

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年4月30日(30.04.2020)



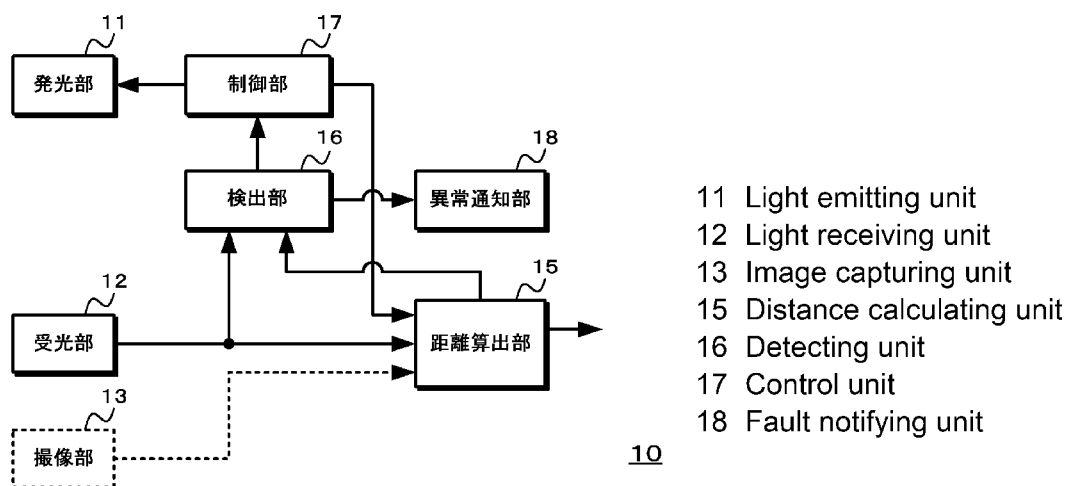
(10) 国際公開番号

WO 2020/084957 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 7/497 (2006.01) *G01C 3/06* (2006.01) 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 Kanagawa (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/036327 (72) 発明者: 大木 光 晴 (**OHKI, Mitsuharu**);
〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).
- (22) 国際出願日: 2019年9月17日(17.09.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2018-200734 2018年10月25日(25.10.2018) JP
- (71) 出願人: ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社(**SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION**) [JP/JP]; 〒2430014
- (74) 代理人: 宮田 正昭, 外(**MIYATA, Masaaki et al.**);
〒1040032 東京都中央区八丁堀三丁目25番9号 **D a i w a** 八丁堀駅前ビル西館8階 特許業務法人 大同特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,

(54) **Title:** FAULT DETECTING DEVICE, FAULT DETECTING METHOD, PROGRAM, AND RANGE FINDING DEVICE

(54) 発明の名称: 異常検出装置と異常検出方法およびプログラムと測距装置



(57) **Abstract:** A light emitting unit 11 irradiates an object with pulsed light, and a light receiving unit 12 receives the pulsed light reflected by the object. A distance calculating unit 15 calculates the distance to the object that reflected the pulsed light on the basis of the emission timing of the pulsed light and the result of reception of the reflected pulsed light by the light receiving unit 12. A detecting unit 16 performs discrimination concerning correlation by using a first amount of light received by the light receiving unit 12 when irradiation with the pulsed light is not being performed and a second amount of light received by the light receiving unit 12 when irradiation with the pulsed light is being performed, or by using the first amount of light received, the second amount of light received, and the distance to the object. The detecting unit 16 assumes that there is a fault in the light emitting unit that emits the pulsed light or the light receiving unit when fluctuations in the correlation exceed a prescribed range. Furthermore, the detecting unit 16 causes the emission of the pulsed light to be stopped when fluctuations in the correlation exceed a prescribed range because the second amount of

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

light received is large. Accordingly, it becomes possible to readily detect a fault in the light emitting unit that emits the pulsed light or the light receiving unit on which the reflected pulsed light is incident.

(57) 要約: 発光部 11 からパルス光を物体に照射して、物体で反射されたパルス光を受光部 12 で受光する。距離算出部 15 は、パルス光の発光タイミングと受光部 12 における反射されたパルス光の受光結果に基づき、パルス光を反射した物体までの距離を算出する。検出部 16 は、パルス光が照射されていないときの受光部 12 の第 1 の受光量と、パルス光が照射されているときの受光部 12 の第 2 の受光量、あるいは第 1 の受光量と第 2 の受光量と物体までの距離を用いての相関関係を判別する。検出部 16 は、相関関係における変動が所定範囲を超えた場合にパルス光を出射する発光部または受光部の異常と判別する。また、検出部 16 は、第 2 の受光量が大きいために相関関係における変動が所定範囲を超えた場合、パルス光の出射を停止させる。パルス光を出射する発光部や反射されたパルス光が入射される受光部の異常を容易に検出できるようになる。

明 細 書

発明の名称：

異常検出装置と異常検出方法およびプログラムと測距装置

技術分野

[0001] この技術は、異常検出装置と異常検出方法およびプログラムと測距装置に関し、パルス光を出射する発光部や反射されたパルス光が入射される受光部の異常を容易に検出できるようにする。

背景技術

[0002] 従来、物体までの距離を精度よく計測するため、例えば特許文献1では、レーザ光を対象物に照射して、この対象物で反射されたレーザ光を受光手段で所定のタイミングで受光して、受光量に対応する測定値に基づき対象物までの距離を算出することが行われている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2000-146523号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、パルス光を出射する発光部では、雨や雪、木の葉などの外的要因によってパルス光が遮光されてしまうことがないように、拡散板を用いてパルス光のビーム径や拡がり角を大きくする場合、拡散板の破損等によって所定よりも光量の高いパルス光が出力されるおそれがある。また、発光素子や拡散板の劣化等によって、パルス光の照射領域内に光量の低い領域が生じるおそれもある。さらに、物体で反射されたパルス光（反射パルス光）を受光する受光部では、例えば二次元画素配置の受光素子の劣化等によって反射パルス光に応じた受光信号を出力できない画素を生じるおそれもある。

[0005] そこで、この技術ではパルス光を出射する発光部や反射されたパルス光が入射される受光部の異常を容易に検出できる異常検出装置と異常検出方法お

よびプログラムと測距装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] この技術の第1の側面は、

物体で反射されたパルス光を受光する受光部における前記パルス光が前記物体に照射されていないときの第1の受光量と、前記パルス光が前記物体に照射されているときの第2の受光量の相関関係に基づいて、前記パルス光を出射する発光部または前記受光部の異常を検出する検出部を備える異常検出装置にある。

[0007] この技術においては、パルス光を物体に照射して、物体で反射されたパルス光を受光部で受光する。検出部は、物体におけるパルス光の入射角と反射されたパルス光の反射角が等しい領域を除く領域について、パルス光が照射されていないときの受光部の第1の受光量と、パルス光が照射されているときの受光部の第2の受光量の相関関係を判別する。例えば、距離算出部によって、パルス光を反射した物体までの距離が、パルス光の発光タイミングと受光部における反射されたパルス光の受光結果に基づき算出されており、検出部は、パルス光を反射した物体までの距離を用いて第1の受光量と第2の受光量の相関を判別する。また、物体までの距離は、パルス光を反射した物体を撮像部で撮像した撮像画と受光部で反射されたパルス光を受光して生成された撮像画に基づいて算出してもよい。また、パルス光を出射する発光部では、物体までの距離を算出しない場合、物体までの距離を算出する場合よりもパルス光の光量を低減させてもよい。

[0008] 検出部は、相関関係における変動が所定範囲を超えた場合にパルス光を出射する発光部または反射されたパルス光を受光する受光部の異常と判別する。また、検出部は、第2の受光量が大きいために相関関係における変動が所定範囲を超えた場合、パルス光の出射を停止させる。さらに、検出部は、第2の受光量が小さいために相関関係における変動が所定範囲を超えた場合、発光部または受光部の異常をユーザに通知させる。

[0009] この技術の第2の側面は、

物体で反射されたパルス光を受光する受光部における前記パルス光が前記物体に照射されていないときの第1の受光量と、前記パルス光が前記物体に照射されているときの第2の受光量の相関関係に基づいて、前記パルス光を出射する発光部または前記受光部の異常を検出部で検出することを含む異常検出方法にある。

[0010] この技術の第3の側面は、

物体で反射されたパルス光を受光部で受光して得られた受光結果の処理をコンピュータで実行させるプログラムであって、

前記パルス光が前記物体に照射されていないときの前記受光部の第1の受光量と、前記パルス光が前記物体に照射されているときの前記受光部の第2の受光量の相関関係に基づいて、前記パルス光を出射する発光部または前記受光部の異常を検出する手順を前記コンピュータで実行させるプログラムにある。

[0011] なお、本技術のプログラムは、例えば、様々なプログラム・コードを実行可能な汎用コンピュータに対して、コンピュータ可読な形式で提供する記憶媒体、通信媒体、例えば、光ディスクや磁気ディスク、半導体メモリなどの記憶媒体、あるいは、ネットワークなどの通信媒体によって提供可能なプログラムである。このようなプログラムをコンピュータ可読な形式で提供することにより、コンピュータ上でプログラムに応じた処理が実現される。

[0012] この技術の第4の側面は、

パルス光を出射する発光部と、

測距対象物で反射された前記パルス光を受光する受光部と、

前記パルス光の発光タイミングと前記受光部における前記反射されたパルス光の受光結果に基づいて前記パルス光を反射した前記測距対象物までの距離を算出する距離算出部と、

前記パルス光が前記測距対象物に照射されていないときの前記受光部の第1の受光量と、前記パルス光が前記測距対象物に照射されているときの前記受光部の第2の受光量の相関関係に基づいて、前記パルス光を出射する発光

部または前記受光部の異常を検出する検出部と
を備える測距装置にある。

図面の簡単な説明

- [0013] [図1]パルス光と反射パルス光および距離の関係を説明するための図である。
[図2]発光部Txと受光部Rxと物体OBの配置を例示した図である。
[図3]本技術の異常検出装置を用いた測距装置の構成を例示した図である。
[図4]検出部の動作を示すフローチャートである。
[図5]第1の動作例を示すフローチャートである。
[図6]発光部11と受光部12と物体OBを示した図である。
[図7]注目画素と近傍画素における画素値 I_{conf} とパラメータ値(I_{pix}/d^2)の関係(変動が所定範囲内である場合)を例示した図である。
[図8]注目画素と近傍画素における画素値 I_{conf} とパラメータ値(I_{pix}/d^2)の関係(画素値 I_{ct} が小さいために変動 V_r が所定範囲を超えた場合)を例示した図である。
[図9]注目画素と近傍画素における画素値 I_{conf} とパラメータ値(I_{pix}/d^2)の関係(画素値 I_{ct} が大きいために変動 V_r が所定範囲を超えた場合)を例示した図である。
[図10]第2の動作例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

- [0014] 以下、本技術を実施するための形態について説明する。なお、説明は以下の順序で行う。

1. パルス光と反射パルス光および距離の関係について
2. 実施の形態の構成と動作
3. 第1の動作例
4. 第2の動作例
5. 変形例
6. 応用例

- [0015] <1. パルス光と反射パルス光および距離の関係について>

図 1 は、パルス光と反射パルス光および距離の関係を説明するための図である。発光部 Tx から出射されたパルス光 Lt は物体 OB で反射される。また、物体 OB で反射されたアクティブ光である反射パルス光 Lr は受光部 Rx に入射する。パルス光 Lt と反射パルス光 Lr は、距離の二乗に反比例して光量が減衰する。また、物体 OB で反射された光は、物体の反射率に依存して光量が決定される。

[0016] したがって、反射パルス光 Lr の光量 Ir、パルス光 Lt の光量 It、発光部 Tx および受光部 Rx から物体 OB までの距離 d、物体の反射率 RF の関係は、例えば式 (1) となる。

$$I_r \propto I_t \times R_F \times (1/d^2) \quad \dots (1)$$

[0017] 距離 d は、直接 T o F (Time of Flight) 方式または間接 T o F (Time of Flight) 方式等を用いることで、光量 Ir や光量 It が変化しても測定可能である。また、発光部 Tx からパルス光 Lt を出射しない場合、外光（例えば太陽光）のみの反射光が受光部 Rx で受光される。したがって、物体の反射率 RF は、発光部 Tx からパルス光 Lt を出射しないときに受光部 Rx で生成された例えば撮像画から知ることができる。具体的には、黒い物体（反射率：低）であれば、受光部 Rx で生成された撮像画では黒く写り、白い物体（反射率：高）であれば、受光部 Rx で生成された撮像画では白く写る。

[0018] また、外光（太陽光）の下で同じ物体（同じ反射率の物体）を受光部 Rx で撮影した場合、日向部分と日陰部分とでは受光部 Rx で生成された画素値に明暗差が生じる。しかし、時空間方向の近傍領域では画素値の差が少ないことから、反射率は一定とみなすことが可能である。

[0019] さらに、発光部 Tx と受光部 Rx と物体 OB の配置を例示した図 2 のように、発光部 Tx と受光部 Rx が一体に設けられており、発光部 Tx からパルス光 Lt を出射して反射パルス光 Lr を受光部 Rx に入射する場合、物体 OB においてパルス光 Lt の入射角と反射パルス光 Lr の反射角が等しい領域、すなわち発光部 Tx と受光部 Rx に正対する正対領域（物体 OB の表面の法線方向が発光部 Tx と受光部 Rx の方向 NVL となる領域）からの反射パルス光 Lr には鏡面

反射成分が多く含まれる。

[0020] そこで、本技術では、パルス光 L_t の入射角と反射パルス光 L_r の反射角が等しい領域（本技術では正対領域ともいう）を例えば測距結果に基づき判別して、正対領域を除いた他領域の近傍領域におけるパルス光が照射されていないときの第1の受光量と、パルス光が照射されているとき第2の受光量の相関関係に基づいて、パルス光 L_t を出射する発光部 T_x や反射パルス光 L_r が入射される受光部 R_x の異常を検出する。

[0021] <2. 実施の形態の構成と動作>

図3は、本技術の異常検出装置を用いた測距装置の構成を例示している。測距装置10は、発光部11、受光部12、距離算出部15、検出部16、制御部17、異常通知部18を有している。また、測距装置10には撮像部13を設けてもよく、詳細は後述する。

[0022] 発光部11は、パルス光としてレーザ光を出射する場合、例えばレーザ発光素子とレーザ光源から出射されるレーザ光のビーム径や拡がり角を大きくするための拡散板を用いて構成されている。レーザ光源は、制御部17からの制御信号に基づきレーザ光を物体OBへ照射する。また、パルス光はレーザ光に限らず、近赤外光を含む赤外光（IR光）や、可視光における選択した波長領域の光を用いてもよい。

[0023] 受光部12は、例えば受光レンズと光検出器を用いて構成されている。物体OBからの反射光は、受光レンズを介して光検出器に入力される。光検出器は光検出画素が二次元配置されている。光検出画素は、反射パルス光とパルス光が出射されていないときに物体OBで反射された光の波長領域に感度を有しており、光検出画素では反射パルス光やパルス光が出射されていないときの物体OBからの反射光の光量に応じた画素信号を生成する。すなわち、受光部12は、反射パルス光またはパルス光が出射されていないときの物体OBからの反射光に応じた撮像画の画像信号を生成する。受光部12で生成された画像信号は距離算出部15と検出部16に出力される。

[0024] 距離算出部15は、後述する制御部17から供給されたパルス光出射タイ

ミング信号と受光部 1 2 から供給された画像信号を用いて、出射したパルス光が物体 O B で反射されて戻ってくるまでの往復時間 (T o F : Time Of Flight) に基づき、物体 O B までの距離を算出する。具体的には直接 T o F (Time of Flight) 方式または間接 T o F (Time of Flight) 方式等を用いて物体 O B までの距離を計測する。距離算出部 1 5 は、算出した距離を示す測距情報を出力する。また、距離算出部 1 5 は、算出した距離に基づき物体 O B の三次元形状を判別して、物体 O B において発光部 1 1 および受光部 1 2 に対する正対領域を示す正対領域情報を検出部 1 6 へ出力する。

[0025] 検出部 1 6 は、パルス光が照射されていないときに受光部 1 2 で取得された撮像画とパルス光が照射されているときに受光部 1 2 で取得された撮像画において、正対領域を除く領域における時空間方向に隣接する検出画素の相関関係に基づいて、発光部 1 1 または受光部 1 2 の異常を検出する。検出部 1 6 は異常の検出結果を示す異常検出信号を制御部 1 7 と異常通知部 1 8 へ出力する。

[0026] 制御部 1 7 は、制御信号を発光部 1 1 へ出力して、発光部 1 1 からのパルス光の出射を制御する。また、制御部 1 7 は、パルス光の出射タイミングを示すパルス光出射タイミング信号を生成して距離算出部 1 5 へ出力する。さらに、制御部 1 7 は、検出部 1 6 から供給された異常検出信号によって、パルス光の光量が大きい異常状態であることが示された場合、発光部 1 1 からのパルス光の出射を停止させる。

[0027] 異常通知部 1 8 は、検出部 1 6 からの異常検出信号に基づき、ユーザに対して異常通知を行う。例えば異常通知部 1 8 は表示素子を用いて構成されており、検出部 1 6 からの異常検出信号に基づき、どのような異常が検出されているかを表示する。また、異常通知部 1 8 は音声出力素子を用いて構成して、検出部 1 6 からの異常検出信号に基づき、どのような異常が検出されているかを音声で通知してもよい。

[0028] 図 4 は、検出部の動作を示すフローチャートである。ステップ S T 1 で検出部 1 6 はパルス光の出射動作に応じた測定情報を取得する。検出部 1 6 は

パルス光が照射されていないときに受光部 1 2 で生成された撮像画とパルス光が照射されているときに受光部 1 2 で生成された撮像画、およびパルス光を照射して計測された物体までの距離を測定情報として取得してステップ S T 2 に進む。

[0029] ステップ S T 2 で検出部は測定情報の相関関係に基づいた異常検出処理を行う。上述したように、近傍の画素間では物体の反射率は等しく、パルス光が照射されていないときの画素値 I_{pix} は物体の反射率に対応している。したがって、検出部 1 6 は、パルス光が物体に照射されているときの画素値 I_{conf} とパルス光が物体に照射されていないときの画素値 I_{pix} と物体までの距離 d は、近傍画素間で式 (2) の相関関係が成り立つとして、式 (2) の相関関係における変動が所定範囲内である場合は異常がないと判別する。また、検出部 1 6 は、式 (2) の相関関係における変動が所定範囲を超えた場合に、発光部または受光部の異常と判別する。このように、検出部は相関関係における変動に応じて異常の検出を行いステップ S T 3 に進む。

$$I_{conf} \propto I_{pix} / d^2 \quad \dots (2)$$

[0030] ステップ S T 3 で検出部は異常が検出されているか判別する。検出部 1 6 はステップ S T 2 で異常が発生していると判別された場合ステップ S T 4 に進み、異常が発生していると判別されていない場合、動作を終了する。

[0031] ステップ S T 4 で検出部は異常対応処理を行う。検出部 1 6 は、相関関係における変動に応じて異常発生通知や異常対応制御を行う。

[0032] なお、図 4 の処理は、繰り返し行うようにしてもよく、所定のタイミングあるいは所定の時間間隔で行うようにしてもよい。

[0033] < 3. 第 1 の動作例 >

次に、検出部の第 1 の動作例について説明する。第 1 の動作例では、所定領域内の画素毎に異常検出を行い、パルス光の光量が大きい異常状態を検出した場合、パルス光の出射を停止させる。また、第 1 の動作例では相関関係として回帰直線を用いて異常の検出を行う場合について例示する。

[0034] 図 5 は、第 1 の動作例を示すフローチャートである。ステップ S T 1 1 で

検出部はパルス光非照射時の撮像画を取得する。図6は、発光部11と受光部12と物体OBを示している。検出部16は、図6の(a)に示すように、発光部11からパルス光が照射されていないときに受光部12で受光された光 L_s に基づき生成された撮像画を取得してステップST12に進む。

[0035] ステップST12で検出部はパルス光照射時の撮像画を取得する。検出部16は、図6の(b)に示すように、発光部11からパルス光 L_t が照射されているときに受光部12で受光された反射パルス光 L_r に基づいて生成された撮像画を取得してステップST13に進む。

[0036] ステップST13で検出部は距離情報を取得する。距離算出部15では、ステップST12における発光部11からのパルス光の出射タイミングと受光部12での反射パルス光の受光結果に基づき、受光部12で生成された撮像画に含まれている物体までの距離を示す距離情報が生成されている。検出部16は、距離算出部15で生成された距離情報を取得してステップST14に進む。

[0037] ステップST14で検出部は注目画素を設定する。検出部16は受光部12から取得した撮像画における所定領域内に注目画素を設定してステップST15に進む。なお、撮像画における所定領域は全画素領域あるいは予め指定された一部の画素領域であってもよい。

[0038] ステップST15で検出部はパルス光非照射時の画素値（受光量）が閾値よりも大きいか判別する。検出部16は、注目画素の画素値が予め設定された閾値よりも大きい場合、注目画素に対応する物体の表面位置は反射率が高く、受光部12に入射される反射パルス光の光量は少なくないと判別してステップST16に進む。また、検出部16は、注目画素の画素値が予め設定された閾値以下である場合、注目画素に対応する物体の表面位置は反射率が低く、受光部12に入射される反射パルス光の光量は少ないと判別してステップST23に進む。

[0039] ステップST16で検出部は注目画素が正対領域外の画素であるか判別する。検出部16は、ステップST13で取得された距離情報に基づき注目画

素を含む領域の物体表面形状を判別して、注目画素に対応する物体表面が正対領域外の画素であるか判別する。検出部16は、注目画素が物体の正対領域外の画素であると判別した場合ステップST17に進み、正対領域外の画素でない場合、すなわち鏡面反射が大きい正対領域内の画素と判別した場合ステップST23に進む。

[0040] ステップST17で検出部は近傍画素の画素値を取得する。検出部16は注目画素に近傍する画素の画素値（受光量）を取得してステップST18に進む。

[0041] ステップST18で検出部は相関関係について変動を算出する。検出部16は上述の式（2）に示す相関関係の判別を行い、例えば画素値 I_{conf} とパラメータ値 (I_{pix}/d^2) の関係を示す回帰直線を算出する。図7～図9は、注目画素と近傍画素における画素値 I_{conf} とパラメータ値 (I_{pix}/d^2) の関係を例示している。検出部16は、注目画素のパラメータ値 $(I_{pix}/d^2) = J_m$ において回帰直線 R_L で示される画素値 I_{vc} と注目画素の画素値 I_{ct} との差を注目画素の変動 V_r として算出してステップST19に進む。

[0042] ステップST19で検出部は変動が所定範囲内であるか判別する。検出部16はステップST18で算出した変動 V_r と所定範囲を比較する。所定範囲は、例えば（回帰直線 $R_L \pm$ 閾値 T_j ）の範囲とする。検出部16は、図7に示すように変動 V_r が所定範囲内である場合はステップST23に進み、図8や図9に示すように、変動 V_r が所定範囲を超えている場合はステップST20に進む。

[0043] ステップST20で検出部は画素値 I_{ct} が小さいために変動が所定範囲を超えたか判別する。検出部16は、図8に示すように画素値 I_{ct} が小さいために変動 V_r が所定範囲を超えた場合、ステップST21に進む。また、検出部16は、図9に示すように画素値 I_{ct} が大きいために変動 V_r が所定範囲を超えた場合、ステップST22に進む。

[0044] ステップST21で検出部は警告処理を行う。検出部16は、画素値 I_{ct} が小さいために変動 V_r が所定範囲を超えていることから、異常通知部18に

対して警告指示を行い、発光部 1 1 あるいは受光部 1 2 が故障している旨等の警告を画像や文字あるいは音声等で異常通知部 1 8 からユーザに通知してステップ S T 2 3 に進む。

[0045] ステップ S T 2 2 で検出部はパルス光出射停止処理を行う。検出部 1 6 は、画素値 I_{ct}が大きいために変動 V_rが所定範囲を超えていることから、光量の大きいパルス光を出射しないように、制御部 1 7 に対してパルス光出射停止指示を行い、発光部 1 1 からのパルス光の出射を停止させる。

[0046] ステップ S T 2 3 で検出部は所定領域内の各画素が注目画素として設定されたか判別する。検出部 1 6 は、注目画素に設定されていない画素が所定領域内に含まれている場合ステップ S T 2 4 に進み、所定領域内の各画素が注目画素として設定されている場合は処理を終了する。

[0047] ステップ S T 2 4 で検出部は注目画素の更新処理を行う。検出部 1 6 は、注目画素に設定されていない所定領域内の画素を、新たな注目画素に設定してステップ S T 1 5 に戻る。

[0048] このような処理を検出部で行うことにより、例えば発光部の拡散板の破損等によって、出射されるパルス光の光量が大きくなっている場合に、速やかにパルス光の出射が停止させることができる。また、受光部 1 2 の受光量が低下した場合に警告が行われるので、ユーザは発光部や受光部の劣化等が生じていることを容易に判別できるようになる。さらに、注目画素毎に異常検出を行うことができるので、パルス光や受光部の一部の領域で異常が生じた場合であっても、この異常を検出できるようになる。

[0049] < 4. 第 2 の動作例 >

次に、検出部の第 2 の動作例について説明する。第 2 の動作例では、第 1 の動作例と同様に、所定領域内の画素毎に異常検出を行い、異常検出では回歸直線を用いる。また、第 2 の動作例では、異常を検出したとき通知のみを行う。

[0050] 図 1 0 は、第 2 の動作例を示すフローチャートである。ステップ S T 3 1 で検出部はパルス光非照射時の撮像画を取得する。検出部 1 6 は、第 1 の動

作例のステップS T 1 1と同様に、発光部1 1からパルス光が照射されていないときに受光部1 2で受光された光L sに基づき生成された撮像画を取得してステップS T 3 2に進む。

[0051] ステップS T 3 2で検出部はパルス光照射時の撮像画を取得する。検出部1 6は、第1の動作例のステップS T 1 2と同様に、発光部1 1からパルス光L tが照射されているときに受光部1 2で受光された反射パルス光L rに基づいて生成された撮像画を取得してステップS T 3 3に進む。

[0052] ステップS T 3 3で検出部は距離情報を取得する。距離算出部1 5では、ステップS T 3 2における発光部1 1からのパルス光の出射タイミングと受光部1 2での反射パルス光の受光結果に基づき、受光部1 2で生成された撮像画に含まれている物体までの距離を示す距離情報が生成されている。検出部1 6は、距離算出部1 5で生成された距離情報を取得してステップS T 3 4に進む。

[0053] ステップS T 3 4で検出部は注目画素を設定する。検出部1 6は受光部1 2から取得した撮像画における所定領域内に注目画素を設定してステップS T 3 5に進む。なお、撮像画における所定領域は全画素領域あるいは予め指定された一部の画素領域であってもよい。

[0054] ステップS T 3 5で検出部はパルス光非照射時の画素値（受光量）が閾値よりも大きいか判別する。検出部1 6は、注目画素の画素値が予め設定された閾値よりも大きい場合、注目画素に対応する物体の表面位置は反射率が高く、受光部1 2に入射される反射パルス光の光量は少なくないと判別してステップS T 3 6に進む。また、検出部1 6は、注目画素の画素値が予め設定された閾値以下である場合、注目画素に対応する物体の表面位置は反射率が低く、受光部1 2に入射される反射パルス光の光量は少ないと判別してステップS T 4 0に進む。

[0055] ステップS T 3 6で検出部は注目画素が正対領域外の画素であるか判別する。検出部1 6は、ステップS T 3 3で取得された距離情報に基づき注目画素を含む領域の物体表面形状を判別して、注目画素に対応する物体表面が正

対領域外の画素であるか判別する。検出部 16 は、注目画素が物体の正対領域外の画素であると判別した場合ステップ S T 37 に進み、正対領域外の画素でない場合、すなわち鏡面反射が大きい正対領域内の画素と判別した場合ステップ S T 40 に進む。

[0056] ステップ S T 37 で検出部は近傍画素の画素値を取得する。検出部 16 は注目画素に近傍する画素の画素値（受光値）を取得してステップ S T 38 に進む。

[0057] ステップ S T 38 で検出部は相関関係について変動を算出する。検出部 16 は第 1 の動作例のステップ S T 18 と同様に、注目画素のパラメータ値（ l_{pix}/d^2 ）= J_m において回帰直線 R L で示される画素値 l_{vc} と注目画素の画素値 l_{ct} との差を注目画素の変動 V_r として算出してステップ S T 39 に進む。

[0058] ステップ S T 39 で検出部は変動が所定範囲内であるか判別する。検出部 16 はステップ S T 38 で算出した変動 V_r と所定範囲を比較する。所定範囲は、上述のように例えば（回帰直線 R L ± 閾値 T_j ）の範囲とする。検出部 16 は、変動 V_r が所定範囲内である場合ステップ S T 40 に進み、変動 V_r が所定範囲を超えている場合ステップ S T 43 に進む。

[0059] ステップ S T 40 で検出部は所定領域内の各画素が注目画素として設定されたか判別する。検出部 16 は、注目画素に設定されていない画素が所定領域内に含まれている場合はステップ S T 41 に進み、所定領域内の各画素が注目画素として設定されている場合はステップ S T 42 に進む。

[0060] ステップ S T 41 で検出部は注目画素の更新処理を行う。検出部 16 は、注目画素に設定されていない所定領域内の画素を、新たな注目画素に設定してステップ S T 35 に戻る。

[0061] ステップ S T 42 で検出部は正常通知処理を行う。検出部 16 は、所定領域内の全画素の画素毎の変動が所定範囲内であることから異常通知部 18 に対して正常通知指示を行い、発光部 11 あるいは受光部 12 が正常に動作している旨等の通知を画像や文字あるいは音声等で異常通知部 18 からユーザ

に通知させる。

[0062] ステップS T 3 9からステップS T 4 3に進むと、検出部は異常通知処理を行う。検出部1 6は、所定領域内のいずれかの画素の画素毎の変動が閾値T jを超えていることから異常通知部1 8に対して異常検出通知指示を行い、発光部1 1または受光部1 2が故障している旨等の警告を画像や文字あるいは音声等で異常通知部1 8からユーザに通知させる。

[0063] このような処理を検出部で行うことにより、発光部あるいは受光部で異常が生じた場合、異常通知部で異常通知処理が行われるので、ユーザは異常が発生したことを容易に把握できるようになる。

[0064] <5. 変形例>

上述の実施の形態では、発光部から物体にパルス光を照射して、物体からの反射光に基づき距離算出部で距離を算出する場合を例示したが、物体までの距離は他の方法を用いてもよい。例えば、図3の撮像部1 3は、可視領域に感度を有するカラーイメージセンサを用いて構成する。撮像部1 3は生成した撮像画を距離算出部1 5へ出力する。距離算出部1 5は、受光部1 2で生成された撮像画と視点位置が異なる撮像部1 3で生成された撮像画をステレオ画像として用いる。また、距離算出部1 5は、受光部1 2と撮像部1 3の間隔（基線長）と受光部1 2と撮像部1 3の焦点距離を用いて、物体までの距離を算出する。このようにして距離を算出すれば、パルス光の出射タイミングと受光部1 2で反射パルス光を受光して得られた受光結果に基づいて距離を算出できない場合でも、異常検出処理を行うことができる。

[0065] また、発光部または受光部の異常検出において、パルス光と反射光の光量と距離の相関関係は、パルス光の光量を低減させても成り立つことから、測距を行わない場合には発光部から物体に照射するパルス光の光量を低減させてもよい。このように、パルス光の光量を低減させることで消費電力を少なくできる。

[0066] また、照明光を出射する照明部が設けられている場合、パルス光が照射されていないときに照明光を照射すれば、物体に太陽光が照射されていない場

合でもパルス光未照射状態での撮像画を取得できるようになる。

[0067] また、相関関係は、式（２）に示すように画素値 I_{conf} とパラメータ値（ I_{pix}/d^2 ）との相関関係に限られない。例えば、近傍画素においては距離がほぼ等しいとみなして問題ないことから、「 $1/d^2$ 」の演算を省略して、画素値 I_{conf} と画素値 I_{pix} の相関関係を用いて、変動が所定範囲を超えたことに応じて異常と判定してもよい。このように、画素値 I_{conf} と画素値 I_{pix} の相関関係を用いるようにすれば、式（２）の関係を用いる場合に比べて計算量を削減できる。

[0068] さらに、物体からの反射光の偏光特性に基づき、反射光から鏡面反射成分を分離できる場合には、正対領域における鏡面反射成分を除いた受光量を用いて、相関関係の判別を行うようにしてもよい。

[0069] ＜６．応用例＞

本開示に係る技術は、パルス光を出射して物体からの反射パルス光を用いる様々な製品へ応用することができる。例えば、本開示に係る技術は、自動車、電気自動車、ハイブリッド電気自動車、自動二輪車、自転車、パーソナルモビリティ、ドローン、ロボット、建設機械、農業機械（トラクター）などのいずれかの種類の移動体に搭載される装置として実現されてもよく、内視鏡手術システム等に適用されてもよい。

[0070] 明細書中において説明した一連の処理はハードウェア、またはソフトウェア、あるいは両者の複合構成によって実行することが可能である。ソフトウェアによる処理を実行する場合は、処理シーケンスを記録したプログラムを、専用のハードウェアに組み込まれたコンピュータ内のメモリにインストールして実行させる。または、各種処理が実行可能な汎用コンピュータにプログラムをインストールして実行させることが可能である。

[0071] 例えば、プログラムは記録媒体としてのハードディスクやSSD（Solid State Drive）、ROM（Read Only Memory）に予め記録しておくことができる。あるいは、プログラムはフレキシブルディスク、CD-ROM（Compact Disc Read Only Memory）、MO（Magneto optical）ディスク、DVD（Di

igital Versatile Disc)、BD (Blu-Ray Disc (登録商標))、磁気ディスク、半導体メモリカード等のリムーバブル記録媒体に、一時的または永続的に格納(記録)しておくことができる。このようなリムーバブル記録媒体は、いわゆるパッケージソフトウェアとして提供することができる。

[0072] また、プログラムは、リムーバブル記録媒体からコンピュータにインストールする他、ダウンロードサイトからLAN (Local Area Network) やインターネット等のネットワークを介して、コンピュータに無線または有線で転送してもよい。コンピュータでは、そのようにして転送されてくるプログラムを受信し、内蔵するハードディスク等の記録媒体にインストールすることができる。

[0073] なお、本明細書に記載した効果はあくまで例示であって限定されるものではなく、記載されていない付加的な効果があってもよい。また、本技術は、上述した技術の実施の形態に限定して解釈されるべきではない。この技術の実施の形態は、例示という形態で本技術を開示しており、本技術の要旨を逸脱しない範囲で当業者が実施の形態の修正や代用をなし得ることは自明である。すなわち、本技術の要旨を判断するためには、請求の範囲を参酌すべきである。

[0074] また、本技術の異常検出装置は以下のような構成も取ることができる。

(1) 物体で反射されたパルス光を受光する受光部における前記パルス光が前記物体に照射されていないときの第1の受光量と、前記パルス光が前記物体に照射されているときの第2の受光量の相関関係に基づいて、前記パルス光を出射する発光部または前記受光部の異常を検出する検出部を備える異常検出装置。

(2) 前記検出部は、前記相関関係における変動が所定範囲を超えた場合に前記発光部または前記受光部の異常と判別する(1)に記載の異常検出装置。

(3) 前記検出部は、前記第2の受光量が大きいために前記相関関係における変動が所定範囲を超えた場合、前記パルス光の出射を停止させる(2

）に記載の異常検出装置。

（４） 前記検出部は、前記第２の受光量が小さいために前記相関関係における変動が所定範囲を超えた場合、前記発光部または前記受光部の異常をユーザに通知させる（２）または（３）に記載の異常検出装置。

（５） 前記検出部は、前記物体における前記パルス光の入射角と前記反射されたパルス光の反射角が等しい領域を除く領域における受光量を用いて相関関係を判別する（１）乃至（４）のいずれかに記載の異常検出装置。

（６） 前記検出部は、前記パルス光を反射した前記物体までの距離を用いて前記第１の受光量と前記第２の受光量の相関関係を判別する（１）乃至（５）のいずれかに記載の異常検出装置。

（７） 前記パルス光の発光タイミングと前記受光部における前記反射されたパルス光の受光結果に基づいて前記パルス光を反射した前記物体までの距離を算出する距離算出部を備え、

前記検出部は、前記距離算出部で算出された距離を用いて前記相関関係を判別する（６）に記載の異常検出装置。

（８） 前記パルス光を反射した物体を撮像する撮像部をさらに備え、

前記距離算出部は、前記撮像部で生成された撮像画と前記受光部で前記反射されたパルス光を受光して生成された撮像画に基づき前記物体までの距離を算出する（６）に記載の異常検出装置。

（９） 前記パルス光を出射する発光部と、前記物体で反射されたパルス光を受光する前記受光部をさらに備える（１）乃至（８）のいずれかに記載の異常検出装置。

（１０） 前記発光部は、前記物体までの距離を算出しない場合、前記物体までの距離を算出する場合よりも前記パルス光の光量を低減させる（９）に記載の異常検出装置。

符号の説明

[0075] １０・・・測距装置

１１・・・発光部

1 2 . . . 受光部

1 3 . . . 撮像部

1 5 . . . 距離算出部

1 6 . . . 検出部

1 7 . . . 制御部

1 8 . . . 異常通知部

請求の範囲

- [請求項1] 物体で反射されたパルス光を受光する受光部における前記パルス光が前記物体に照射されていないときの第1の受光量と、前記パルス光が前記物体に照射されているときの第2の受光量の相関関係に基づいて、前記パルス光を出射する発光部または前記受光部の異常を検出する検出部を備える異常検出装置。
- [請求項2] 前記検出部は、前記相関関係における変動が所定範囲を超えた場合に前記発光部または前記受光部の異常と判別する請求項1に記載の異常検出装置。
- [請求項3] 前記検出部は、前記第2の受光量が大きいために前記相関関係における変動が所定範囲を超えた場合、前記パルス光の出射を停止させる請求項2に記載の異常検出装置。
- [請求項4] 前記検出部は、前記第2の受光量が小さいために前記相関関係における変動が所定範囲を超えた場合、前記発光部または前記受光部の異常をユーザに通知させる請求項2に記載の異常検出装置。
- [請求項5] 前記検出部は、前記物体における前記パルス光の入射角と前記反射されたパルス光の反射角が等しい領域を除く領域における受光量を用いて相関関係を判別する請求項1に記載の異常検出装置。
- [請求項6] 前記検出部は、前記パルス光を反射した前記物体までの距離を用いて前記第1の受光量と前記第2の受光量の相関関係を判別する請求項1に記載の異常検出装置。
- [請求項7] 前記パルス光の発光タイミングと前記受光部における前記反射されたパルス光の受光結果に基づいて前記パルス光を反射した前記物体までの距離を算出する距離算出部を備え、
前記検出部は、前記距離算出部で算出された距離を用いて前記相関

関係を判別する

請求項 6 に記載の異常検出装置。

- [請求項8] 前記パルス光を反射した物体を撮像する撮像部をさらに備え、
前記距離算出部は、前記撮像部で生成された撮像画と前記受光部で
前記反射されたパルス光を受光して生成された撮像画に基づき前記物
体までの距離を算出する

請求項 7 に記載の異常検出装置。

- [請求項9] 前記パルス光を出射する前記発光部と、
前記物体で反射されたパルス光を受光する前記受光部をさらに備え
る

請求項 1 に記載の異常検出装置。

- [請求項10] 前記発光部は、前記物体までの距離を算出しない場合、前記物体ま
での距離を算出する場合よりも前記パルス光の光量を低減させる
請求項 9 に記載の異常検出装置。

- [請求項11] 物体で反射されたパルス光を受光する受光部における前記パルス光
が前記物体に照射されていないときの第 1 の受光量と、前記パルス光
が前記物体に照射されているときの第 2 の受光量の相関関係に基づい
て、前記パルス光を出射する発光部または前記受光部の異常を検出部
で検出すること
を含む異常検出方法。

- [請求項12] 物体で反射されたパルス光を受光部で受光して得られた受光結果の
処理をコンピュータで実行させるプログラムであって、
前記パルス光が前記物体に照射されていないときの前記受光部の第
1 の受光量と、前記パルス光が前記物体に照射されているときの前記
受光部の第 2 の受光量の相関関係に基づいて、前記パルス光を出射す
る発光部または前記受光部の異常を検出する手順
を前記コンピュータで実行させるプログラム。

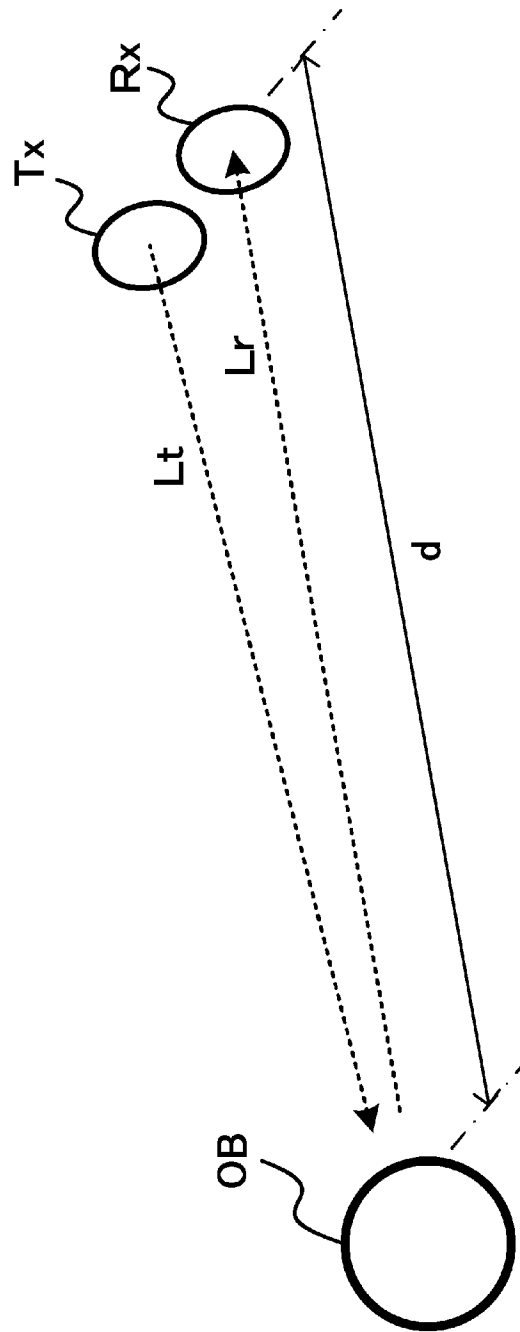
- [請求項13] パルス光を出射する発光部と、

測距対象物で反射された前記パルス光を受光する受光部と、

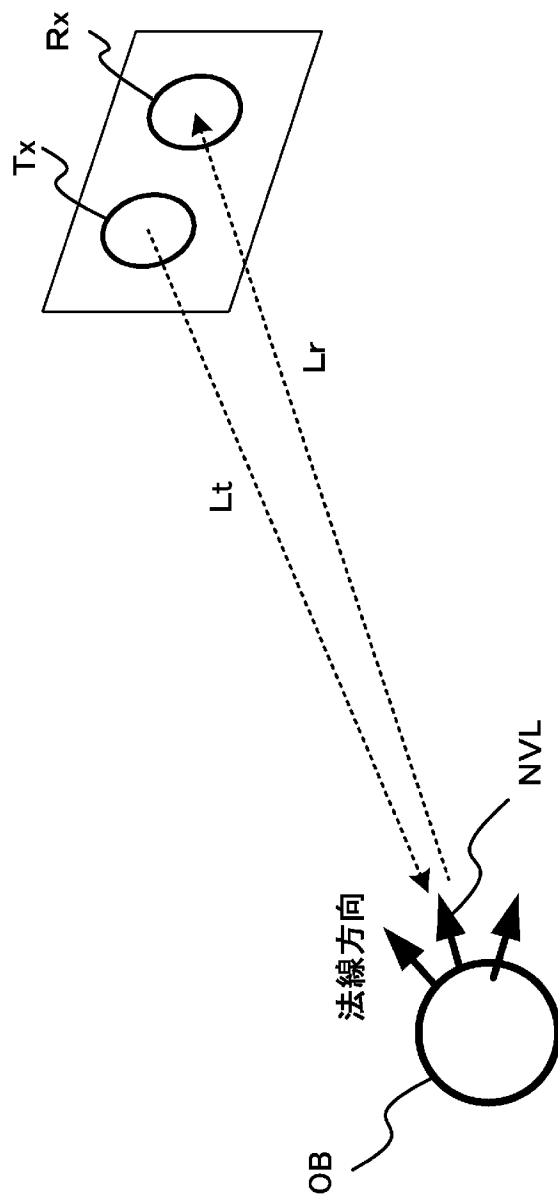
前記パルス光の発光タイミングと前記受光部における前記反射されたパルス光の受光結果に基づいて前記パルス光を反射した前記測距対象物までの距離を算出する距離算出部と、

前記パルス光が前記測距対象物に照射されていないときの前記受光部の第1の受光量と、前記パルス光が前記測距対象物に照射されているときの前記受光部の第2の受光量の相関関係に基づいて、前記発光部または前記受光部の異常を検出する検出部と
を備える測距装置。

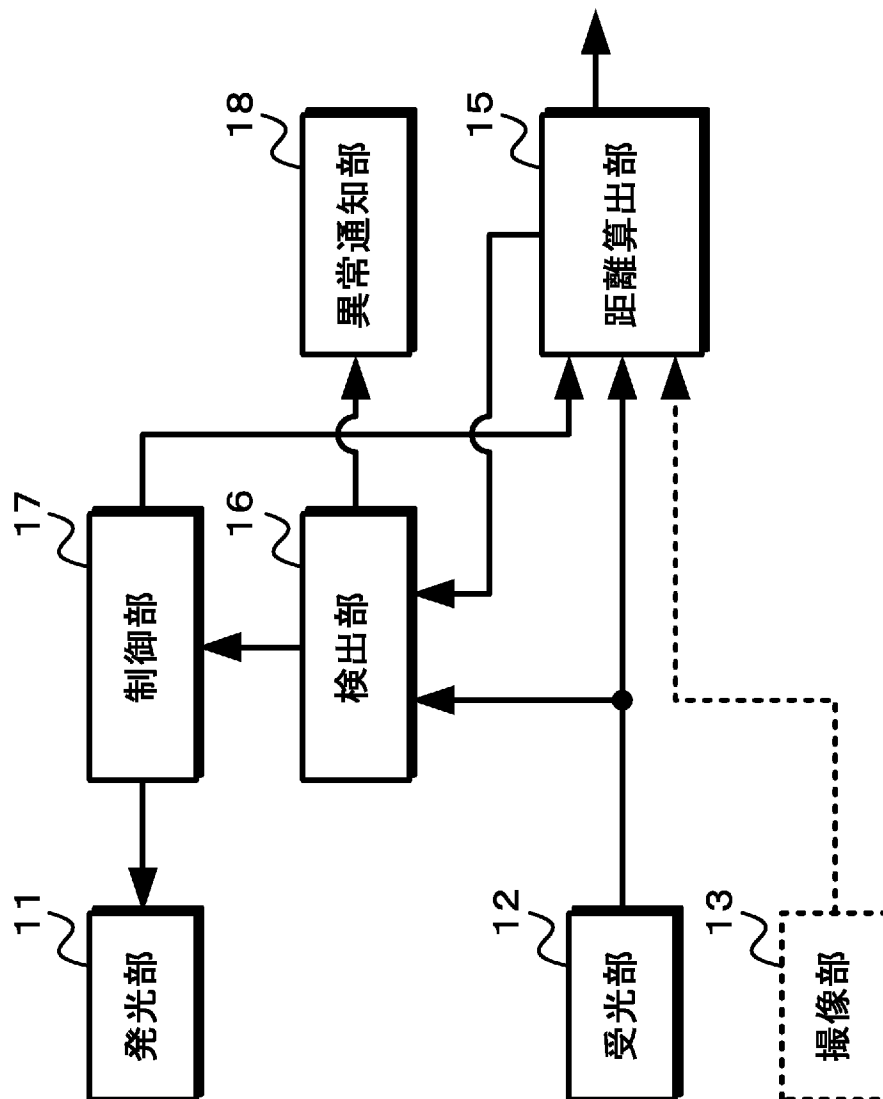
[図1]



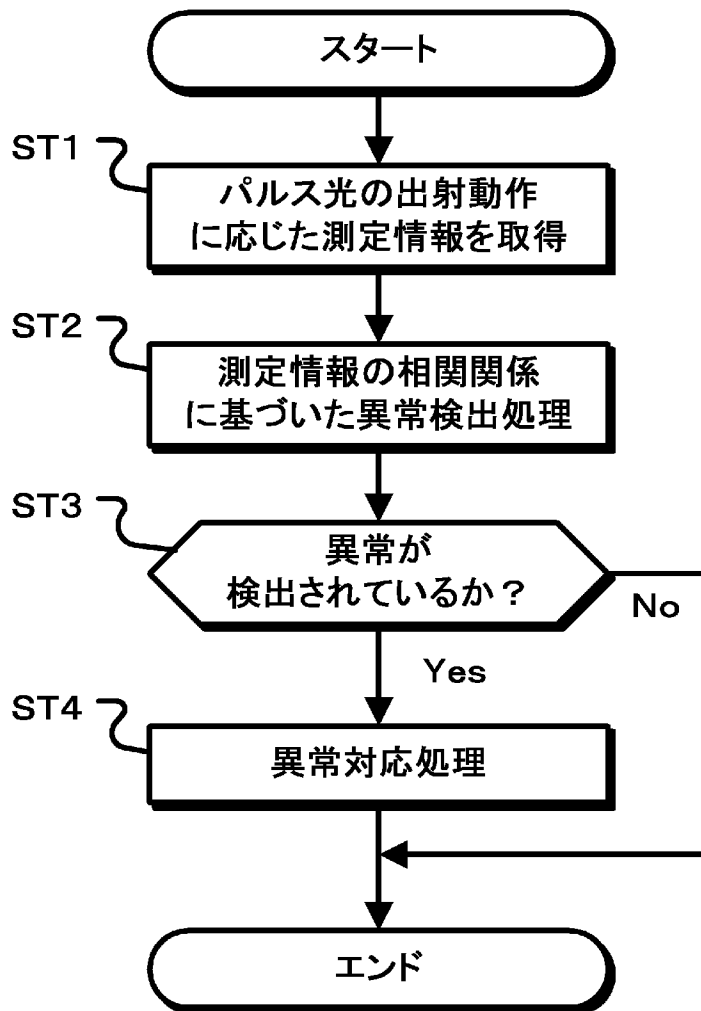
[図2]



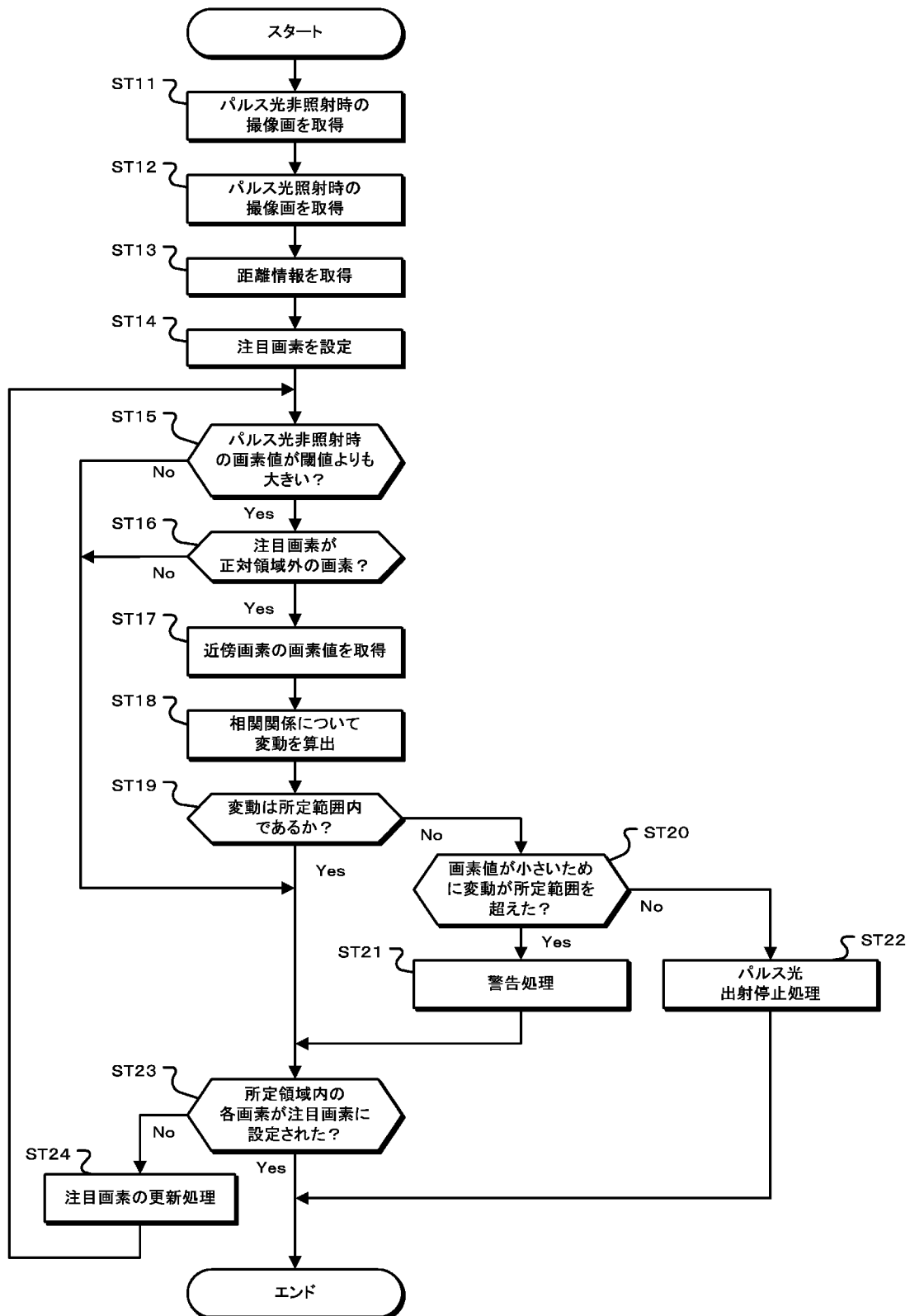
[図3]



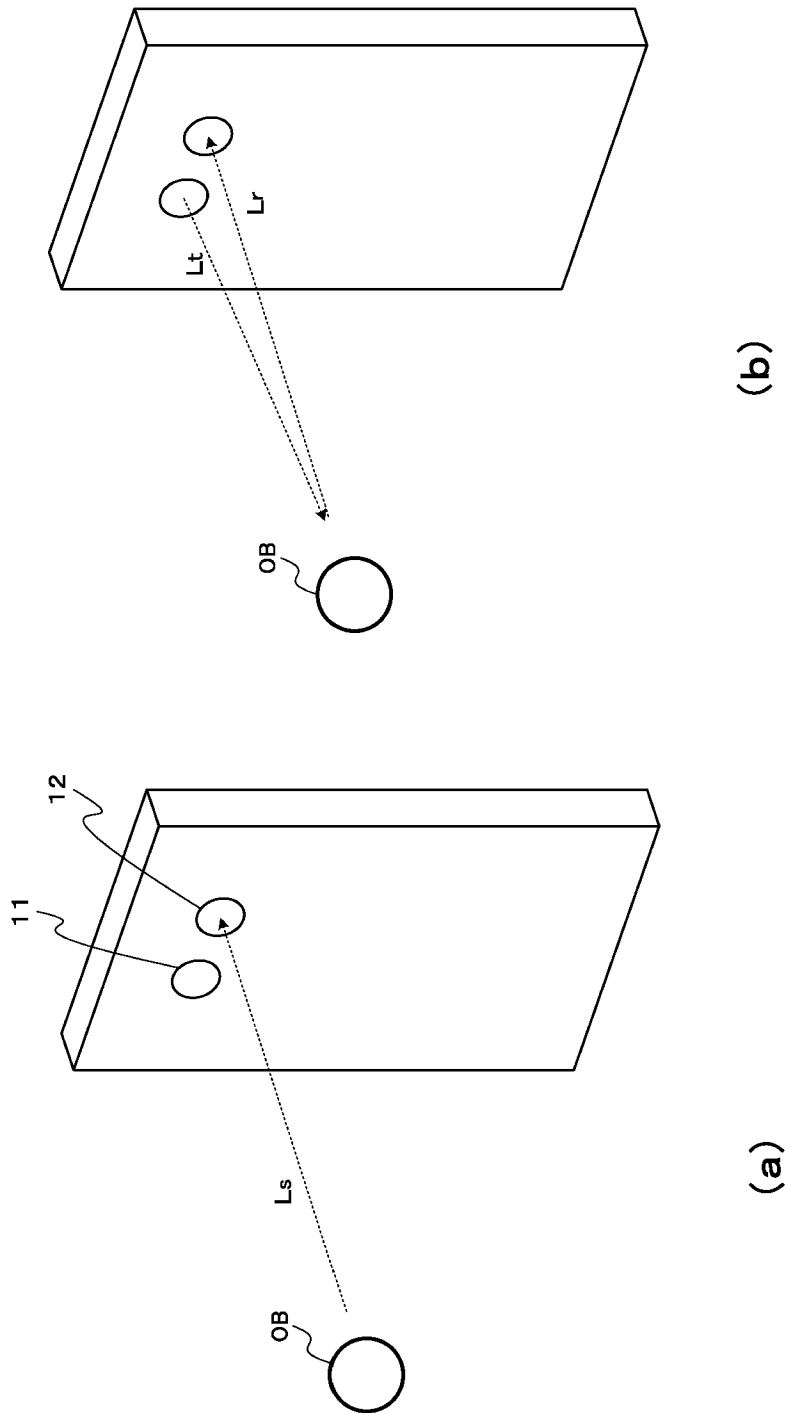
[図4]



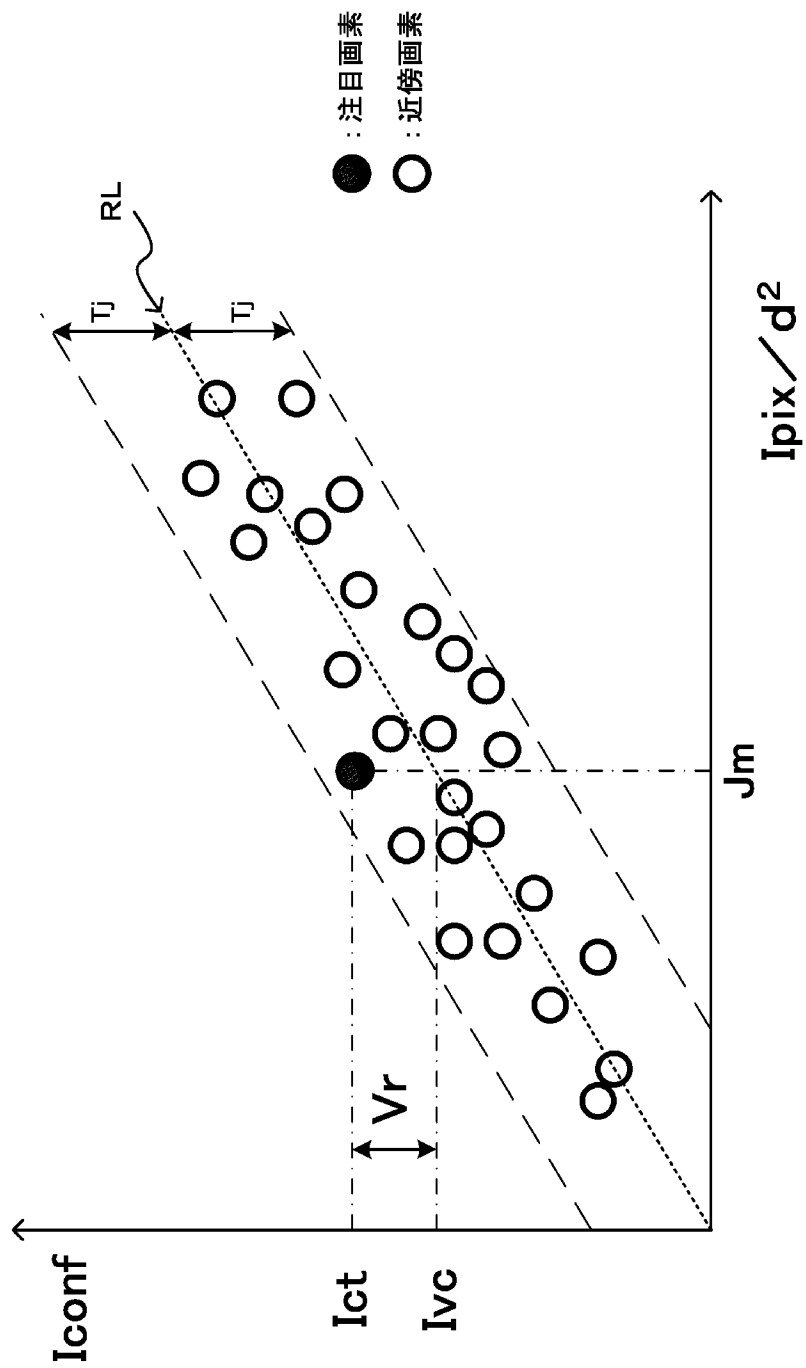
[図5]



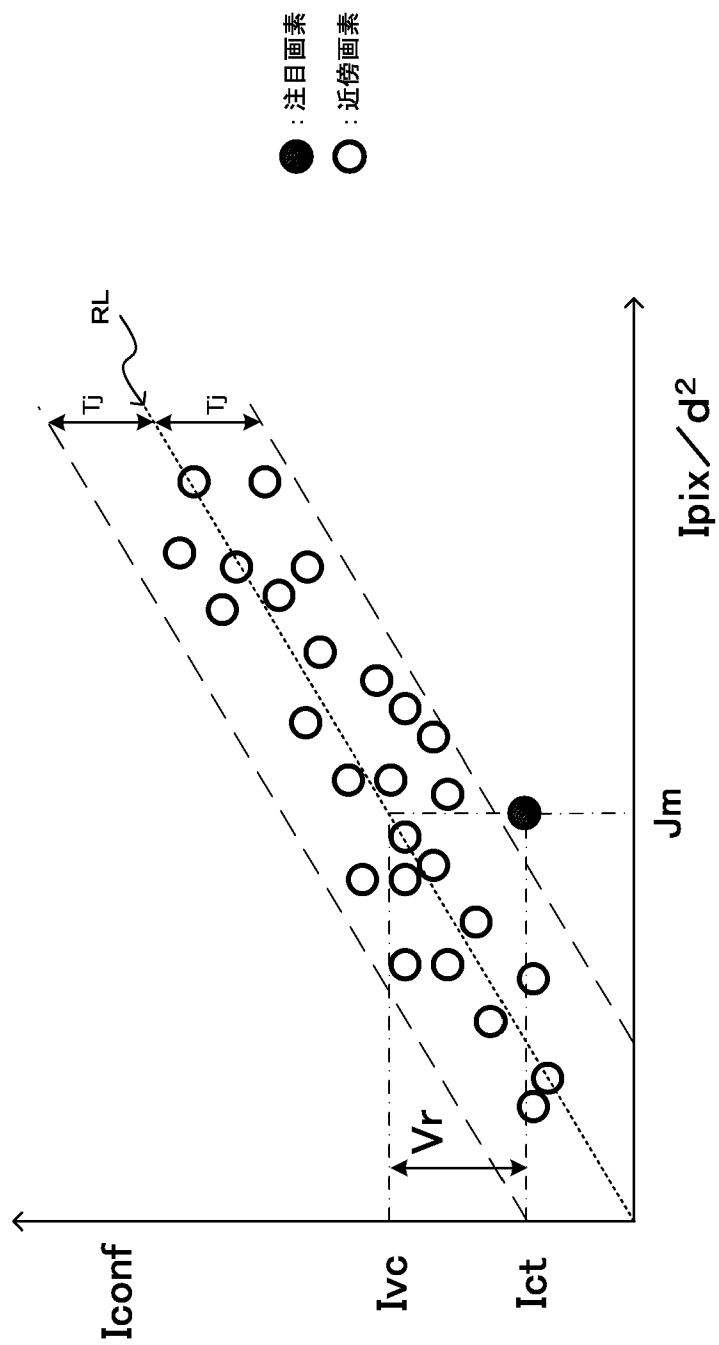
[図6]



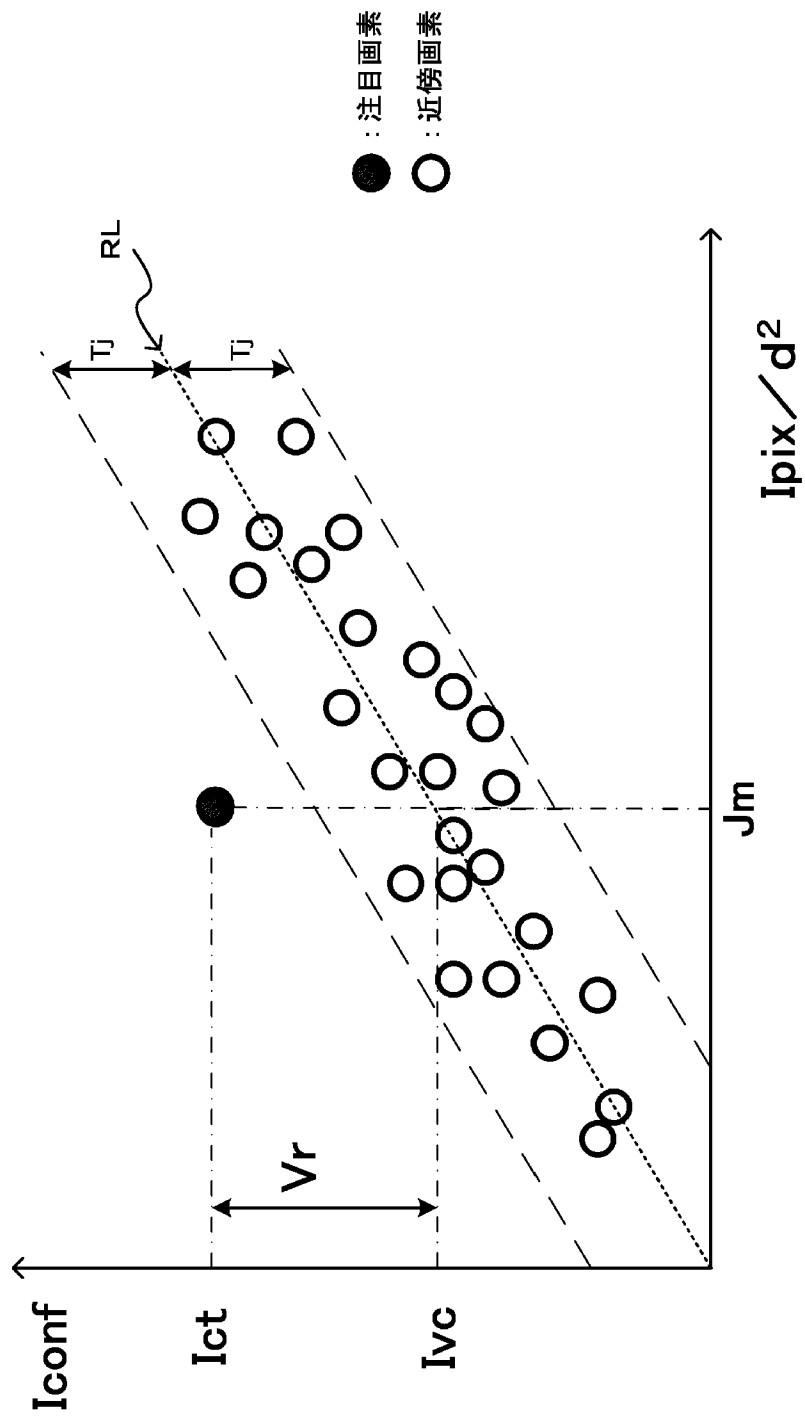
[図7]



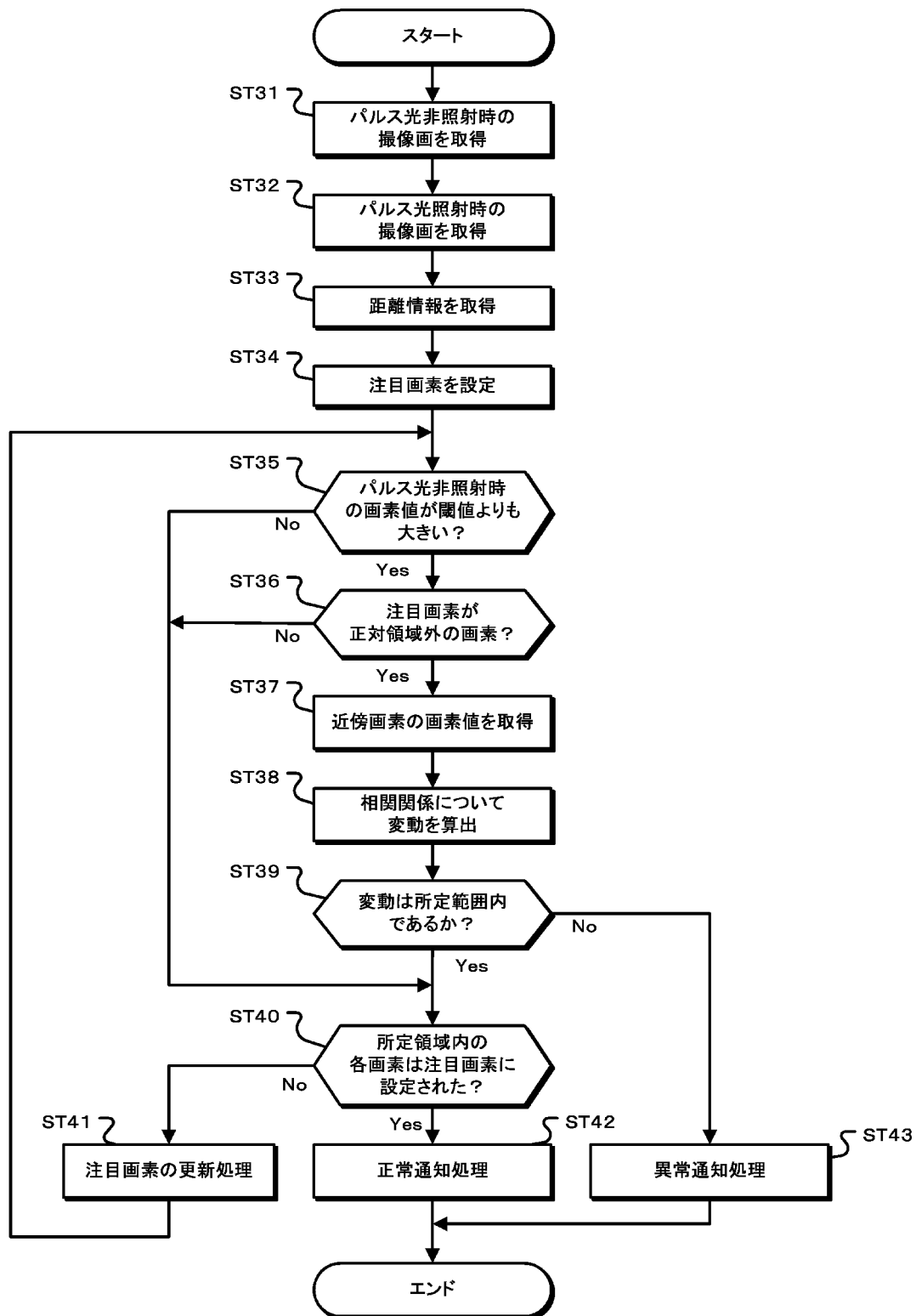
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/036327

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01S7/497 (2006.01) i, G01C3/06 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. G01S7/48-7/51, 17/00-17/95, G01C3/00-3/32, G01B11/00-11/30, G01N21/00-21/01, 21/17-21/61

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 9-35159 A (HOCHIKI CORP.) 07 February 1997, paragraphs [0022]-[0039], fig. 2-5 & US 5859706 A, column 6, line 7 to column 9, line 38, fig. 2-5 & EP 0755037 A1 & DE 69608363 T2	1, 9, 11-12 2-8, 10, 13
P, X	WO 2019/039312 A1 (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORP.) 28 February 2019, claim 7, paragraphs [0038]-[0046], [0094]-[0110], fig. 4-7, 14-17 & JP 2019-41201 A	1, 9, 11-13

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 29.10.2019	Date of mailing of the international search report 12.11.2019
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/036327

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-87610 A (SECOM CO., LTD.) 20 March 2003, paragraphs [0025]-[0034], fig. 6, 7 (Family: none)	1-13
A	JP 2006-38686 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 09 February 2006, paragraphs [0052]-[0064], fig. 6 (Family: none)	1-13
A	JP 2008-249673 A (FUJIFILM CORPORATION) 16 October 2008, entire text (Family: none)	1-13
A	JP 2016-170061 A (OMRON CORPORATION) 23 September 2016, entire text (Family: none)	1-13
A	US 2018/0284247 A1 (LUMINAR TECHNOLOGIES, INC.) 04 October 2018, paragraph [0108], fig. 8 (Family: none)	3
A	US 2018/0284242 A1 (LUMINAR TECHNOLOGIES, INC.) 04 October 2018, paragraphs [0124]-[0131], fig. 12-16 (Family: none)	5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01S7/497(2006.01)i, G01C3/06(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01S7/48-7/51, 17/00-17/95, G01C3/00-3/32, G01B11/00-11/30, G01N21/00-21/01, 21/17-21/61

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 9-35159 A（ホーチキ株式会社）1997.02.07, [0022]～[0039], 図2～5 & US 5859706 A, 第6欄第7行～第9欄第38行, 図2～5 & EP 0755037 A1 & DE 69608363 T2	1, 9, 11-12 2-8, 10, 13
P, X	WO 2019/039312 A1 （ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社）2019.02.28, 請求項7, [0038]～[0046], [0094]～[0110], 図4～7, 14～17 & JP 2019-41201 A	1, 9, 11-13

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

29.10.2019

国際調査報告の発送日

12.11.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

小川 浩史

2 S

9114

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2003-87610 A (セコム株式会社) 2003. 03. 20, [0025] ~ [0034], 図6~7 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2006-38686 A (日産自動車株式会社) 2006. 02. 09, [0052] ~ [0064], 図6 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2008-249673 A (富士フイルム株式会社) 2008. 10. 16, 全文 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2016-170061 A (オムロン株式会社) 2016. 09. 23, 全文 (ファミリーなし)	1-13
A	US 2018/0284247 A1 (LUMINAR TECHNOLOGIES, INC.) 2018. 10. 04, [0108], 図8 (ファミリーなし)	3
A	US 2018/0284242 A1 (LUMINAR TECHNOLOGIES, INC.) 2018. 10. 04, [0124] ~ [0131], 図12~16 (ファミリーなし)	5