

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7115329号

(P7115329)

(45)発行日 令和4年8月9日(2022.8.9)

(24)登録日 令和4年8月1日(2022.8.1)

(51)国際特許分類

F I

G 0 1 S 7/497(2006.01)

G 0 1 S 7/497

G 0 1 S 17/10 (2020.01)

G 0 1 S 17/10

請求項の数 5 (全12頁)

(21)出願番号	特願2019-4953(P2019-4953)	(73)特許権者	000004260
(22)出願日	平成31年1月16日(2019.1.16)		株式会社デンソー
(65)公開番号	特開2020-112501(P2020-112501 A)	(74)代理人	愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 110000028弁理士法人明成国際特許事 務所
(43)公開日	令和2年7月27日(2020.7.27)	(72)発明者	立野 善英
審査請求日	令和3年4月26日(2021.4.26)		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	高 場 正光

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光学的測距装置および光学的測距装置における異常の発生を検出する方法

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

光学的測距装置(10)であって、  
測定領域(MR)を照射する照射光(IL)を射出する光源部(20)と、  
複数のSPAD(Single Photon Avalanche Diode)(31)が配列された受光面(32)を有し、前記照射光が反射された反射光(RL)の光子を前記SPADによって検出する受光部(30)と、  
前記光源部と、前記受光部と、を収容する筐体(60)と、  
前記光源部と前記受光部とを制御し、前記測定領域内の物体(OB)によって前記照射光が反射された測定用反射光(RLm)を前記受光面が受光したときに前記SPADが出力する信号を用いて、前記物体までの距離を測定する測距離処理を実行する制御部(50)と、  
前記照射光が前記筐体内で反射されたクラッタ反射光(RLc)によって前記SPADが出力する信号を用いて、前記受光部における異常の発生の有無を判定する判定部(51)と、  
を備え、

前記判定部は、前記SPADに前記クラッタ反射光の光子が入射した後のデッドタイムに出力される信号を用いて、前記受光部における異常の発生の有無を判定し、  
前記判定部は、前記デッドタイムに出力される信号を加算した信号値が予め定められた目標低下値(TD)まで低下しないときに、前記受光部に異常が発生していると判定する

10

20

光学測距装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載の光学測距装置であって、

前記判定部は、前記 SPAD への前記クラッタ反射光の光子の入射を示す信号を用いて前記受光部における異常の発生の有無を判定する、光学測距装置。

【請求項 3】

請求項 2 記載の光学測距装置であって、

前記判定部は、前記 SPAD への前記クラッタ反射光の光子の入射を示す信号を加算した信号値が予め定められた目標上昇値 (TR) まで上昇しない場合に、前記受光部に異常が発生していると判定する、光学測距装置。

10

【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測距装置であって、

前記判定部は、前記クラッタ反射光を用いた判定において前記受光部に異常が発生していると判定したときに、異常が発生している前記 SPAD の個数を、前記信号値を用いて求めて出力する、光学測距装置。

【請求項 5】

光源部が射出した照射光が、測定領域内の物体によって反射された反射光を、複数の SPAD (Single Photon Avalanche Diode) が配列された受光面を有する受光部によって受光したときに前記 SPAD が出力する信号を用いて、前記物体までの距離を測定する測距離処理を実行する光学測距装置において、前記受光部における異常の発生を検出する方法であって、

20

前記光源部と前記受光部とを収容する筐体内で前記照射光が反射されたクラッタ反射光を前記受光部に受光させる工程と、

前記クラッタ反射光によって前記 SPAD が出力する信号を用いて、前記受光部における異常の発生の有無を判定する工程と、  
を備え、

前記受光部における異常の発生の有無を判定する工程は、前記 SPAD に前記クラッタ反射光の光子が入射した後のデッドタイムに出力される信号を用いて、前記受光部における異常の発生の有無を判定する工程を含む、

前記受光部における異常の発生の有無を判定する工程は、前記デッドタイムに出力される信号を加算した信号値が予め定められた目標低下値 (TD) まで低下しないときに、前記受光部に異常が発生していると判定する工程を含む、方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、光学測距装置に関する。

【背景技術】

【0002】

測定領域に射出した照射光が、測定領域内の物体によって反射されて戻ってくるまでの間の光の飛行時間 (TOF; Time Of Flight) に基づいて、当該物体までの距離を測定する光学測距装置が知られている。例えば、特許文献 1 には、測定領域からの反射光を受光する光学素子として、単一の光子の入射を検出するシングルフォトンアバランシェダイオード (SPAD; Single Photon Avalanche Diode) を用いた光学測距装置が開示されている。

40

【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】

50

## 【 0 0 0 4 】

光学的測距装置においては、例えば、S P A Dの半導体内部での欠陥に起因する経時劣化などによって受光部に異常が生じる場合がある。こうしたS P A Dの経時劣化は、受光とは無関係に流れる暗電流が増加を生じさせ、測距装置の測定性能の低下や、故障の要因となり得る。S P A Dの経時劣化に限らず、受光部の異常は、初期出荷段階におこなわれる試験のように、環境光が一定な環境下であれば容易に検出が可能である。しかしながら、光学的測距装置は、例えば車両など、環境光が必ずしも一定ではない環境で使用されることが一般的であり、その使用環境下において、そうした受光部の異常を検出することは容易ではなかった。このように、光学的測距装置においては、受光部の異常を、環境光の影響を受けることなく、精度よく検出することについて、依然として改良の余地があった。

10

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 5 】

本開示の技術は、以下の形態として実現することが可能である。

## 【 0 0 0 6 】

一の形態は、光学的測距装置として提供される。この形態の光学的測距装置(10)は、測定領域(MR)を照射する照射光(IL)を射出する光源部(20)と、複数のS P A D(S i n g l e P h o t o n A v a l a n c h e D i o d e)(31)が配列された受光面(32)を有し、前記照射光が反射された反射光(RL)の光子を前記S P A Dによって検出する受光部(30)と、前記光源部と、前記受光部と、を収容する筐体(60)と、前記光源部と前記受光部とを制御し、前記測定領域内の物体(OB)によって前記照射光が反射された測定用反射光(RLm)を前記受光面が受光したときに前記S P A Dが出力する信号を用いて、前記物体までの距離を測定する測距処理を実行する制御部(50)と、前記照射光が前記筐体内で反射されたクラッタ反射光(RLc)によって前記S P A Dが出力する信号を用いて、前記受光部における異常の発生の有無を判定する判定部(51)と、を備え、前記判定部は、前記S P A Dに前記クラッタ反射光の光子が入射した後のデッドタイムに出力される信号を用いて、前記受光部における異常の発生の有無を判定し、前記判定部は、前記デッドタイムに出力される信号を加算した信号値が予め定められた目標低下値(TD)まで低下しないときに、前記受光部に異常が発生していると判定する。

20

30

## 【 0 0 0 7 】

この形態の光学的測距装置によれば、受光部の異常の検出に、筐体内で反射されたクラッタ反射光を用いるため、環境光が一定ではない環境下であっても、受光部における異常の発生を精度よく検出することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 0 8 】

【図1】光学的測距装置の構成を示す概略図。

【図2】第1実施形態の異常検出処理のフローを示す説明図。

【図3A】クラッタ反射光期間における信号値の時間変化の一例を示す説明図。

【図3B】信号値が目標上昇値まで上昇していない状態を例示する説明図。

40

【図4】第2実施形態の異常検出処理のフローを示す説明図。

【図5】デッドタイムに取得される信号値を説明するための説明図。

【図6】第3実施形態の異常検出処理のフローを示す説明図。

## 【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 0 9 】

## 1. 第1実施形態：

図1を参照する。第1実施形態における光学的測距装置10は、測定領域MRに射出した照射光ILが、測定領域MR内の物体OBに反射されて戻ってくるまでの光の飛行時間(TOF)を用いて、物体OBまでの距離を測定する。以下では、光学的測距装置10を、単に、「測距装置10」とも呼ぶ。また、測距装置10が、照射光ILを測定領域MR

50

に射出して測定領域MR内の物体OBまでの距離を測定する処理を「測距離処理」と呼ぶ。第1実施形態では、測距装置10は車両に搭載されており、測距離処理によって、車両と車両周辺にある物体OBとの間の距離を測定する。

【0010】

測距装置10は、照射光ILを射出する光源部20と、照射光ILが反射された反射光RLを受光する受光部30と、受光部30が出力する信号を処理して距離の測定結果を出力する測定部40と、測距装置10全体を制御する制御部50と、を備える。測距装置10は、さらに、筐体60を備えており、上述した光源部20と受光部30は、筐体60の内壁面に囲まれた内部空間に固定されている。なお、図1では便宜上、紙面右側における筐体60の端部の図示を省略してある。

10

【0011】

光源部20は、レーザ光源21と、走査部22と、を備えている。レーザ光源21は、半導体レーザダイオードにより構成されており、パルスレーザ光を照射光ILとして射出する。走査部22は、制御部50の制御下において回転軸23を中心に回転するミラー24を備えている。ミラー24は、例えば、MEMSミラーによって構成される。レーザ光源21から射出された照射光ILは、走査部22のミラー24によって反射される。照射光ILは、ミラー24の回転角に応じて走査される。ミラー24が所定の回転角度にあるときには、ミラー24によって反射された照射光ILは、図1において実線矢印で示されているように、筐体60に設けられている射出開口61を通じて測定領域MRへと射出される。なお、図1において破線矢印で示されているような、射出開口61から射出されない照射光ILは、筐体60の内部で反射されて散乱する。

20

【0012】

受光部30は、ガイガーモードで作動する複数のSPAD(Single Photon Avalanche Diode)31が配列された受光面32を有する。SPAD31は、受光面32において二次元的に配列されている。各SPAD31は、単一の光子が入射すると、一定の確率で、光子の入射を示すパルス状の信号を出力する。受光面32に光が入射すると、その入射した光の強度に応じた個数のSPAD31から信号が出力される。つまり、受光面32に入射した光の強度が大きいほど、SPAD31の応答数が増大する。

【0013】

上述したように、受光部30は、光源部20が射出した照射光ILの反射光RLを受光する。以下、反射光RLのうちで、照射光ILが測定領域MR内の物体OBによって反射されたものを「測定用反射光RLm」と呼び、照射光ILが筐体60内で反射された内部散乱光を「クラッタ反射光RLc」とも呼ぶ。測定用反射光RLmは、図1において実線矢印で示されているように、入射開口62を通じて測定領域MRから筐体60内に入射して、受光部30の受光面32に到達する。一方、クラッタ反射光RLcは、図1において破線矢印で示されているように、筐体60内の壁面に反射されて、受光部30の受光面32に到達する。

30

【0014】

測距装置10では、光源部20が1パルス分の照射光ILを射出したときから予め定められた期間にSPAD31から出力される信号は、クラッタ反射光RLcによって出力されたものとして測距離処理には用いられない。以下、この光源部20が照射光ILを射出したときから予め定められた期間を「クラッタ反射光期間」と呼ぶ。クラッタ反射光期間は、例えば、筐体60内における光源部20と受光部30との間の光学的距離と光速とに基づいて定められる。クラッタ反射光期間は、光源部20が照射光ILを射出したときからクラッタ反射光RLcが受光部30の受光面32に到達するまでの時間より長い期間として定めることができる。また、クラッタ反射光期間は、少なくとも、光源部20が照射光ILを射出したときから、測定用反射光RLmが受光面32に到達するまでの想定される最短時間より短い期間として定めることができる。

40

【0015】

50

本実施形態の測距装置 10 は、受光部 30 における異常の発生を検出する異常検出処理において、クラッタ反射光期間にクラッタ反射光  $R_{Lc}$  によって SPAD 31 から出力される信号を用いる。異常検出処理については後述する。なお、測距装置 10 は、測距離処理において、光源部 20 が照射光  $I_L$  を射出した後、クラッタ反射光期間が経過した後に受光部 30 から出力される信号を用いて、測定領域  $M_R$  の物体  $O_B$  までの距離を測定する。

【0016】

測定部 40 は、加算部 41 と、ヒストグラム生成部 42 と、ピーク検出部 43 と、距離演算部 44 と、を備えている。測定部 40 の各構成部は、例えば、1 または 2 以上の集積回路によって構成される。なお、他の実施形態では、測定部 40 の各構成部の少なくとも一部は、CPU がプログラムを実行することによってソフトウェア的に実現されてもよい。

10

【0017】

加算部 41 には、受光部 30 の各 SPAD 31 が出力する信号が入力される。加算部 41 は、各 SPAD 31 が出力するパルス信号の数を加算した加算値を、ほぼ同時刻に各 SPAD 31 から出力されるパルス信号の数を計数することにより求め、受光部 30 の出力信号の信号値としてヒストグラム生成部 42 に出力する。加算部 41 が出力する信号値は、受光部 30 が反射光  $R_L$  を受光したときの SPAD 31 の応答数を表している。なお、加算部 41 は、後述する異常検出処理の実行時には、クラッタ反射光期間に受光部 30 から出力された信号の信号値を制御部 50 の判定部 51 に出力する。

【0018】

ヒストグラム生成部 42 は、加算部 41 から入力された信号値に基づき、ヒストグラムを生成する。このヒストグラムの階級は、光源部 20 が照射光  $I_L$  を射出してから反射光  $R_L$  が受光面 32 に入射するまでの TOF を示している。一方、ヒストグラムの度数は、加算部 41 から出力された信号値であり、反射光  $R_L$  の強度を表している。ヒストグラム生成部 42 は、所定の記録タイミング信号に従って、加算部 41 から出力された信号値を TOF ごとに記録することによってヒストグラムを生成し、ピーク検出部 43 に出力する。

20

【0019】

ピーク検出部 43 は、ヒストグラム生成部 42 から入力されたヒストグラムからピークを検出する。ピーク検出部 43 は、ヒストグラムの中で最も大きな度数の部分をピークと判断する。ヒストグラム中のピークは、そのピークに対応する TOF に応じた距離に物体  $O_B$  が存在することを表している。

30

【0020】

距離演算部 44 は、ピーク検出部 43 によって検出されたピークに対応する TOF から距離値  $D$  を算出する。ピークに対応する TOF を「 $t$ 」、光速を「 $c$ 」、距離値を「 $D$ 」とすると、距離演算部 44 は、以下の式 (1) により、距離値  $D$  を算出する。

$$D = (c \times t) / 2 \quad \cdots \text{式 (1)}$$

【0021】

測定部 40 によって測定された距離値  $D$  は、測距装置 10 から車両の ECU に出力される。車両の ECU は、測距装置 10 から取得した距離値  $D$  を用いて、測定領域  $M_R$  内における障害物となる物体  $O_B$  を検出する。また、車両の ECU は、検出した障害物との衝突を避けるための車両の運転制御を行う。

40

【0022】

制御部 50 は、プロセッサと記憶装置とを備えるマイクロコンピュータによって構成されている。制御部 50 は、信号線を通じて、光源部 20 と受光部 30 と測定部 40 とに接続されている。制御部 50 は、光源部 20 と受光部 30 と測定部 40 を制御して上述した測距離処理を実行する。また、制御部 50 は、機能部として、以下に説明する異常検処理を実行して受光部 30 の異常の有無を判定する判定部 51 を有する。なお、他の実施形態では、判定部 51 は、制御部 50 とは別個に設けられていてもよい。

【0023】

図 2 を参照する。判定部 51 は、異常検出処理において、クラッタ反射光  $R_{Lc}$  によって受光部 30 が出力する信号を用いて、受光部 30 における異常の発生を検出する。判定

50

部 5 1 は、制御部 5 0 が測距離処理を実行していない間の予め定められたタイミングで異常検出処理を実行する。異常検出処理は、例えば、車両の停車中や停止中の予め定められたタイミングで周期的に実行される。異常検出処理は、ユーザが指令したタイミングで実行されてもよい。ユーザは、判定部 5 1 によって異常検出処理が実行される頻度を予め設定できるものとしてもよい。

#### 【 0 0 2 4 】

ステップ S 1 0 では、判定部 5 1 は、光源部 2 0 に照射光 I L を射出させる。照射光 I L の強度は、測距離処理のときの強度と同程度でよい。ステップ S 2 0 では、判定部 5 1 は、上述したクラッタ反射光期間内に受光部 3 0 が出力する信号の信号値を加算部 4 1 から取得する。ステップ S 3 0 では、判定部 5 1 は、ステップ S 2 0 で取得される信号値のうち、S P A D 3 1 へのクラッタ反射光 R L c の光子の入射を示す信号が出力される期間における信号値を取得する。第 1 実施形態では、判定部 5 1 は、ステップ S 4 0 ~ S 5 0 において、S P A D 3 1 へのクラッタ反射光 R L c の光子の入射を示す信号の信号値を用いて、受光部 3 0 における異常の発生の有無を判定する。

#### 【 0 0 2 5 】

図 3 A を参照する。図 3 A において、時刻  $t_0$  は、光源部 2 0 が照射光 I L を射出した時刻であり、時刻  $t_0 \sim t_1$  の期間は、クラッタ反射光期間である。クラッタ反射光期間の前後では、加算部 4 1 が出力する信号値は、環境光に応じた基準値 S 付近の値を取る。クラッタ反射光期間のうち、光源部 2 0 が照射光 I L を射出した時刻  $t_0$  の直後には、受光部 3 0 がクラッタ反射光 R L c を受光し、H i g h 信号を出力可能な状態にある S P A D 3 1 のほぼ全てが光子の入射を示す H i g h 信号を出力する。クラッタ反射光 R L c は、光源部 2 0 から至近距離で反射された光であるため、環境光や測定用反射光 R L m よりも強度が著しく高い。そのため、受光部 3 0 がクラッタ反射光 R L c を受光したときに信号値が急激に上昇してクリップする。このクリップしたときの信号値 S c l は、受光面 3 2 にクラッタ反射光 R L c が到達したときに H i g h 信号を出力した S P A D 3 1 の数を示している。受光面 3 2 を構成する全ての S P A D 3 1 が H i g h 信号を出力した場合には、信号値 S c l は、図 3 A に示すように、最大値 s a t でクリップする。

#### 【 0 0 2 6 】

ステップ S 4 0 では、判定部 5 1 は、クラッタ反射光 R L c の光子の入射を示す信号の信号値が目標上昇値 T R まで上昇したか否かを判定する。第 1 実施形態では、判定部 5 1 は、クラッタ反射光 R L c の入射によりクリップした信号値 S c l が目標上昇値 T R 以上であるか否かを判定する。クラッタ反射光 R L c の光子の入射を示す信号が目標上昇値 T R まで上昇した場合、つまり、クリップしたときの信号値 S c l が目標上昇値 T R より大きくなった場合には、判定部 5 1 は、異常検出を示すフラグを設定することなく、異常検出処理を終了する。

#### 【 0 0 2 7 】

図 3 B に示すように、クラッタ反射光 R L c の光子の入射を示す信号の信号値が目標上昇値 T R まで上昇しなかった場合、つまり、クリップしたときの信号値 S c l が目標上昇値 T R より小さい場合には、判定部 5 1 は、ステップ S 5 0 において受光部 3 0 における異常の発生を検出する。クリップした信号値 S c l が目標上昇値 T R まで上昇していないことは、光子が入射しても H i g h 信号を出力せず、L o w 信号を出力し続ける L o w 異常の状態にある S P A D 3 1 の数が許容数を越えていることを示している。第 1 実施形態では、判定部 5 1 は、受光部 3 0 の異常の原因が L o w 異常の状態にある S P A D 3 1 の数の増加であると判定する。判定部 5 1 は、異常検出を示すフラグを設定して、異常検出処理を終了する。

#### 【 0 0 2 8 】

異常検出処理において、判定部 5 1 により、受光部 3 0 の異常検出を示すフラグが設定された場合には、制御部 5 0 は、受光部 3 0 における異常の発生を図示しない報知部を通じてユーザに報知する。ここで、L o w 異常の状態にある S P A D 3 1 の数が多いほど、信号値の最大値 s a t に対するクリップした信号値 S c l の低下量が増大する。制御部 5

10

20

30

40

50

0 は、信号値の最大値  $s_{at}$  に対するクリップした信号値  $S_{CL}$  の低下量を算出し、その低下量から  $L_{ow}$  異常の状態にある  $SPAD31$  の数を求めて出力するものとしてもよい。

【0029】

以上のように、第1実施形態の測距装置10によれば、受光部30の異常の検出に、照射光  $IL$  が筐体60内で反射された環境光よりも強度が著しく高いクラッタ反射光  $RLc$  によって出力される信号を用いる。そのため、環境光が一定ではない環境下であっても、受光部30における異常の発生を精度よく検出することができる。また、第1実施形態の測距装置10によれば、 $SPAD31$  へのクラッタ反射光  $RLc$  の光子の入射を示す信号を用いているため、 $L_{ow}$  異常の状態にある  $SPAD31$  に起因する受光部30の異常を検出することができる。第1実施形態の測距装置10によれば、 $SPAD31$  へのクラッタ反射光  $RLc$  の光子の入射を示す信号の信号値が目標上昇値  $TR$  に到達しない場合に、受光部30に異常が発生していると判定している。これにより、例えば、 $L_{ow}$  異常にある  $SPAD31$  の個数が距離の測定に影響しない程度である場合などに、受光部30の異常が過敏に検出されてしまうことを抑制できる。

10

【0030】

2. 第2実施形態：

図4を参照する。第2実施形態の異常検出処理は、第1実施形態で説明したのと同じ構成の測距装置10において実行される。第2実施形態の異常検出処理のフローは、ステップ  $S10 \sim S20$  の後、ステップ  $S30 \sim S50$  の代わりに、ステップ  $S60 \sim S80$  の処理が実行される点以外は、図2に示す第1実施形態の異常検出処理のフローとほぼ同じである。

20

【0031】

ステップ  $S60$  では、判定部51は、 $SPAD31$  へのクラッタ反射光  $RLc$  の光子の入射によって生じるデッドタイムに出力される信号の信号値を加算部41から取得する。「デッドタイム」とは、光子が入射した後に、 $SPAD31$  が飽和することによって、 $SPAD31$  の出力信号がいったん  $L_{ow}$  レベルにまで低下し、光子を検出できなくなる期間を意味する。

【0032】

図5を参照する。クラッタ反射光期間におけるデッドタイムは、 $SPAD31$  へのクラッタ反射光  $RLc$  の光子の入射によって信号値が上昇してクリップした後、信号値が、基準値  $S$  を越えて低下し、再び基準値  $S$  付近にまで上昇するまでの期間である。このデッドタイムの間には、 $SPAD31$  が飽和して応答しないため、環境光にかかわらず、信号値は急激に低下してクリップする。このクリップしたときの信号値  $S_{DT}$  は、デッドタイムであるのにもかかわらず、正常に  $L_{ow}$  信号を出力する状態にならず、 $H_{igh}$  信号を出力し続ける  $H_{igh}$  異常の状態にある  $SPAD31$  の数が増えると、図5の破線グラフが示すように増加する。

30

【0033】

ステップ  $S70$  では、判定部51は、デッドタイムにおいて信号値が予め定められた目標低下値  $TD$  まで低下したか否かを判定する。第2実施形態では、判定部51は、デッドタイムでクリップした信号値  $S_{DT}$  が目標低下値  $TD$  より小さいか否かを判定する。デッドタイムにおいて信号値が目標低下値  $TD$  を越えて低下した場合、つまり、クリップしたときの信号値  $S_{DT}$  が目標低下値  $TD$  より小さい場合には、判定部51は、異常検出を示すフラグを設定することなく、異常検出処理を終了する。

40

【0034】

デッドタイムにおいて信号値が目標低下値  $TD$  より低下しなかった場合、つまり、クリップしたときの信号値  $S_{DT}$  が目標低下値  $TD$  以上である場合には、判定部51は、ステップ  $S80$  において、受光部30における異常の発生を検出する。デッドタイムでクリップしたときの信号値  $S_{DT}$  が目標低下値  $TD$  まで低下していないことは、 $H_{igh}$  異常の状態にある  $SPAD31$  の数が許容数を越えていることを示している。第2実施形態では、判定部51は、受光部30の異常の原因が  $H_{igh}$  異常の状態にある  $SPAD31$  の数

50

の増加であると判定する。判定部 51 は、異常検出を示すフラグを設定して、異常検出処理を終了する。

#### 【0035】

異常検出処理において、受光部 30 の異常検出を示すフラグが設定された場合には、制御部 50 は、受光部 30 における異常の発生を図示しない報知部を通じてユーザに報知する。制御部 50 は、デッドタイムに受光部 30 の全ての SPAD31 が Low 信号を出力したときの信号値に対するデッドタイムでクリップしたときの信号値 SDT の増加量を算出し、その増加量から High 異常の状態にある SPAD31 の数を求めて出力してもよい。

#### 【0036】

以上のように、第 2 実施形態の測距装置 10 によれば、受光部 30 の異常の検出に、照射光 IL が筐体 60 内で反射されたクラッタ反射光 RLc によって出力される信号を用いる。そのため、第 2 実施形態の測距装置 10 と同様に、環境光が一定ではない環境下であっても、受光部 30 における異常の発生を精度よく検出することができる。また、第 2 実施形態の測距装置 10 によれば、SPAD31 にクラッタ反射光 RLc の光子は入射した後のデッドタイムにおける信号を用いているため、High 異常の状態にある SPAD31 に起因する受光部 30 の異常を検出することができる。また、第 2 実施形態の測距装置 10 によれば、デッドタイムの間に信号値が目標低下値 TD まで低下しない場合に、受光部 30 に異常が発生していると判定している。これにより、例えば、High 異常にある SPAD31 の個数が距離の測定に影響しない程度である場合などに、受光部 30 の異常が過敏に検出されてしまうことを抑制できる。

#### 【0037】

##### 3. 第 3 実施形態：

図 6 を参照する。第 3 実施形態の異常検出処理は、第 1 実施形態で説明したのと同じ構成の測距装置 10 において実行される。第 3 実施形態の異常検出処理のフローは、ステップ S10 ~ S50 の処理の後に、第 2 実施形態で説明したステップ S60 ~ S80 の処理が実行される点以外は、図 2 に示す第 1 実施形態の異常検出処理のフローとほぼ同じである。

#### 【0038】

第 3 実施形態の異常検出処理によれば、ステップ S30 ~ S50 において、Low 異常の SPAD31 に起因する受光部 30 の異常を検出できる。また、ステップ S60 ~ S80 において、High 異常の SPAD31 に起因する受光部 30 の異常を検出できる。また、第 3 実施形態の異常検出処理によれば、受光部 30 における異常の発生原因が、SPAD31 の Low 異常によるものであるのか、High 異常によるものであるのか、あるいは、その両方に起因するものであるのかを判別することも可能である。制御部 50 は、Low 異常が検出された SPAD31 の数と、High 異常が検出された SPAD31 の数をそれぞれ出力するものとしてもよい。その他に、第 3 実施形態の光学的測距装置 10 および受光部 30 の異常を検出する方法によれば、第 1 実施形態や第 2 実施形態で説明したのと同様な種々の作用効果を奏することができる。

#### 【0039】

##### 4. 他の実施形態：

上記の各実施形態で説明した種々の構成は、例えば、以下のように改変することも可能である。以下に説明する他の実施形態はいずれも、上記の各実施形態と同様に、本開示の技術を実施するための形態の一例として位置づけられる。

#### 【0040】

##### ・他の実施形態 1：

上記の第 1 実施形態および第 3 実施形態において、判定部 51 は、ステップ S40 において、SPAD31 に対するクラッタ反射光 RLc の光子の入射によりクリップしたときの信号値 SCL や目標上昇値 TR を用いた判定をおこなわなくてもよい。判定部 51 は、SPAD31 に対するクラッタ反射光 RLc の光子の入射を示す信号を用いて、受光部 3

10

20

30

40

50



0におけるSPAD31のLow異常に起因するもの以外の異常を検出してもよい。判定部51は、SPAD31に対するクラッタ反射光RLcの光子の入射を示す信号が予め準備された基準となる信号の形状から著しく異なっているときに、受光部30における異常の発生を検出してよい。

【0041】

・他の実施形態2：

上記の第2実施形態および第3実施形態において、判定部51は、ステップS70において、デッドタイムにおいてクリップしたときの信号値SDTや目標低下値TDを用いた判定をおこなわなくてもよい。判定部51は、デッドタイムに受光部30から出力される信号を用いて、受光部30におけるHigh異常のSPAD31に起因するもの以外の異常を検出してもよい。判定部51は、判定部51は、デッドタイムに出力される信号の形状が予め準備された基準信号の形状に対して著しく異なっているときに、受光部30における異常の発生を検出してよい。

【0042】

・他の実施形態3：

上記の各実施形態において、測距装置10は、車両に搭載されていなくてもよい。測距装置10は、例えば、ユーザが持ち運んで測量をおこなう装置として構成されていてもよい。

【0043】

5. その他：

本開示の技術は、光学的測距装置や、光学的測距装置の受光部における異常の発生を検出する方法以外の種々の形態で実現することも可能である。例えば、光学的測距装置を搭載する車両や、光学的測距装置の制御方法、その制御方法を実現するためのコンピュータプログラム、そのコンピュータプログラムが記録された記憶媒体形態で実現することができる。

【0044】

本開示の技術は、上述の実施形態や他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、実施例、変形例中の技術的特徴は、上述の課題の一部又は全部を解決するために、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ではないと説明されているものに限らず、その技術的特徴が本明細書中に必須であると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】

【0045】

10 光学的測距装置、20 光源部、30 受光部、31 SPAD、32 受光面、50 制御部、51 判定部、60 筐体、IL 照射光、MR 測定領域、OB 物体、RL 反射光、RLc クラッタ反射光

10

20

30

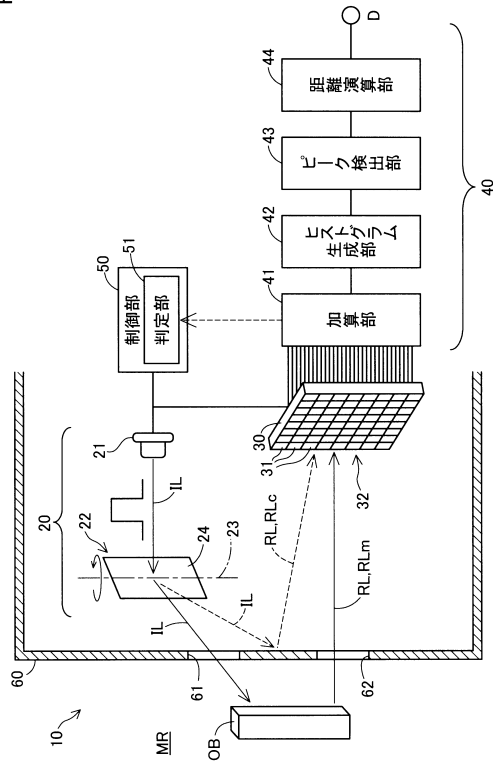
40

50

【 図面 】

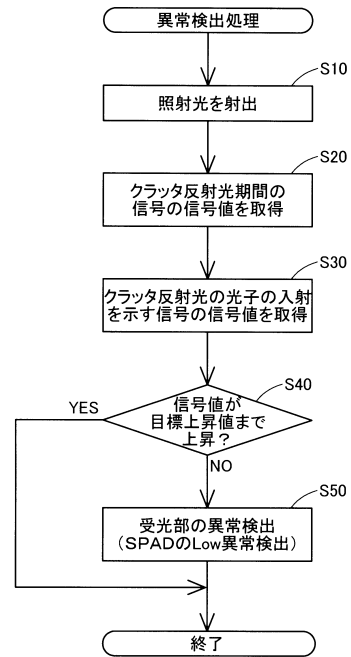
【圖 1】

Fig. 1



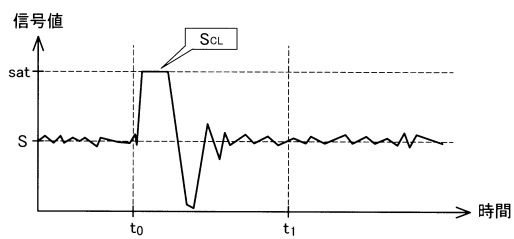
【圖 2】

Fig.2



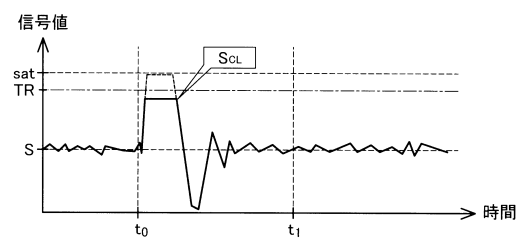
【 図 3 A 】

Fig.3A



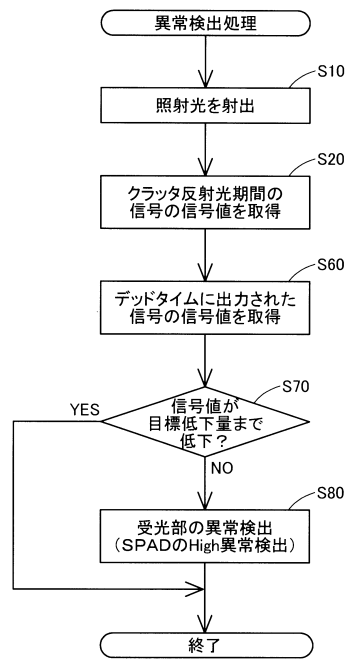
【 図 3 B 】

Fig.3B



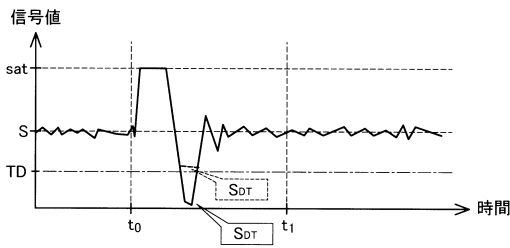
【 図 4 】

Fig.4



【 図 5 】

Fig.5

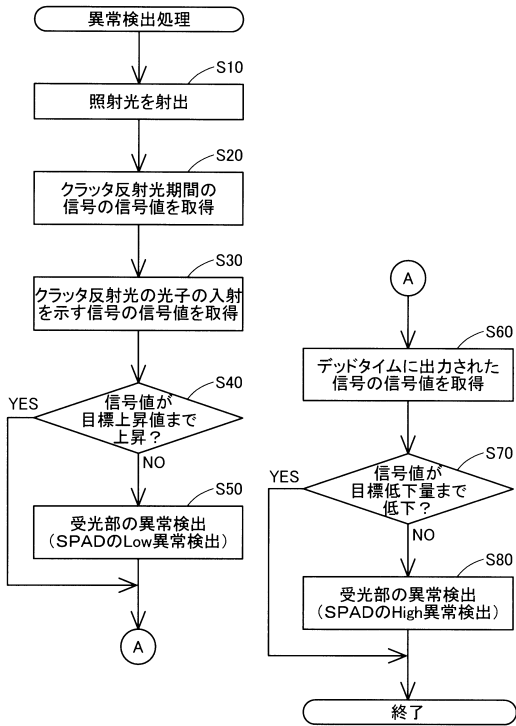


10

20

【 図 6 】

Fig.6



30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 米国特許出願公開第 2 0 1 9 / 0 0 1 1 5 4 1 ( U S , A 1 )  
特開平 1 0 - 3 1 9 1 2 1 ( J P , A )  
米国特許出願公開第 2 0 1 5 / 0 2 6 1 0 6 5 ( U S , A 1 )  
米国特許出願公開第 2 0 0 6 / 0 1 7 5 5 2 9 ( U S , A 1 )  
ZHANG, Guo Qing, et al. , “ Abnormal Phenomena and Mechanisms for Silicon Photomultipliers ” , Key Engineering Materials [ISSN:1662-9795] , 2013年01月25日 , Volume 538 , Pages 77-80 , DOI:10.4028/www.scientific.net/kem.538.77
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)  
G 0 1 S 7 / 4 8 - G 0 1 S 7 / 5 1  
G 0 1 S 1 7 / 0 0 - G 0 1 S 1 7 / 9 5  
G 0 1 J 1 / 0 0 - G 0 1 J 1 / 6 0  
J S T P l u s ( J D r e a m I I I )