

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7095626号
(P7095626)

(45)発行日 令和4年7月5日(2022.7.5)

(24)登録日 令和4年6月27日(2022.6.27)

(51)国際特許分類

| | | | | | |
|---------|-----------------|-----|---------|-------|---|
| G 0 1 S | 7/481(2006.01) | F I | G 0 1 S | 7/481 | A |
| G 0 1 S | 7/497(2006.01) | | G 0 1 S | 7/497 | |
| G 0 1 S | 17/89 (2020.01) | | G 0 1 S | 17/89 | |

請求項の数 8 (全12頁)

(21)出願番号 特願2019-40535(P2019-40535)
 (22)出願日 平成31年3月6日(2019.3.6)
 (65)公開番号 特開2020-143996(P2020-143996)
 A)
 (43)公開日 令和2年9月10日(2020.9.10)
 審査請求日 令和3年6月14日(2021.6.14)

(73)特許権者 000004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
 (74)代理人 110000028弁理士法人明成国際特許事務所
 立野 善英
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
 審査官 藤田 都志行

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光学的測距装置

(57)【特許請求の範囲】**【請求項1】**

光学的測距装置(10)であって、
 受光した光量に応じた出力信号を出力する光検出器(30)と、
 前記光検出器に外部の光を入射させる状態と、外部の光を前記光検出器に入射させない暗状態とに切り替え可能な走査型スキャナ(50)と、
 前記暗状態における前記光検出器から出力された出力信号と判定閾値とを用いて前記光検出器の劣化状態を判断する異常判定器(72)と、
 を備える、光学的測距装置。

【請求項2】

請求項1に記載の光学的測距装置であって、
 前記異常判定器は、温度によって前記判定閾値を変更可能である、光学的測距装置。

【請求項3】

請求項1または請求項2に記載の光学的測距装置であって、
 前記光学的測距装置の始動時と停止時の少なくとも一方において、前記走査型スキャナは、前記暗状態に切り替え、前記異常判定器は前記光検出器の劣化状態を判断する、光学的測距装置。

【請求項4】

請求項1から請求項3までのいずれか一項に記載の光学的測距装置であって、
 前記光検出器はSPADである、光学的測距装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の光学的測距装置であって、
前記出力信号はパルスであり、
さらに、前記パルスの数をカウントするパルスカウンタ（60）を備える、光学的測距装置。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 までのいずれか一項に記載の光学的測距装置であって、
前記光検出器は、2 次元に配列された画素ユニットであって、n 個（n は、2 以上の整数）の受光素子で構成された画素ユニットを有し、
前記異常判定器は、画素ユニットにおいて n 個の受光素子のうち少なくとも m 個（m は n より小さい自然数）の受光素子に異常がある場合、該画素ユニットを異常と判断する、光学的測距装置。 10

【請求項 7】

請求項 6 に記載の光学的測距装置であって

前記異常判定器は、異常と判断された画素ユニットに隣接する位置に、異常と判断された他の画素ユニットが存在している場合には、異常信号を出力するとともに、前記光検出器を停止させる、光学的測距装置。

【請求項 8】

請求項 1 から請求項 7 までのいずれか一項に記載の光学的測距装置であって、さらに、光の強度を検出する光センサ（26）を備え、

前記光センサが検出した光の強度が判定値よりも小さい場合に、前記走査型スキャナは、前記暗状態に切り替え可能である、光学的測距装置。 20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本開示は、光学的測距装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

特許文献 1 には、対象物に光を発光し、反射光を受光するまでの光の飛行時間（T O F）を用いて対象物までの距離を測定する光学的測距装置が開示されている。この光学的測距装置は、光検出器として、ガイガーモードで動作する S P A D（シングル・フォトン・アバランシェ・ダイオード）を用いている。 30

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【文献】特開 2016 - 176750 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

こうした光検出器では、S P A D を構成する半導体の内部欠陥を起因として経時劣化が生じることが知られている。経時劣化が進行すると、光の受光とは無関係に流れる暗電流が増加し、距離を正しく測定できないなどの故障の要因になり得る。光学的測距装置を車載する前の検査段階など、校正された試験環境では、光検出器の異常の有無を検査・判定する事は可能である。しかし、光学的測距装置が車載されると、例えば、屋外照明環境下では、外乱光などの光が光検出器に入射する。この外乱光の入射により電流を生じるが、暗電流との区別が難しい。そのため、光学的測距装置が車載された後では、光検出器の異常の有無を判定するのが困難であるという問題があった。そのため、光学的測距装置が車載された後であっても光検出器の異常の有無を容易に判定可能な技術が求められている。なお、この課題は、光検出器が S P A D で構成されている場合に限られず、C C D や C M O S センサで構成されている場合も同様に生じる。 40

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0005】

本開示の一形態によれば、光学的測距装置(10)が提供される。この光学的測距装置は、受光した光量に応じた出力信号を出力する光検出器(30)と、前記光検出器に外部の光を入射させる状態と、外部の光を前記光検出器に入射させない暗状態とに切り替える走査型スキャナ(50)と、前記暗状態における前記光検出器から出力された出力信号と判定閾値とを用いて前記光検出器の劣化状態を判断する異常判定器(72)と、を備える。この形態によれば、異常判定器は、走査型スキャナにより暗状態に切り替えられるので、光の影響を受けない状態で光検出器の異常の有無を判定できる。

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】車両と車両に搭載された光学的測距装置を示す説明図である。

【図2】光学的測距装置の概略構成を示す説明図である。

【図3】第1暗状態を示す説明図である。

【図4】第2暗状態を示す説明図である。

【図5】光検出器の動作時間と暗状態の単位時間当たりのパルスの数を示す説明図である。

【図6】温度と判定閾値の関係を示す説明図である。

【図7】光検出器の構成を示す説明図である。

【図8】暗状態で異常判定器が実行する画素ユニットの異常の有無の判断フローチャートである。

【図9】図8のフローチャートを実行した結果の一例を示す説明図である。

【図10】異常判定器が実行する光検出器を停止するか否かの判断フローチャートである。

【図11】異常判定された画素ユニットが隣接する場合の例を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0007】

・全体構成：

図1に示すように、光学的測距装置10は、車両100に搭載されており、対象物200までの距離Lを測定する。具体的には、光学的測距装置10は、発光ビームILを対象物200に発光してから、発光ビームILが対象物200に当たって返ってくる反射光RLが受光するまでの時間TOFを用いて対象物200までの距離Lを測定する。cを光速とすると、 $L = c \cdot TOF / 2$ である。

【0008】

図2に示すように、光学的測距装置10は、ケース20と、光検出器30と、光源35と、集光レンズ40と、走査型スキャナ50と、パルスカウンタ60と、距離測定部70と、温度センサ80と、を備える。ケース20は、光検出器30を収納するケースであり、窓22と、無反射材24と、光センサ26とを備える。走査型スキャナ50は、反射ミラー52と、ミラー駆動部54とを備える。距離測定部70は、異常判定器72を備える。

【0009】

ケース20は、内部に、光検出器30と、集光レンズ40と、反射ミラー52と、無反射材24と、を収納している。ケース20は、窓22以外が開口していない構成を有しており、窓22からのみ、光が内部に入射する。反射ミラー52は、窓22から入射した光である反射光RLを光検出器30の方向に反射する。集光レンズ40は、光検出器30と反射ミラー52との間に配置されており、反射ミラー52で反射した反射光RLを光検出器30に集光する。光検出器30は、例えば、SPAD(シングル・フォトン・アバランシエ・ダイオード)で形成されており、受光した反射光RLの光量に応じてパルスを発生する。パルスカウンタ60は、このパルスの数をカウントする。距離測定部70は、このパルスの数を用いて、対象物200までの距離を算出する。具体的には、時間毎のパルスの数のヒストグラムを作成し、光源35が発光ビームILを発光してからヒストグラムにおいてピークが生じた時までの時間をTOFとし、このTOFを用いて対象物200までの距離を算出する。なお、本実施形態では、光源35を光検出器30と異軸としているが、同

10

20

30

40

50

軸としても良い。同軸の場合には、光源 35 は、ケース 20 の内部に収納される。

【0010】

・第 1 実施形態：

S P A D は、光が当たらなくても、パルスや暗電流を発生させる。このパルスや暗電流は、例えば、S P A D を構成する半導体の内部欠陥を起因とした S P A D の経時劣化により生じる。すなわち、S P A D がより劣化すれば、パルスの数や暗電流が増加する。よって、S P A D に光が当たらない暗状態を生じさせ、暗状態でのパルスの数や暗電流を測定することで、S P A D 、すなわち、光検出器 30 がどの程度劣化しているか否かを判断できる。

【0011】

反射ミラー 52 は、ミラー駆動部 54 により駆動され、回転する。そのため、図 3 に示すように、ミラー駆動部 54 は、反射ミラー 52 を回転させ、入射光 L i n を窓 22 の方向に反射させることで、入射光 L i n が光検出器 30 に入射しない暗状態を作ることが可能である。この状態を「第 1 暗状態」と呼ぶ。入射光 L i n は、太陽光や、他の光源からの光が直接あるいは、他の物に反射して入射する光である。光源 35 が発光ビーム I L を発光している場合には、その反射光 R L も含む。したがって、異常判定器 72 は、光源 35 を発光させないことが好ましい。そうすれば、入射光 L i n に反射光 R L が加わらないからである。ただし、異常判定器 72 は、光源 35 を発光させても良い。反射光 R L は、反射ミラー 52 により反射し、光検出器 30 に入射し難いからである。

10

【0012】

また、図 4 に示すように、ミラー駆動部 54 は、反射ミラー 52 を回転させ、入射光 L i n を無反射材 24 の方向に反射させることで、入射光 L i n が光検出器 30 に入射しない暗状態を作ることが可能である。無反射材 24 は、反射ミラー 52 で反射した入射光 L i n を、これ以上反射せずに吸収する。この状態を「第 2 暗状態」と呼ぶ。

20

【0013】

図 2 から図 4 に示す異常判定器 72 は、第 1 暗状態または第 2 暗状態のような暗状態において、単位時間当たりに生じるパルスの数が、判定閾値 m 以上か否かを判断する。暗状態における単位時間当たりのパルスの数は、光検出器 30 が劣化すると増加する。光検出器 30 は、動作時間が増加すると、劣化する場合がある。従って、暗状態における単位時間当たりのパルスの数は、図 5 に示すように、光検出器 30 の動作時間が増加すると、増加する。単位時間当たりのパルスの数が判定閾値を超えたときが、光検知器 30 の異常発生時となる。なお、実際には、光検出器 30 の動作時間に対してパルスの数が直線的に増加するわけではない。図 5 に示すグラフは、実際の動作時間とパルスの数をグラフ化したものではなく、わかりやすくするために、動作時間に対してパルスの数が直線的に増加するようなグラフとしたものである。

30

【0014】

異常判定器 72 は、パルスの数と判定閾値とを用いて判断した結果、光検出器 30 に異常が発生したと判断すると、異常信号を出力する。この異常信号は、例えば、車両 100 のインストルメントパネルに表示されてもよく、あるいは、音により出力されても良い。

40

【0015】

以上、第 1 実施形態によれば、異常判定器 72 は、走査型スキャナ 50 を用いて、外部の光を光検出器 30 に入射させない暗状態に切り替え、暗状態における単位時間当たりのパルスの数と判定閾値とを用いることで、光検出器 30 の劣化状態を容易に判断できる。

【0016】

上記第 1 実施形態では、光検出器 30 として S P A D を用い、異常判定器 72 は、暗状態における光検出器 30 から出力される出力信号であるパルスの数を用いて光検出器 30 の異常、あるいは劣化状態を判断したが、光検出器 30 として C C D や M O S センサ、フォトトランジスタ等を用いてもよい。この場合には、パルスの数の代わりに暗電流を用いても良い。なお、これらの効果は、後述する他の実施形態においても同様である。

【0017】

50

・第2実施形態：

第2実施形態は、検出器30の温度によって判定閾値mを変更できる実施形態である。図2から図4に示す温度センサ80は、光検出器30の温度を測定する。光検出器30の温度が高くなると、パルスの数や暗電流が増加する。そのため、光検出器30が劣化していくなくても、温度が高い場合には、パルスの数や暗電流が増加し、劣化していると誤判断される可能性があるからである。そのため、異常判定器72は、図6に示すように、光検出器30の温度が高いほど判定閾値mが大きくなるように判定閾値を変更可能であってもよい。なお、本実施形態では、温度センサ80が光検出器30の温度を測定する構成を採用しているが、温度センサ80の代わりに、外気温を測定する外気温センサを用いても良い。特に、車両100の始動時には、外気温と光検出器30の温度はほぼ同じと考えられるからである。なお、温度センサ80を設けず、異常判定器72が判定閾値mを変更しない構成であってもよい。また、判定閾値mを変更する代わりに、測定値を温度に応じて補正してもよい。

10

【0018】

・第3実施形態：

第3実施形態は、ケース20の外部の光の強度により、暗状態への切り替えの是非を判断したり、判定値mを変更したりする実施形態である。図2から図4に示す光センサ26は、窓22が設けられた面と同じ面に設けられており、光の強度を検知する。光センサ26が検知する光は、外部からケース20の内部に入射する光の強度とほぼ等しい。異常判定器72は、ケース20の外部の光の強度が判定値よりも弱い場合に、暗状態へ切り替えて、光検出器30の異常を判断可能とする。ケース20の外部の光の強度が判定値よりも弱い場合には、ケース20の外部の光の一部が乱反射により光検出器30に入射しても、この光により電流が流れ、パルスが生じ難いからである。なお、異常判定器72は、ケース20の外部の光の強度に応じて、判定閾値mを変更するように構成しても良い。ケース20の外部の光の強度が弱くない場合でも光検出器30の劣化の判断を容易にできる。

20

【0019】

・第4実施形態：

第4実施形態は、光学的測距装置10を始動し、あるいは停止するときの少なくとも一方で光検出器30の異常の有無を判断する実施形態である。図2から図4に示すパワースイッチ90は、車両100を始動しましたは停止するためのパワースイッチである。パワースイッチ90がオン・オフされるときには、同時に、光学的測距装置10もオン・オフされる。車両100を始動する始動時、停止する停止時には、車両100は走行していないため、光学的測距装置10で物体200を検知する必要が無い。そのため、光学的測距装置10を暗状態として、異常判定器72が光検知器30の劣化を判断する良いタイミングである。また、車両100のパワースイッチ90がオン・オフされる場合には、車庫に入庫している場合もあり、外部の光の強度を低くでき、光検出器30の劣化を判断し易くできる場合がある。また、車両100のパワースイッチ90がオンされる時は、光検出器30の温度は、外気温とほぼ同じである。そのため、光検出器30の温度が安定した状態で、光検知器30の劣化を判断できる場合がある。

30

【0020】

・第5実施形態：

第5実施形態は、光検出器30が複数の画素ユニット32や受光素子34を備える場合の実施形態である。図7に示すように、第5実施形態では、光検出器30は、2次元に配列された画素ユニット32を有し、各画素ユニット32は、n個（nは2以上の整数）の受光素子34を有している。

40

【0021】

異常判定器72は、走査型スキャナ50を用いて、外部の光を光検出器30に入射させない暗状態に切り替えた後、例えば、図8に示すフローチャートに従って、画素ユニット32の異常を判定する。ステップS10では、異常判定器72は、変数iに1を代入し、変数Sumにゼロを代入する。変数iは、光学素子34の番号を示す変数であり、変数Su

50

m は、異常判定された光学素子34の数を示す変数である。

【0022】

ステップS20では、異常判定器72は、 i 番目の光学素子34の暗状態における単位時間当たりのパルスの数と判定閾値とを用いて、 i 番目の光学素子34に異常が生じているか否かを判断する。異常判定器72は、異常が生じていれば処理をステップS30に移行し、異常が生じていなければ処理をステップS60に移行する。

【0023】

ステップS30では、異常判定器72は、変数Sumに1を加える。次のステップS40では、異常判定器72は、変数Sumの値が判定値m2以上となった否かを判断する。異常判定器72は、変数Sumの値が判定値m2以上の場合には、ステップS50に移行し、該画素ユニット32を以上と判定する。一方、変数Sumの値が判定値m2未満の場合には、ステップS60に移行する。

10

【0024】

ステップS60では、異常判定器72は、変数iに1を加える。ステップS70では、異常判定器72は、変数iが画素ユニット32に含まれる受光素子34の数nよりも大きいか否かを判断する。変数iがnよりも大きい場合には、異常判定器72は、処理をステップS80に移行し、該画素ユニット32は正常と判定する。一方、変数iがn以下の場合には、異常判定器72は、処理をステップS20に移行する。

20

【0025】

図9に示すように、各受光素子34が判定されたと仮定する。この場合、異常判定器72は、異常と判断された受光素子34の数がm個（ m はnより小さい自然数）以上である場合に、そのm個の受光素子34を有する画素ユニット32を異常と判断する。ここで、 m は、光学的測距装置10の測距性能を保証可能な閾値として設定しておくことが好ましい。

【0026】

以上、第5実施形態によれば、異常判定器72は、2次元に配列された画素ユニット32において、n個の受光素子34のうちm個（ m はnより小さい自然数）の受光素子34に異常がある場合、該画素ユニットを異常と判断することができる。

【0027】

・第6実施形態：

第6実施形態は、複数の画素ユニット32に異常がある場合であって、その異常がある画素ユニット32が隣接している場合に、光検出器30を停止する実施形態である。図10に示す光検出器30の停止を判断するフローチャートについて説明する。ステップS100では、異常判定器72は、変数jに1を代入する。変数jは、画素ユニット32の番号を示す変数である。

30

【0028】

ステップS110では、異常判定器72は、図9で説明したフローチャートに従ってj番目の画素ユニットに異常があるか否かを判断する。j番目の画素ユニットに異常があつた場合には、異常判定器72は、処理をステップS120に移行し、異常が無かった場合には、処理をステップS140に移行する。

40

【0029】

ステップS120では、異常判定器72は、j番目の画素ユニット32に隣接する画素ユニット32について、異常と判断されていたか否かを判断する。図11に示すように、光検出器30は、U1からU16までの画素ユニット32を含み、U1から順にU16まで画素ユニット32の異常の有無を判断する。

【0030】

まず、異常と判断された画素ユニット32が、x方向に隣接する場合について説明する。j番目の画素ユニット32が例えばU3である場合、U3の画素ユニット32が異常と判断されても、隣接するU4は、異常か否かが判断されていない画素ユニット32である。そのため、j番目の画素ユニット32がU3である場合には、ステップS110がYes、ステップS120がNoとなるので、異常判定器72は、処理をステップS140に移

50

行する。一方、j番目の画素ユニット32が例えばU4である場合、U4の画素ユニット32が異常と判断され、隣接するU3はすでに異常と判断されている。そのため、j番目の画素ユニット32がU4である場合には、ステップS110がYes、ステップS120もYesとなるので、異常判定器72は、処理をステップS130に移行する。

【0031】

異常と判断された画素ユニット32が、y方向に隣接する場合についても同様である。j番目の画素ユニット32が例えばU10である場合、U10の画素ユニット32が異常と判断されても、隣接するU14は、異常か否かが判断されていない画素ユニット32である。そのため、j番目の画素ユニット32がU10である場合には、ステップS110がYes、ステップS120がNoとなるので、異常判定器72は、処理をステップS140に移行する。一方、j番目の画素ユニット32が例えばU14である場合、U14の画素ユニット32が異常と判断され、隣接するU10はすでに異常と判断されている。そのため、j番目の画素ユニット32がU14である場合には、ステップS110がYes、ステップS120もYesとなるので、異常判定器72は、処理をステップS130に移行し、光検出器30を停止し、その旨を報知する。これは、隣接する画素ユニット32に異常がある場合、小さな物体を検出できない可能性があるためである。ただし、異常判定器72は、異常を報知することに留め、光検出器30を停止しなくてもよい。また、異常判定器72は、x方向、y方向だけでなく、x、y方向に対して45度の方向で隣接している場合など、特定のパターンで生じた場合に、光検出器30を停止してもよい。

10

【0032】

ステップS140では、異常判定器72は、変数jに1を加える。ステップS150では、異常判定器72は、全ての画素ユニット32の異常の有無を判断したか否かを判断し、全ての画素ユニット32の異常の有無を、判断していない場合には、ステップS110に移行し、判断している場合には、処理を終了する。

20

【0033】

以上、第6実施形態によれば、n個の受光素子のうち、m個の受光素子で異常が生じた時に、当該画素ユニット32を異常と判断するので、ノイズ等による画素ユニット32の異常判定を抑制できる。また、画素ユニット32の異常が、特定のパターンで生じた場合に、光検出器30を停止するので、小さな物体を検出できない可能性がある場合には、光検出器30を停止し、その旨を警告できる。

30

【0034】

上記実施形態では、画素ユニット32に異常があったときに、隣接する画素ユニット32にも異常があったか否かを判断しているが、全ての画素ユニット32の異常の有無を検査して記憶装置に記録し、その後、隣接する画素ユニット32同士に異常があるか否かを判断しても良い。ただし、図10に示すフローチャートに従えば、画素ユニット32に異常がある場合、全ての画素ユニット32を検査する前に、光検出器30を停止でき、検査時間を短くすることができる。

【0035】

時間において検査が実行される場合、過去の検査・判断時に異常と判断された画素ユニットについては、記憶装置に記録し、今回の検査・判断では異常とみなして検査・判断を省略しても良い。一旦異常と判断された画素ユニット32は、劣化している可能性が高いからである。

40

【0036】

上記各実施形態では、異常判定器72は、暗状態における単位時間当たりのパルスの数と判定閾値とを用いて、光検出器30の異常の有無を判断したが、暗状態における、光検出器30の暗電流を用いて光検出器30の異常の有無を判断してもよい。

【0037】

本開示は、上述の実施形態に限られるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲において種々の構成で実現することができる。例えば、発明の概要の欄に記載した各形態中の技術的特徴に対応する実施形態の技術的特徴は、上述の課題の一部又は全部を解決するために

50

、あるいは、上述の効果の一部又は全部を達成するために、適宜、差し替えや、組み合わせを行うことが可能である。また、その技術的特徴が本明細書中に必須なものとして説明されていなければ、適宜、削除することが可能である。

【符号の説明】

【0038】

10 光学的測距装置 30 光検出器 50 走査型スキャナ 72 異常判定器

10

20

30

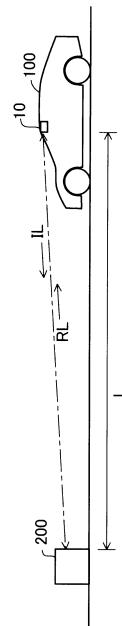
40

50

【図面】

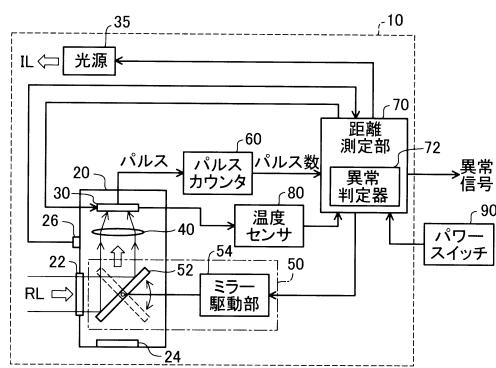
【図 1】

Fig.1



【図 2】

Fig.2



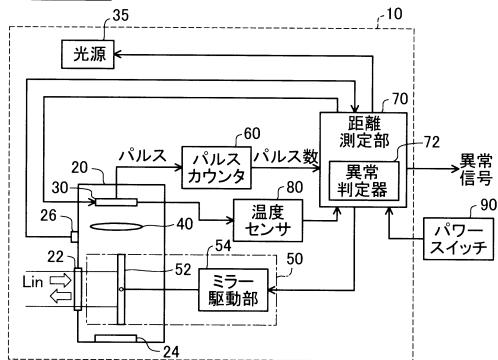
10

20

【図 3】

Fig.3

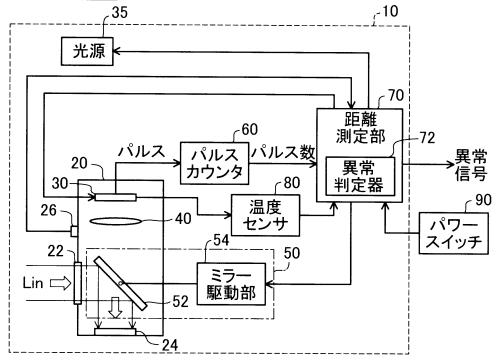
第1暗状態



【図 4】

Fig.4

第2暗状態

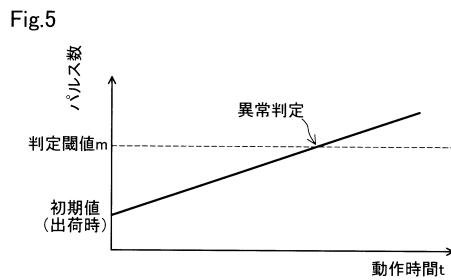


30

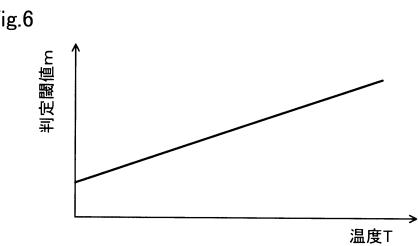
40

50

【図 5】

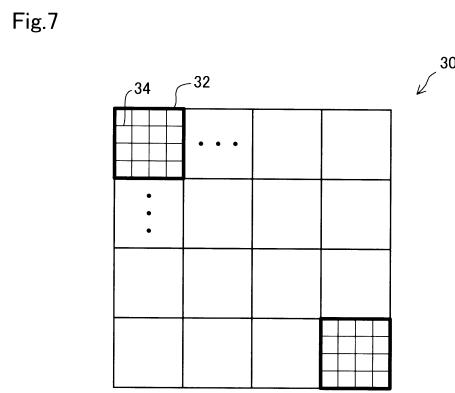


【図 6】

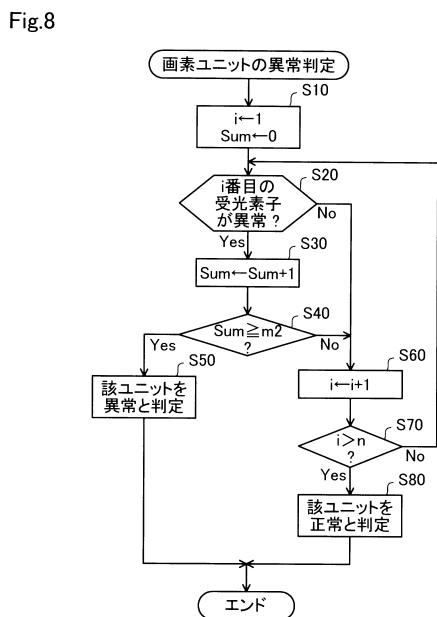


10

【図 7】



【図 8】



20

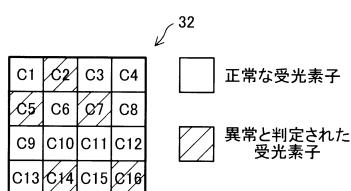
30

40

50

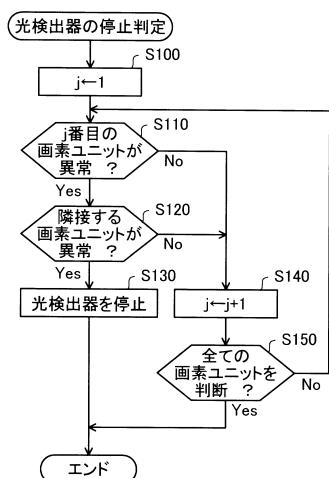
【図 9】

Fig.9



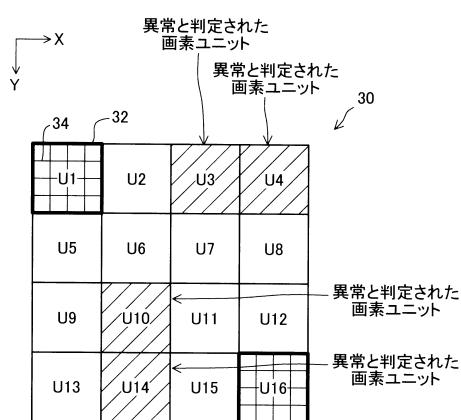
【図 10】

Fig.10



【図 11】

Fig.11



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2019-020149(JP, A)
 特開2011-185764(JP, A)
 特開平6-242239(JP, A)
 特開平6-129850(JP, A)
 米国特許出願公開第2015/0090866(US, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
 G01S 7/48 - 7/51
 G01S 17/00 - 17/95
 G01C 3/06