

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7555021号
(P7555021)

(45)発行日 令和6年9月24日(2024.9.24)

(24)登録日 令和6年9月12日(2024.9.12)

(51)国際特許分類

G 0 1 S	17/66 (2006.01)	F I	G 0 1 S	17/66
G 0 1 S	17/89 (2020.01)		G 0 1 S	17/89

請求項の数 14 (全26頁)

(21)出願番号 特願2022-505787(P2022-505787)
 (86)(22)出願日 令和2年12月28日(2020.12.28)
 (86)国際出願番号 PCT/JP2020/049225
 (87)国際公開番号 WO2021/181841
 (87)国際公開日 令和3年9月16日(2021.9.16)
 審査請求日 令和5年10月27日(2023.10.27)
 (31)優先権主張番号 特願2020-41891(P2020-41891)
 (32)優先日 令和2年3月11日(2020.3.11)
 (33)優先権主張国・地域又は機関
 日本国(JP)

(73)特許権者 314012076
 パナソニックIPマネジメント株式会社
 大阪府門真市元町22番6号
 (74)代理人 100101683
 弁理士 奥田 誠司
 (74)代理人 100155000
 弁理士 喜多 修市
 (74)代理人 100188813
 弁理士 川喜田 徹
 (74)代理人 100184985
 弁理士 田中 悠
 (74)代理人 100202197
 弁理士 村瀬 成康
 (74)代理人 100218981
 弁理士 武田 寛之

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 測距装置

(57)【特許請求の範囲】**【請求項1】**

第1の光、および前記第1の光よりも広がりの程度が小さい第2の光を射出し、前記第2の光の射出方向を変化させることができなる発光装置と、

受光装置と、

前記発光装置および前記受光装置を制御し、前記受光装置から出力された信号を処理する処理回路と、

を備え、

前記処理回路は、

前記受光装置が前記第1の光によって生じた第1の反射光を検出することにより得られた第1の信号に基づいて第1の距離データを生成し、

前記受光装置が前記第2の光によって生じた第2の反射光を検出することにより得られた第2の信号に基づいて第2の距離データを生成し、

対象物が前記第1の光によって照射される範囲に含まれる第1の対象範囲の外側に存在するとき、前記発光装置に前記第2の光が前記対象物を追尾するように前記第2の光を照射させ、

前記対象物が前記第1の対象範囲の外側から内側に進入したとき、前記発光装置に前記第2の光による前記追尾を停止させる、

測距装置。

【請求項2】

前記処理回路は、前記対象物が前記第1の対象範囲の内側に進入した後、前記第1の距離データに加えて前記対象物の位置の変化を記録する、

請求項1に記載の測距装置。

【請求項3】

前記処理回路は、

前記発光装置に、前記第1の対象範囲の外側にある第2の対象範囲を前記第2の光によってスキャンさせ、

前記スキャンによって得られた前記第2の信号または前記第2の距離データに基づき、前記対象物を検知し、

前記対象物を検知したことを受け、前記発光装置に前記第2の光によって前記対象物の追尾を開始させる、

請求項1または2に記載の測距装置。

【請求項4】

第1の光、および前記第1の光よりも広がりの程度が小さい第2の光を出射し、前記第2の光の出射方向を変化させることが可能な発光装置と、

受光装置と、

前記発光装置および前記受光装置を制御し、前記受光装置から出力された信号を処理する処理回路と、

を備え、

前記処理回路は、

前記受光装置が前記第1の光によって生じた第1の反射光を検出することにより得た第1の信号に基づいて第1の距離データを生成し、

前記受光装置が前記第2の光によって生じた第2の反射光を検出することにより得た第2の信号に基づいて第2の距離データを生成し、

対象物が前記第1の光によって照射される範囲に含まれる第1の対象範囲の内側に存在するとき、前記第1の距離データに加えて前記対象物の位置の変化を記録し、

前記対象物が、前記第1の対象範囲の内側から外側に移動したとき、前記発光装置に前記第2の光が前記対象物を追尾するように前記第2の光の照射を開始させる、測距装置。

【請求項5】

前記処理回路は、

前記対象物が前記第1の対象範囲の外側に存在するとき、前記第1の光による測距を実行する、

請求項1から4のいずれかに記載の測距装置。

【請求項6】

前記処理回路は、前記対象物が前記第1の対象範囲の外側に存在するか内側に存在するかを、前記第1の信号の強度、前記第2の信号の強度、前記第1の距離データ、前記第2の距離データ、および外部のセンサから入力された外部データからなる群から選択される少なくとも1つに基づいて決定する、

請求項1から5のいずれかに記載の測距装置。

【請求項7】

前記処理回路は、前記対象物の前記第1の対象範囲の外側から内側への移動、および内側から外側への移動を、前記第1の信号の強度、前記第2の信号の強度、前記第1の距離データ、前記第2の距離データ、および外部のセンサから入力された外部データからなる群から選択される少なくとも1つに基づいて予測する、

請求項1から6のいずれかに記載の測距装置。

【請求項8】

前記受光装置は、2次元に配列された複数の画素を有するイメージセンサである、
請求項1から7のいずれかに記載の測距装置。

【請求項9】

10

20

30

40

50

前記処理回路は、前記第1の信号の強度、前記第2の信号の強度、前記第1の距離データ、前記第2の距離データ、および外部のセンサから入力された外部データからなる群から選択される少なくとも1つに基づいて前記第1の対象範囲を変化させる。

請求項1に記載の測距装置。

【請求項10】

前記処理回路は、

前記第1の信号の強度、前記第2の信号の強度、前記第1の距離データ、第2の距離データ、および前記外部データからなる群から選択される少なくとも1つに基づいて前記対象物の位置を検出し、

前記対象物の位置の分散によって規定される前記対象物の位置の信頼度を算出し、

前記対象物の位置の信頼度に基づいて、前記第1の対象範囲を決定する、

請求項9に記載の測距装置。

【請求項11】

前記処理回路は、前記第1の距離データおよび前記第2の距離データを統合して出力する、

請求項1から10のいずれかに記載の測距装置。

【請求項12】

前記第1の光はフラッシュ光であり、

前記第2の光は光ビームである、

請求項1から11のいずれかに記載の測距装置。

【請求項13】

第1の光、および前記第1の光よりも広がりの程度が小さい第2の光を出射し、前記第2の光の出射方向を変化させることができた発光装置と、

受光装置と、

前記発光装置および前記受光装置を制御し、前記受光装置から出力された信号を処理する処理回路と、を含む測距装置に用いられるプログラムであって、

前記処理回路に、

前記受光装置が前記第1の光によって生じた第1の反射光を検出することにより得られた第1の信号に基づいて第1の距離データを生成することと、

前記受光装置が前記第2の光によって生じた第2の反射光を検出することにより得られた第2の信号に基づいて第2の距離データを生成することと、

対象物が前記第1の光によって照射される範囲に含まれる第1の対象範囲の外側に存在するとき、前記発光装置に前記第2の光が前記対象物を追尾するように前記第2の光を照射することと、

前記対象物が前記第1の対象範囲の外側から内側に進入したとき、前記発光装置に前記第2の光による前記追尾を停止させることと、を実行させる、

プログラム。

【請求項14】

第1の光、および前記第1の光よりも広がりの程度が小さい第2の光を出射し、前記第2の光の出射方向を変化させることができた発光装置と、

受光装置と、

前記発光装置および前記受光装置を制御し、前記受光装置から出力された信号を処理する処理回路と、を含む測距装置に用いられるプログラムであって、

前記処理回路に、

前記受光装置が前記第1の光によって生じた第1の反射光を検出することにより得た第1の信号に基づいて第1の距離データを生成することと、

前記受光装置が前記第2の光によって生じた第2の反射光を検出することにより得た第2の信号に基づいて第2の距離データを生成することと、

対象物が前記第1の光によって照射される範囲に含まれる第1の対象範囲の内側に存在するとき、前記第1の距離データに加えて前記対象物の位置の変化を記録させることと、

10

20

30

40

50

前記対象物が、前記第1の対象範囲の内側から外側に移動したとき、前記発光装置に前記第2の光が前記対象物を追尾するように前記第2の光の照射を開始させることと、を実行させる、

プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、測距装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、物体に光を照射し、当該物体からの反射光を検出することにより、当該物体の位置または距離に関するデータを取得する種々のデバイスが提案されている。

【0003】

例えば特許文献1は、光源を含む投光系と、投光系から投光され物体で反射された光を受光する光検出器を含む受光系と、光検出器の出力信号が入力される信号処理系と、制御系とを備える物体検出装置を開示している。制御系は、投光系の投光範囲内の少なくとも1つの領域を注目領域として設定し、投光系の投光条件または信号処理系の処理条件を、注目領域に投光するときと注目領域以外の領域に投光するときとで異なるように制御する。

【0004】

特許文献2は、LiDAR (Light Detection and Ranging) 装置を開示している。当該LiDAR装置は、第1のビームスキャナと、第2のビームスキャナと、コントローラとを備える。第1のビームスキャナは、第1のスキャンパターンの第1のレーザビームで第1の領域をスキャンする。第2のビームスキャナは、第2のスキャンパターンの第2のレーザビームで、第1の領域よりも狭い第2の領域をスキャンする。コントローラは、第1のビームスキャナを駆動して第1の領域をスキャンし、第1のレーザビームによる反射光のデータを取得する。当該データから、1つ以上の対象物を決定し、第2のビームスキャナを駆動して第2の領域内を照射することにより、当該対象物をモニターする。

【0005】

特許文献3は、測距撮像装置を開示している。この測距撮像装置は、パッシブ光を検出するイメージセンサから出力された信号に基づき、撮像対象エリア全体の中から測距を必要とする被写体を特定する。この測距撮像装置は、当該被写体をレーザ光で照射し、その反射光を検出することにより、当該被写体までの距離を計測する。

【0006】

特許文献4は、光ビームによって空間を走査し、イメージセンサによって物体からの反射光を受光して距離情報を取得する装置を開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【文献】特開2017-173298号公報

【文献】米国特許第10061020号明細書

【文献】特開2018-185342号公報

【文献】米国特許出願公開第2018/0217258号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本開示は、測距対象シーンにおける対象物の距離データを効率的に取得することを可能にする技術を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0009】

10

20

30

40

50

本開示の一態様に係る測距装置は、第1の光、および前記第1の光よりも広がりの程度が小さい第2の光を出射し、前記第2の光の出射方向を変化させることができるものである。発光装置と、受光装置と、前記発光装置および前記受光装置を制御し、前記受光装置から出力された信号を処理する処理回路と、を備え、前記処理回路は、前記受光装置が前記第1の光によって生じた第1の反射光を検出することにより得られた第1の信号に基づいて第1の距離データを生成し、前記受光装置が前記第2の光によって生じた第2の反射光を検出することにより得られた第2の信号に基づいて第2の距離データを生成し、対象物が前記第1の光によって照射される範囲に含まれる第1の対象範囲の外側に存在するとき、前記発光装置に前記第2の光によって前記対象物を追尾させ、前記対象物が前記第1の対象範囲の外側から内側に進入したとき、前記発光装置に前記第2の光による前記追尾を停止させる。

10

【0010】

本開示の包括的または具体的な態様は、システム、装置、方法、集積回路、コンピュータプログラムまたはコンピュータ読み取り可能な記録ディスク等の記録媒体で実現されてもよく、システム、装置、方法、集積回路、コンピュータプログラムおよび記録媒体の任意の組み合わせで実現されてもよい。コンピュータ読み取り可能な記録媒体は、例えばC D - R O M (C o m p a c t D i s c R e a d O n l y M e m o r y) 等の不揮発性の記録媒体を含み得る。装置は、1つ以上の装置で構成されてもよい。装置が2つ以上の装置で構成される場合、当該2つ以上の装置は、1つの機器内に配置されてもよく、分離した2つ以上の機器内に分かれて配置されてもよい。本明細書および特許請求の範囲では、「装置」とは、1つの装置を意味し得るだけでなく、複数の装置からなるシステムも意味し得る。

20

【発明の効果】

【0011】

本開示の実施形態によれば、測距対象シーンにおける対象物の距離データを効率的に取得することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】図1は、本開示の例示的な実施形態による測距装置の概略的な構成を示すブロック図である。

30

【図2】図2は、測距装置の動作の概要を説明するための図である。

【図3】図3は、前面に測距装置が搭載された車両の例を模式的に示す斜視図である。

【図4】図4は、道路を走行中の車両を模式的に示す側面図である。

【図5】図5は、道路を走行中の車両に対向車が近づく場合における測距動作の例を示すフローチャートである。

【図6A】図6Aは、道路を走行中の車両に対向車が近づく様子を模式的に示す第1の図である。

【図6B】図6Bは、道路を走行中の車両に対向車が近づく様子を模式的に示す第2の図である。

【図6C】図6Cは、道路を走行中の車両に対向車が近づく様子を模式的に示す第3の図である。

40

【図6D】図6Dは、道路を走行中の車両に対向車が近づく様子を模式的に示す第4の図である。

【図6E】図6Eは、道路を走行中の車両に対向車が近づく様子を模式的に示す第5の図である。

【図7】図7は、道路を走行中の車両から先行車が遠ざかる場合における測距動作の例を示すフローチャートである。

【図8A】図8Aは、道路を走行中の車両から先行車が遠ざかる様子を模式的に示す第1の図である。

【図8B】図8Bは、道路を走行中の車両から先行車が遠ざかる様子を模式的に示す第2の図である。

50

【図 8 C】図 8 C は、道路を走行中の車両から先行車が遠ざかる様子を模式的に示す第 3 の図である。

【図 8 D】図 8 D は、道路を走行中の車両から先行車が遠ざかる様子を模式的に示す第 4 の図である。

【図 8 E】図 8 E は、道路を走行中の車両から先行車が遠ざかる様子を模式的に示す第 5 の図である。

【図 9】図 9 は、発光装置の発光タイミングと、受光装置への反射光の入射タイミングと、露光タイミングの第 1 の例を模式的に示す図である。

【図 10】図 10 は、発光装置の発光タイミングと、受光装置への反射光の入射タイミングと、露光タイミングの第 2 の例を模式的に示す図である。

【図 11】図 11 は、実施形態 1 の変形例における測距動作を示すフロー チャートである。

【図 12】図 12 は、実施形態 2 の変形例における測距動作を示すフロー チャートである。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本開示の例示的な実施形態を説明する。なお、以下で説明する実施形態は、いずれも包括的又は具体的な例を示すものである。以下の実施形態で示される数値、形状、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態、ステップ、ステップの順序などは、一例であり、本開示を限定する主旨ではない。また、以下の実施形態における構成要素のうち、最上位概念を示す独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。また、各図は模式図であり、必ずしも厳密に図示されたものではない。さらに、各図において、実質的に同一の構成要素に対しては同一の符号を付しており、重複する説明は省略又は簡略化される場合がある。

【0014】

まず、図 1 から図 4 を参照して、本開示の例示的な実施形態を簡単に説明する。

【0015】

図 1 は、本開示の例示的な実施形態による測距装置 10 の概略的な構成を示すブロック図である。本実施形態における測距装置 10 は、発光装置 100 と、受光装置 200 と、処理回路 300 とを備える。測距装置 10 は、例えば車両に搭載される LiDAR システムの一部として利用され得る。測距装置 10 は、測距対象のシーンを光で照射し、距離データを生成して出力するように構成されている。なお、本開示における「距離データ」とは、計測点の基準点からの絶対的な距離、または計測点間の相対的な深度を表す様々なデータを意味する。距離データは、例えば、距離画像データであってもよいし、3 次元点群データであってもよい。距離データは、直接的に距離または深度を表すデータに限られず、距離または深度を算出するためのセンサデータそのもの、すなわち Raw データであってもよい。Raw データは、例えば受光装置 200 が受けた光の強度に基づき生成した輝度データであり得る。輝度データは、例えば、輝度画像データであってもよい。

【0016】

発光装置 100 は、広がりの程度の異なる複数種類の光を出射する。例えば、シーンに向けて相対的に広がりの大きい光ビームまたはフラッシュ光を照射したり、シーン中の特定の対象物に向けて広がりの小さい光ビームを照射したりすることができる。言い替えれば、発光装置 100 は、相対的にプロードな第 1 の光と、第 1 の光の照射範囲よりも狭い範囲を照射する第 2 の光を出射することができる。発光装置 100 は、第 1 の光を出射する第 1 の光源と、第 2 の光を出射する第 2 の光源とを備えていてもよい。あるいは、発光装置 100 は、第 1 の光および第 2 の光の両方を出射することが可能な 1 つの光源を備えていてもよい。

【0017】

受光装置 200 は、発光装置 100 から出射された光によって生じた反射光を検出し、反射光の強度に応じた信号を出力する。受光装置 200 は、例えば 1 つ以上のイメージセンサを備える。2 次元に配列された複数の光検出セル（以下、画素とも称する。）を有するイメージセンサから出力された信号は、反射光の 2 次元強度分布の情報を含む。受光装

10

20

30

40

50

置 2 0 0 は、第 1 の光の照射によって生じた第 1 の反射光を検出して第 1 の反射光の強度に応じた第 1 の信号を出力する。受光装置 2 0 0 はまた、第 2 の光の照射によって生じた第 2 の反射光を検出して第 2 の反射光の強度に応じた第 2 の信号を出力する。受光装置 2 0 0 は、第 1 の反射光を検出して第 1 の信号を出力する第 1 イメージセンサと、第 2 の反射光を検出して第 2 の信号を出力する第 2 イメージセンサとを備えていてもよい。あるいは、受光装置 2 0 0 は、第 1 の反射光および第 2 の反射光を検出して第 1 の信号および第 2 の信号をそれぞれ出力することが可能な 1 つのイメージセンサを備えていてもよい。受光装置 2 0 0 が 1 つのセンサを備える場合、受光装置 2 0 0 の構成を簡略化できる。

【 0 0 1 8 】

処理回路 3 0 0 は、発光装置 1 0 0 および受光装置 2 0 0 を制御し、受光装置 2 0 0 から出力された信号を処理する。処理回路 3 0 0 は、1 つ以上のプロセッサと、1 つ以上の記録媒体とを含む。記録媒体は、例えば RAM および ROM などのメモリを含む。記録媒体には、プロセッサによって実行されるコンピュータプログラム、および処理の過程で生じた種々のデータが格納され得る。処理回路 3 0 0 は、複数の回路の集合体であってもよい。例えば、処理回路 3 0 0 は、発光装置 1 0 0 および受光装置 2 0 0 を制御する制御回路と、受光装置 2 0 0 から出力された信号を処理する信号処理回路とを含んでいてもよい。

【 0 0 1 9 】

処理回路 3 0 0 は、発光装置 1 0 0 および受光装置 2 0 0 とは別の筐体に内蔵されてもよい。また、処理回路は、発光装置 1 0 0 および受光装置 2 0 0 とは離れた場所に設置され、無線通信により発光装置 1 0 0 および受光装置 2 0 0 を遠隔制御してもよい。

【 0 0 2 0 】

図 2 は、測距装置 1 0 の動作の概要を説明するための図である。図 2 には、測距装置 1 0 の一例と、測距装置 1 0 によって生成され得る距離画像の一例とが模式的に示されている。図 2 に示す例において、発光装置 1 0 0 は、第 1 の光源 1 1 0 と、第 2 の光源 1 2 0 とを備える。第 1 の光源 1 1 0 は、第 1 の光として、フラッシュ光 L 1 を出射するように構成されている。第 2 の光源 1 2 0 は、第 2 の光として、光ビーム L 2 を出射するように構成されている。第 2 の光源 1 2 0 は、光ビーム L 2 の出射方向を変化させることができる。これにより、空間中の所定の領域を光ビーム L 2 でスキャンすることもできる。受光装置 2 0 0 は、イメージセンサ 2 1 0 を備える。この例におけるイメージセンサ 2 1 0 は、TOF (Time of Flight) による測距が可能な TOF イメージセンサである。イメージセンサ 2 1 0 は、直接 TOF または間接 TOF の技術を利用して、測距対象のシーンの距離画像を生成することができる。処理回路 3 0 0 は、第 1 の光源 1 1 0 、第 2 の光源 1 2 0 、およびイメージセンサ 2 1 0 を制御する。

【 0 0 2 1 】

本実施形態における測距装置 1 0 は、歩行者、自動車、二輪車、または自転車などの特定の対象物の距離データを、フラッシュ光 L 1 および光ビーム L 2 を用いて取得する。測距装置 1 0 は、フラッシュ光 L 1 によって照射される範囲に含まれる第 1 の対象範囲 3 0 T 1 の内部に当該対象物が存在するか否かに応じて動作モードを変更する。図 2 の例において、第 1 の対象範囲 3 0 T 1 は、受光装置 2 0 0 によって取得される画像中でフラッシュ光 L 1 によって照射される範囲に含まれる矩形の範囲である。第 1 の対象範囲 3 0 T 1 は、矩形に限らず、楕円形などの範囲であってもよい。処理回路 3 0 0 は、測距の動作に先立って、第 1 の対象範囲 3 0 T 1 をまず決定する。第 1 の対象範囲 3 0 T 1 は、例えば現実の 3 次元空間中の座標の範囲、または受光装置 2 0 0 によって取得される画像の 2 次元平面中の座標の範囲として設定され得る。この例における測距装置 1 0 は、対象物が第 1 の対象範囲 3 0 T 1 の外側に存在する場合には、光ビーム L 2 で対象物を照射して距離データを取得する動作を繰り返す。一方、対象物が第 1 の対象範囲 3 0 T 1 の内側に存在する場合には、フラッシュ光 L 1 で対象物を照射して距離データを取得する動作を繰り返す。以下に、対象物が第 1 の対象範囲 3 0 T 1 の外を移動する場合と、第 1 の対象範囲 3 0 T 1 内を移動する場合とにおける処理回路 3 0 0 の動作をより詳細に説明する。

【 0 0 2 2 】

10

20

30

40

50

対象物が第1の対象範囲30T1の外側に存在する場合、処理回路300は、第2の光源120に光ビームL2を出射させ、光ビームL2によって生じた反射光をイメージセンサ210に検出させ、各画素の検出光量に応じた第2の信号を出力させる。処理回路300は、第2の信号に基づいて、シーンの中の対象物の距離データまたは輝度データをフレームごとに生成して出力する。

【0023】

処理回路300は、複数のフレームにおける距離データまたは輝度データに基づいて、対象物の動く方向を算出し、第2の光源120に、その方向に合わせて光ビームL2を出射させる。これにより、処理回路300は、光ビームL2のビームスポットの範囲30Bを、対象物に追尾させることができる。図2の右側の図に示す複数の白丸は、光ビームL2によって照射されるビームスポットの範囲30Bの例を表す。ビームスポットの範囲30Bの大きさは、イメージセンサ210によって撮像されるシーンの画角、光ビームL2の広がり角、および対象物の距離に依存して変化する。対象物が第1の対象範囲30T1の外側に存在している間、測距装置10は、フラッシュ光L1の出射を停止してもよいし、フラッシュ光L1を用いて第1の対象範囲30T1内の距離データを取得してもよい。

【0024】

対象物が第1の対象範囲30T1の内側に存在する場合、処理回路300は、第1の光源110にフラッシュ光L1を出射させ、フラッシュ光L1によって生じた反射光をイメージセンサ210に検出させ、各画素の検出光量に応じた第1の信号を出力させる。フラッシュ光L1の広がりの程度は、光ビームL2の広がりの程度よりも大きい一方で、フラッシュ光L1は、光ビームL2と比較して、低いエネルギー密度を有する。よって、フラッシュ光L1は、比較的近距離で広い第1の対象範囲30T1を照射する。処理回路300は、後述するように、第1の信号に基づいて、第1の対象範囲30T1内に存在する対象物の位置を検出して記録する動作を繰り返す。以下の説明において、この動作を、「対象物を内部的に追尾する」と表現することがある。フラッシュ光L1は比較的広い範囲を照射することができるので、フラッシュ光L1の出射方向は固定であり得る。発光装置100は、フラッシュ光L1の出射方向を変化させることができるように構成されていてもよい。

【0025】

処理回路300は、上記の動作を繰り返すことにより、例えば対象物の距離データまたは輝度データを所定のフレームレートで出力する。

【0026】

図3は、前面に測距装置10が搭載された車両50の例を模式的に示す斜視図である。図3に示す例において、車両50における測距装置10は、フラッシュ光L1および光ビームL2を車両50の前方に向けて出射する。測距装置10の車両50への搭載位置は、その前面に限らず、その上面、側面、または後面でもよい。当該搭載位置は、対象物を測距する方向に応じて適切に決定される。

【0027】

図4は、道路を走行中の車両50の例を模式的に示す側面図である。光ビームL2の広がりの程度は、フラッシュ光L1の広がりの程度よりも小さいので、光ビームL2の照射エネルギー密度は、フラッシュ光L1の照射エネルギー密度よりも高い。したがって、光ビームL2は、フラッシュ光L1よりも遠方の対象物20を照射するのに適している。図4に示す例において、遠方の対象物20は、歩行者であるが、対象物20は人以外の物体であり得る。

【0028】

(実施形態1)

以下、図5から図6Eを参照して、本開示の例示的な実施形態1を説明する。図5は、道路を走行中の車両50に対向車などの対象物が近づく場合における測距動作の例を示すフローチャートである。処理回路300は、測距動作中、図5のフローチャートに示すステップS101からステップS114の動作を実行する。図6Aから図6Eは、道路を走

10

20

30

40

50

行中の車両 50 に対向車が近づく様子を模式的に示す図である。図 6 A から図 6 E の順に、時間が経過する。図 6 A から図 6 E には、車両 50 の正面から対向車を含むシーンを撮影することによって取得される画像の例が模式的に示されている。図 6 A に示す画像内で上下に並ぶ破線によって囲まれた範囲のうち、下の範囲は、フラッシュ光 L1 で照射される第 1 の対象範囲 30T1 であり、上の範囲は、光ビーム L2 によってスキャンされる第 2 の対象範囲 30T2 である。第 2 の対象範囲 30T2 は、第 1 の対象範囲 30T1 の外側に存在する。処理回路 300 は、測距動作の前に、第 1 の対象範囲 30T1 および第 2 の対象範囲 30T2 を決定する。第 1 の対象範囲 30T1 および第 2 の対象範囲 30T2 の決定方法については後述する。以下、図 5 に示す各ステップの動作を説明する。

【0029】

10

(ステップ S101)

処理回路 300 は、発光装置 100 に、シーン内の第 1 の対象範囲 30T1 をフラッシュ光 L1 で照射させる。フラッシュ光 L1 の広がりの程度は、光ビーム L2 の広がりの程度よりも大きい。この例における第 1 の対象範囲 30T1 は、第 2 の対象範囲 30T2 よりも相対的に近い距離に対応する。

【0030】

20

(ステップ S102)

処理回路 300 は、発光装置 100 に、光ビーム L2 の出射方向を変化させながら連続的に光ビーム L2 を出射させることにより、シーン内の第 2 の対象範囲 30T2 を光ビーム L2 でスキャンする。図 6 A に示す矢印は、スキャンによるビームスポットの範囲 30B の軌道を表す。この例における第 2 の対象範囲 30T2 は、第 1 の対象範囲 30T1 よりも相対的に遠い距離に対応する。

【0031】

30

(ステップ S103)

処理回路 300 は、受光装置 200 に、フラッシュ光 L1 の照射によって生じた第 1 の反射光および光ビーム L2 の照射によって生じた第 2 の反射光を検出させて、それぞれ第 1 の信号および第 2 の信号を出力させる。処理回路 300 は、第 1 の信号および第 2 の信号に基づいて、対象物 20 の位置または距離を示す第 1 の検出データおよび第 2 の検出データをそれぞれ生成して出力する。処理回路 300 は、第 1 の検出データおよび第 2 の検出データを処理回路 300 内の不図示のメモリに記憶する。第 1 の検出データは、例えば、図 2 に示す第 1 の対象範囲 30T1 内の距離データであり得る。第 2 の検出データは、例えば、図 2 に示すビームスポットの範囲 30B 内の距離データであり得る。本明細書では、第 1 の対象範囲 30T1 内の距離データを「第 1 の距離データ」と称し、ビームスポットの範囲 30B 内の距離データを「第 2 の距離データ」と称する。図 2 に示すように、第 1 の対象範囲 30T1 内の距離データと、ビームスポットの範囲 30B 内の距離データとを統合して出力してもよい。この統合により、遠距離および近距離での対象物 20 の距離データを把握しやすくなる。距離データではなく、輝度データを生成して出力してもよい。第 2 の検出データとして、照射方向の異なる複数のビームスポットの範囲 30B 内の検出データを統合して出力してもよい。

【0032】

40

処理回路 300 は、メモリ内に時系列で記憶された対象物 20 の距離データまたは輝度データなどの検出データに基づいて、運転支援または自動運転による車両の挙動を決定してもよい。処理回路 300 は、対象物 20 の距離データに関連する情報を、車両 50 内の不図示のディスプレイまたは計器に表示させてもよい。

【0033】

(ステップ S104)

処理回路 300 は、第 2 の検出データに基づき、追尾すべき対象物 20 が第 2 の対象範囲 30T2 に存在するか否かを判定する。処理回路 300 は、距離データまたは輝度データに基づいて公知の画像認識技術によって特定の物体を認識することにより、対象物 20 が何であるかを決定してもよい。特定の物体は、例えば、自動車、二輪車、自転車、また

50

は歩行者である。複数の物体が存在する場合、物体の種類によって物体の優先順位を決定し、最も優先順位の高い物体を、対象物 20 としてもよい。対象物 20 が第 2 の対象範囲 30T2 内に存在しない場合、処理回路 300 は、ステップ S101 からステップ S104 の動作を繰り返し実行し、追尾すべき対象物 20 の探索を継続する。図 6 A に示すように対象物 20 が第 2 の対象範囲 30T2 内に存在する場合、ステップ S105 に進む。

【0034】

(ステップ S105)

処理回路 300 は、発光装置 100 に、シーン内の第 1 の対象範囲 30T1 をフラッシュ光 L1 で照射させる。この動作は、ステップ S101 の動作と同じである。

【0035】

(ステップ S106)

処理回路 300 は、第 2 の検出データに含まれる対象物 20 の位置に関する情報に基づいて光ビーム L2 の出射方向を決定し、発光装置 100 に、対象物 20 に向けて光ビーム L2 を照射させる。対象物 20 の位置に関する情報は、例えば、対象物 20 の距離または輝度の値であり得る。処理回路 300 は、対象物 20 の位置に関する情報に基づいて対象物 20 を検知し、図 6 B に示すように光ビーム L2 によるスキャン動作を中断する。その後、処理回路 300 は、対象物 20 を検知したことを受け、図 6 C に示すように光ビーム L2 によって対象物 20 を追尾する。これにより、対象物 20 の少なくとも一部は、ビームスポットの範囲 30B 内に含まれ続ける。処理回路 300 は、第 2 の検出データに基づいて、追尾における対象物 20 の位置を決定する。第 2 の検出データではなく、カメラなどの外部のセンサから取得された外部データを用いて対象物 20 の位置を決定してもよい。あるいは、第 2 の検出データおよび外部データの両方を用いてもよい。

【0036】

(ステップ S107)

処理回路 300 は、ステップ S103 と同様の動作を実行することにより、第 1 の検出データおよび第 2 の検出データを生成して出力する。処理回路 300 は、第 1 の検出データおよび第 2 の検出データを処理回路 300 内の不図示のメモリに記憶する。

【0037】

(ステップ S108)

処理回路 300 は、第 2 の検出データに含まれる対象物 20 の位置に関する情報に基づいて、対象物 20 が第 2 の対象範囲 30T2 を出たか否かを判定する。判定は、例えば第 2 の検出データに含まれる対象物 20 の距離の値に基づいて行われ得る。例えば、第 2 の検出データに含まれる対象物 20 の距離の値が、第 1 基準値よりも大きい場合、または第 2 基準値よりも小さい場合、対象物 20 が第 2 の対象範囲 30T2 を出たと判定することができる。第 1 基準値および第 2 基準値は、それぞれ、図 6 A に示す第 2 の対象範囲 30T2 のうち、最長および最短の距離に相当する。第 1 基準値および第 2 基準値は、それぞれ、例えば 200m および 50m であり得る。判定は、第 2 の検出データに含まれる対象物 20 の輝度値に基づいて行ってもよい。例えば、第 2 の検出データに含まれる対象物 20 の輝度値が、第 3 基準値よりも大きい場合、または第 4 基準値よりも小さい場合、対象物 20 が第 2 の対象範囲 30T2 を出たと判定することができる。第 3 基準値および第 4 基準値は、それぞれ、図 6 A に示す第 2 の対象範囲 30T2 のうち、最短および最長の距離での輝度値に相当する。光ビーム L2 の照射エネルギー密度は相対的に高く、第 3 基準値は、例えば受光装置 200 における輝度値の飽和値の 90% であり得る。第 4 基準値は、例えば輝度値の飽和値の 1% であり得る。

【0038】

対象物 20 が第 2 の対象範囲 30T2 から出ていない場合、処理回路 300 は、ステップ S105 からステップ S108 の動作を繰り返し実行し、光ビーム L2 による対象物 20 の追尾を継続する。対象物 20 が第 2 の対象範囲 30T2 から出た場合、ステップ S109 に進む。

【0039】

10

20

30

40

50

(ステップS109)

図6Dに示すように対象物20が第2の対象範囲30T2から出た場合、処理回路300は、対象物20が第1の対象範囲30T1に進入したか否かを判定する。例えば、第2の検出データに含まれる対象物20の距離の値が、所定の基準値以下である場合には、対象物20が第1の対象範囲30T1に進入したと判定してもよい。基準値は、第1の対象範囲30T1のうち、最長の距離に相当し、例えば50mであり得る。あるいは、第1の検出データに基づいて対象物20の距離の値を取得できた場合には対象物20が第1の対象範囲30T1に進入したと判定してもよい。判定は、第2の検出データに含まれる対象物20の輝度値に基づいて行われてもよい。例えば、対象物20の輝度値が、所定の基準値以上である場合には、対象物20が第1の対象範囲30T1に進入したと判定してもよい。この基準値は、第1の対象範囲30T1のうち、最長の距離での輝度値に相当し、例えば、輝度の飽和値の90%であり得る。対象物20が第1の対象範囲30T1に進入していない場合、処理回路300は、フラッシュ光L1および光ビームL2による対象物20の追尾を終了する。対象物20が第2の対象範囲30T2を出るが、第1の対象範囲30T1に進入しない状況は、例えば、対象物20が道路を横切る場合に発生する。この場合、処理回路300は、ステップS101の動作を再開してもよい。

10

【0040】**(ステップS110)**

図6Dに示すように対象物20が第1の対象範囲30T1に進入した場合、処理回路300は、ステップS101と同様、発光装置100に、シーン内の第1の対象範囲30T1をフラッシュ光L1で照射させる。

20

【0041】**(ステップS111)**

処理回路300は、光ビームL2による対象物20の追尾を停止する。その後、処理回路300は、図6Eに示すように、ステップS102と同様、光ビームでスキャン範囲をスキャンする。

【0042】**(ステップS112)**

処理回路300は、ステップS103と同様、第1の検出データおよび第2の検出データを生成して出力する。処理回路300は、第1の検出データおよび第2の検出データを処理回路300内の不図示のメモリに記憶する。

30

【0043】**(ステップS113)**

処理回路300は、図6Eに示すように、フラッシュ光L1によって対象物20を内部的に追尾する。図6Eに示す白抜きの矢印は、内部的に追尾していることを表す。この動作は、第1の検出データに加えて対象物20の位置の変化を記録することに相当する。この点において、当該動作は、光ビームL2によって対象物20を追尾する動作とは異なる。フラッシュ光L1の広がりの程度は、光ビームL2の広がりの程度よりも大きい。したがって、フラッシュ光L1の照射方向を固定してもよい。対象物20の移動に合わせてフラッシュ光の照射方向を変化させることは必ずしも必要ではない。処理回路300は、第1の検出データに基づいて、追尾における対象物20の位置を決定する。第1の検出データではなく、カメラなどの外部のセンサから取得された外部データを用いてもよい。あるいは、第1の検出データおよび外部データの両方を用いてもよい。

40

【0044】**(ステップS114)**

処理回路300は、第1の検出データに基づいて、対象物20が第1の対象範囲30T1から出たか否かを判定する。対象物20が第1の対象範囲30T1から出たという状況は、例えば、対向車が車両50の横を通り過ぎる場合に発生する。対象物20が第1の対象範囲30T1から出た場合、処理回路300は、フラッシュ光L1および光ビームL2による対象物20の追尾を終了する。処理回路300は、ステップS101の動作を再開

50

してもよい。対象物 20 が第 1 の対象範囲 30T1 を出でていない場合、処理回路 300 は、ステップ S110 からステップ S114 の動作を繰り返し実行し、フラッシュ光 L1 による対象物 20 の内部的な追尾を継続する。

【0045】

実施形態 1 におけるステップ S101 からステップ S114 の動作によって以下の効果を得ることができる。すなわち、車両 50 の近くに存在する第 1 の対象範囲 30T1 に対象物 20 が移動した場合、処理回路 300 は、対象物 20 を光ビーム L2 によって追尾する必要がなくなる。したがって、処理回路 300 は、その分、第 2 の対象範囲 30T2 内を移動する遠方の対象物 20 を光ビーム L2 によって効率的に追尾することができる。その結果、測距対象シーンにおける対象物 20 の位置を示すデータを効率的に取得でき、当該データの量を増加させることができる。さらに、光ビーム L2 によって測距対象シーン全体をスキャンする構成と比較して、必要なデータを短い時間で取得することができる。

10

【0046】

(実施形態 2)

以下、図 7 および図 8E を参照して、本開示の例示的な実施形態 2 を説明する。実施形態 1 における説明と重複する説明は省略することがある。図 7 は、道路を走行中の車両 50 から先行車が遠ざかる場合における、本開示の例示的な実施形態 2 における測距動作のフローチャートである。処理回路 300 は、測距動作中、図 7 のフローチャートに示すステップ S201 から S214 の動作を実行する。図 8A から図 8E は、道路を走行中の車両 50 から先行車が遠ざかる様子を模式的に示す図である。図 8A から図 8E の順番に、時間が経過する。以下、図 7 に示す各ステップの動作を説明する。

20

【0047】

(ステップ S201)

処理回路 300 は、発光装置 100 に、シーン内の第 1 の対象範囲 30T1 をフラッシュ光 L1 で照射させる。この動作は、実施形態 1 におけるステップ S101 の動作と同じである。

【0048】

(ステップ S202)

処理回路 300 は、発光装置 100 に、光ビーム L2 の出射方向を変化させ、シーン内の第 2 の対象範囲 30T2 を光ビーム L2 でスキャンしながら照射させる。この動作は、実施形態 1 におけるステップ S102 の動作と同じである。

30

【0049】

(ステップ S203)

処理回路 300 は、受光装置 200 に、フラッシュ光 L1 の照射によって生じた第 1 の反射光および光ビーム L2 の照射によって生じた第 2 の反射光を検出させて、それぞれ第 1 の信号および第 2 の信号を出力させる。処理回路 300 は、第 1 の信号および第 2 の信号に基づいて、対象物 20 の位置を示す第 1 の検出データおよび第 2 の検出データを生成させて出力させる。この動作は、実施形態 1 におけるステップ S103 の動作と同じである。

40

【0050】

(ステップ S204)

処理回路 300 は、第 1 の検出データに基づき、追尾すべき対象物 20 が第 1 の対象範囲 30T1 に存在するか否かを判定する。対象物 20 が何であるかを決定する方法については、実施形態 1 におけるステップ S104 において説明した通りである。対象物 20 が第 1 の対象範囲 30T1 内に存在しない場合、処理回路 300 は、ステップ S201 からステップ S204 の動作を繰り返し、追尾すべき対象物 20 の探索を継続する。

【0051】

(ステップ S205)

図 8A に示すように対象物 20 が第 1 の対象範囲 30T1 内に存在する場合、処理回路 300 は、ステップ S201 と同様の動作を実行する。

50

【0052】

(ステップS206)

処理回路300は、ステップS202と同様の動作を実行する。

【0053】

(ステップS207)

処理回路300は、ステップS203と同様の動作を実行する。

【0054】

(ステップS208)

処理回路300は、図8Bに示すように、フラッシュ光L1によって対象物20を内部的に追尾する。この動作は、実施形態1におけるステップS113の動作と同じである。

10

【0055】

(ステップS209)

処理回路300は、第1の検出データに含まれる対象物20の位置に関する情報に基づいて、対象物20が第1の対象範囲30T1を出たか否かを判定する。例えば、第1の検出データに含まれる対象物20の距離値が、所定の基準値以上である場合には、対象物20は第1の対象範囲30T1を出たと判定してもよい。基準値は、第1の対象範囲30T1のうち、最長の距離値に相当する。距離値の基準値は、例えば50mであり得る。あるいは、第1の検出データに基づいて対象物20の距離の値を取得できない場合には対象物20が第1の対象範囲30T1を出たと判定してもよい。判定は、第1の検出データに含まれる対象物20の輝度値に基づいて行われてもよい。例えば、対象物20の輝度値が、所定の基準値以下である場合には、対象物20が第1の対象範囲30T1を出たと判定してもよい。この基準値は、第1の対象範囲30T1のうち、最長の距離値での輝度値に相当する。フラッシュ光L1の照射エネルギー密度は相対的に低く、輝度値の基準値は、例えば、輝度値の飽和値の10%であり得る。対象物20が第1の対象範囲30T1を出でない場合、処理回路300は、ステップS205からステップS209の動作を繰り返し実行し、フラッシュ光L1による対象物20の内部的な追尾を継続する。

20

【0056】

(ステップS210)

図8Cに示すように対象物20が第1の対象範囲30T1から出た場合、処理回路300は、対象物20が第2の対象範囲30T2に進入したか否かを判定する。判定は、例えば第2の検出データに含まれる対象物20の距離の値に基づいて行われ得る。例えば、第2の検出データに含まれる対象物20の距離の値が、第1基準値よりも大きい場合、または第2基準値よりも小さい場合、対象物20が第2の対象範囲30T2を出たと判定することができる。第1基準値および第2基準値は、それぞれ、図8Aに示す第2の対象範囲30T2のうち、最長および最短の距離に相当する。第1基準値および第2基準値は、それぞれ、例えば200mおよび50mであり得る。判定は、第2の検出データに含まれる対象物20の輝度値に基づいて行ってもよい。例えば、第2の検出データに含まれる対象物20の輝度値が、第3基準値よりも大きい場合、または第4基準値よりも小さい場合、対象物20が第2の対象範囲30T2を出たと判定することができる。第3基準値および第4基準値は、それぞれ、図8Aに示す第2の対象範囲30T2のうち、最短および最長の距離での輝度値に相当する。第3基準値および第4基準値は、それぞれ、例えば輝度値の飽和値の90%および1%であり得る。対象物20が第2の対象範囲30T2に進入していない場合、処理回路300は、フラッシュ光L1および光ビームL2による対象物20の追尾を終了する。対象物20が第1の対象範囲30T1を出るが、第2の対象範囲30T2に進入しない状況は、例えば、対象物20が道路を横切る場合に発生する。処理回路300は、ステップS201の動作を再開してもよい。

30

【0057】

(ステップS211)

処理回路300は、ステップS201と同様の動作を実行する。

【0058】

40

50

(ステップS212)

処理回路300は、第2の検出データに含まれる対象物20の位置に関する情報に基づいて光ビームL2の出射方向を決定し、発光装置100に、対象物20に向けて光ビームL2を照射させる。言い換えれば、処理回路300は、図8Cに示すように光ビームL2によるスキャン動作を中断し、図8Dに示すように光ビームL2によって対象物20を追尾する。

【0059】

(ステップS213)

処理回路300は、ステップS203と同様の動作を実行する。

【0060】

10

(ステップS214)

処理回路300は、第2の検出データに基づいて、対象物20が第2の対象範囲30T2から出たか否かを判定する。対象物20が第2の対象範囲30T2から出た場合、処理回路300は、フラッシュ光L1および光ビームL2による対象物20の追尾を終了する。処理回路300は、ステップS201の動作を再開してもよい。対象物20が第2の対象範囲30T2を出ていない場合、処理回路300は、ステップS211からステップS214の動作を繰り返し実行し、光ビームL2による対象物20の追尾を継続する。

【0061】

実施形態2におけるステップS201からステップS214の動作により、実施形態1と同様の効果を得ることができる。

20

【0062】

実際には、実施形態1のように車両50に近づく対向車と、実施形態2のように車両50から遠ざかる先行車との両方が、同時に存在し得る。この場合、車両50に搭載された1つの測距装置10が、車両50に近づく対向車を測距する第1動作と、車両50から遠ざかる先行車を測距する第2動作とを別々のフレームで実行してもよい。当該1つの測距装置10は、第1動作および第2動作をフレームごとに交互に実行してもよいし、第1動作を所定フレーム数だけ実行し、その後第2動作を所定フレーム数だけ実行してもよい。第1動作と第2動作とは入れ替えるてもよい。あるいは、車両50に2つの測距装置10を搭載し、当該2つの測距装置10のうち、一方が車両50に近づく対向車を測距し、他方が車両50から遠ざかる先行車を測距してもよい。

30

【0063】

(第1の対象範囲30T1および第2の対象範囲30T2の決定)

次に、第1の対象範囲30T1の決定方法を説明する。

【0064】

第1の対象範囲30T1は、距離値に基づいて決定してもよい。第1の対象範囲30T1は、距離値が測距装置10から20m以上50m以下の範囲内であり得る。あるいは、第1の対象範囲30T1は、対象物20からの反射光の輝度値に基づいて決定してもよい。その理由として、特にフラッシュ光の場合では、照射範囲内において照明光の強度が一様ではないことが挙げられる。また、他の理由として、同じ距離の対象物20であっても、対象物20の反射率もしくは散乱性、または対象物20の表面の法線の向きに依存して、イメージセンサ210によって検出される反射光の輝度値が変化することが挙げられる。

40

【0065】

反射光の輝度値の例として、フラッシュ光L1の照射によって生じた対象物20からの反射光の輝度値が挙げられる。フラッシュ光L1の照射エネルギー密度は相対的に低く、第1の対象範囲30T1は、当該反射光の輝度値が輝度値の飽和値の10%以上の範囲であり得る。

【0066】

反射光の輝度値の他の例として、光ビームL2の照射によって生じた対象物20からの反射光の輝度値が挙げられる。光ビームL2の照射エネルギー密度は相対的に高く、第1の対象範囲30T1は、当該反射光の輝度値が輝度値の飽和値の90%以上の範囲あり

50

得る。

【0067】

あるいは、第1の対象範囲30T1は、第1の検出データ、第2の検出データ、および外部データからなる群から選択される少なくとも1つに基づいて決定してもよい。第1の検出データ、第2の検出データ、および外部データからなる群から選択される少なくとも1つから得られた距離データから、前述した距離値の第1基準値および第2基準値を決定してもよい。また、第1の検出データ、第2の検出データ、および外部データからなる群から選択される少なくとも1つから得られた輝度データから、前述した輝度値の第3基準値および第4基準値を決定してもよい。

【0068】

あるいは、第1の対象範囲30T1は、対象物20の位置の信頼度に基づいて決定してもよい。対象物20の位置の信頼度は、例えば、複数の第1の検出データ、複数の第2の検出データ、および複数の外部データからなる群から選択される少なくとも1つに基づいて決定された対象物20の位置の分散によって規定され得る。処理回路300は、第1の検出データもしくは第2の検出データを複数回生成して出力し、または外部の装置から外部データを複数回取得して、対象物20の位置の信頼度を算出する。対象物20の位置の分散が所定の基準値よりも大きい範囲では、対象物20の位置の信頼度が低いと考えられる。したがって、当該分散が所定の基準値以上の範囲を、第1の対象範囲30T1としてもよい。

【0069】

第1の対象範囲30T1は、輝度値、距離値、および外部データからなる群から選択される少なくとも1つに基づいて、決定してもよいし、適宜変化させてもよい。

【0070】

次に、第2の対象範囲30T2の決定方法を説明する。第2の対象範囲30T2は、第1の対象範囲30T1と同様の方法によって決定してもよい。

【0071】

第2の対象範囲30T2は、例えば、距離値が測距装置10から50m以上200m以下の範囲内であり得る。あるいは、第2の対象範囲30T2は、例えば、光ビームL2の照射によって生じる反射光の輝度値が、輝度値の飽和値の1%以上90%以下の範囲であり得る。あるいは、第2の対象範囲30T2は、例えば、第1の対象範囲30T1に含まれない範囲であり、かつ、光ビームL2の照射によって生じた反射光によって距離データまたは輝度データを生成することが可能な範囲であり得る。

【0072】

(発光装置および受光装置の動作)

次に、発光装置および受光装置の動作を説明する。

【0073】

図9は、1フレームにおける、発光装置100から出射されるフラッシュ光L1および光ビームL2の発光タイミングと、受光装置200への第1の反射光および第2の反射光の入射タイミングと、受光装置200の露光タイミングとの第1の例を模式的に示す図である。図9に示す例では、間接TOFの動作が説明されている。イメージセンサ210による光検出のための露光期間は、フラッシュ光L1および光ビームL2の発光期間tの3倍に設定されている。露光期間を3等分した第1期間から第3期間における受光装置200の検出光量を、それぞれA0からA2とする。発光開始のタイミングと、露光開始のタイミングとの差を t_0 とする。処理回路300は、間接TOFの技術を利用して、検出光量A0から検出光量A2、およびタイミング差 t_0 から、対象物20までの距離を算出する。フラッシュ光L1および光ビームL2が出射され、対象物20で反射され、それぞれ第1の反射光および第2の反射光として戻ってくるまでの往復時間を、空気中での光速をcとすると、対象物20までの距離は $c / 2$ である。

【0074】

図9に示す例において、フラッシュ光L1の往復時間は、 $= t_0 + t \times (A1 - A2)$

10

20

30

40

50

$2) / (A_0 + A_1 - 2 \times A_2)$ によって表される。この式における A_2 は、 A_0 および A_1 に含まれるノイズ光の検出光量に相当する。一方、光ビーム L_2 の往復時間は、 $= t_0 + t + t \times (A_2 - A_0) / (A_1 + A_2 - 2 \times A_0)$ によって表される。この式における A_0 は、 A_1 および A_2 に含まれるノイズ光の検出光量に相当する。用途によつては、ノイズ光の検出光量は、考慮しなくてよい。

【0075】

各フレームにおいて、処理回路 300 は、発光装置 100 に、フラッシュ光 L_1 および光ビーム L_2 を同時に射出させ、イメージセンサ 210 に、第 1 の反射光および第 2 の反射光を同一の露光期間内に検出させる。この動作により、フレーム当たりの露光回数を増やすことができる。その結果、イメージセンサ 210 によって検出される信号の S/N を向上させることができ、高精度の測距が可能になる。10

【0076】

フラッシュ光 L_1 によって対象物 20 を測距する距離と、光ビーム L_2 によって対象物 20 を測距する距離とが大きく異なる場合、第 1 の反射光が受光装置 200 に入射するタイミングと、第 2 の反射光が受光装置 200 に入射するタイミングとの時間差が大きくなり得る。この場合、フラッシュ光 L_1 の発光タイミングと、光ビーム L_2 の発光タイミングとを時間的にずらすことにより、第 1 の反射光および第 2 の反射光を共通の露光期間内に検出することができる。

【0077】

図 10 は、1 フレームにおける、発光装置 100 から射出されるフラッシュ光 L_1 および光ビーム L_2 の発光タイミングと、受光装置 200 への第 1 の反射光および第 2 の反射光の入射タイミングと、受光装置 200 の露光タイミングとの第 2 の例を模式的に示す図である。図 10 に示す例では、フラッシュ光 L_1 の発光動作および第 1 の反射光の露光動作と、光ビーム L_2 の発光動作および第 2 の反射光の露光動作が独立している。この場合、第 1 の反射光を検出する露光期間と、第 2 の反射光を検出する露光期間とを独立に設定することができる。したがって、フラッシュ光 L_1 によって対象物 20 を測距する距離と、光ビーム L_2 によって対象物 20 を測距する距離とが大きく異なる場合でも、対象物 20 を問題なく測距することができる。20

【0078】

(実施形態 1 の変形例)

次に、図 11 を参照して、実施形態 1 の変形例を説明する。図 11 は、実施形態 1 の変形例における測距動作のフローチャートである。実施形態 1 の変形例が実施形態 1 とは異なる点は、ステップ S121 からステップ S123 の動作である。30

【0079】

(ステップ S121)

処理回路 300 は、第 2 の検出データに含まれる対象物 20 の位置に関する情報に基づいて、将来の対象物 20 の位置を予測する。「将来」は、次のフレームであつてもよいし、複数フレーム先であつてもよい。

【0080】

対象物 20 の将来の位置は、例えば、以下のようにして予測され得る。繰り返しの動作によって取得された現在のフレームまでの距離データから 3 次元空間中の対象物 20 の移動ベクトルを算出し、当該移動ベクトルに基づいて、対象物 20 の将来の位置を予測してもよい。あるいは、繰り返しの動作によって取得された現在のフレームまでの輝度データから対象物 20 のオプティカルフローを算出し、当該オプティカルフローに基づいて、対象物 20 の将来の位置を予測してもよい。40

【0081】

(ステップ S122)

処理回路 300 は、対象物 20 の予測位置が第 2 の対象範囲 30T2 の外に存在するか否かを判定する。対象物 20 の予測位置が第 2 の対象範囲 30T2 の外に存在しない場合、処理回路 300 は、ステップ S105 からステップ S122 の動作を繰り返し実行し、50

光ビーム L 2 による対象物 2 0 の追尾を継続する。

【 0 0 8 2 】

(ステップ S 1 2 3)

対象物 2 0 の予測位置が第 2 の対象範囲 3 0 T 2 の外に存在する場合、処理回路 3 0 0 は、予測位置が第 1 の対象範囲 3 0 T 1 内に存在するか否かを判定する。判定基準は、実施形態 1 におけるステップ S 1 0 9 において説明した通りである。対象物 2 0 が第 1 の対象範囲 3 0 T 1 内に存在しない場合、処理回路 3 0 0 は、フラッシュ光 L 1 および光ビーム L 2 による対象物 2 0 の追尾を終了する。処理回路 3 0 0 は、ステップ S 1 0 1 の動作を再開してもよい。

【 0 0 8 3 】

10

実施形態 1 の変形例におけるステップ S 1 2 1 からステップ S 1 2 3 の動作によって以下の効果を得ることができる。すなわち、対象物 2 0 が第 2 の対象範囲 3 0 T 2 から第 1 の対象範囲 3 0 T 1 に移動した場合、フラッシュ光 L 1 および光ビーム L 2 で対象物 2 0 を同時に照射するオーバーヘッドの時間を低減することができる。その結果、測距対象シーンにおける対象物 2 0 の位置を示すデータをさらに効率的に取得でき、当該データの量をさらに増加させることができる。

【 0 0 8 4 】

(実施形態 2 の変形例)

次に、図 1 2 を参照して、実施形態 2 の変形例を説明する。図 1 2 は、実施形態 2 の変形例における測距動作のフローチャートである。実施形態 2 の変形例が実施形態 2 とは異なる点は、ステップ S 2 2 1 からステップ S 2 2 3 の動作である。

20

【 0 0 8 5 】

(ステップ S 2 2 1)

処理回路 3 0 0 は、第 1 の検出データに含まれる対象物 2 0 の情報に基づいて、将来の対象物 2 0 の位置を予測する。対象物 2 0 の位置を予測については、実施形態 1 の変形例におけるステップ S 1 2 1 において説明した通りである。

【 0 0 8 6 】

(ステップ S 2 2 2)

処理回路 3 0 0 は、対象物 2 0 の予測位置が第 1 の対象範囲 3 0 T 1 の外に存在するか否かを判定する。対象物 2 0 の予測位置が第 1 の対象範囲 3 0 T 1 の外に存在しない場合、処理回路 3 0 0 は、ステップ S 2 0 5 からステップ S 2 2 2 の動作を繰り返し実行し、フラッシュ光 L 1 による対象物 2 0 の内部的な追尾を継続する。

30

【 0 0 8 7 】

(ステップ S 2 2 3)

対象物 2 0 の予測位置が第 1 の対象範囲 3 0 T 1 の外にある場合、処理回路 3 0 0 は、予測位置が第 2 の対象範囲 3 0 T 2 内であるか否かを判定する。判定基準は、実施形態 2 におけるステップ S 2 1 0 において説明した通りである。対象物 2 0 の予測位置が第 2 の対象範囲 3 0 T 2 に存在しない場合、処理回路 3 0 0 は、フラッシュ光 L 1 および光ビーム L 2 による対象物 2 0 の追尾を終了する。処理回路 3 0 0 は、ステップ S 2 0 1 の動作を再開してもよい。

40

【 0 0 8 8 】

実施形態 2 の変形例におけるステップ S 2 2 1 からステップ S 2 2 3 の動作により、実施形態 1 の変形例と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 8 9 】

以下に、本開示の実施形態 1 および実施形態 2 における測距装置を項目ごとに記載する。

【 0 0 9 0 】

第 1 の項目に係る測距装置は、第 1 の光、および前記第 1 の光よりも広がりの程度が小さい第 2 の光を射出し、前記第 2 の光の射出方向を変化させることができた発光装置と、受光装置と、前記発光装置および前記受光装置を制御し、前記受光装置から出力された信号を処理する処理回路と、を備える。前記処理回路は、前記受光装置が前記第 1 の光によ

50

つて生じた第1の反射光を検出することにより得られた第1の信号に基づいて第1の距離データを生成し、前記受光装置が前記第2の光によって生じた第2の反射光を検出することにより得られた第2の信号に基づいて第2の距離データを生成し、対象物が前記第1の光によって照射される範囲に含まれる第1の対象範囲の外側に存在するとき、前記発光装置に前記第2の光によって前記対象物を追尾させ、前記対象物が前記第1の対象範囲の外側から内側に進入したとき、前記発光装置に前記第2の光による前記追尾を停止させる。

【0091】

この測距装置では、測距対象シーンにおける第1の対象範囲の外側から内側に進入する対象物の距離データを効率的に取得することが可能になる。

【0092】

第2の項目に係る測距装置は、第1の項目に係る測距装置において、前記対象物が前記第1の対象範囲の内側に進入した後、前記処理回路が、前記第1の距離データに加えて前記対象物の位置の変化を記録する。

【0093】

この測距装置では、第1の対象範囲の内側に進入した対象物を内部的に追尾することができる。

【0094】

第3の項目に係る測距装置は、第1または第2の項目に係る測距装置において、前記処理回路が、前記発光装置に、前記第1の対象範囲の外側にある第2の対象範囲を前記第2の光によってスキャンさせ、前記スキャンによって得られた前記第2の信号または前記第2の距離データに基づき、前記対象物を検知し、前記対象物を検知したことを受け、前記発光装置に前記第2の光によって前記対象物の追尾を開始させる。この測距装置では、第2の対象範囲にある対象物を追尾することができる。

【0095】

第4の項目に係る測距装置は、第1の光、および前記第1の光よりも広がりの程度が小さい第2の光を射出し、前記第2の光の射出方向を変化させることができた発光装置と、受光装置と、前記発光装置および前記受光装置を制御し、前記受光装置から出力された信号を処理する処理回路と、を備える。前記処理回路は、前記受光装置が前記第1の光によって生じた第1の反射光を検出することにより得た第1の信号に基づいて第1の距離データを生成し、前記受光装置が前記第2の光によって生じた第2の反射光を検出することにより得た第2の信号に基づいて第2の距離データを生成し、対象物が前記第1の光によって照射される範囲に含まれる第1の対象範囲の内側に存在するとき、前記第1の距離データに加えて前記対象物の位置の変化を記録し、前記対象物が、前記第1の対象範囲の内側から外側に移動したとき、前記発光装置に前記第2の光による前記対象物の追尾を開始させる。

【0096】

この測距装置では、測距対象シーンにおける第1の対象範囲の内側から外側に移動する対象物の距離データを効率的に取得することが可能になる。

【0097】

第5の項目に係る測距装置は、第1から第4の項目のいずれかに係る測距装置において、前記対象物が前記第1の対象範囲の外側に存在するとき、前記処理回路が、前記第1の光による測距を実行する。

【0098】

この測距装置では、第1の対象範囲の外側にある対象物が、第1の対象範囲の内側に進入しても、すぐに対象物の測距を実行することができる。第6の項目に係る測距装置は、第1から第5の項目のいずれかに係る測距装置において、前記処理回路が、前記対象物が前記第1の対象範囲の外側に存在するか内側に存在するかを、前記第1の信号の強度、前記第2の信号の強度、前記第1の距離データ、前記第2の距離データ、および外部のセンサから入力された外部データからなる群から選択される少なくとも1つに基づいて決定する。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 9 】

この測距装置では、対象物の位置を、輝度値、距離値、および外部データからなる群から選択される少なくとも1つによって決定することができる。

【 0 1 0 0 】

第7の項目に係る測距装置は、第1から第6の項目のいずれかに係る測距装置において、前記処理回路が、前記対象物の前記第1の対象範囲の外側から内側への移動、および内側から外側への移動を、前記第1の信号の強度、前記第2の信号の強度、前記第1の距離データ、前記第2の距離データ、および外部のセンサから入力された外部データからなる群から選択される少なくとも1つに基づいて予測する。

【 0 1 0 1 】

この測距装置では、対象物の上記の移動を、輝度値、距離値、および外部データからなる群から選択される少なくとも1つによって決定することができる。

【 0 1 0 2 】

第8の項目に係る測距装置は、第1から第7の項目のいずれかに係る測距装置において、前記受光装置が、2次元に配列された複数の画素を有するイメージセンサである。

【 0 1 0 3 】

この測距装置では、対象物の測距画像データまたは輝度画像データを取得することができる。

【 0 1 0 4 】

第9の項目に係る測距装置は、第1の項目に係る測距装置において、前記処理回路が、前記第1の信号の強度、前記第2の信号の強度、前記第1の距離データ、前記第2の距離データ、および外部のセンサから入力された外部データからなる群から選択される少なくとも1つに基づいて前記第1の対象範囲を変化させる。

【 0 1 0 5 】

この測距装置では、距離値、輝度値、および外部データから選択される少なくとも1つに基づいて、第1の対象範囲が決定される。

【 0 1 0 6 】

第10の項目に係る測距装置は、第8の項目に係る測距装置において、前記処理回路が、前記第1の信号の強度、前記第2の信号の強度、前記第1の距離データ、第2の距離データ、および前記外部データからなる群から選択される少なくとも1つに基づいて前記対象物の位置を検出し、前記対象物の位置の分散によって規定される前記対象物の位置の信頼度を算出し、前記対象物の位置の信頼度に基づいて、前記第1の対象範囲を決定する。

【 0 1 0 7 】

この測距装置では、対象物の位置の信頼度に基づいて、第1の対象範囲が決定される。

【 0 1 0 8 】

第11の項目に係る測距装置は、第1から第10の項目のいずれかに係る測距装置において、前記処理回路が、前記第1の距離データおよび前記第2の距離データを統合して出力する。

【 0 1 0 9 】

この測距装置では、遠距離および近距離での対象物の距離データを把握しやすくなる。

【 0 1 1 0 】

第12の項目に係る測距装置は、第1から第11の項目のいずれかに係る測距装置において、前記第1の光はフラッシュ光であり、前記第2の光は光ビームである。

【 0 1 1 1 】

この測距装置では、照射範囲が大きく異なるフラッシュ光および光ビームによって対象物の距離データを効率的に取得することが可能になる。

【 0 1 1 2 】

第13の項目に係るプログラムは、第1の光、および前記第1の光よりも広がりの程度が小さい第2の光を射出し、前記第2の光の射出方向を変化させることができた発光装置と、受光装置と、前記発光装置および前記受光装置を制御し、前記受光装置から出力され

10

20

30

40

50

た信号を処理する処理回路と、を含む測距装置に用いられるプログラムであって、前記処理回路に、前記受光装置が前記第1の光によって生じた第1の反射光を検出することにより得られた第1の信号に基づいて第1の距離データを生成することと、前記受光装置が前記第2の光によって生じた第2の反射光を検出することにより得られた第2の信号に基づいて第2の距離データを生成することと、対象物が前記第1の光によって照射される範囲に含まれる第1の対象範囲の外側に存在するとき、前記発光装置に前記第2の光によって前記対象物を追尾させることと、前記対象物が前記第1の対象範囲の外側から内側に進入したとき、前記発光装置に前記第2の光による前記追尾を停止させることと、を実行させる。

【0113】

このプログラムでは、測距対象シーンにおける第1の対象範囲の外側から内側に進入する対象物の距離データを効率的に取得することが可能になる。

【0114】

第14の項目に係るプログラムは、第1の光、および前記第1の光よりも広がりの程度が小さい第2の光を射出し、前記第2の光の射出方向を変化させることができた発光装置と、受光装置と、前記発光装置および前記受光装置を制御し、前記受光装置から出力された信号を処理する処理回路と、を含む測距装置に用いられるプログラムであって、前記処理回路に、前記受光装置が前記第1の光によって生じた第1の反射光を検出することにより得た第1の信号に基づいて第1の距離データを生成することと、前記受光装置が前記第2の光によって生じた第2の反射光を検出することにより得た第2の信号に基づいて第2の距離データを生成することと、対象物が前記第1の光によって照射される範囲に含まれる第1の対象範囲の内側に存在するとき、前記第1の距離データに加えて前記対象物の位置の変化を記録させることと、前記対象物が、前記第1の対象範囲の内側から外側に移動したとき、前記発光装置に前記第2の光による前記対象物の追尾を開始させることと、を実行させる。

【0115】

このプログラムでは、測距対象シーンにおける第1の対象範囲の内側から外側に移動する対象物の距離データを効率的に取得することが可能になる。

【産業上の利用可能性】

【0116】

本開示における測距装置は、例えば、自動車、A G V（無人搬送車）などの車両、および、U A V（無人飛行機）などの飛行体に搭載されるL i D A Rシステムの用途に利用できる。本開示における測距装置は、例えば、建築物に取り付ける監視システムにも適用できる。

【符号の説明】

【0117】

1 0	測距装置
2 0	対象物
3 0 B	ビームスポット範囲
3 0 T	対象範囲
3 0 S	スキャン範囲
5 0	車両
1 0 0	発光装置
1 1 0	第1の光源
1 2 0	第2の光源
2 0 0	受光装置
2 1 0	イメージセンサ
3 0 0	処理回路

10

20

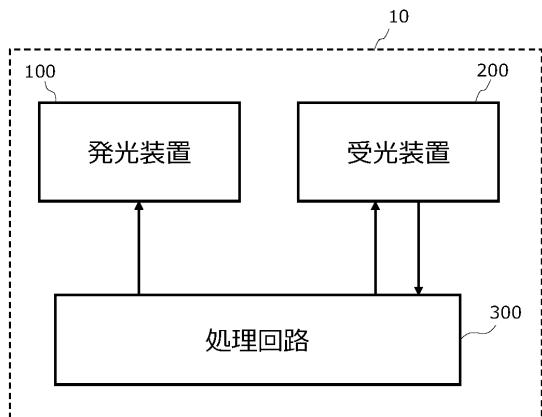
30

40

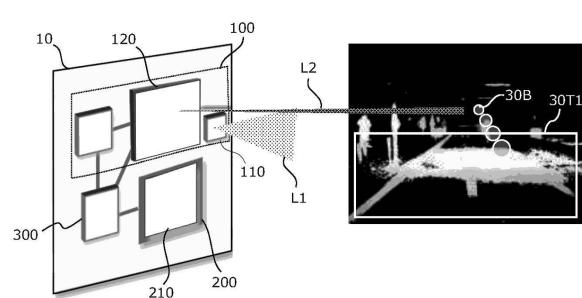
50

【図面】

【図 1】

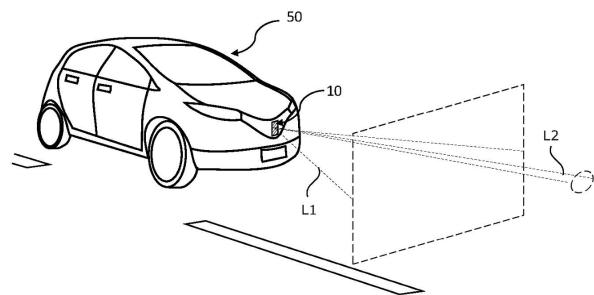


【図 2】

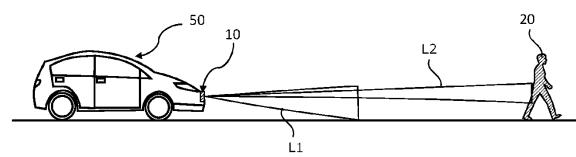


10

【図 3】



【図 4】



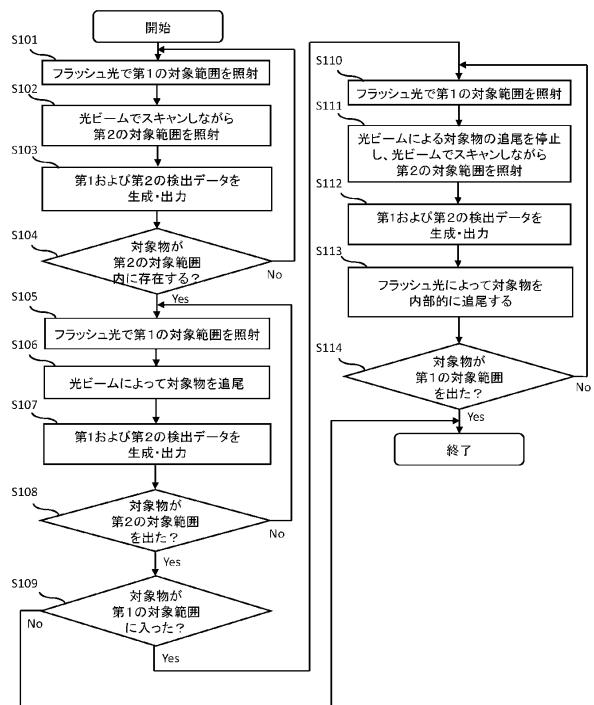
20

30

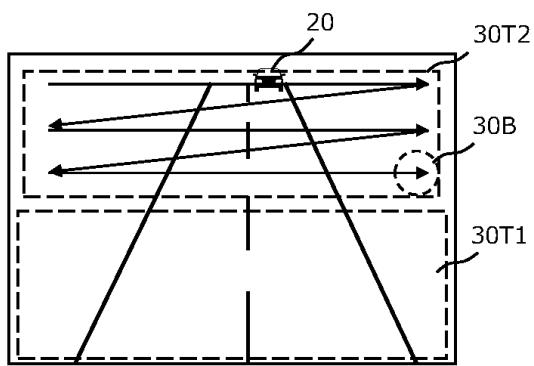
40

50

【図 5】



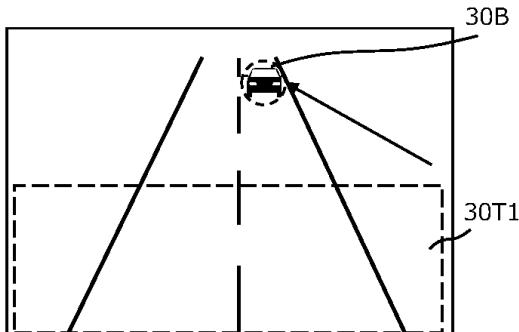
【図 6 A】



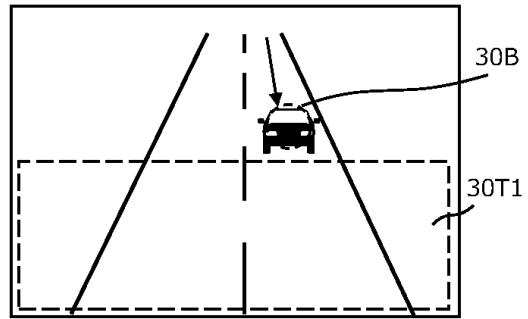
10

20

【図 6 B】



【図 6 C】

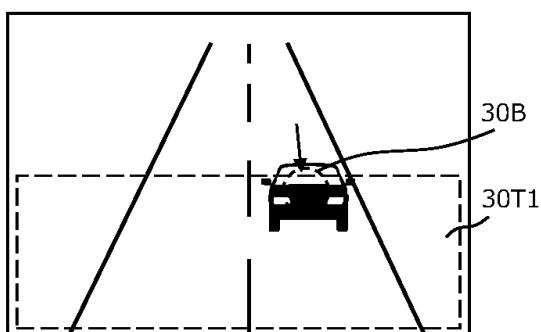


30

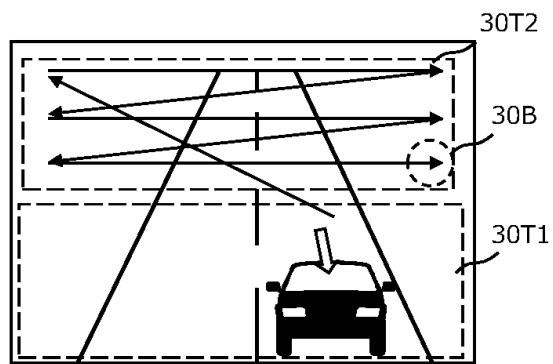
40

50

【図 6 D】

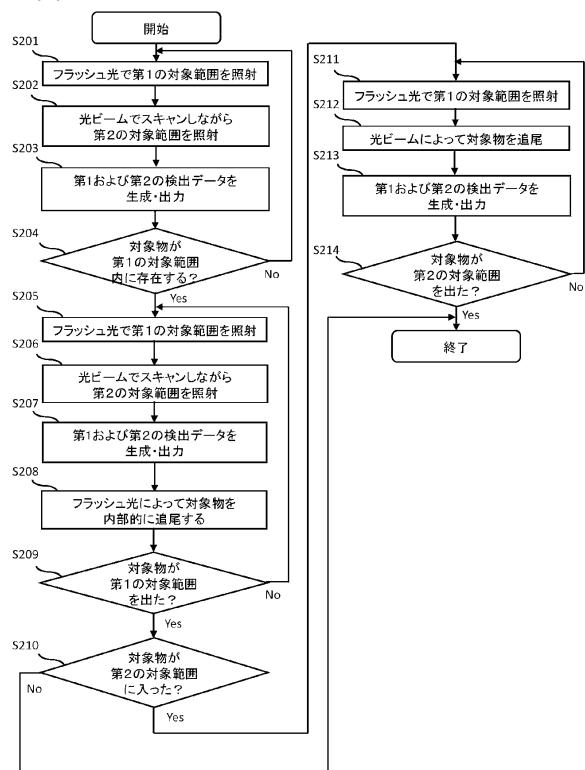


【図 6 E】

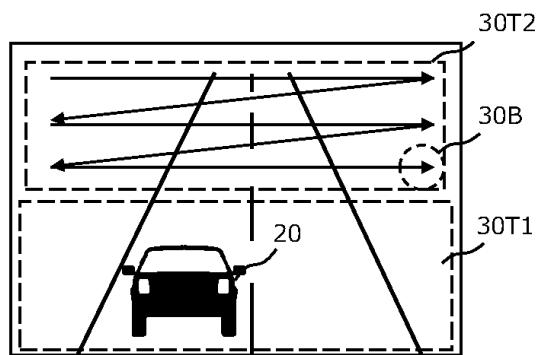


10

【図 7】



【図 8 A】



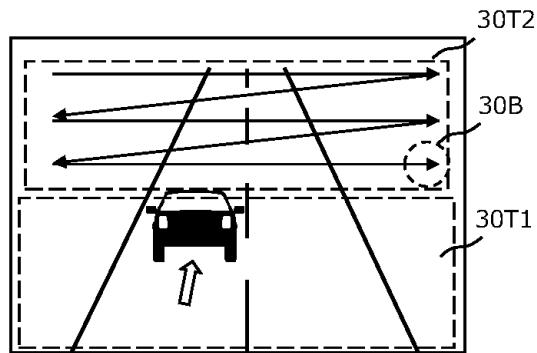
20

30

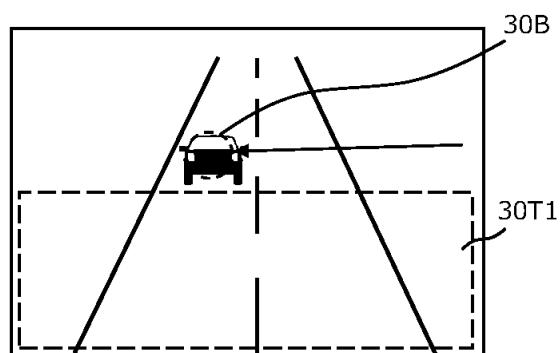
40

50

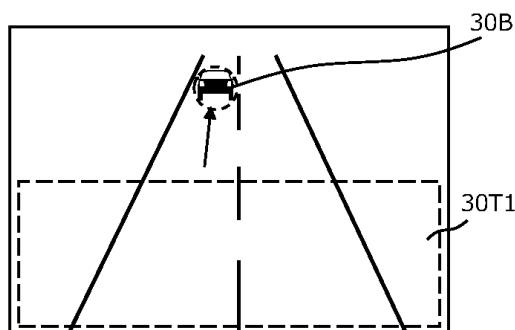
【図 8 B】



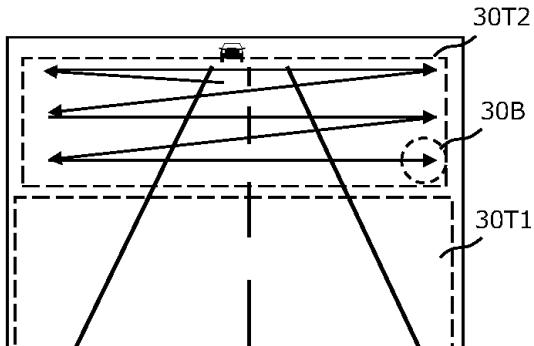
【図 8 C】



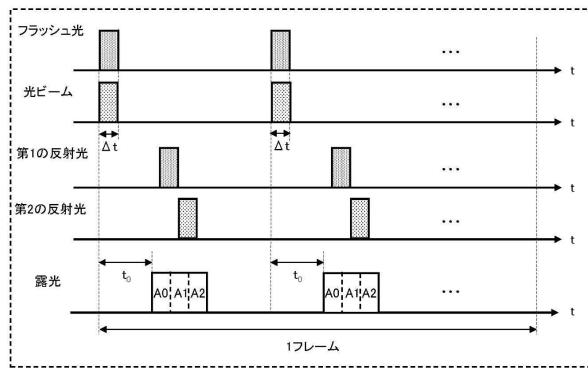
【図 8 D】



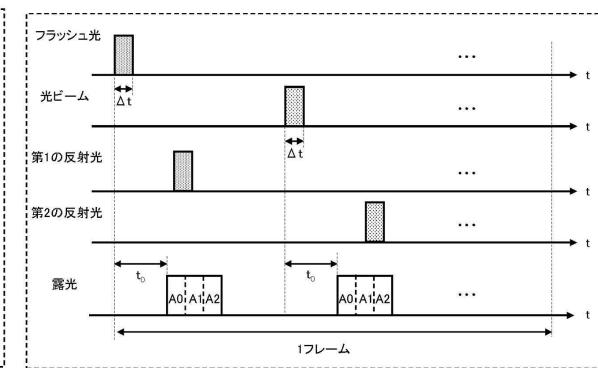
【図 8 E】



【図 9】



【図 10】



10

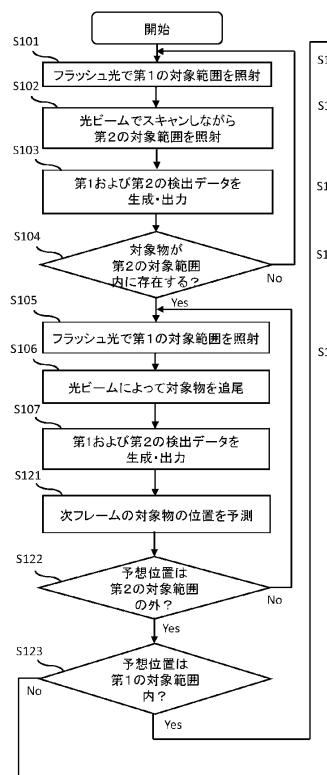
20

30

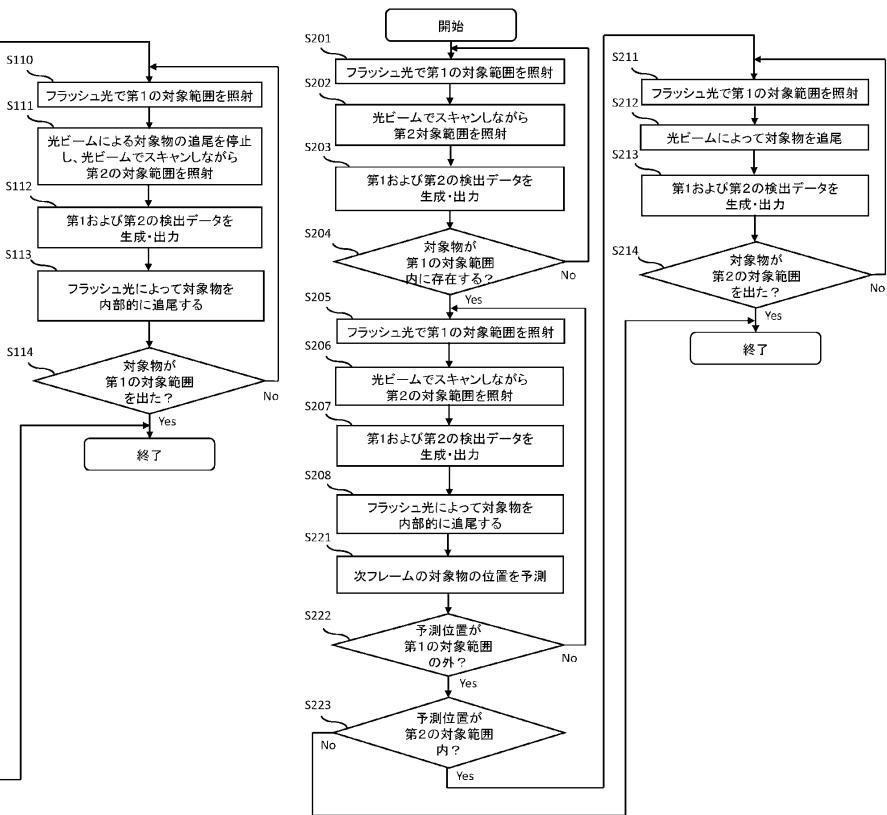
40

50

【図11】



【図12】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 鳴海 建治

大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニックホールディングス株式会社内

(72)発明者 加藤 弓子

大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニックホールディングス株式会社内

審査官 高 場 正光

(56)参考文献 特開平11-072563(JP,A)

特表2008-509413(JP,A)

特開平11-072562(JP,A)

実開平03-110389(JP,U)

特開2001-174547(JP,A)

特表2018-529099(JP,A)

国際公開第2019/065411(WO,A1)

特開昭50-128988(JP,A)

実公昭63-022546(JP,Y2)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G01S 7/00 - G01S 7/64

G01S 13/00 - G01S 17/95