウントすることのできる最大値が決まる。

10

【 0 0 3 7 】

各カウンタ 4 0 4 からの出力 (カウント値) は、信号処理回路 3 0 5 及び機能情報処理部 4 0 5 の少なくともいずれか一方に送られる。信号処理回路 3 0 5 に直接送られたカウント値は、そのまま撮像信号処理回路 1 0 1 へ送られる。

【 0 0 3 8 】

一方、機能情報処理部 4 0 5 へ送られた場合、機能情報処理部 4 0 5 は入力したカウント値に基づいてカウント情報を生成し、信号処理回路 3 0 5 を介して、露光終了判定部 1 0 3 へと出力される。なお、後述する露光終了判定条件によって、カウント情報は様々な形態を取ることが可能であり、その詳細については、後述する。

20

【 0 0 3 9 】

露光終了判定部 1 0 3 は、機能情報処理部 4 0 5 から得られた情報を元に、露光を終了するか否かの判定を行い、読み出し制御回路 1 0 4 へと情報を出力する。露光終了判定部 1 0 3 が露光を終了しない (露光を継続する) と判定した場合、読み出し制御回路 1 0 4 は再びカウント情報を取得する処理に戻り、同様の処理を繰り返す。露光終了判定部 1 0 3 が露光を終了すると判定した場合、読み出し制御回路 1 0 4 は、カウンタ 4 0 4 の動作を終了し、全画素情報を読み出すように、撮像素子 1 0 0 を制御する。

30

【 0 0 4 0 】

次に、本実施形態における撮像装置の動作について、図 4 のタイミングチャートを参照しながら、図 5 のフローチャートに沿って説明する。

【 0 0 4 1 】

時刻 t_0 において、ユーザにより、操作部 1 1 0 に含まれる電源ボタンが ON され、更に操作部 1 1 0 に含まれる静止画記録ボタンが ON されると処理が開始され、S 5 0 2 において、全体制御演算部 1 0 2 は、各種初期設定を行う。この初期設定は、撮像素子 1 0 0 に対する ISO 感度 (撮影感度) の設定や、フォーカス駆動回路 1 1 2 に対する第 2 レンズ群 1 1 8 の位置の設定、絞り駆動回路 1 1 3 に対する絞り値の設定等を含む。また、露光終了判定の基準を定める。

40

【 0 0 4 2 】

次に、S 5 0 4 において、全体制御演算部 1 0 2 は、機能情報処理部 4 0 5 を制御すべく、読み出し制御回路 1 0 4 に露光終了判定に用いるカウント情報を得るための条件設定を行う。

【 0 0 4 3 】

まず、カウンタ 4 0 4 から機能情報処理部 4 0 5 に入力する情報としては、読み出す画素と、カウンタ 4 0 4 から読み出すビットが挙げられる。全画素の情報を監視したい場合には、全画素のカウンタ 4 0 4 からカウント値を読み出すように設定する。また、主被写体枠や中央測光エリア等、一部の画素情報を監視したい場合には、対象となる画素のカウンタ 4 0 4 からカウント値を読み出すように設定する。

50

【 0 0 4 4 】

さらに、各画素のカウンタ 4 0 4 の全ビット情報を用いて露光終了判定を行う場合には全ビット情報を読み出すように設定し、各画素のカウンタ 4 0 4 の一部のビット情報を用いて露光終了判定を行う場合には一部のビット情報のみを読み出すように設定する。

【 0 0 4 5 】

一部のビット情報のみを露光終了判定に用いるときの処理の一例として、S 5 0 2 の初期設定時に定めた露光終了判定の基準値から、読み出すビットを決定する方法がある。例えば、カウンタ 4 0 4 の上位 2 ビットを監視することで、カウンタ 4 0 4 が最大値に達する前に、露光を終了させるように、全体制御演算部 1 0 2 が読み出し制御回路 1 0 4 を制御することができる。

10

【 0 0 4 6 】

また、全ビット情報を露光終了判定に用いることで、例えば、カウンタ 4 0 4 の最大値の 4 分の 3 で露光を終了させるなど、任意のカウント値に達したことに応じて、露光を終了させることができる。

【 0 0 4 7 】

S 5 0 5 において、撮像素子 1 0 0 のカウンタ 4 0 4 をリセットした後（時刻 t 1 ）、S 5 0 6 において、全体制御演算部 1 0 2 によって決められた露出条件（露光時間 / 絞り / 感度）に従って、読み出し制御回路 1 0 4 は撮像素子 1 0 0 の露光を開始する（時刻 t 2 ）。これにより、A P D 4 0 2 は動作を開始し、カウンタ 4 0 4 はコンパレータ 4 0 3 から出力されたパルス信号のカウントを開始する。

20

【 0 0 4 8 】

予め決められた時間が経過すると、S 5 0 7 において、S 5 0 4 で設定された条件に基づいて、機能情報処理部 4 0 5 はカウンタ 4 0 4 からカウント値を読み出して処理し（時刻 t 3 ）、露光終了判定部 1 0 3 が必要とするカウント情報を出力する。例えば、全画素の情報を用いて露光終了判定を行う場合、機能情報処理部 4 0 5 は、全画素のカウンタ 4 0 4 からカウント値を読み出す。また、一部の画素の情報を用いて露光終了判定を行う場合には、機能情報処理部 4 0 5 は、設定された一部の画素のカウンタ 4 0 4 からカウント値を読み出す。

【 0 0 4 9 】

また、カウンタ 4 0 4 の全ビット情報を用いて露光終了判定を行う場合には、機能情報処理部 4 0 5 は、カウンタ 4 0 4 の全ビット情報を読み出し、一部のビット情報を用いて露光終了判定を行う場合には、必要なビット情報のみを読み出す。

30

【 0 0 5 0 】

機能情報処理部 4 0 5 は、このようにして読み出した必要な情報をそのままカウント情報として出力しても良い。また、いずれかのカウンタ 4 0 4 のビット情報が予め決められた条件を満たした場合に、その旨を示す情報（例えば、「1」）をカウント情報として出力するようにしても良い。

【 0 0 5 1 】

また、露光終了判定部 1 0 3 が指定の領域の画素値の積分結果に基づいて判定を行う場合には、S 5 0 4 で設定された条件に基づいて得られた情報を加算した情報をカウント情報として出力しても良い。また、露光終了判定部 1 0 3 が最も大きいカウント値の情報をを用いて判定を行う場合には、入力したカウント値の内、最大のカウント値をカウント情報として出力しても良い。他にも、条件に応じて様々なカウント情報を出力することが考えられる。

40

【 0 0 5 2 】

S 5 0 8 では、露光終了判定部 1 0 3 が、機能情報処理部 4 0 5 から出力されたカウント情報に基づいて、露光終了判定処理を行う（時刻 t 4 ）。ここでの判定は、機能情報処理部 4 0 5 から出力されたカウント情報が、S 5 0 2 で初期設定時に定めた露光終了判定の条件を満たしているか否かで判定する。

【 0 0 5 3 】

50

例えば、上位 2 ビットの値に基づく指定領域の積分結果で判定する場合、S 5 0 7 において機能情報処理部 4 0 5 が各画素のカウンタ 4 0 4 の上位 2 ビットの値を読み出し、指定領域内の画素のカウント値を積分し、積分値をカウント情報として出力するような構成が考えられる。この際、露光終了判定部 1 0 3 では得られる積分値を所定の閾値と比較し、積分値が閾値に達するか否かで露光終了判定を行うことができる。上述の通り、機能情報処理部 4 0 5 の処理内容と、露光終了判定部 1 0 3 の判定方法には、他にも様々なものが考えられる。

【 0 0 5 4 】

そして、露光を終了する場合は S 5 0 9 へ進んで露光を終了し、カウンタ 4 0 4 のカウントを停止する（時刻 t 9）。露光を終了しない場合は S 5 0 7 に戻り、露光を継続して、露光終了判定処理を繰り返す（時刻 t 5、t 6、t 7、t 8）。

10

【 0 0 5 5 】

S 5 0 9 で露光を終了すると、S 5 1 0 において、全画素 3 0 0 のカウンタ 4 0 4 から、全ビット情報の読み出しを行い、静止画情報を取得する。なお、ここで読み出された情報（カウント値）は、カウンタ 4 0 4 から直接信号処理回路 3 0 5 を介して撮像信号処理回路 1 0 1 へと送られ、処理されて画像データに変換される。

【 0 0 5 6 】

続く S 5 1 1 では、画像データに対し、全体制御演算部 1 0 2 は静止画の現像処理として、ノイズを軽減するローパスフィルタ処理やシェーディング補正処理、WB 補正処理など各種の画像データ処理や補正処理を行う。

20

【 0 0 5 7 】

S 5 1 2 では、S 5 1 1 で処理された画像データを、静止画データとして記録媒体 1 0 8 へ記録、または、表示部 1 0 7 へのライブビュー表示などを行い、処理を終了する。

【 0 0 5 8 】

上記の通り第 1 の実施形態によれば、露光終了判定に必要な情報のみをカウンタから読み出すことで、撮像素子 1 0 0 とのデータ通信量を減らすことが可能となる。これにより、露光終了判定処理を行う間隔を短くすることが可能となり、露光終了判定の基準から大きく離れることなく、露光を終了することができる。

【 0 0 5 9 】

なお、本実施形態では撮像素子 1 0 0 を積層センサであること前提とし、機能情報処理部 4 0 5 を撮像素子 1 0 0 内に持つ構成としたが、本発明はこれに限られるものではない。

30

【 0 0 6 0 】

また、本実施形態では露光終了判定部 1 0 3 及び読み出し制御回路 1 0 4 を独立して持つ構成としたが、本発明はこれに限られるものではなく、撮像素子 1 0 0 内に含まれる構成としてもよい。その場合、撮像素子 1 0 0 単体で撮像デバイスを構成する。

【 0 0 6 1 】

< 第 2 の実施形態 >

次に、本発明の第 2 の実施形態について説明する。なお、本実施形態における撮像装置の構成は、図 1 乃至図 3 を参照して説明したものと同様であるため、ここでは説明を省略する。

40

【 0 0 6 2 】

第 2 の実施形態は、露光終了判定処理が第 1 の実施形態と異なる。第 1 の実施形態では、初期設定時（S 5 0 2）に露光終了判定の基準を定めておき、機能情報処理部 4 0 5 から出力されたカウント情報が基準を超えているか否かを判断して露光終了タイミングの制御を行う。

【 0 0 6 3 】

それに対し、第 2 の実施形態では、機能情報処理部 4 0 5 から出力されたカウント情報を表示部 1 0 7 に表示し、ユーザの操作により露光終了タイミングの制御を行う。以下、第 2 の実施形態における撮像装置の動作について、図 6 のフローチャートを用いて説明する。なお、図 5 に示す第 1 の実施形態で説明した処理と同様の処理には同じ参照番号を付

50

し、適宜説明を省略する。

【 0 0 6 4 】

ユーザにより、操作部 1 1 0 に含まれる電源ボタンが ON され、更に操作部 1 1 0 に含まれる静止画記録ボタンが ON されると処理が開始され、全体制御演算部 1 0 2 は、各種初期設定を行う (S 6 0 2)。ここでの初期設定は、撮像素子 1 0 0 に対する ISO 感度 (撮影感度) の設定や、フォーカス駆動回路 1 1 2 に対する第 2 レンズ群 1 1 8 の位置の設定、絞り駆動回路 1 1 3 に対する絞り値の設定等を含む。なお、上述した第 1 の実施形態では、この初期設定を行うタイミングで露光終了判定の基準を定める処理を行うが、本実施形態では行わない。

【 0 0 6 5 】

次に、S 6 0 3 において、撮像信号処理回路 1 0 1 に入力する条件を設定し、機能情報処理部 4 0 5 の制御を行う。撮像信号処理回路 1 0 1 に入力するカウント情報は、第 1 の実施形態と同様に、読み出す画素と、カウンタ 4 0 4 から読み出すビットが挙げられる。このとき、本実施形態では、ユーザが表示部 1 0 7 にてカウンタ 4 0 4 のカウント値を確認し、操作部 1 1 0 より露光終了操作を行うため、機能情報処理部 4 0 5 は、積分等の処理は行わずに、S 6 0 3 で設定された条件に基づいたカウント情報をそのまま出力する。ただし、表示部 1 0 7 の画素数が少ない場合等、全画素の情報が不要ない場合には、画素の加算処理や間引き処理を行うよう、読み出す画素の条件を設定する。

【 0 0 6 6 】

続いて、S 5 0 5 で撮像素子 1 0 0 のカウンタ 4 0 4 をリセットした後、S 5 0 6 で撮像素子 1 0 0 の露光を開始する。

【 0 0 6 7 】

S 6 0 4 において、S 6 0 3 で設定された条件に基づいて、機能情報処理部 4 0 5 はカウンタ 4 0 4 からカウント値を読み出して、撮像信号処理回路 1 0 1 にカウント情報を出力する。S 6 0 5 では、全体制御演算部 1 0 2 は表示用画像の現像処理として、ノイズを軽減するローパスフィルタ処理やシェーディング補正処理、WB 補正処理など各種の画像データ処理や補正処理を行い、S 6 0 6 で表示部 1 0 7 へのライブビュー表示を行う。

【 0 0 6 8 】

S 6 0 7 で、ユーザにより操作部 1 1 0 に含まれる静止画記録ボタンが OFF された否かを判定する。静止画記録ボタンが OFF された場合は S 5 0 9 へ進んで露光を終了し、カウンタ 4 0 4 のカウントを停止する。静止画記録ボタンが OFF されていない場合は S 6 0 4 に戻って露光を継続し、露光終了判定処理を繰り返す。

【 0 0 6 9 】

そして、第 1 の実施形態と同様に、S 5 0 9 ~ S 5 1 2 の処理を行って、処理を終了する。

【 0 0 7 0 】

上記の通り第 2 の実施形態によれば、露光終了判定として必要な情報のみを読み出すことで、撮像素子 1 0 0 とのデータ通信量を減らすことが可能となることに加え、ユーザの所望のタイミングで露光を終了することが行うことができる。

【 0 0 7 1 】

< 第 3 の実施形態 >

以下、本発明の第 3 の実施形態について説明する。なお、本実施形態における撮像装置の構成は、図 1 乃至図 3 を参照して説明したものと同様であるため、ここでは説明を省略する。

【 0 0 7 2 】

第 3 の実施形態は、露光終了判定処理の開始タイミング、即ち、最初の露光終了判定を行うタイミングが第 1 の実施形態と異なる。第 1 の実施形態では、撮像素子 1 0 0 の露光開始後 (S 5 0 6)、すぐに露光終了判定用の情報 (カウント値) を読み出し (S 5 0 7)、露光終了判定 (S 5 0 8) を行う。これに対し、第 3 の実施形態では、静止画の記録動作開始に先立って得られた AE (A u t o m a t i c E x p o s u r e) 演算用画像

10

20

30

40

50

情報に基づいて、露光終了判定用の情報の読み出しを開始するタイミングを変更する。以下に、第3の実施形態における撮像装置の動作について、図7のフローチャートを用いて説明する。なお、図5に示す第1の実施形態で説明した処理と同様の処理には同じ参照番号を付し、適宜説明を省略する。

【0073】

ユーザにより、操作部110に含まれる電源ボタンがONされ、更に操作部110に含まれる静止画記録ボタンがONされると処理が開始され、全体制御演算部102は、各種AE演算用画像の初期設定を行う(S702)。ここでの初期設定とは、撮像素子100に対するISO感度(撮影感度)の設定や、フォーカス駆動回路112に対する第2レンズ群118の位置の設定、絞り駆動回路113に対する絞り値の設定等を含む。このとき、AE演算用画像の取得領域は、全体制御演算部102により撮像装置の測光条件に応じて決定される。そして、AE演算用画像の撮影を行う(S703)。ここで取得された画像を、静止画撮影前の待機画像として表示部107へライブビュー表示を行っても良い。

【0074】

続くS704では、S703で取得したAE演算用画像から露光終了判定処理の開始タイミングを設定する。まず、全体制御演算部102は、S702で設定したAE演算用画像の初期設定と、S703で取得したAE演算用画像の画素積分値より、各画素303に対応するカウント値の増加速度を求める。このカウント値の増加速度と、静止画撮影時の撮影条件(ISO感度、TV(シャッタ速度)、露出等)において、露光終了の判定が為されるであろう露光時間から、露光終了判定処理の開始タイミングを決定する。ここでは、撮像素子100の露光を開始してからの時間を決定する。

【0075】

その後、第1の実施形態と同様にS502、S504、S505、S506の処理を行って、S705に進む。

【0076】

S705では、S506で撮像素子100の露光が開始されてから、S704で決定した露光終了判定処理の開始時間が経過しているか否かを判定する。経過している場合には、第1の実施形態と同様に、S507~S512の処理を行って、図7に示す処理を終了する。経過していない場合には、S705を繰り返し、露光終了判定処理の開始時間が経過するまで待機する。

【0077】

上記の通り第3の実施形態によれば、撮像動作開始前にAE演算用画像を取得し、露光終了判定開始タイミングを設定する。これにより、第1の実施形態と同様の効果に加えて、露光終了判定処理を行う回数を減らすことが可能となり、撮像装置の省電力化につなげることができる。

【0078】

なお、第3の実施形態では露光終了判定処理のタイミングに関し、開始タイミングのみを設定し、その後は定期的に露光終了判定処理を行うとしたが、この限りではない。露光終了判定処理開始後、S507で読み出した露光終了判定用情報より、再度、各画素303に対応するカウント値の増加速度を求め、このカウント値の増加速度から、露光終了判定タイミングの頻度を変更するようにしても良い。

【0079】

<第4の実施形態>

次に、本発明の第4の実施形態について説明する。なお、本実施形態における撮像装置の構成は、図1乃至図3を参照して説明したものと同様であるため、ここでは説明を省略する。

【0080】

露光終了判定部103において露光を終了すると判定してから、実際に読み出し制御回路104がカウンタ404でのカウントを止め、撮像素子100の露光を終了するよう制御するまでには、多少の時間を要する。以下、ここにかかる時間を「露光終了時タイムラ

10

20

30

40

50

グ」と呼ぶ。

【 0 0 8 1 】

つまり、露光終了判定部 1 0 3 が露光を終了すると判定してからも、撮像素子 1 0 0 は露光終了時タイムラグの分、露光が続いてしまう。そのため露光終了判定部 1 0 3 は、実際に狙う明るさに達する前に露光終了と判定する必要がある。ただし、露光終了時タイムラグの期間の露光量（カウンタ 4 0 4 の進み具合）は、被写体の輝度により異なる。

【 0 0 8 2 】

そこで、第 4 の実施形態では、本画像露光中に取得するカウント値を用い、露光終了判定の基準値を変更する処理を行う。

【 0 0 8 3 】

第 4 の実施形態は、露光終了判定処理での基準値の設定の手法が第 1 の実施形態と異なる。第 1 の実施形態では、初期設定時（S 5 0 2）に露光終了判定処理の基準値を決定する。それに対し、第 4 の実施形態では、静止画記録動作中に得られる露光終了判定用の情報より求められるカウント値の増加速度から、S 5 0 2 で設定した露光終了判定処理の基準値を変更していく。

【 0 0 8 4 】

以下に本実施形態における撮像装置の動作について、図 8 のフローチャートを用いて説明する。なお、図 5 に示す第 1 の実施形態で説明した処理と同様の処理には同じ参照番号を付し、適宜説明を省略する。

【 0 0 8 5 】

まず、ユーザにより、操作部 1 1 0 に含まれる電源ボタン（不図示）が ON された後に行われる S 5 0 2 ~ S 5 0 7 の処理は、第 1 の実施形態における処理と同様である。

【 0 0 8 6 】

S 5 0 7 で露光終了判定用にカウンタ 4 0 4 からカウント値を読み出すと、次の S 8 0 2 において、S 5 0 7 で読み出したカウント値より、カウント値の増加速度を算出する。続いて S 8 0 3 では、S 8 0 2 で求めたカウント値の増加速度より、露光終了判定時に用いる基準値の更新を行う。

【 0 0 8 7 】

ここでは、露光終了時タイムラグにカウント値の増加速度をかけた分、基準値から前倒しすることで、露光終了処理時（カウント停止時）に合わせたいカウント値となるように基準値を変更する。この処理により、露光終了時タイムラグによるカウント値の誤差を防ぐことが可能となる。

【 0 0 8 8 】

続いて、S 5 0 8 ~ S 5 1 2 の処理を行って、図 8 の処理を終了する。

【 0 0 8 9 】

上記の通り第 4 の実施形態によれば、第 1 の実施形態と同様の効果に加え、露光終了用に取得した情報をカウント値の増加速度の算出にも用いることで、露光終了時タイムラグによる誤差を吸収し、所望の露光量により近い画像を取得することが可能となる。

【 0 0 9 0 】

< 他の実施形態 >

なお、本発明は、複数の機器から構成されるシステムに適用しても、一つの機器からなる装置に適用してもよい。

【 0 0 9 1 】

また、本発明は、上述の実施形態の 1 以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける 1 つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1 以上の機能を実現する回路（例えば、ASIC）によっても実現可能である。

【 0 0 9 2 】

発明は上記実施形態に制限されるものではなく、発明の精神及び範囲から離脱することなく、様々な変更及び変形が可能である。従って、発明の範囲を公にするために請求項を

10

20

30

40

50

添付する。

【符号の説明】

【 0 0 9 3 】

1 0 0 : 撮像素子、1 0 1 : 撮像信号処理回路、1 0 2 : 全体制御演算部、1 0 3 : 露光終了判定部、1 0 4 : 読み出し制御回路、1 0 5 : メモリ部、1 0 7 : 表示部、1 1 0 : 操作部、3 0 1 : センサ基板、3 0 2 : 回路基板、3 0 3 : 画素、3 0 4 : 画素演算部、3 0 5 : 信号処理回路、4 0 2 : A P D、4 0 3 : コンパレータ、4 0 4 : カウンタ、4 0 5 : 機能情報処理部

10

20

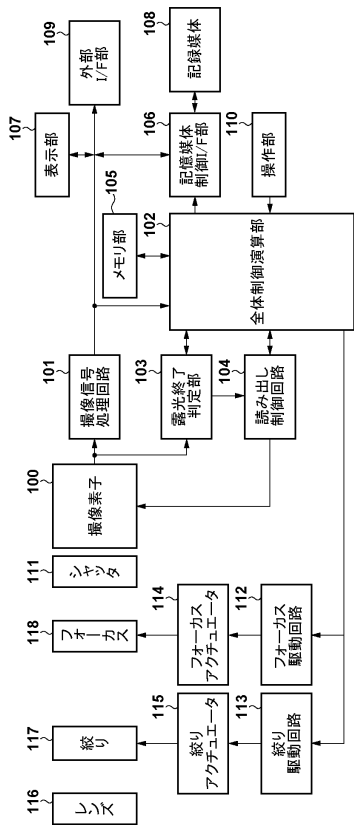
30

40

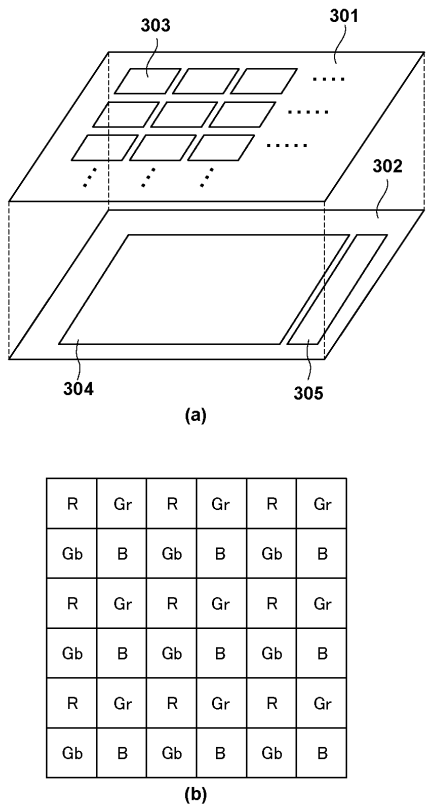
50

【図面】

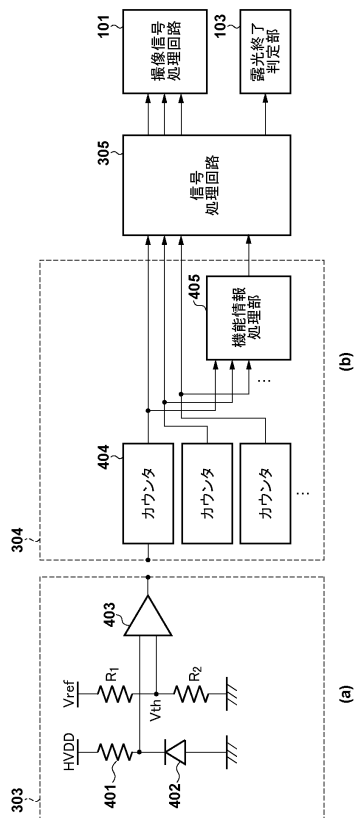
【図 1】



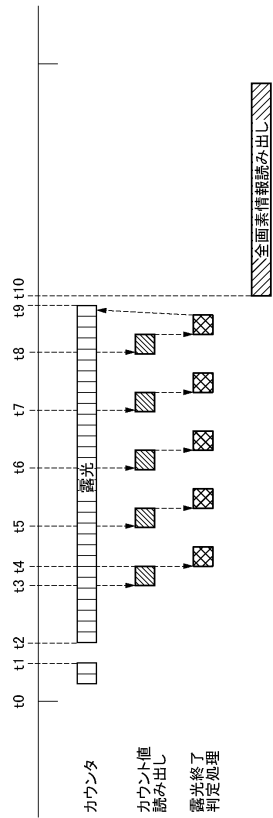
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

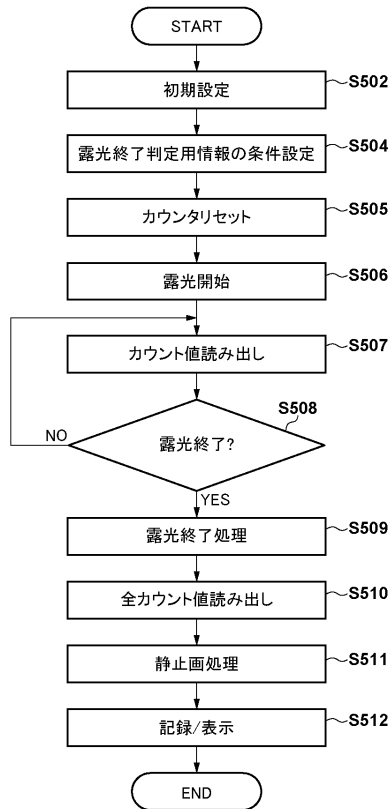
20

30

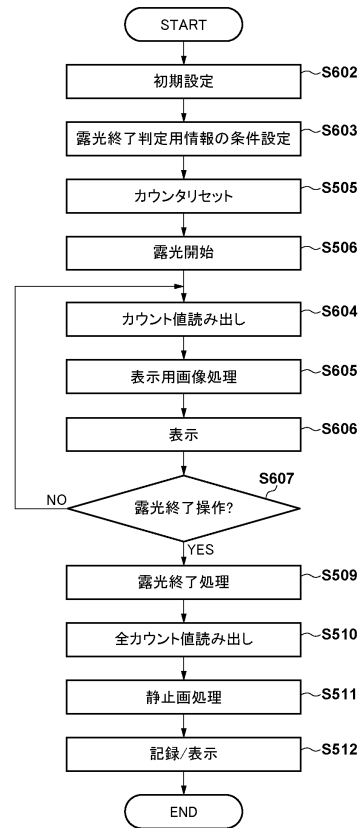
40

50

【図 5】



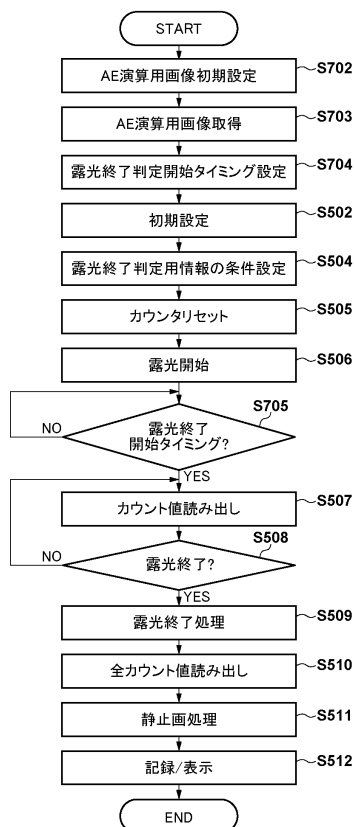
【図 6】



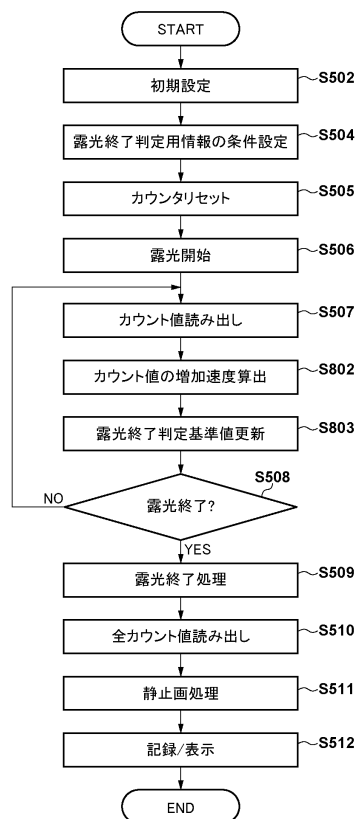
10

20

【図 7】



【図 8】

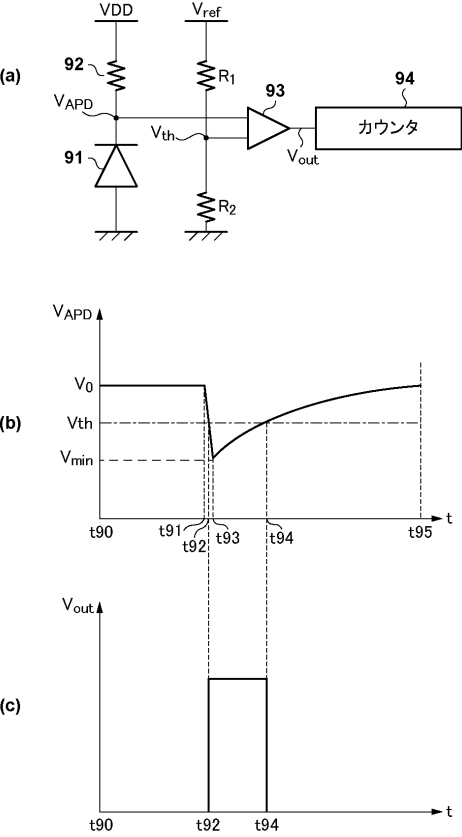


30

40

50

【 図 9 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 8 - 1 9 8 3 8 8 (J P , A)
特開 2 0 1 5 - 1 5 9 5 1 8 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 1 0 1 8 7 0 (J P , A)
特開平 0 9 - 2 1 0 7 7 8 (J P , A)
特開 2 0 1 5 - 0 9 2 6 6 0 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- H 0 4 N 2 5 / 0 0 - 2 5 / 7 9
G 0 1 J 1 / 4 2
G 0 1 J 1 / 0 2