

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2024-123716
(P2024-123716A)

(43)公開日 令和6年9月12日(2024.9.12)

(51)国際特許分類	F I		テーマコード (参考)	
G 0 1 S 7/497(2006.01)	G 0 1 S	7/497	2 F 1 1 2	
G 0 1 C 3/06 (2006.01)	G 0 1 C	3/06	1 2 0 Q	5 J 0 8 4

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全34頁)

(21)出願番号 特願2023-31350(P2023-31350)	(71)出願人 316005926
(22)出願日 令和5年3月1日(2023.3.1)	ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社
	神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号
	(74)代理人 100120031
	弁理士 宮嶋 学
	(72)発明者 鈴木 俊平
	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
	F ターム (参考) 2F112 AD01 BA16 CA04 CA05
	DA02 DA15 DA25 DA26
	DA28 EA05 FA01 FA41
	5J084 AA05 AA10 AC02 AC04
	AC07 AD01 BA04 BA05
	最終頁に続く

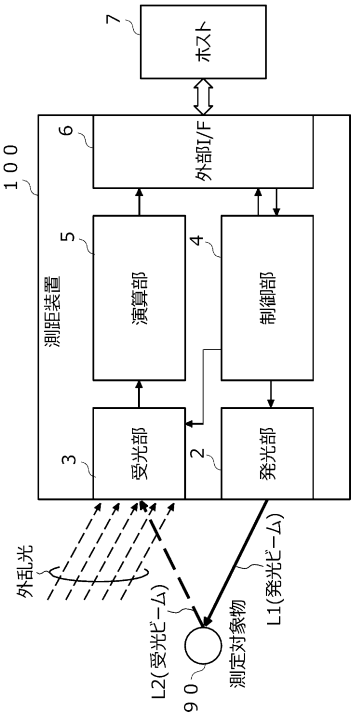
(54)【発明の名称】 測距装置及び測距方法

(57)【要約】

【課題】反射信号をフレアか否かを判別する測距装置及び測距方法を提供する。

【解決手段】本開示の測距装置は、光を発光する複数の発光素子を有する発光部と、前記複数の発光素子から発光された光の入射を検出する複数の受光素子を有する受光部と、前記発光素子と、前記受光素子との各チャンネルにおける、前記発光素子の発光のタイミング及び前記受光素子の受光開始のタイミングを制御する制御部と、前記発光素子が発光してから、前記受光素子が光の入射を検出するまでの時間に基づいて測定対象物までの距離を演算する演算部と、を備え、前記制御部は、前記複数の受光素子を前記受光開始した後、前記複数の発光素子の発光タイミングを、異なるチャンネル間でずらして第1の測距を行う。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光を発光する複数の発光素子を有する発光部と、
前記複数の発光素子から発光された光の入射を検出する複数の受光素子を有する受光部と、
前記発光素子及び前記受光素子の各チャンネルにおいて、前記発光素子の発光のタイミングと、前記受光素子の受光開始のタイミングとを制御する制御部と、
前記発光素子が発光してから、前記受光素子が光の入射を検出するまでの時間に基づいて、測定対象物までの距離を演算する演算部とを備え、
前記制御部は、前記複数の受光素子を受光開始した後、前記複数の発光素子の発光タイミングを、異なるチャンネル間でずらして第 1 の測距を行う、測距装置。 10

【請求項 2】

前記演算部は、
前記第 1 の測距に関する第 1 の測距時間を前記チャンネル間で比較し、
前記第 1 の測距時間の前記比較の結果に基づいて、フレアの発生を検出する、
請求項 1 に記載の測距装置。

【請求項 3】

前記演算部は、
前記第 1 の測距時間を前記チャンネル間で比較し、
前記第 1 の測距時間が同一となる前記チャンネルの有無を判定し、フレアの発生を検出する、 20
請求項 2 に記載の測距装置。

【請求項 4】

前記制御部は、前記複数の発光素子の発光タイミングを前記チャンネル間で一定時間ずつずらして前記第 1 の測距を行う、請求項 1 に記載の測距装置。

【請求項 5】

前記制御部は、前記複数の発光素子の発光タイミングを前記チャンネル間で不規則な時間ずつずらして前記第 1 の測距を行う、請求項 1 に記載の測距装置。

【請求項 6】

前記制御部は、前記複数の受光素子の受光開始を、異なるチャンネルで同時に行い前記第 1 の測距を行う、請求項 1 に記載の測距装置。 30

【請求項 7】

前記制御部は、前記複数の発光素子の発光タイミングを、異なるチャンネルで同時にして第 2 の測距をさらに行う、請求項 1 に記載の測距装置。

【請求項 8】

前記演算部は、
前記第 1 の測距に関する第 1 の測距時間と、前記第 2 の測距に関する第 2 の測距時間とを、同一チャンネル間で比較し、
前記第 1 の測距時間と前記第 2 の測距時間との間の比較の結果に基づいて、フレアの発生を検出する、 40
請求項 7 に記載の測距装置。

【請求項 9】

前記演算部は、
前記第 1 の測距時間を異なるチャンネル間で比較し、
前記第 1 の測距時間が同一となる前記チャンネルの有無を判定する、
請求項 8 に記載の測距装置。

【請求項 10】

前記演算部は、
前記第 1 の測距時間と、前記第 2 の測距時間とを、同一チャンネル間で比較し、
前記第 1 の測距時間と前記第 2 の測距時間との間の変化の有無を判定し、フレアの発生 50

を検出する、

請求項 8 に記載の測距装置。

【請求項 1 1】

前記制御部は、前記第 2 の測距で、前記複数の受光素子の受光開始を各チャンネルで同時に行う、請求項 7 に記載の測距装置。

【請求項 1 2】

複数の発光素子から光を発光する発光工程と、

前記複数の発光素子から発光された光の入射を複数の受光素子により検出する受光工程と、

前記発光素子及び前記受光素子の各チャンネルにおいて、前記発光素子の発光のタイミングと、前記受光素子の受光開始のタイミングとを制御する制御工程と、

前記発光素子が発光してから、前記受光素子が光の入射を検出するまでの時間に基づいて測定対象物までの距離を演算する演算工程とを含み、

前記制御工程は、前記複数の受光素子を前記受光開始した後、前記複数の発光素子の発光タイミングを、異なるチャンネル間でずらして第 1 の測距を行う、測距方法。

【請求項 1 3】

前記演算工程は、

前記第 1 の測距に関する第 1 の測距時間を前記チャンネル間で比較し、

前記第 1 の測距時間の前記比較の結果に基づいて、フレアの発生を検出する、

請求項 1 2 に記載の測距方法。

【請求項 1 4】

前記制御工程は、前記複数の発光素子の発光タイミングを前記チャンネル間で一定時間ずつずらして前記第 1 の測距を行う、請求項 1 2 に記載の測距方法。

【請求項 1 5】

前記制御工程は、前記複数の発光素子の発光タイミングを前記チャンネル間で不規則な時間ずつずらして前記第 1 の測距を行う、請求項 1 2 に記載の測距方法。

【請求項 1 6】

前記制御工程は、前記複数の受光素子の前記受光開始を、異なるチャンネルで同時に行い前記第 1 の測距を行う、請求項 1 2 に記載の測距方法。

【請求項 1 7】

前記制御工程は、前記複数の発光素子の発光タイミングを、異なるチャンネルで同時にして第 2 の測距をさらに行う、請求項 1 2 に記載の測距方法。

【請求項 1 8】

前記演算工程は、

前記第 1 の測距に関する第 1 の測距時間と、前記第 2 の測距に関する第 2 の測距時間とを、同一チャンネル間で比較し、

前記第 1 の測距時間と前記第 2 の測距時間との間の比較の結果に基づいて、フレアの発生を検出する、

請求項 1 7 に記載の測距方法。

【請求項 1 9】

前記演算工程は、

前記第 1 の測距時間と、前記第 2 の測距時間とを、同一チャンネル間で比較し、

前記第 1 の測距時間と前記第 2 の測距時間との間の変化の有無を判定し、フレアの発生を検出する、

請求項 1 8 に記載の測距方法。

【請求項 2 0】

前記制御工程は、前記第 2 の測距で、前記複数の受光素子の受光開始を各チャンネルで同時に行う、請求項 1 7 に記載の測距方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 1 】

本開示は、測距装置及び測距方法に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

複数のチャンネルを有する L i D A R (Laser Imaging Detection And Ranging) 装置により測距を行う場合、あるチャンネルから射出されたレーザー光が対象物で反射し、同一のチャンネルで受光することにより、物体までの距離を判断する。

【 0 0 0 3 】

しかし、対象物が高反射物体である場合、反射したレーザー光の成分の一部が S P A D (Single Photon Avalanche Diode) パッケージや L i D A R 光学系といった装置の内部で多重反射を起こし、他のチャンネルでこの反射光を受光してしまうフレアと呼ばれる現象が発生する。

10

【 0 0 0 4 】

チャンネルにて受光した反射光が、実際の物体からによるものか、あるいはフレアによるものかが判別できない場合、 L i D A R 装置は、フレアによる反射光を受光したチャンネルにおいても物体があると誤認識してしまう。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 2 1 — 1 1 0 7 3 9 号 公 報

20

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

光路が異なり、時間的に分離された反射信号について、クロストークか否かを判別する技術がある。一方、フレアは時間的に分離されておらず、 L i D A R 装置までの反射光の光路は同一であるため、この技術を適用することは難しい。

【 0 0 0 7 】

そこで、本開示はこれらの問題に鑑み、反射信号をフレアか否かを判別する測距装置及び測距方法を提供する。

【 課題を解決するための手段 】

30

【 0 0 0 8 】

本開示の第 1 の側面の測距装置は、光を発光する複数の発光素子を有する発光部と、前記複数の発光素子から発光された光の入射を検出する複数の受光素子を有する受光部と、前記発光素子及び前記受光素子の各チャンネルにおいて、前記発光素子の発光のタイミングと、前記受光素子の受光開始のタイミングとを制御する制御部と、前記発光素子が発光してから、前記受光素子が光の入射を検出するまでの時間に基づいて、測定対象物までの距離を演算する演算部とを備え、前記制御部は、前記複数の受光素子を受光開始した後、前記複数の発光素子の発光タイミングを、異なるチャンネル間でずらして第 1 の測距を行う。これにより、制御部は、発光素子を各チャンネルでずらして発光させ、また、受光素子の受光を同時に開始することで、第 1 の測距時間を各チャンネルで調整することができる。また、演算部は、各チャンネルの第 1 の測距時間を比較し、第 1 の測距時間が同一となっているチャンネルの有無を確認することで、フレアが発生したか否かを確認することができる。

40

【 0 0 0 9 】

また、この第 1 の側面において、前記演算部は、前記第 1 の測距に関する第 1 の測距時間を前記チャンネル間で比較し、前記第 1 の測距時間の前記比較の結果に基づいて、フレアの発生を検出してよい。これにより、演算部は、各チャンネルの第 1 の測距時間を比較し、第 1 の測距時間が同一となっているチャンネルの有無を確認することで、フレアが発生したか否かを確認することができる。

【 0 0 1 0 】

また、この第 1 の側面において、前記演算部は、前記第 1 の測距時間を前記チャンネル間

50

で比較し、前記第 1 の測距時間が同一となる前記チャンネルの有無を判定し、フレアの発生を検出してもよい。これにより、演算部は、フレアが発生したか否かを確認することができる。

【 0 0 1 1 】

また、この第 1 の側面において、前記制御部は、前記複数の発光素子の発光タイミングを前記チャンネル間で一定時間ずつずらして前記第 1 の測距を行ってもよい。これにより、制御部は、第 1 の測距時間を各チャンネルで調整することができる。

【 0 0 1 2 】

また、この第 1 の側面において、前記制御部は、前記複数の発光素子の発光タイミングを前記チャンネル間で不規則な時間ずつずらして前記第 1 の測距を行ってもよい。これにより、制御部は、第 1 の測距時間を各チャンネルで調整することができる。また、演算部は、例えば、斜めの壁といった、第 1 の測距時間が老番になるにつれて短くなるような測定対象物であっても、より精度よくフレアの発生を検出することができる。

10

【 0 0 1 3 】

また、この第 1 の側面において、前記制御部は、前記複数の受光素子の前記受光開始を、異なるチャンネルで同時に行い前記第 1 の測距を行ってもよい。これにより、制御部は、第 1 の測距時間を各チャンネルで調整することができる。

【 0 0 1 4 】

また、この第 1 の側面において、前記制御部は、前記複数の発光素子の発光タイミングを、異なるチャンネルで同時にして第 2 の測距をさらに行ってもよい。これにより、演算部は、第 1 の測距時間と、第 2 の測距時間とを比較し、各チャンネルにおけるそれぞれの変化の有無を確認することで、フレアの発生をより精度よく検出することができる。

20

【 0 0 1 5 】

また、この第 1 の側面において、前記演算部は、前記第 1 の測距に関する第 1 の測距時間を前記チャンネル間で比較し、前記第 1 の測距時間と、前記第 2 の測距に関する第 2 の測距時間とを、同一チャンネル間で比較し、前記第 1 の測距時間と前記第 2 の測距時間との間の比較の結果に基づいて、フレアの発生を検出してもよい。これにより、演算部は、第 1 の測距時間と、第 2 の測距時間とを比較し、各チャンネルにおけるそれぞれの変化の有無を確認することで、フレアの発生をより精度よく検出することができる。

【 0 0 1 6 】

30

また、この第 1 の側面において、前記演算部は、前記第 1 の測距時間を異なるチャンネル間で比較し、前記第 1 の測距時間が同一となる前記チャンネルの有無を判定してもよい。これにより、演算部は、第 1 の測距により、フレアが発生した可能性があるかと判断することができる。

【 0 0 1 7 】

また、この第 1 の側面において、前記演算部は、前記第 1 の測距時間と、前記第 2 の測距時間とを、同一チャンネル間で比較し、前記第 1 の測距時間と前記第 2 の測距時間との間の変化の有無を判定し、フレアの発生を検出してもよい。これにより、演算部は、第 1 の測距時間と、第 2 の測距時間とを比較し、各チャンネルにおけるそれぞれの変化の有無を確認することで、フレアの発生をより精度よく検出することができる。

40

【 0 0 1 8 】

また、この第 1 の側面において、前記制御部は、前記第 2 の測距で、前記複数の受光素子の受光開始を各チャンネルで同時に行ってもよい。これにより、演算部は、第 1 の測距時間と、第 2 の測距時間とを比較し、各チャンネルにおけるそれぞれの変化の有無を確認することで、フレアの発生をより精度よく検出することができる。

【 0 0 1 9 】

本開示の第 2 の側面の測距方法は、複数の発光素子から光を発光する発光工程と、前記複数の発光素子から発光された光の入射を複数の受光素子により検出する受光工程と、前記発光素子及び前記受光素子の各チャンネルにおいて、前記発光素子の発光のタイミングと、前記受光素子の受光開始のタイミングとを制御する制御工程と、前記発光素子が発光し

50

てから、前記受光素子が光の入射を検出するまでの時間に基づいて測定対象物までの距離を演算する演算工程とを含み、前記制御工程は、前記複数の受光素子を受光開始した後、前記複数の発光素子の発光タイミングを、異なるチャンネル間でずらして第1の測距を行う。これにより、制御部は、発光素子を各チャンネルでずらして発光させ、また、受光素子の受光を同時に開始することで、第1の測距時間を各チャンネルで調整することができる。また、演算部は、各チャンネルの第1の測距時間を比較し、第1の測距時間が同一となっているチャンネルの有無を確認することで、フレアが発生したか否かを確認することができる。

【0020】

また、この第2の側面において、前記演算工程は、前記第1の測距に関する第1の測距時間を前記チャンネル間で比較し、前記第1の測距時間の前記比較の結果に基づいて、フレア

10

【0021】

また、この第2の側面において、前記制御工程は、前記複数の発光素子の発光タイミングを前記チャンネル間で一定時間ずつずらして前記第1の測距を行ってもよい。これにより、制御部は、第1の測距時間を各チャンネルで調整することができる。

【0022】

また、この第2の側面において、前記制御工程は、前記複数の発光素子の発光タイミングを前記チャンネル間で不規則な時間ずつずらして前記第1の測距を行ってもよい。これにより、制御部は、第1の測距時間を各チャンネルで調整することができる。また、演算部は、例えば、斜めの壁といった、第1の測距時間が老番になるにつれて短くなるような測定対象物であっても、より精度よくフレア

20

【0023】

また、この第2の側面において、前記制御工程は、前記複数の受光素子の前記受光開始を各チャンネルで同時に行い前記第1の測距を行ってもよい。これにより、制御部は、第1の測距時間を各チャンネルで調整することができる。

【0024】

また、この第2の側面において、前記制御工程は、前記複数の発光素子の発光タイミングを各チャンネルで同時にして第2の測距をさらに行ってもよい。これにより、演算部は、第1の測距時間と、第2の測距時間とを比較し、各チャンネルにおけるそれぞれの変化の有無を確認することで、フレア

30

【0025】

また、この第2の側面において、前記演算工程は、前記第1の測距に関する第1の測距時間と、前記第2の測距に関する第2の測距時間とを、同一チャンネル間で比較し、前記第1の測距時間と前記第2の測距時間との間の比較の結果に基づいて、フレア

【0026】

また、この第2の側面において、前記演算工程は、前記第1の測距時間と、前記第2の測距時間とを、同一チャンネル間で比較し、前記第1の測距時間と前記第2の測距時間との間の変化の有無を判定し、フレア

40

【0027】

また、この第2の側面において、前記制御工程は、前記第2の測距で、前記複数の受光素子の受光開始を各チャンネルで同時に行ってもよい。これにより、演算部は、第1の測距時間と、第2の測距時間とを比較し、各チャンネルにおけるそれぞれの変化の有無を確認することで、フレア

【図面の簡単な説明】

【0028】

50

- 【図 1】第 1 実施形態に係る測距装置の概略構成例を示すブロック図である。
- 【図 2】第 1 実施形態における測距装置の光学構成図である。
- 【図 3】第 1 実施形態における受光部の概略構成例を示すブロック図である。
- 【図 4】第 1 実施形態における S P A D 画素の概略構成例を示す回路図である。
- 【図 5】第 1 実施形態における S P A D 加算部のより詳細な構成例を示すブロック図である。
- 【図 6】多重反射が発生した場合の S P A D 画素の動作の例である。
- 【図 7】第 1 実施形態における測距装置の発光及び受光時のタイミングチャートの例である。
- 【図 8】第 1 実施形態における制御部が発光部の半導体レーザダイオードを制御する際のフローチャートの例である。 10
- 【図 9】第 1 実施形態における演算部がフレア信号の発生を検出する際のフローチャートの例である。
- 【図 10】正対している壁及び斜めの壁に対して測距を行った際の説明図である。
- 【図 11】第 2 実施形態における測距装置の発光及び受光時のタイミングチャートの例である。
- 【図 12】第 3 実施形態における測距装置の発光及び受光時のタイミングチャートの例である。
- 【図 13】車両制御システムの構成例を示すブロック図である。
- 【図 14】センシング領域の例を示す図である。 20
- 【発明を実施するための形態】
- 【0029】
- 以下、本開示の実施形態を、図面を参照して説明する。
- 【0030】
- (第 1 実施形態)
- 図 1 は、第 1 実施形態に係る測距装置の概略構成例を示すブロック図である。
- 【0031】
- 図 1 に示すように、測距装置 100 は、制御部 4 と、発光部 2 と、受光部 3 と、演算部 5 と、外部インタフェース (I / F) 6 とを備える。測距装置 100 は、例えば L i D A R (Laser Imaging Detection And Ranging) や T o F (Time of Flight) センサである。 30
- 【0032】
- 制御部 4 は、例えば、C P U (Central Processing Unit) などの情報処理装置で構成され、測距装置 100 の各部を制御する。その詳細については後述するが、発光部 2 や受光部 3 における各素子の発光及び受光のタイミングを制御する。
- 【0033】
- 外部 I / F 6 は、例えば、無線 L A N (Local Area Network) や有線 L A N の他、C A N (Controller Area Network) 、 L I N (Local Interconnect Network) 、 F l e x R a y (登録商標) 等の任意の規格に準拠した通信ネットワークを介して外部のホスト 7 と通信を確立するための通信アダプタであってよい。 40
- 【0034】
- ここで、ホスト 7 は、例えば、測距装置 100 が自動車等を実装される場合には、自動車等に搭載されている車両制御 E C U (Electronic Control Unit) などであってよい。また、測距装置 100 が家庭内ペットロボットなどの自律移動ロボットやロボット掃除機や無人航空機や追従運搬ロボットなどの自律移動体に搭載されている場合には、ホスト 7 は、その自律移動体を制御する制御装置等であってよい。
- 【0035】
- 発光部 2 は、例えば、複数の半導体レーザダイオードを光源として備えており、所定時間幅のパルス状の発光ビーム L 1 を所定周期 (発光周期ともいう) で出射する。半導体レーザダイオードは、発光素子の例である。また、発光部 2 は、例えば、1 M H z (メガヘ 50

ルツ)の周期で、1 ns (ナノ秒)の時間幅の発光ビーム L 1 を出射する。発光部 2 から出射した発光ビーム L 1 は、例えば、測距範囲内に測定対象物 9 0 が存在する場合には、この測定対象物 9 0 で反射して、受光ビーム L 2 として、受光部 3 に入射する。

【0036】

受光部 3 は、その詳細については後述するが、例えば、2次元格子状に配列した複数の SPAD 画素を備え、発光部 2 の発光後に光子の入射を検出した SPAD 画素の数 (以下、検出数という)に関する情報 (例えば、後述における検出信号の数に相当)を出力する。受光部 3 は、例えば、発光部 2 の 1 回の発光に対し、所定のサンプリング周期で光子の入射を検出してその検出数を出力する。SPAD 画素は、受光素子の例である。

【0037】

演算部 5 は、受光部 3 から出力された検出数を複数の SPAD 画素 (例えば、後述する 1 又は複数のマクロ画素に相当)ごとに集計し、その集計により得られた画素値に基づいて、横軸を飛行時間とし、縦軸を累積画素値 (頻度値)としたヒストグラムを作成する。例えば、演算部 5 は、発光部 2 の 1 回の発光に対して所定のサンプリング周波数で検出数を集計して画素値を求めることを、発光部 2 の複数回の発光に対して繰り返し実行することで、横軸 (ヒストグラムのビン)を飛行時間に相当するサンプリング周期とし、縦軸を各サンプリング周期で求められた画素値を累積することで得られた累積画素値としたヒストグラムを作成する。また、演算部 5 は、測距装置内でフレアが発生したか否かを判断する。詳細は後述する。

【0038】

また、演算部 5 は、作成したヒストグラムに対して所定のフィルタ処理を施した後、フィルタ処理後のヒストグラムから累積画素値がピークとなる際の飛行時間を特定する。そして、演算部 5 は、特定した飛行時間に基づいて、測距装置 100 又はこれを搭載するデバイスから測距範囲内に存在する測定対象物 9 0 までの距離を算出する。なお、演算部 5 で算出された距離の情報は、例えば、外部 I/F 6 を介してホスト 7 等にも出力されてもよい。

【0039】

図 2 は、第 1 実施形態における測距装置の光学構成図である。

【0040】

なお、図 2 では、受光部 3 の画角を水平方向に走査する、いわゆるスキャン型の光学システムを例示するが、これに限定されず、例えば、受光部 3 の画角が固定された、いわゆるフラッシュ型の測距装置とすることも可能である。

【0041】

図 2 に示すように、測距装置 100 は、光学システムとして、レーザー 131 と、投光レンズ 132 と、ミラー 133 と、スキャナー 135 と、受光レンズ 142 と、SPAD アレイ 141 とを備える。レーザー 131、投光レンズ 132、ミラー 133 及びスキャナー 135 は、例えば、図 1 における発光部 2 に含まれる。

【0042】

図 2 に示す構成において、レーザー 131 から出射した発光ビーム L 1 は、投光レンズ 132 により、断面の強度スペクトルが垂直方向に長い矩形の平行光に変換され、その後、ミラー 133 に入射する。ミラー 133 は、入射した発光ビーム L 1 の一部を反射する。ミラー 133 で反射した発光ビーム L 1 は、スキャナー 135 に入射する。スキャナー 135 は、例えば、所定の回転軸を振動中心として水平方向に振動する。これにより、スキャナー 135 で反射した発光ビーム L 1 の画角 SR が測距範囲 AR を水平方向に往復走査するように、発光ビーム L 1 が水平走査される。レーザー 131 の発光についてのタイミング制御は、制御部 4 によって行われる。

【0043】

スキャナー 135 で反射した発光ビーム L 1 は、測距範囲 AR 内に存在する測定対象物 9 0 で反射し、受光ビーム L 2 としてスキャナー 135 に入射する。スキャナー 135 に入射した受光ビーム L 2 は、ミラー 133 の上、または下を通過して受光レンズ 142 に

10

20

30

40

50

入射し、SPADアレイ141内の特定の領域で検出される。

【0044】

また、SPADアレイ141内の特定の領域は、行及び／又は列方向に配列する所定数ずつのSPAD画素20で構成された複数のマクロ画素を含んでいる。

【0045】

図2の例では、発光ビームL1は、垂直方向に長い矩形であり、SPADアレイ141内の特定の領域も同様に、垂直方向に長い矩形である。発光ビームL1を射出する半導体レーザダイオードと、受光ビームL2を受光するSPADアレイ141内の特定の領域におけるSPAD画素20とは、1対1で対応している。このように、発光素子と、受光素子とが1対1で対応している関係について、本実施形態ではチャンネルと呼ぶ。

10

【0046】

図3は、第1実施形態における受光部の概略構成例を示すブロック図である。

【0047】

図3に示すように、受光部3は、SPADアレイ141と、タイミング制御回路143と、駆動回路144と、出力回路145とを備える。受光部3には、受光レンズ142が含まれていてもよい。

【0048】

SPADアレイ141は、2次元格子状に配列する複数のSPAD画素20を備える。複数のSPAD画素20に対しては、列ごとに画素駆動線LD（図面中の上下方向）が接続され、行ごとに出力信号線LS（図面中の左右方向）が接続される。画素駆動線LDの一端は、駆動回路144の各列に対応した出力端に接続され、出力信号線LSの一端は、出力回路145の各行に対応した入力端に接続される。

20

【0049】

駆動回路144は、シフトレジスタやアドレスデコーダなどを含み、SPADアレイ141の各SPAD画素20を、全画素同時や列単位等で駆動する。そこで、駆動回路144は、少なくとも、SPADアレイ141内の選択列における各SPAD画素20に、後述するクエンチ電圧V_{QCH}を印加する回路と、選択列における各SPAD画素20に、後述する選択制御電圧V_{SEL}を印加する回路とを含む。そして、駆動回路144は、読出し対象の列に対応する画素駆動線LDに選択制御電圧V_{SEL}を印加することで、フォトン入射を検出するために用いるSPAD画素20を列単位で選択する。

30

【0050】

駆動回路144によって選択走査された列の各SPAD画素20から出力される信号（検出信号という）V_{OUT}は、出力信号線LSの各々を通して出力回路145に入力される。出力回路145は、各SPAD画素20から入力された検出信号V_{OUT}を、マクロ画素ごとに設けられたSPAD加算部へ出力する。

【0051】

タイミング制御回路143は、各種のタイミング信号を生成するタイミングジェネレータ等を含み、タイミングジェネレータで生成された各種のタイミング信号を基に、駆動回路144及び出力回路145を制御する。

【0052】

40

図4は、第1実施形態におけるSPAD画素の概略構成例を示す回路図である。

【0053】

図4に示すように、SPAD画素20は、受光素子としてのフォトダイオード42と、フォトダイオード42にフォトンが入射したことを検出する読出し回路43とを備える。フォトダイオード42は、そのアノードとカソードとの間に降伏電圧（ブレークダウン電圧）以上の逆バイアス電圧V_{SPAD}が印加されている状態でフォトンが入射すると、アバランシェ電流を発生する。

【0054】

読出し回路43は、クエンチ抵抗44と、デジタル変換器46と、インバータ47と、バッファ48と、選択トランジスタ45とを備える。クエンチ抵抗44は、例えば、N型

50

の MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor。以下、NMOS トランジスタという) で構成され、そのドレインがフォトダイオード 42 のアノードに接続され、そのソースが選択トランジスタ 45 を介して接地されている。また、クエンチ抵抗 44 を構成する NMOS トランジスタのゲートには、当該 NMOS トランジスタをクエンチ抵抗として作用させるために予め設定されているクエンチ電圧 V_{QCH} が、駆動回路 144 から画素駆動線 LD を介して印加される。

【0055】

本実施形態において、フォトダイオード 42 は SPAD である。SPAD は、そのアノードとカソードとの間に降伏電圧 (ブレイクダウン電圧) 以上の逆バイアス電圧が印加されるとガイガーモードで動作するアバランシェフォトダイオードであり、1 つのフォトン

10

【0056】

デジタル変換器 46 は、抵抗 251 と NMOS トランジスタ 252 とを備える。NMOS トランジスタ 252 は、そのドレインが抵抗 251 を介して電源電圧 VDD に接続され、そのソースが接地されている。また、NMOS トランジスタ 252 のゲートには、フォトダイオード 42 のアノードとクエンチ抵抗 44 との接続点 N1 の電圧が印加される。

【0057】

インバータ 47 は、P 型の MOSFET (以下、PMOS トランジスタという) 261 と NMOS トランジスタ 262 とを備える。PMOS トランジスタ 261 は、そのドレインが電源電圧 VDD に接続され、そのソースが NMOS トランジスタ 262 のドレインに接続されている。NMOS トランジスタ 262 は、そのドレインが PMOS トランジスタ 261 のソースに接続され、そのソースが接地されている。PMOS トランジスタ 261 のゲート及び NMOS トランジスタ 262 のゲートには、それぞれ抵抗 251 と NMOS トランジスタ 252 のドレインとの接続点 N2 の電圧が印加される。インバータ 47 の出力は、バッファ 48 に入力される。

20

【0058】

バッファ 48 は、インピーダンス変換のための回路であり、インバータ 47 から出力信号を入力すると、その入力した出力信号をインピーダンス変換し、検出信号 V_{OUT} として出力する。

【0059】

選択トランジスタ 45 は、例えば、NMOS トランジスタであり、そのドレインがクエンチ抵抗 44 を構成する NMOS トランジスタのソースに接続され、そのソースが接地されている。選択トランジスタ 45 は、駆動回路 144 に接続されており、選択トランジスタ 45 のゲートに駆動回路 144 からの選択制御電圧 V_{SEL} が画素駆動線 LD を介して印加されると、オフ状態からオン状態に変化する。

30

【0060】

図 4 に例示した読出し回路 43 は、例えば、以下のように動作する。まず、駆動回路 144 から選択トランジスタ 45 に選択制御電圧 V_{SEL} が印加されて選択トランジスタ 45 がオン状態となっている期間、フォトダイオード 42 には降伏電圧 (ブレイクダウン電圧) 以上の逆バイアス電圧 V_{SPAD} が印加される。これにより、フォトダイオード 42 の動作が許可 (SPAD オンとも呼ぶ) される。

40

【0061】

一方、駆動回路 144 から選択トランジスタ 45 に選択制御電圧 V_{SEL} が印加されておらず、選択トランジスタ 45 がオフ状態となっている期間、逆バイアス電圧 V_{SPAD} がフォトダイオード 42 に印加されないことから、フォトダイオード 42 の動作が禁止される。

【0062】

選択トランジスタ 45 がオン状態であるときにフォトダイオード 42 にフォトンが入射すると、フォトダイオード 42 においてアバランシェ電流が発生する。それにより、クエンチ抵抗 44 にアバランシェ電流が流れ、接続点 N1 の電圧が上昇する。接続点 N1 の電

50

圧がN M O S トランジスタ 2 5 2 のオン電圧よりも高くなると、N M O S トランジスタ 2 5 2 がオン状態になり、接続点 N 2 の電圧が電源電圧 V D D から 0 V に変化する。そして、接続点 N 2 の電圧が電源電圧 V D D から 0 V に変化すると、P M O S トランジスタ 2 6 1 がオフ状態からオン状態に変化すると共に、N M O S トランジスタ 2 6 2 がオン状態からオフ状態に変化し、接続点 N 3 の電圧が 0 V から電源電圧 V D D に変化する。その結果、バッファ 4 8 からハイレベルの検出信号 V _ O U T が出力される。

【 0 0 6 3 】

その後、接続点 N 1 の電圧が上昇し続けると、フォトダイオード 4 2 のアノードとカソードとの間に印加されている電圧が降伏電圧よりも小さくなり、それにより、アバランシェ電流が止まって、接続点 N 1 の電圧が低下する。そして、接続点 N 1 の電圧が N M O S トランジスタ 2 5 2 のオン電圧よりも低くなると、N M O S トランジスタ 2 5 2 がオフ状態になり、バッファ 4 8 からの検出信号 V _ O U T の出力が停止する（ローレベル）。

10

【 0 0 6 4 】

このように、読出し回路 4 3 は、フォトダイオード 4 2 にフォトンが入射してアバランシェ電流が発生し、これにより N M O S トランジスタ 2 5 2 がオン状態になったタイミングから、アバランシェ電流が止まって N M O S トランジスタ 2 5 2 がオフ状態になるタイミングまでの期間、ハイレベルの検出信号 V _ O U T を出力する。出力された検出信号 V _ O U T は、出力回路 1 4 5 を介して、マクロ画素ごとの S P A D 加算部に入力される。したがって、各 S P A D 加算部には、1 つのマクロ画素を構成する複数の S P A D 画素 2 0 のうちでフォトンが入射が検出された S P A D 画素 2 0 の数（検出数）の検出信号 V _ O U T が入力される。

20

【 0 0 6 5 】

図 5 は、第 1 実施形態における S P A D 加算部のより詳細な構成例を示すブロック図である。

【 0 0 6 6 】

図 5 に示すように、S P A D 加算部 3 4 は、例えば、パルス整形部 3 7 と、受光数カウント部 3 8 とを備える。

【 0 0 6 7 】

パルス整形部 3 7 は、S P A D アレイ 1 4 1 から出力回路 1 4 5 を介して入力した検出信号 V _ O U T のパルス波形を、S P A D 加算部 3 4 の動作クロックに応じた時間幅のパルス波形に整形する。

30

【 0 0 6 8 】

受光数カウント部 3 8 は、対応するマクロ画素 3 3 からサンプリング周期ごとに入力された検出信号 V _ O U T をカウントすることで、フォトンが入射が検出された S P A D 画素 2 0 の個数（検出数）をサンプリング周期ごとに計数し、この計数値をマクロ画素 3 3 の画素値として出力する。

【 0 0 6 9 】

ここで、サンプリング周期とは、受光部 3 の S P A D 画素 2 0 が S P A D オンとなり、発光部 2 が発光ビーム光 L 1 を出射してから受光部 3 でフォトンが入射が検出されるまでの時間（飛行時間）を計測する周期である。このサンプリング周期には、発光部 2 の発光周期よりも短い周期が設定される。例えば、サンプリング周期をより短くすることで、より高い時間分解能で、発光部 2 から出射して測定対象物 9 0 で反射したフォトン の飛行時間を算出することが可能となる。これは、サンプリング周波数をより高くすることで、より高い測距分解能で測定対象物 9 0 までの距離を算出することが可能となることを意味している。

40

【 0 0 7 0 】

例えば、発光部 2 が発光ビーム光 L 1 を出射して、この発光ビーム光 L 1 が測定対象物 9 0 で反射し、この反射光 L 2 が受光部 3 に入射するまでの飛行時間を t とすると、光速 C が一定（ $C = 300,000,000 \text{ m/s}$ （メートル / 秒））であることから、測定対象物 9 0 までの距離 L は、以下の式（1）のように算出することができる。

50

$$L = C \times t / 2 \quad (1)$$

【0071】

そこで、サンプリング周波数を1GHzとすると、サンプリング周期は1ns(ナノ秒)となる。その場合、1つのサンプリング周期は、15cm(センチメートル)に相当する。これは、サンプリング周波数を1GHzとした場合の測距分解能が15cmであることを示している。また、サンプリング周波数を2倍の2GHzとすると、サンプリング周期は0.5ns(ナノ秒)となるため、1つのサンプリング周期は、7.5cm(センチメートル)に相当する。これは、サンプリング周波数を2倍とした場合、測距分解能を1/2にすることができることを示している。このように、サンプリング周波数を高くしてサンプリング周期を短くすることで、より精度良く測定対象物90までの距離を算出することが可能となる。

10

【0072】

図6は、多重反射が発生した場合のSPAD画素の動作の例である。

【0073】

上述の通り、本実施形態では、発光素子と受光素子とが、1対1で対応している関係をチャンネルと呼ぶ。以下の例では、説明の単純化のため、半導体レーザダイオードから2次元アレイ状の発光ビームL1が射出された例ではなく、5チャンネル分の1次元の発光ビームL1が射出され、対応するSPAD画素20で反射光を受光した例を取り上げて説明する。

【0074】

20

図6Aは、5チャンネルのうち、チャンネル3番に通常の測定対象物90が存在している例を表しており、図6Bは、5チャンネルのうち、チャンネル3番に高反射物体が存在している例を表している。

【0075】

図6A、6Bいずれの場合においても、半導体レーザダイオードから射出された5チャンネル分の発光ビームL1は、測定対象物90で反射し、SPADアレイ141内の対応する5チャンネル分のSPAD画素20で受光する。

【0076】

図6Aに示す通り、チャンネル3番に通常の測定対象物90が存在する場合、SPAD画素20は、チャンネル3番のみで受光ビームL2を受光する。

30

【0077】

一方、図6Bに示す通り、チャンネル3番に高反射物体が存在している場合、SPAD画素20は、チャンネル3番で反射光を受光するだけでなく、反射光が測距装置100内部で多重反射を起こす。これにより、チャンネル1~2番及びチャンネル4~5番のSPAD画素20においても、反射光を受光してしまう。

【0078】

以下、説明のため、多重反射による反射光を多重反射光とよぶ。また、多重反射光によって、本来のSPAD画素20とは異なるチャンネルのSPAD画素20で受光し、生成された信号をフレア信号と呼ぶ。

【0079】

40

図7は、第1実施形態における測距装置の発光及び受光時のタイミングチャートの例である。

【0080】

図7Aの例は、チャンネル1~5番すべてにまたがる壁がある場合における各チャンネルの発光及び受光のタイミングチャートを示している。

【0081】

本実施形態では、制御部4は、各チャンネルにおいて半導体レーザダイオードの発光タイミングをずらして発光させる。また、制御部4は、各チャンネルにおいて、SPAD画素20の受光を同時に開始させる。

【0082】

50

図 7 A の例では、制御部 4 は、チャンネル 1 ~ 5 番すべての S P A D 画素 2 0 を S P A D オンとして、受光を開始した後、半導体レーザダイオードをチャンネル 1 ~ 5 番までそれぞれ一定時間ずつずらして発光させている。この例では、制御部 4 は、各チャンネルにおいて、等間隔ずつ時間を空けて半導体レーザダイオードの発光を行っている。

【 0 0 8 3 】

1 ~ 5 すべてのチャンネルにまたがる壁がある場合、各半導体レーザダイオードの発光開始の時間から S P A D 画素 2 0 の受光までの時間 $t_1 \sim t_5$ は、各チャンネルで同一となる。また、制御部 4 は、チャンネル 2 ~ 5 番について、半導体レーザダイオードの発光タイミングをそれぞれ時間 $t_2' \sim t_5'$ の間ずらして発光させている。

【 0 0 8 4 】

本実施形態では、半導体レーザダイオードを発光させ、射出された発光ビーム L 1 が測定対象物 9 0 で反射し、対応する S P A D 画素 2 0 で反射光を受光することを、第 1 の測距と呼ぶ。また、S P A D オンのタイミングから、その S P A D 画素 2 0 が受光するまでの時間を第 1 の測距時間と呼ぶ。例えば、チャンネル 1 番について、第 1 の測距時間は、 t_1 で表される。また、チャンネル 2 番について、第 1 の測距時間は、 t_2' と、 t_2 との和で表される。

【 0 0 8 5 】

式 (1) における飛行時間 t は、第 1 の測距時間から、発光タイミングをずらした分の時間を差し引くことで算出できる。例えば、チャンネル 2 ~ 5 番について、飛行時間 t は、第 1 の測距時間からそれぞれ時間 $t_2' \sim t_5'$ の時間を差し引くことで算出することができる。また物体までの距離 L は、式 (1) と同様にして算出することができる。

【 0 0 8 6 】

図 7 B の例は、チャンネル 1 番に高反射物体がある場合における各チャンネルの発光及び受光のタイミングチャートを示している。

【 0 0 8 7 】

チャンネル 1 番では、測距装置 1 0 0 は、半導体レーザダイオードが発光ビーム L 1 を射出後、高反射物体である測定対象物 9 0 で反射され、同チャンネルの S P A D 画素 2 0 で反射光を受光する。測定対象物 9 0 は高反射物体であるため、測距装置 1 0 0 内部で多重反射が発生し、チャンネル 2 ~ 5 番へ受光ビーム L 2 が漏れ出し、それぞれの S P A D 画素 2 0 が多重反射光により受光する。

【 0 0 8 8 】

このように、これらチャンネル 2 ~ 5 番では、測距装置 1 0 0 は、フレアによって、高反射物体が存在するチャンネルであるチャンネル 1 と同じタイミングで多重反射光を受光する。

【 0 0 8 9 】

なお、測距装置 1 0 0 内部において、チャンネル 1 番の S P A D 画素 2 0 で受光ビーム L 2 が多重反射し、チャンネル 2 ~ 5 番の S P A D 画素 2 0 でこれらの反射光を受光するまでの時間は、時間 $t_1 \sim t_5$ と比較して著しく小さい。以下では、これらの時間は考慮しないこととする。

【 0 0 9 0 】

すなわち、あるチャンネルで測定した第 1 の測距時間と、そのチャンネルの反射光の多重反射によって、他のチャンネルで受光した第 1 の測距時間とは、「同一」の第 1 の測距時間として扱われる。

【 0 0 9 1 】

その他、処理の遅延時間は考慮しないこととする。あるチャンネルで測定した第 1 の測距時間、またはそのチャンネルの反射光の多重反射によって他のチャンネルで測定した第 1 の測距時間に、処理の遅延時間が含まれていた場合でも、それらの時間は、「同一」の第 1 の測距時間として考慮される。

【 0 0 9 2 】

このように、制御部 4 は、半導体レーザダイオードの発光タイミングを各チャンネルですらしている。しかし、特定のチャンネルに高反射物体が存在する場合、高反射物体が存在す

10

30

40

50

るチャンネルで S P A D 画素 2 0 が反射光を受光するタイミングと同じタイミングで、他の未受光のチャンネルでも S P A D 画素 2 0 は多重反射光を受光する。そのため、これらの第 1 の測距時間は同一となる。

【 0 0 9 3 】

図 8 は、第 1 実施形態における制御部が発光部の半導体レーザダイオードを制御する際のフローチャートの例である。

【 0 0 9 4 】

このフローチャートでは、上記と同様に、制御部 4 が 5 チャンネル分の 1 次元の発光ビーム L 1 の射出を制御する例を取り上げて説明する。

【 0 0 9 5 】

ステップ S 1 0 では、制御部 4 は、チャンネル i 番 (i は 1 ~ 5 の整数) のうち、チャンネル 1 番のレーザダイオードの発光を制御するため、変数 i に 1 を代入する。ステップ S 1 1 では、制御部 4 は、チャンネル i 番の半導体レーザダイオードの発光を制御する。この場合、 i = 1 であるため、制御部 4 は、チャンネル 1 番のレーザダイオードの発光を制御し、発光を行う。

【 0 0 9 6 】

ステップ S 1 2 では、制御部 4 は、変数 i = 5 であるかを判定する。 i = 5 でない場合、ステップ S 1 3 では、制御部 4 は、次のチャンネルの半導体レーザダイオードを射出間隔をずらすため、一定時間間隔をずらす。また、この際に、制御部 4 は、変数 i を 1 だけ増加させた値を代入する。この場合、変数 i には 2 が代入される。

【 0 0 9 7 】

このように、ステップ S 1 1、S 1 2 及び S 1 3 を繰り返してチャンネル 1 ~ 5 番の半導体レーザダイオードの発光を制御する。 S 1 2 において、変数 i = 5 となった場合、すべての半導体レーザダイオードの発光の制御が完了したこととなるため、制御部 4 は、処理を終了する。

【 0 0 9 8 】

本実施形態では、各チャンネルで半導体レーザダイオードを一定時間ずつ間隔をずらして発光させているが、このずらす値は、例えば、あらかじめ測距装置 1 0 0 内のメモリ (不図示) に格納し、測距の開始時に、制御部 4 が読み出す構成とすることが考えられる。

【 0 0 9 9 】

図 9 は、第 1 実施形態における演算部がフレア信号の発生を検出する際のフローチャートの例である。

【 0 1 0 0 】

ステップ S 2 0 では、演算部 5 は、すべてのチャンネルにおいて S P A D 画素 2 0 が受光を完了したことを確認する。ステップ S 2 1 では、演算部 5 は、すべてチャンネルを比較し、第 1 の測距時間が同一となっているチャンネルの有無を確認する。

【 0 1 0 1 】

ステップ S 2 1 で、第 1 の測距時間が同一となっているチャンネルが存在しなかった場合、フレア信号は発生していないため、演算部 5 は、処理を終了する。ステップ S 2 1 で、第 1 の測距時間が同一となっているチャンネルが存在した場合、ステップ S 2 2 では、演算部 5 は、フレア信号が発生したことを検出し、処理を終了する。

【 0 1 0 2 】

本実施形態のフローチャートでは、演算部 5 は、フレア信号の検出にあたり、各チャンネルの第 1 の測距時間が同一か否かを比較することで、受光素子が同時に反射光を受光したことを確認するフローとしている。しかし、フレア信号の検出にあたり、フローチャートはこれに限定されず、演算部 5 が各 S P A D 画素 2 0 が同時に反射光を受光したことを確認できればよい。例えば、演算部 5 は、各 S P A D 画素 2 0 の受光時刻を比較し、同一か否かを確認する方法がある。

【 0 1 0 3 】

本実施形態によれば、制御部 4 は、半導体レーザダイオードを各チャンネルでずらして発

10

20

30

40

50

光させ、また、SPAD画素20の受光を同時に開始することで、第1の測距時間を各チャンネルで調整することができる。また、演算部5は、各チャンネルの第1の測距時間を比較し、第1の測距時間が同一となっているチャンネルの有無を確認することで、フレアが発生したか否かを確認することができる。

【0104】

(第2実施形態)

図10は、正対している壁及び斜めの壁に対して測距を行った際の説明図である。

【0105】

図10Aは、測距装置100から射出された5チャンネル分の1次元の発光ビームL1が、測定対象物90である正対している壁で反射し、測距装置100で受光した例である。

10

図10Bは、測距装置100から射出された5チャンネル分の1次元の発光ビームL1が、測定対象物90である斜めの壁で反射し、測距装置100で受光した例である。また、この例では、各チャンネルでの測距装置100から壁に対する距離をDとして説明する。

【0106】

図10Aのように、測距装置100からの距離Dは各チャンネルで等しい。そのため、発光のタイミングを等間隔でずらして測距し、射出されたチャンネル1～5番の発光ビームL1がすべてが正対している壁で反射した場合、受光のタイミングは、図7Aのように発光タイミングをずらした分だけ、後ろにずれることとなる。

【0107】

一方、図10Bのように、上記と同様の条件で測距装置100が発光ビームL1を射出し、斜めの壁で反射した後、測距装置100で受光した場合、測距装置100からの距離Dは、各チャンネルで老番となるごとに少しずつ短くなる。そのため、タイミングチャートは、図7Bのような結果を示す場合がある。例えば、チャンネル2番の測距距離は、チャンネル1の測距距離よりも短い。そのため、各SPAD画素20は、フレアが発生していないにもかかわらず、偶然、双方のチャンネルにおいて、第1の測距時間が同一になってしまう場合がある。チャンネル3～5番までも同様に、各SPAD画素20が他のチャンネルと同一のタイミングで反射光を受光してしまい、第1の測距時間がそれぞれ同一になってしまう場合がある。

20

【0108】

このように、測距装置100から射出された発光ビームL1が斜めの壁で反射し、受光側でSPAD画素20が同時に反射光を受光した場合、測距装置100は正しい距離を測距しているにもかかわらず、フレアが発生したと検出してしまう可能性がある。

30

【0109】

以下、第2の実施形態では、測定対象物90に、斜めの壁が含まれている場合でもフレアの判定を可能とする方法について説明する。

【0110】

図11は、第2実施形態における測距装置の発光及び受光時のタイミングチャートの例である。

【0111】

測距装置100のブロック図や光学構成図は、第1実施形態と同様であるため、説明を省略する。

40

【0112】

本実施形態では、第1実施形態と同様に、制御部4は、各チャンネルにおいて半導体レーザダイオードの発光タイミングをずらして発光させる。半導体レーザダイオードの発光タイミングは、各チャンネルで一定時間ずつずらすのではなく、不規則な時間ずつずらして発光させる。また、制御部4は、各チャンネルにおいて、SPAD画素20の受光を同時に開始させる。

【0113】

図11Aは、チャンネル1～5番すべてにまたがる壁がある場合における各チャンネルの発光及び受光のタイミングチャートを示している。

50

【 0 1 1 4 】

図 1 1 A の例では、制御部 4 は、チャンネル 1 ~ 5 番すべての S P A D 画素 2 0 を S P A D オンとして、受光を開始した後、半導体レーザダイオードの発光をチャンネル 1 ~ 5 番まで、それぞれ不規則な時間ずつずらして発光させる。本実施形態では、不規則な時間ずつずらすとは、一定時間ずつずらす以外のずらし方を指す。例えば、図 1 1 A では、 t_2' ~ t_5' のそれぞれの時間は、一定時間ずつずらされているのではなく、ランダムな間隔をあけてずらしており、不規則な時間ずつずらした例を表している。

【 0 1 1 5 】

制御部 4 が、各チャンネルについて、発光ダイオードを不規則な時間ずつずらして発光させることにより、各チャンネルの S P A D 画素 2 0 は、その分だけ遅れて反射光を受光することとなる。

【 0 1 1 6 】

本実施形態では、各チャンネルで半導体レーザダイオードを不規則な時間ずつ間隔をあけて発光させているが、これらの値は、例えば、あらかじめ測距装置 1 0 0 内のメモリに格納し、測距の開始時に、制御部 4 が読み出す構成とすることが考えられる。

【 0 1 1 7 】

本実施形態では、制御部 4 は、半導体レーザダイオードの発光のタイミングを不規則な時間ずつずらして発光させるため、図 1 0 B のような斜めの壁で発光ビーム L 1 が反射した場合、S P A D 画素 2 0 受光タイミングは、各チャンネルで同一とはならない。発光タイミングを不規則な時間ずつずらしているため、各チャンネルの S P A D 画素 2 0 は、反射光を遅れて受光することとなる。

【 0 1 1 8 】

式 (1) における飛行時間 t は、第 1 の測距時間から、発光タイミングをずらした分の時間を差し引くことで算出できる。例えば、チャンネル 2 ~ 5 番について、飛行時間 t は、第 1 の測距時間からそれぞれ時間 t_2' ~ t_5' の時間を差し引くことで算出することができる。また物体までの距離 L は、式 (1) と同様にして算出することができる。

【 0 1 1 9 】

図 1 1 B の例は、チャンネル 1 番に高反射物体がある場合における各チャンネルの発光及び受光のタイミングチャートを示している。

【 0 1 2 0 】

チャンネル 1 番では、測距装置 1 0 0 は、半導体レーザダイオードが発光ビーム L 1 を射出後、測定対象物 9 0 で反射され、同チャンネルの S P A D 画素 2 0 で反射光を受光する。測定対象物 9 0 は高反射物体であるため、測距装置 1 0 0 内部で多重反射が発生し、チャンネル 2 ~ 5 番の S P A D 画素 2 0 は多重反射光を受光する。

【 0 1 2 1 】

このように、測距装置 1 0 0 は、チャンネル 2 ~ 5 番では、発光タイミングを不規則な時間ずつずらしているにもかかわらず、フレアによって、高反射物体が存在するチャンネルであるチャンネル 1 番と同じタイミングで多重反射光を受光する。

【 0 1 2 2 】

演算部 5 は、図 9 と同様のフローで、第 1 の測距時間が同一となっているチャンネルの有無を確認することで、フレアが発生したか否かを確認することができる。

【 0 1 2 3 】

また、この例では、チャンネル 1 ~ 5 番の順番で半導体レーザダイオードを発光させる例を説明したが、制御部 4 は、例えば、チャンネルの発光の順番を不規則な順番で発光させる構成としてもよい。この場合、制御部 4 は、各半導体レーザダイオードを不規則な時間ずつずらして発光させてもよく、また、一定時間ずつずらしてもよい。一定時間ずつ発光タイミングをずらす場合、制御部 4 は、半導体レーザダイオードを発光させる度に、一定時間ずつ間隔をあけることが考えられる。

【 0 1 2 4 】

本実施形態によれば、制御部 4 は、半導体レーザダイオードを各チャンネルでずらして発

光させ、また、S P A D画素20の受光を同時に開始することで、第1の測距時間を各チャンネルで調整することができる。また、演算部5は、各チャンネルの第1の測距時間を比較し、第1の測距時間が同一となっているチャンネルの有無を確認することで、フレアが発生したか否かを確認することができる。

【0125】

また、本実施形態によれば、演算部5は、各半導体レーザダイオードを不規則な時間ずつずらして発光させる。そのため、例えば、斜めの壁といった、第1の測距時間が老番になるにつれて短くなるような測定対象物90であっても、演算部5は、より精度よくフレアの発生を検出することができる。

【0126】

10

(第3実施形態)

図12は、第3実施形態における測距装置の発光及び受光時のタイミングチャートの例である。

【0127】

測距装置100のブロック図や光学構成図は、第1実施形態と同様であるため、説明を省略する。

【0128】

本実施形態では、測距装置100は、測距にあたり、2回の測距を行う。ここでは、1度目の測距についてR e f測距と呼び、2度目の測距を本番測距と呼ぶ。R e f測距は、第1の測距の例であり、本番測距は、第2の測距の例である。

20

【0129】

測距装置100は、R e f測距を本番測距の前に実施する。また、R e f測距は、第1実施形態と同様な方法で行われる。

【0130】

すなわち、R e f測距では、制御部4は、各チャンネルにおいて、S P A D画素20の受光を同時に開始させた後、各チャンネルにおいて半導体レーザダイオードの発光タイミングをずらして発光させる。

【0131】

また、本番測距では、制御部4は、各チャンネルにおいてS P A D画素20の受光を同時に開始した後、各チャンネルにおいて半導体レーザダイオードを同時に発光させる。

30

【0132】

図12Aは、チャンネル1～5番すべてにまたがる壁がある場合における各チャンネルの発光及び受光のタイミングチャートを示している。上段はR e f測距におけるタイミングチャートを示しており、下段は、本番測距におけるタイミングチャートを示している。

【0133】

図12A上段に示すR e f測距は、図7Aと同様なタイミングチャートであるため、説明を省略する。また、第1実施形態と同様に、本実施形態では、R e f測距において、半導体レーザダイオードを発光させ、射出された発光ビームL1が測定対象物90で反射し、対応するS P A D画素20で反射光を受光することを、第1の測距と呼ぶ。また、S P A Dオンのタイミングから、そのS P A D画素20が受光するまでの時間を第1の測距時間と呼ぶ。

40

【0134】

詳細は後述するが、全チャンネルで第1の測距時間を測定後、制御部4は、本番測距を実施する。

【0135】

図12A下段に示す通り、本番測距では、制御部4は、チャンネル1～5番すべてのS P A D画素20をS P A Dオンとして、受光を開始した後、チャンネル1～5番の半導体レーザダイオードの発光を同時に行っている。

【0136】

本実施形態では、本番測距において、半導体レーザダイオードを発光させ、対応するS

50

P A D 画素 2 0 で受光することを、第 2 の測距と呼ぶ。本番測距において、S P A D オンのタイミングから、S P A D 画素 2 0 が受光するまでの時間を第 2 の測距時間と呼ぶ。図 1 2 A 下段の例では、各チャネル 1 ~ 5 番の第 2 の測距時間は、 $t_1 \sim t_5$ で表される。

【 0 1 3 7 】

全チャネルにまたがる壁がある場合、各チャネルにおいて、第 1 の測距時間と、第 2 の測距時間とを比較すると、発光のタイミングをずらしたチャネルについては、各測距時間に変化が生じる。

【 0 1 3 8 】

このように、R e f 測距及び本番測距の後に、演算部 5 は、各チャネルについて、第 1 の測距時間と、第 2 の測距時間とを比較する。

10

【 0 1 3 9 】

図 1 2 B は、1 チャネル目に高反射物体が存在する場合における各チャネルの発光及び受光のタイミングチャートを示している。上段は R e f 測距におけるタイミングチャートを示しており、下段は、本番測距におけるタイミングチャートを示している。

【 0 1 4 0 】

図 1 2 B 上段に示す R e f 測距は、図 7 B と同様なタイミングチャートであるため、説明を省略する。

【 0 1 4 1 】

上述の通り、R e f 測距において、特定のチャネルに高反射物体が存在する場合、測距装置 1 0 0 は、高反射物体が存在するチャネルで S P A D 画素 2 0 が反射光を受光するタイミングと同じタイミングで、他の未受光のチャネルでも S P A D 画素 2 0 が多重反射光を受光する。

20

【 0 1 4 2 】

R e f 測距の後、制御部 4 は、本番測距を実施する。また、図 1 2 B 下段に示す本番測距は、図 1 2 A 下段と同様なタイミングチャートであるため説明の詳細を省略する。

【 0 1 4 3 】

1 チャネル目に高反射物体が存在する場合、各チャネルにおいて、第 1 の測距時間と、第 2 の測距時間とを比較すると、発光のタイミングをずらしたチャネルについても、測距時間に変化が生じない。例えば、チャネル 2 ~ 5 番は、第 1 の測距時間と、第 2 の測距時間とを比較して変化が生じない。

30

【 0 1 4 4 】

このように、演算部 5 は、各チャネルにおける第 1 の測距時間と、第 2 の測距時間とを比較することによって、測距時間の変化の有無を確認し、変化のあるチャネルが存在した場合は、フレアが発生したことを検出することができる。

【 0 1 4 5 】

本実施形態によれば、制御部 4 は、半導体レーザダイオードを各チャネルでずらして発光させ、また、S P A D 画素 2 0 の受光を同時に開始することで、第 1 の測距時間を各チャネルで調整することができる。また、演算部 5 は、各チャネルの第 1 の測距時間を比較し、第 1 の測距時間が同一となっているチャネルの有無を確認することで、フレアが発生したか否かを確認することができる。

40

【 0 1 4 6 】

また、本実施形態によれば、制御部 4 は、各チャネルの半導体レーザダイオードの発光を同時に行い、また、各 S P A D 画素 2 0 における S P A D オンも同時に実施し、第 2 の測距時間を測定する。演算部 5 は、第 1 の測距時間と、第 2 の測距時間とを比較し、各チャネルにおけるそれぞれの変化の有無を確認することで、フレアの発生をより精度よく検出することができる。

【 0 1 4 7 】

< 車両制御システムの構成例 >

図 1 3 は、本技術が適用される移動装置制御システムの一例である車両制御システム 1 の構成例を示すブロック図である。

50

【 0 1 4 8 】

車両制御システム 1 1 は、車両 1 に設けられ、車両 1 の走行支援及び自動運転に関わる処理を行う。

【 0 1 4 9 】

車両制御システム 1 1 は、車両制御 ECU (Electronic Control Unit) 2 1、通信部 2 2、地図情報蓄積部 2 3、位置情報取得部 2 4、外部認識センサ 2 5、車内センサ 2 6、車両センサ 2 7、記憶部 2 8、走行支援・自動運転制御部 2 9、DMS (Driver Monitoring System) 3 0、HMI (Human Machine Interface) 3 1、及び、車両制御部 3 2 を備える。

【 0 1 5 0 】

車両制御 ECU 2 1、通信部 2 2、地図情報蓄積部 2 3、位置情報取得部 2 4、外部認識センサ 2 5、車内センサ 2 6、車両センサ 2 7、記憶部 2 8、走行支援・自動運転制御部 2 9、ドライバモニタリングシステム (DMS) 3 0、ヒューマンマシーンインタフェース (HMI) 3 1、及び、車両制御部 3 2 は、通信ネットワーク 4 1 を介して相互に通信可能に接続されている。通信ネットワーク 4 1 は、例えば、CAN (Controller Area Network)、LIN (Local Interconnect Network)、LAN (Local Area Network)、FlexRay (登録商標)、イーサネット (登録商標) といったデジタル双方向通信の規格に準拠した車載通信ネットワークやバス等により構成される。通信ネットワーク 4 1 は、伝送されるデータの種類によって使い分けられてもよい。例えば、車両制御に関するデータに対して CAN が適用され、大容量データに対してイーサネットが適用されるようにしてもよい。なお、車両制御システム 1 1 の各部は、通信ネットワーク 4 1 を介さずに、例えば近距離無線通信 (NFC (Near Field Communication)) や Bluetooth (登録商標) といった比較的近距離での通信を想定した無線通信を用いて直接的に接続される場合もある。

【 0 1 5 1 】

なお、以下、車両制御システム 1 1 の各部が、通信ネットワーク 4 1 を介して通信を行う場合、通信ネットワーク 4 1 の記載を省略するものとする。例えば、車両制御 ECU 2 1 と通信部 2 2 が通信ネットワーク 4 1 を介して通信を行う場合、単に車両制御 ECU 2 1 と通信部 2 2 とが通信を行うと記載する。

【 0 1 5 2 】

車両制御 ECU 2 1 は、例えば、CPU (Central Processing Unit)、MPU (Micro Processing Unit) といった各種のプロセッサにより構成される。車両制御 ECU 2 1 は、車両制御システム 1 1 全体又は一部の機能の制御を行う。

【 0 1 5 3 】

通信部 2 2 は、車内及び車外の様々な機器、他の車両、サーバ、基地局等と通信を行い、各種のデータの送受信を行う。このとき、通信部 2 2 は、複数の通信方式を用いて通信を行うことができる。

【 0 1 5 4 】

通信部 2 2 が実行可能な車外との通信について、概略的に説明する。通信部 2 2 は、例えば、5G (第 5 世代移動通信システム)、LTE (Long Term Evolution)、DSRC (Dedicated Short Range Communications) 等の無線通信方式により、基地局又はアクセスポイントを介して、外部ネットワーク上に存在するサーバ (以下、外部のサーバと呼ぶ) 等と通信を行う。通信部 2 2 が通信を行う外部ネットワークは、例えば、インターネット、クラウドネットワーク、又は、事業者固有のネットワーク等である。通信部 2 2 が外部ネットワークに対して行う通信方式は、所定以上の通信速度、且つ、所定以上の距離間でデジタル双方向通信が可能な無線通信方式であれば、特に限定されない。

【 0 1 5 5 】

また例えば、通信部 2 2 は、P2P (Peer To Peer) 技術を用いて、自車の近傍に存在する端末と通信を行うことができる。自車の近傍に存在する端末は、例えば、歩行者や自転車等の比較的低速で移動する移動体が装着する端末、店舗等に位置が固定されて設

10

20

30

40

50

置される端末、又は、M T C (Machine Type Communication) 端末である。さらに、通信部 2 2 は、V 2 X 通信を行うこともできる。V 2 X 通信とは、例えば、他の車両との間の車車間 (Vehicle to Vehicle) 通信、路側器等との間の路車間 (Vehicle to Infrastructure) 通信、家との間 (Vehicle to Home) の通信、及び、歩行者が所持する端末等との間の歩車間 (Vehicle to Pedestrian) 通信等の、自車と他との通信をいう。

【 0 1 5 6 】

通信部 2 2 は、例えば、車両制御システム 1 1 の動作を制御するソフトウェアを更新するためのプログラムを外部から受信することができる (Over The Air)。通信部 2 2 は、さらに、地図情報、交通情報、車両 1 の周囲の情報等を外部から受信することができる。また例えば、通信部 2 2 は、車両 1 に関する情報や、車両 1 の周囲の情報等を外部に送信することができる。通信部 2 2 が外部に送信する車両 1 に関する情報としては、例えば、車両 1 の状態を示すデータ、認識部 7 3 による認識結果等がある。さらに例えば、通信部 2 2 は、e コール等の車両緊急通報システムに対応した通信を行う。

10

【 0 1 5 7 】

例えば、通信部 2 2 は、電波ビーコン、光ビーコン、F M 多重放送等の道路交通情報通信システム (V I C S (Vehicle Information and Communication System) (登録商標)) により送信される電磁波を受信する。

【 0 1 5 8 】

通信部 2 2 が実行可能な車内との通信について、概略的に説明する。通信部 2 2 は、例えば無線通信を用いて、車内の各機器と通信を行うことができる。通信部 2 2 は、例えば、無線 L A N、B l u e t o o t h、N F C、W U S B (Wireless USB) といった、無線通信により所定以上の通信速度でデジタル双方向通信が可能な通信方式により、車内の機器と無線通信を行うことができる。これに限らず、通信部 2 2 は、有線通信を用いて車内の各機器と通信を行うこともできる。例えば、通信部 2 2 は、図示しない接続端子に接続されるケーブルを介した有線通信により、車内の各機器と通信を行うことができる。通信部 2 2 は、例えば、U S B (Universal Serial Bus)、H D M I (High-Definition Multimedia Interface) (登録商標)、M H L (Mobile High-definition Link) といった、有線通信により所定以上の通信速度でデジタル双方向通信が可能な通信方式により、車内の各機器と通信を行うことができる。

20

30

【 0 1 5 9 】

ここで、車内の機器とは、例えば、車内において通信ネットワーク 4 1 に接続されていない機器を指す。車内の機器としては、例えば、運転者等の搭乗者が所持するモバイル機器やウェアラブル機器、車内に持ち込まれ一時的に設置される情報機器等が想定される。

【 0 1 6 0 】

地図情報蓄積部 2 3 は、外部から取得した地図及び車両 1 で作成した地図の一方又は両方を蓄積する。例えば、地図情報蓄積部 2 3 は、3 次元の高精度地図、高精度地図より精度が低く、広いエリアをカバーするグローバルマップ等を蓄積する。

【 0 1 6 1 】

高精度地図は、例えば、ダイナミックマップ、ポイントクラウドマップ、ベクターマップ等である。ダイナミックマップは、例えば、動的情報、準動的情報、準静的情報、静的情報の 4 層からなる地図であり、外部のサーバ等から車両 1 に提供される。ポイントクラウドマップは、ポイントクラウド (点群データ) により構成される地図である。ベクターマップは、例えば、車線や信号機の位置といった交通情報等をポイントクラウドマップに対応付け、A D A S (Advanced Driver Assistance System) や A D (Autonomous Driving) に適合させた地図である。

40

【 0 1 6 2 】

ポイントクラウドマップ及びベクターマップは、例えば、外部のサーバ等から提供されてもよいし、カメラ 5 1、レーダ 5 2、L i D A R 5 3 等によるセンシング結果に基づいて、後述するローカルマップとのマッチングを行うための地図として車両 1 で作成され、

50

地図情報蓄積部 23 に蓄積されてもよい。また、外部のサーバ等から高精度地図が提供される場合、通信容量を削減するため、車両 1 がこれから走行する計画経路に関する、例えば数百メートル四方の地図データが外部のサーバ等から取得される。

【0163】

位置情報取得部 24 は、GNSS (Global Navigation Satellite System) 衛星から GNSS 信号を受信し、車両 1 の位置情報を取得する。取得した位置情報は、走行支援・自動運転制御部 29 に供給される。なお、位置情報取得部 24 は、GNSS 信号を用いた方式に限定されず、例えば、ビーコンを用いて位置情報を取得してもよい。

【0164】

外部認識センサ 25 は、車両 1 の外部の状況の認識に用いられる各種のセンサを備え、各センサからのセンサデータを車両制御システム 11 の各部に供給する。外部認識センサ 25 が備えるセンサの種類や数は任意である。

【0165】

例えば、外部認識センサ 25 は、カメラ 51、レーダ 52、LiDAR (Light Detection and Ranging、Laser Imaging Detection and Ranging) 53、及び、超音波センサ 54 を備える。これに限らず、外部認識センサ 25 は、カメラ 51、レーダ 52、LiDAR 53、及び、超音波センサ 54 のうち 1 種類以上のセンサを備える構成でもよい。カメラ 51、レーダ 52、LiDAR 53、及び、超音波センサ 54 の数は、現実的に車両 1 に設置可能な数であれば特に限定されない。また、外部認識センサ 25 が備えるセンサの種類は、この例に限定されず、外部認識センサ 25 は、他の種類のセンサを備えてもよい。外部認識センサ 25 が備える各センサのセンシング領域の例は、後述する。

【0166】

なお、カメラ 51 の撮影方式は、特に限定されない。例えば、測距が可能な撮影方式である ToF (Time Of Flight) カメラ、ステレオカメラ、単眼カメラ、赤外線カメラといった各種の撮影方式のカメラを、必要に応じてカメラ 51 に適用することができる。これに限らず、カメラ 51 は、測距に関わらずに、単に撮影画像を取得するためのものであってもよい。

【0167】

また、例えば、外部認識センサ 25 は、車両 1 に対する環境を検出するための環境センサを備えることができる。環境センサは、天候、気象、明るさ等の環境を検出するためのセンサであって、例えば、雨滴センサ、霧センサ、日照センサ、雪センサ、照度センサ等の各種センサを含むことができる。

【0168】

さらに、例えば、外部認識センサ 25 は、車両 1 の周囲の音や音源の位置の検出等に用いられるマイクロフォンを備える。

【0169】

車内センサ 26 は、車内の情報を検出するための各種のセンサを備え、各センサからのセンサデータを車両制御システム 11 の各部に供給する。車内センサ 26 が備える各種センサの種類や数は、現実的に車両 1 に設置可能な種類や数であれば特に限定されない。

【0170】

例えば、車内センサ 26 は、カメラ、レーダ、着座センサ、ステアリングホイールセンサ、マイクロフォン、生体センサのうち 1 種類以上のセンサを備えることができる。車内センサ 26 が備えるカメラとしては、例えば、ToF カメラ、ステレオカメラ、単眼カメラ、赤外線カメラといった、測距可能な各種の撮影方式のカメラを用いることができる。これに限らず、車内センサ 26 が備えるカメラは、測距に関わらずに、単に撮影画像を取得するためのものであってもよい。車内センサ 26 が備える生体センサは、例えば、シートやステアリングホイール等に設けられ、運転者等の搭乗者の各種の生体情報を検出する。

【0171】

10

20

30

40

50

車両センサ 27 は、車両 1 の状態を検出するための各種のセンサを備え、各センサからのセンサデータを車両制御システム 11 の各部に供給する。車両センサ 27 が備える各種センサの種類や数は、現実的に車両 1 に設置可能な種類や数であれば特に限定されない。

【0172】

例えば、車両センサ 27 は、速度センサ、加速度センサ、角速度センサ（ジャイロセンサ）、及び、それらを統合した慣性計測装置（IMU（Inertial Measurement Unit））を備える。例えば、車両センサ 27 は、ステアリングホイールの操舵角を検出する操舵角センサ、ヨーレートセンサ、アクセルペダルの操作量を検出するアクセルセンサ、及び、ブレーキペダルの操作量を検出するブレーキセンサを備える。例えば、車両センサ 27 は、エンジンやモータの回転数を検出する回転センサ、タイヤの空気圧を検出する空気圧センサ、タイヤのスリップ率を検出するスリップ率センサ、及び、車輪の回転速度を検出する車輪速センサを備える。例えば、車両センサ 27 は、バッテリーの残量及び温度を検出するバッテリーセンサ、並びに、外部からの衝撃を検出する衝撃センサを備える。

10

【0173】

記憶部 28 は、不揮発性の記憶媒体及び揮発性の記憶媒体のうち少なくとも一方を含み、データやプログラムを記憶する。記憶部 28 は、例えば EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) 及び RAM (Random Access Memory) として用いられ、記憶媒体としては、HDD (Hard Disc Drive) といった磁気記憶デバイス、半導体記憶デバイス、光記憶デバイス、及び、光磁気記憶デバイスを適用することができる。記憶部 28 は、車両制御システム 11 の各部が用いる各種プログラムやデータを記憶する。例えば、記憶部 28 は、EDR (Event Data Recorder) や DSSAD (Data Storage System for Automated Driving) を備え、事故等のイベントの前後の車両 1 の情報や車内センサ 26 によって取得された情報を記憶する。

20

【0174】

走行支援・自動運転制御部 29 は、車両 1 の走行支援及び自動運転の制御を行う。例えば、走行支援・自動運転制御部 29 は、分析部 61、行動計画部 62、及び、動作制御部 63 を備える。

【0175】

分析部 61 は、車両 1 及び周囲の状況の分析処理を行う。分析部 61 は、自己位置推定部 71、センサフュージョン部 72、及び、認識部 73 を備える。

30

【0176】

自己位置推定部 71 は、外部認識センサ 25 からのセンサデータ、及び、地図情報蓄積部 23 に蓄積されている高精度地図に基づいて、車両 1 の自己位置を推定する。例えば、自己位置推定部 71 は、外部認識センサ 25 からのセンサデータに基づいてローカルマップを生成し、ローカルマップと高精度地図とのマッチングを行うことにより、車両 1 の自己位置を推定する。車両 1 の位置は、例えば、後輪対車軸の中心が基準とされる。

【0177】

ローカルマップは、例えば、SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) 等の技術を用いて作成される 3 次元の高精度地図、占有格子地図 (Occupancy Grid Map) 等である。3 次元の高精度地図は、例えば、上述したポイントクラウドマップ等である。占有格子地図は、車両 1 の周囲の 3 次元又は 2 次元の空間を所定の大きさのグリッド（格子）に分割し、グリッド単位で物体の占有状態を示す地図である。物体の占有状態は、例えば、物体の有無や存在確率により示される。ローカルマップは、例えば、認識部 73 による車両 1 の外部の状況の検出処理及び認識処理にも用いられる。

40

【0178】

なお、自己位置推定部 71 は、位置情報取得部 24 により取得される位置情報、及び、車両センサ 27 からのセンサデータに基づいて、車両 1 の自己位置を推定してもよい。

【0179】

センサフュージョン部 72 は、複数の異なる種類のセンサデータ（例えば、カメラ 51 から供給される画像データ、及び、レーダ 52 から供給されるセンサデータ）を組み合わせ

50

せて、新たな情報を得るセンサフュージョン処理を行う。異なる種類のセンサデータを組み合わせる方法としては、統合、融合、連合等がある。

【 0 1 8 0 】

認識部 7 3 は、車両 1 の外部の状況の検出を行う検出処理、及び、車両 1 の外部の状況の認識を行う認識処理を実行する。

【 0 1 8 1 】

例えば、認識部 7 3 は、外部認識センサ 2 5 からの情報、自己位置推定部 7 1 からの情報、センサフュージョン部 7 2 からの情報等に基づいて、車両 1 の外部の状況の検出処理及び認識処理を行う。

【 0 1 8 2 】

具体的には、例えば、認識部 7 3 は、車両 1 の周囲の物体の検出処理及び認識処理等を行う。物体の検出処理とは、例えば、物体の有無、大きさ、形、位置、動き等を検出する処理である。物体の認識処理とは、例えば、物体の種類等の属性を認識したり、特定の物体を識別したりする処理である。ただし、検出処理と認識処理とは、必ずしも明確に分かれるものではなく、重複する場合がある。

【 0 1 8 3 】

例えば、認識部 7 3 は、レーダ 5 2 又は L i D A R 5 3 等によるセンサデータに基づくポイントクラウドを点群の塊ごとに分類するクラスタリングを行うことにより、車両 1 の周囲の物体を検出する。これにより、車両 1 の周囲の物体の有無、大きさ、形状、位置が検出される。

【 0 1 8 4 】

例えば、認識部 7 3 は、クラスタリングにより分類された点群の塊の動きを追従するトラッキングを行うことにより、車両 1 の周囲の物体の動きを検出する。これにより、車両 1 の周囲の物体の速度及び進行方向（移動ベクトル）が検出される。

【 0 1 8 5 】

例えば、認識部 7 3 は、カメラ 5 1 から供給される画像データに基づいて、車両、人、自転車、障害物、構造物、道路、信号機、交通標識、道路標示等を検出又は認識する。また、認識部 7 3 は、セマンティックセグメンテーション等の認識処理を行うことにより、車両 1 の周囲の物体の種類を認識してもよい。

【 0 1 8 6 】

例えば、認識部 7 3 は、地図情報蓄積部 2 3 に蓄積されている地図、自己位置推定部 7 1 による自己位置の推定結果、及び、認識部 7 3 による車両 1 の周囲の物体の認識結果に基づいて、車両 1 の周囲の交通ルールの認識処理を行うことができる。認識部 7 3 は、この処理により、信号機の位置及び状態、交通標識及び道路標示の内容、交通規制の内容、並びに、走行可能な車線等を認識することができる。

【 0 1 8 7 】

例えば、認識部 7 3 は、車両 1 の周囲の環境の認識処理を行うことができる。認識部 7 3 が認識対象とする周囲の環境としては、天候、気温、湿度、明るさ、及び、路面の状態等が想定される。

【 0 1 8 8 】

行動計画部 6 2 は、車両 1 の行動計画を作成する。例えば、行動計画部 6 2 は、経路計画、経路追従の処理を行うことにより、行動計画を作成する。

【 0 1 8 9 】

なお、経路計画（Global path planning）とは、スタートからゴールまでの大まかな経路を計画する処理である。この経路計画には、軌道計画と言われ、計画した経路において、車両 1 の運動特性を考慮して、車両 1 の近傍で安全かつ滑らかに進行することが可能な軌道生成（Local path planning）を行う処理も含まれる。

【 0 1 9 0 】

経路追従とは、経路計画により計画された経路を計画された時間内で安全かつ正確に走行するための動作を計画する処理である。行動計画部 6 2 は、例えば、この経路追従の処

10

20

30

40

50

理の結果に基づき、車両 1 の目標速度と目標角速度を計算することができる。

【0191】

動作制御部 63 は、行動計画部 62 により作成された行動計画を実現するために、車両 1 の動作を制御する。

【0192】

例えば、動作制御部 63 は、後述する車両制御部 32 に含まれる、ステアリング制御部 81、ブレーキ制御部 82、及び、駆動制御部 83 を制御して、軌道計画により計算された軌道を車両 1 が進行するように、加減速制御及び方向制御を行う。例えば、動作制御部 63 は、衝突回避又は衝撃緩和、追従走行、車速維持走行、自車の衝突警告、自車のレーン逸脱警告等の A D A S の機能実現を目的とした協調制御を行う。例えば、動作制御部 63 は、運転者の操作によらずに自律的に走行する自動運転等を目的とした協調制御を行う。

10

【0193】

D M S 30 は、車内センサ 26 からのセンサデータ、及び、後述する H M I 31 に入力される入力データ等に基づいて、運転者の認証処理、及び、運転者の状態の認識処理等を行う。認識対象となる運転者の状態としては、例えば、体調、覚醒度、集中度、疲労度、視線方向、酩酊度、運転操作、姿勢等が想定される。

【0194】

なお、D M S 30 が、運転者以外の搭乗者の認証処理、及び、当該搭乗者の状態の認識処理を行うようにしてもよい。また、例えば、D M S 30 が、車内センサ 26 からのセンサデータに基づいて、車内の状況の認識処理を行うようにしてもよい。認識対象となる車内の状況としては、例えば、気温、湿度、明るさ、臭い等が想定される。

20

【0195】

H M I 31 は、各種のデータや指示等の入力と、各種のデータの運転者等への提示を行う。

【0196】

H M I 31 によるデータの入力について、概略的に説明する。H M I 31 は、人がデータを入力するための入力デバイスを備える。H M I 31 は、入力デバイスにより入力されたデータや指示等に基づいて入力信号を生成し、車両制御システム 11 の各部に供給する。H M I 31 は、入力デバイスとして、例えばタッチパネル、ボタン、スイッチ、及び、レバーといった操作子を備える。これに限らず、H M I 31 は、音声やジェスチャ等により手動操作以外の方法で情報を入力可能な入力デバイスをさらに備えてもよい。さらに、H M I 31 は、例えば、赤外線又は電波を利用したリモートコントロール装置や、車両制御システム 11 の操作に対応したモバイル機器又はウェアラブル機器等の外部接続機器を入力デバイスとして用いてもよい。

30

【0197】

H M I 31 によるデータの提示について、概略的に説明する。H M I 31 は、搭乗者又は車外に対する視覚情報、聴覚情報、及び、触覚情報の生成を行う。また、H M I 31 は、生成された各情報の出力、出力内容、出力タイミング及び出力方法を制御する出力制御を行う。H M I 31 は、視覚情報として、例えば、操作画面、車両 1 の状態表示、警告表示、車両 1 の周囲の状況を示すモニタ画像等の画像や光により示される情報を生成及び出力する。また、H M I 31 は、聴覚情報として、例えば、音声ガイダンス、警告音、警告メッセージ等の音により示される情報を生成及び出力する。さらに、H M I 31 は、触覚情報として、例えば、力、振動、動き等により搭乗者の触覚に与えられる情報を生成及び出力する。

40

【0198】

H M I 31 が視覚情報を出力する出力デバイスとしては、例えば、自身が画像を表示することで視覚情報を提示する表示装置や、画像を投影することで視覚情報を提示するプロジェクタ装置を適用することができる。なお、表示装置は、通常のディスプレイを有する表示装置以外にも、例えば、ヘッドアップディスプレイ、透過型ディスプレイ、A R (A

50

ugmented Reality) 機能を備えるウェアラブルデバイスといった、搭乗者の視界内に視覚情報を表示する装置であってもよい。また、HMI 31は、車両1に設けられるナビゲーション装置、インストルメントパネル、CMS (Camera Monitoring System)、電子ミラー、ランプ等が有する表示デバイスを、視覚情報を出力する出力デバイスとして用いることも可能である。

【0199】

HMI 31が聴覚情報を出力する出力デバイスとしては、例えば、オーディオスピーカ、ヘッドホン、イヤホンを適用することができる。

【0200】

HMI 31が触覚情報を出力する出力デバイスとしては、例えば、ハプティクス技術を用いたハプティクス素子を適用することができる。ハプティクス素子は、例えば、ステアリングホイール、シートといった、車両1の搭乗者が接触する部分に設けられる。

【0201】

車両制御部32は、車両1の各部の制御を行う。車両制御部32は、ステアリング制御部81、ブレーキ制御部82、駆動制御部83、ボディ系制御部84、ライト制御部85、及び、ホーン制御部86を備える。

【0202】

ステアリング制御部81は、車両1のステアリングシステムの状態の検出及び制御等を行う。ステアリングシステムは、例えば、ステアリングホイール等を備えるステアリング機構、電動パワーステアリング等を備える。ステアリング制御部81は、例えば、ステアリングシステムの制御を行うステアリングECU、ステアリングシステムの駆動を行うアクチュエータ等を備える。

【0203】

ブレーキ制御部82は、車両1のブレーキシステムの状態の検出及び制御等を行う。ブレーキシステムは、例えば、ブレーキペダル等を含むブレーキ機構、ABS (Antilock Brake System)、回生ブレーキ機構等を備える。ブレーキ制御部82は、例えば、ブレーキシステムの制御を行うブレーキECU、ブレーキシステムの駆動を行うアクチュエータ等を備える。

【0204】

駆動制御部83は、車両1の駆動システムの状態の検出及び制御等を行う。駆動システムは、例えば、アクセルペダル、内燃機関又は駆動用モータ等の駆動力を発生させるための駆動力発生装置、駆動力を車輪に伝達するための駆動力伝達機構等を備える。駆動制御部83は、例えば、駆動システムの制御を行う駆動ECU、駆動システムの駆動を行うアクチュエータ等を備える。

【0205】

ボディ系制御部84は、車両1のボディ系システムの状態の検出及び制御等を行う。ボディ系システムは、例えば、キーレスエントリーシステム、スマートキーシステム、パワーウィンドウ装置、パワーシート、空調装置、エアバッグ、シートベルト、シフトレバー等を備える。ボディ系制御部84は、例えば、ボディ系システムの制御を行うボディ系ECU、ボディ系システムの駆動を行うアクチュエータ等を備える。

【0206】

ライト制御部85は、車両1の各種のライトの状態の検出及び制御等を行う。制御対象となるライトとしては、例えば、ヘッドライト、バックライト、フォグライト、ターンシグナル、ブレーキライト、プロジェクション、バンパーの表示等が想定される。ライト制御部85は、ライトの制御を行うライトECU、ライトの駆動を行うアクチュエータ等を備える。

【0207】

ホーン制御部86は、車両1のカーホーンの状態の検出及び制御等を行う。ホーン制御部86は、例えば、カーホーンの制御を行うホーンECU、カーホーンの駆動を行うアクチュエータ等を備える。

10

20

30

40

50

【 0 2 0 8 】

図 1 4 は、図 1 3 の外部認識センサ 2 5 のカメラ 5 1、レーダ 5 2、L i D A R 5 3、及び、超音波センサ 5 4 等によるセンシング領域の例を示す図である。なお、図 1 5 に於いて、車両 1 を上面から見た様子が模式的に示され、左端側が車両 1 の前端（フロント）側であり、右端側が車両 1 の後端（リア）側となっている。

【 0 2 0 9 】

センシング領域 1 0 1 F 及びセンシング領域 1 0 1 B は、超音波センサ 5 4 のセンシング領域の例を示している。センシング領域 1 0 1 F は、複数の超音波センサ 5 4 によって車両 1 の前端周辺をカバーしている。センシング領域 1 0 1 B は、複数の超音波センサ 5 4 によって車両 1 の後端周辺をカバーしている。

10

【 0 2 1 0 】

センシング領域 1 0 1 F 及びセンシング領域 1 0 1 B におけるセンシング結果は、例えば、車両 1 の駐車支援等に用いられる。

【 0 2 1 1 】

センシング領域 1 0 2 F 乃至センシング領域 1 0 2 B は、短距離又は中距離用のレーダ 5 2 のセンシング領域の例を示している。センシング領域 1 0 2 F は、車両 1 の前方において、センシング領域 1 0 1 F より遠い位置までカバーしている。センシング領域 1 0 2 B は、車両 1 の後方において、センシング領域 1 0 1 B より遠い位置までカバーしている。センシング領域 1 0 2 L は、車両 1 の左側面の後方の周辺をカバーしている。センシング領域 1 0 2 R は、車両 1 の右側面の後方の周辺をカバーしている。

20

【 0 2 1 2 】

センシング領域 1 0 2 F におけるセンシング結果は、例えば、車両 1 の前方に存在する車両や歩行者等の検出等に用いられる。センシング領域 1 0 2 B におけるセンシング結果は、例えば、車両 1 の後方の衝突防止機能等に用いられる。センシング領域 1 0 2 L 及びセンシング領域 1 0 2 R におけるセンシング結果は、例えば、車両 1 の側方の死角における物体の検出等に用いられる。

【 0 2 1 3 】

センシング領域 1 0 3 F 乃至センシング領域 1 0 3 B は、カメラ 5 1 によるセンシング領域の例を示している。センシング領域 1 0 3 F は、車両 1 の前方において、センシング領域 1 0 2 F より遠い位置までカバーしている。センシング領域 1 0 3 B は、車両 1 の後方において、センシング領域 1 0 2 B より遠い位置までカバーしている。センシング領域 1 0 3 L は、車両 1 の左側面の周辺をカバーしている。センシング領域 1 0 3 R は、車両 1 の右側面の周辺をカバーしている。

30

【 0 2 1 4 】

センシング領域 1 0 3 F におけるセンシング結果は、例えば、信号機や交通標識の認識、車線逸脱防止支援システム、自動ヘッドライト制御システムに用いることができる。センシング領域 1 0 3 B におけるセンシング結果は、例えば、駐車支援、及び、サラウンドビューシステムに用いることができる。センシング領域 1 0 3 L 及びセンシング領域 1 0 3 R におけるセンシング結果は、例えば、サラウンドビューシステムに用いることができる。

40

【 0 2 1 5 】

センシング領域 1 0 4 は、L i D A R 5 3 のセンシング領域の例を示している。センシング領域 1 0 4 は、車両 1 の前方において、センシング領域 1 0 3 F より遠い位置までカバーしている。一方、センシング領域 1 0 4 は、センシング領域 1 0 3 F より左右方向の範囲が狭くなっている。

【 0 2 1 6 】

センシング領域 1 0 4 におけるセンシング結果は、例えば、周辺車両等の物体検出に用いられる。

【 0 2 1 7 】

センシング領域 1 0 5 は、長距離用のレーダ 5 2 のセンシング領域の例を示している。

50

センシング領域 105 は、車両 1 の前方において、センシング領域 104 より遠い位置までカバーしている。一方、センシング領域 105 は、センシング領域 104 より左右方向の範囲が狭くなっている。

【0218】

センシング領域 105 におけるセンシング結果は、例えば、ACC (Adaptive Cruise Control)、緊急ブレーキ、衝突回避等に用いられる。

【0219】

なお、外部認識センサ 25 が含むカメラ 51、レーダ 52、LiDAR 53、及び、超音波センサ 54 の各センサのセンシング領域は、図 14 以外に各種の構成をとってもよい。具体的には、超音波センサ 54 が車両 1 の側方もセンシングするようにしてもよいし、LiDAR 53 が車両 1 の後方をセンシングするようにしてもよい。また、各センサの設置位置は、上述した各例に限定されない。また、各センサの数は、1 つでもよいし、複数であってもよい。

10

【0220】

以上、実施の形態およびその変形例、適用例ならびに応用例を挙げて本開示を説明したが、本開示は上記実施の形態等に限定されるものではなく、種々変形が可能である。なお、本明細書中に記載された効果は、あくまで例示である。本開示の効果は、本明細書中に記載された効果に限定されるものではない。本開示が、本明細書中に記載された効果以外の効果を持ってもよい。

【0221】

20

また、例えば、本開示は以下のような構成を取ることができる。

【0222】

(1)

光を発光する複数の発光素子を有する発光部と、

前記複数の発光素子から発光された光の入射を検出する複数の受光素子を有する受光部と、

前記発光素子及び前記受光素子の各チャンネルにおいて、前記発光素子の発光のタイミングと、前記受光素子の受光開始のタイミングとを制御する制御部と、

前記発光素子が発光してから、前記受光素子が光の入射を検出するまでの時間に基づいて、測定対象物までの距離を演算する演算部とを備え、

30

前記制御部は、前記複数の受光素子を受光開始した後、前記複数の発光素子の発光タイミングを、異なるチャンネル間でずらして第 1 の測距を行う、測距装置。

【0223】

(2)

前記演算部は、

前記第 1 の測距に関する第 1 の測距時間を前記チャンネル間で比較し、

前記第 1 の測距時間の前記比較の結果に基づいて、フレアの発生を検出する、

(1) に記載の測距装置。

【0224】

(3)

40

前記演算部は、

前記第 1 の測距時間を前記チャンネル間で比較し、

前記第 1 の測距時間が同一となる前記チャンネルの有無を判定し、フレアの発生を検出する、

(2) に記載の測距装置。

【0225】

(4)

前記制御部は、前記複数の発光素子の発光タイミングを前記チャンネル間で一定時間ずつずらして前記第 1 の測距を行う、(1) に記載の測距装置。

【0226】

50

(5)

前記制御部は、前記複数の発光素子の発光タイミングを前記チャンネル間で不規則な時間ずつずらして前記第 1 の測距を行う、(1) に記載の測距装置。

【 0 2 2 7 】

(6)

前記制御部は、前記複数の受光素子の前記受光開始を、異なるチャンネルで同時に行い前記第 1 の測距を行う、(1) に記載の測距装置。

【 0 2 2 8 】

(7)

前記制御部は、前記複数の発光素子の発光タイミングを、異なるチャンネルで同時にして第 2 の測距をさらに行う、(1) に記載の測距装置。 10

【 0 2 2 9 】

(8)

前記演算部は、

前記第 1 の測距に関する第 1 の測距時間と、前記第 2 の測距に関する第 2 の測距時間とを、同一チャンネル間で比較し、

前記第 1 の測距時間と前記第 2 の測距時間との間の比較の結果に基づいて、フレアの発生を検出する、

(7) に記載の測距装置。

【 0 2 3 0 】

(9)

前記演算部は、

前記第 1 の測距時間を異なるチャンネル間で比較し、

前記第 1 の測距時間が同一となる前記チャンネルの有無を判定する、

(8) に記載の測距装置。

【 0 2 3 1 】

(1 0)

前記演算部は、

前記第 1 の測距時間と、前記第 2 の測距時間とを、同一チャンネル間で比較し、

前記第 1 の測距時間と前記第 2 の測距時間との間の変化の有無を判定し、フレアの発生を検出する、 30

(8) に記載の測距装置。

【 0 2 3 2 】

(1 1)

前記制御部は、前記第 2 の測距で、前記複数の受光素子の受光開始を各チャンネルで同時に行う、(7) に記載の測距装置。

【 0 2 3 3 】

(1 2)

複数の発光素子から光を発光する発光工程と、

前記複数の発光素子から発光された光の入射を複数の受光素子により検出する受光工程と、 40

前記発光素子及び前記受光素子の各チャンネルにおいて、前記発光素子の発光のタイミングと、前記受光素子の受光開始のタイミングとを制御する制御工程と、

前記発光素子が発光してから、前記受光素子が光の入射を検出するまでの時間に基づいて測定対象物までの距離を演算する演算工程とを含み、

前記制御工程は、前記複数の受光素子を前記受光開始した後、前記複数の発光素子の発光タイミングを、異なるチャンネル間でずらして第 1 の測距を行う、測距方法。

【 0 2 3 4 】

(1 3)

前記演算工程は、

前記第 1 の測距に関する第 1 の測距時間を前記チャンネル間で比較し、
前記第 1 の測距時間の前記比較の結果に基づいて、フレアの発生を検出する、
(1 2) に記載の測距方法。

【 0 2 3 5 】

(1 4)

前記制御工程は、前記複数の発光素子の発光タイミングを前記チャンネル間で一定時間ずつずらして前記第 1 の測距を行う、(1 2) に記載の測距方法。

【 0 2 3 6 】

(1 5)

前記制御工程は、前記複数の発光素子の発光タイミングを前記チャンネル間で不規則な時間ずつずらして前記第 1 の測距を行う、(1 2) に記載の測距方法。 10

【 0 2 3 7 】

(1 6)

前記制御工程は、前記複数の受光素子の前記受光開始を、異なるチャンネルで同時に行い前記第 1 の測距を行う、(1 2) に記載の測距方法。

【 0 2 3 8 】

(1 7)

前記制御工程は、前記複数の発光素子の発光タイミングを、異なるチャンネルで同時にして第 2 の測距をさらに行う、(1 2) に記載の測距方法。

【 0 2 3 9 】

(1 8)

前記演算工程は、

前記第 1 の測距に関する第 1 の測距時間と、前記第 2 の測距に関する第 2 の測距時間とを、同一チャンネル間で比較し、

前記第 1 の測距時間と前記第 2 の測距時間との間の比較の結果に基づいて、フレアの発生を検出する、

(1 7) に記載の測距方法。

【 0 2 4 0 】

(1 9)

前記演算工程は、

前記第 1 の測距時間と、前記第 2 の測距時間とを、同一チャンネル間で比較し、

前記第 1 の測距時間と前記第 2 の測距時間との間の変化の有無を判定し、フレアの発生を検出する、

(1 8) に記載の測距方法。

【 0 2 4 1 】

(2 0)

前記制御工程は、前記第 2 の測距で、前記複数の受光素子の受光開始を各チャンネルで同時に行う、(1 7) に記載の測距方法。

【符号の説明】

【 0 2 4 2 】

1 : 車両、2 : 発光部、3 : 受光部、4 : 制御部、

5 : 演算部、6 : 外部 I / F、7 : ホスト、

1 1 : 車両制御システム、2 0 : S P A D 画素、2 1 : 車両制御 E C U、

2 2 : 通信部、2 3 : 地図情報蓄積部、2 4 : 位置情報取得部、

2 5 : 外部認識センサ、2 6 : 車内センサ、2 7 : 車両センサ、

2 8 : 記憶部、2 9 : 走行支援・自動運転制御部、3 0 : D M S、

3 1 : H M I、3 2 : 車両制御部、3 3 : マクロ画素、3 4 : S P A D 加算部、

3 7 : パルス整形部、3 8 : 受光数カウント部、

4 1 : 通信ネットワーク、4 2 : フォトダイオード、4 3 : 読出し回路、

4 4 : クエンチ抵抗、4 5 : 選択トランジスタ、4 6 : デジタル変換器、

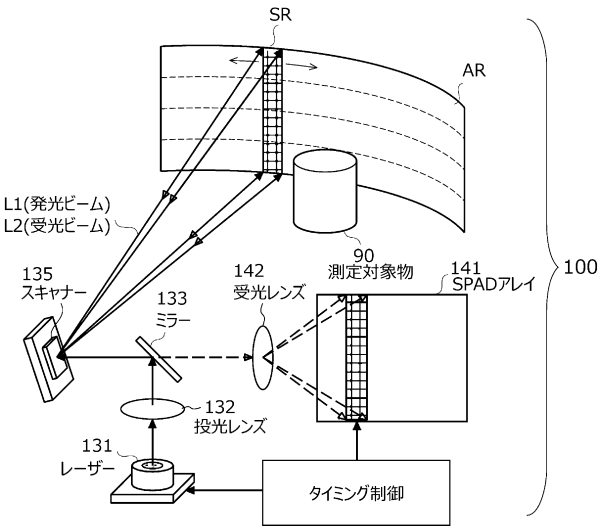
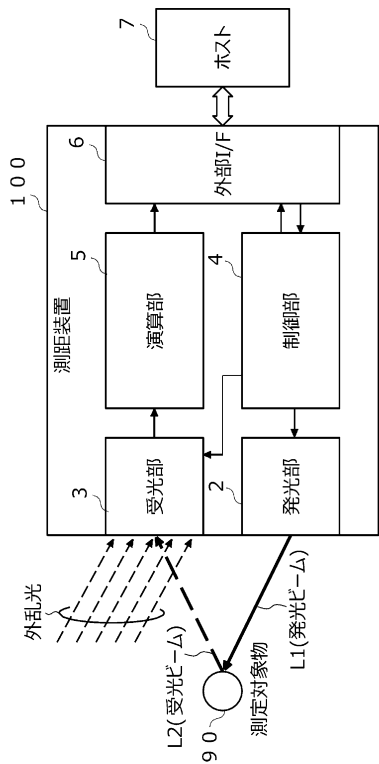
47：インバータ、48：バッファ、51：カメラ、52：レーダ、
53：LiDAR、54：超音波センサ、61：分析部、62：行動計画部、
63：動作制御部、70：AD変換回路、71：自己位置推定部、
72：センサフュージョン部、73：認識部、81：ステアリング制御部、
82：ブレーキ制御部、83：駆動制御部、84：ボディ系制御部、
85：ライト制御部、86：ホーン制御部、90：測定対象物、
100：測距装置、131：レーザー、132：投光レンズ、
133：ミラー、135：スキャナ、141：SPADアレイ、
142：受光レンズ、143：タイミング制御回路、144：駆動回路、
145：出力回路、251：抵抗、252：NMOSトランジスタ、
261：PMOSトランジスタ、262：NMOSトランジスタ

10

【図面】

【図1】

【図2】



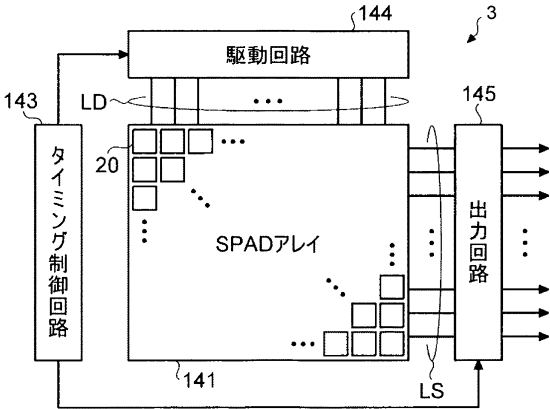
20

30

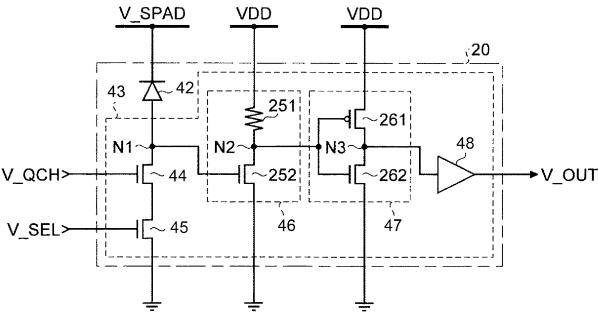
40

50

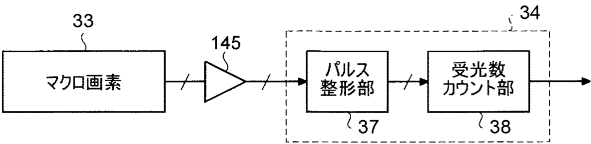
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



10

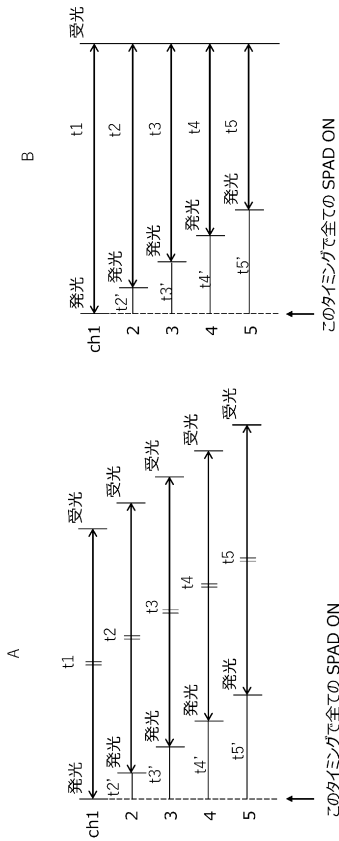
20

30

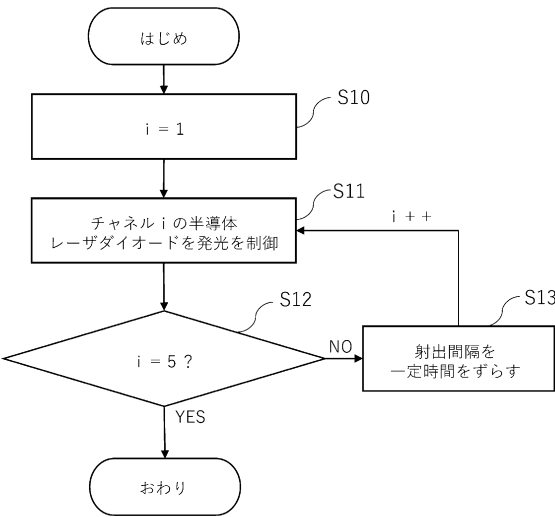
40

50

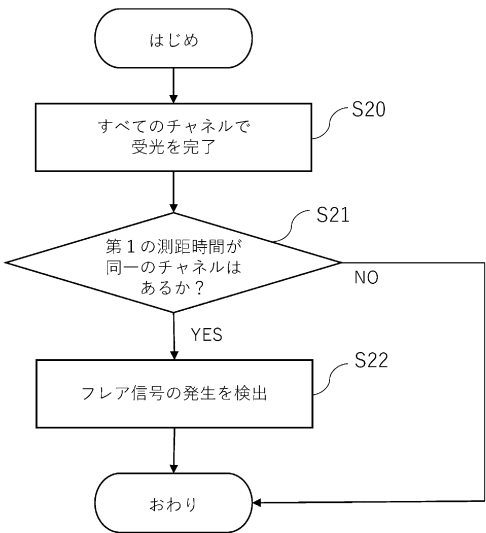
【 図 7 】



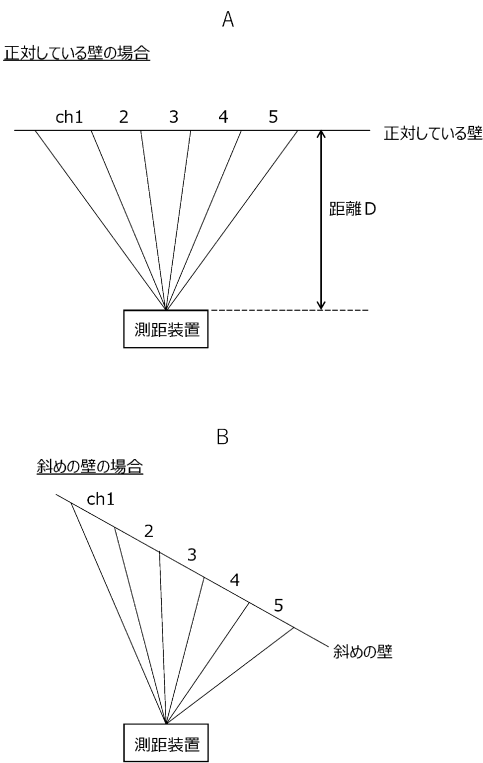
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 1 0 】



10

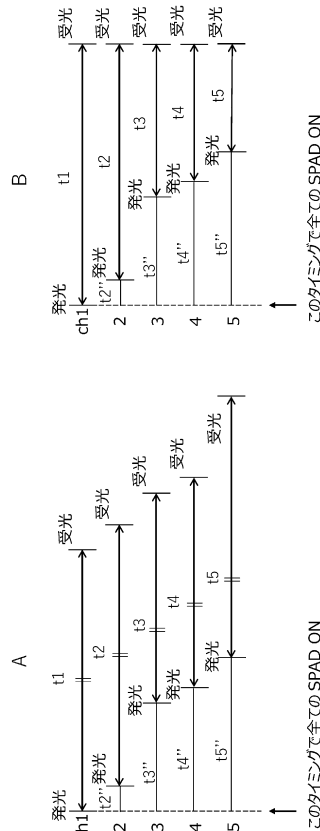
20

30

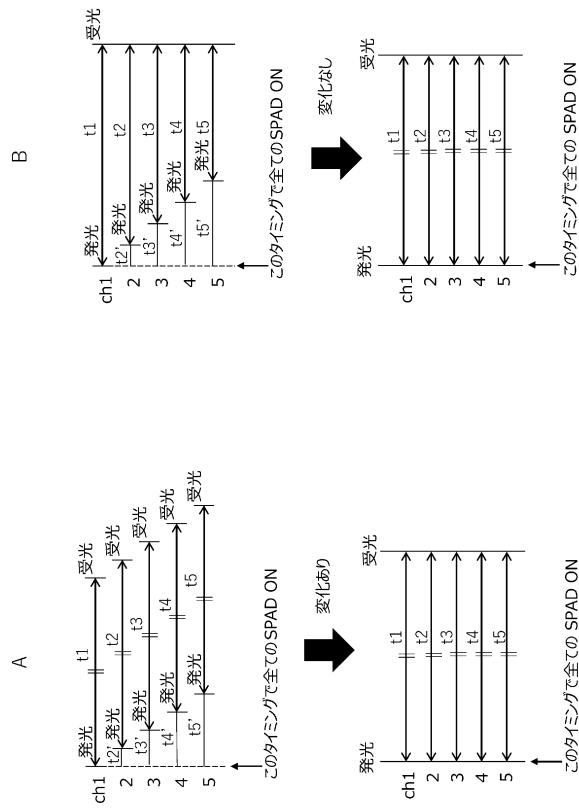
40

50

【図 1 1】



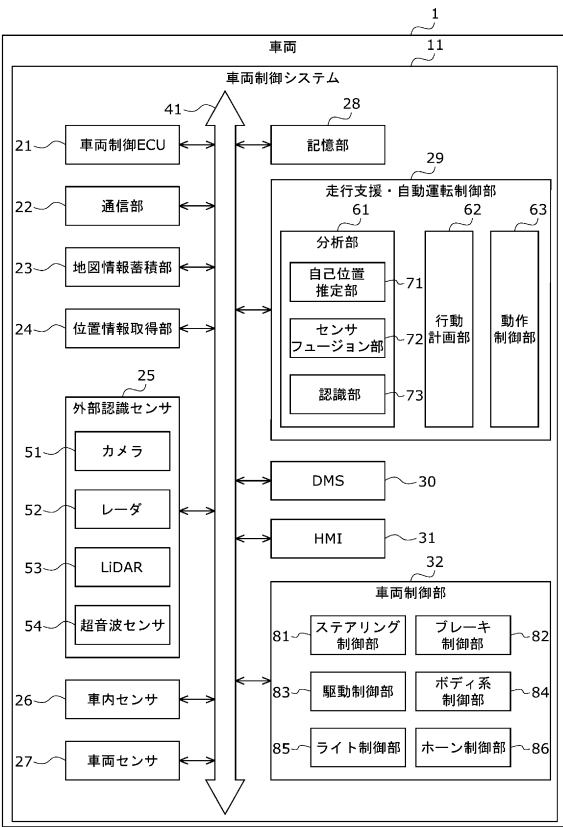
【図 1 2】



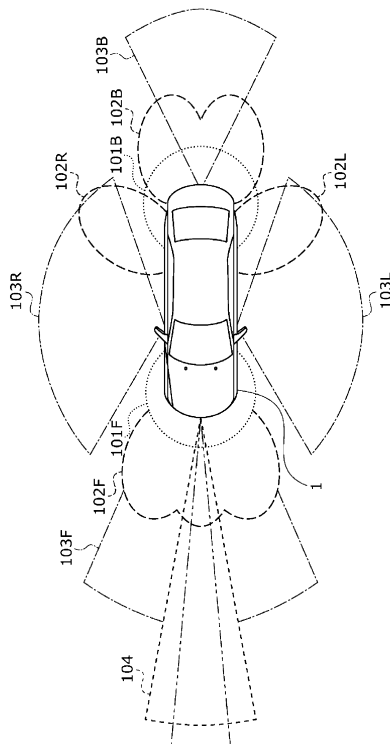
10

20

【図 1 3】



【図 1 4】



30

40

50

フロントページの続き

F ターム (参考) BA36 BA40 BA47 BA49 BB02 BB04 BB24 BB28 CA03 CA12
 CA19 CA32 EA20