

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6522383号
(P6522383)

(45) 発行日 令和1年5月29日(2019.5.29)

(24) 登録日 令和1年5月10日(2019.5.10)

(51) Int. Cl.	F 1	
GO 1 S 17/42 (2006.01)	GO 1 S 17/42	
GO 1 S 7/481 (2006.01)	GO 1 S 7/481	A
GO 1 S 17/89 (2006.01)	GO 1 S 17/89	
GO 1 S 17/93 (2006.01)	GO 1 S 17/93	
GO 1 C 3/06 (2006.01)	GO 1 C 3/06	1 2 0 Q
請求項の数 4 (全 12 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2015-60070 (P2015-60070)
 (22) 出願日 平成27年3月23日(2015.3.23)
 (65) 公開番号 特開2016-180623 (P2016-180623A)
 (43) 公開日 平成28年10月13日(2016.10.13)
 審査請求日 平成30年3月13日(2018.3.13)

(73) 特許権者 000006208
 三菱重工業株式会社
 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
 (74) 代理人 100089118
 弁理士 酒井 宏明
 (74) 代理人 100118762
 弁理士 高村 順
 (72) 発明者 川添 浩平
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
 (72) 発明者 窪田 隆博
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

審査官 田中 純

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザレーダ装置及び走行体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

レーザ光源と、
 前記レーザ光源から発光されるレーザ光を点状に成形する送光側レンズと、
 前記点状に成形された前記レーザ光を、計測対象エリアの第1方向及び該第1方向に直交する第2方向に走査させながら照射するスキャナと、
 前記計測対象エリアから反射される反射光を受光する受光側レンズと、
 前記受光側レンズで受光された前記反射光を、前記第1方向及び前記第2方向にそれぞれ集光する受光側光学系と、
 前記受光側光学系で集光された前記反射光を受光し、受光した前記反射光に含まれるレーザ光に基づいた受信信号を出力する受光部と、
 前記受光部が出力した前記受信信号に基づき、前記計測対象エリアの3次元情報を生成する情報生成部と、を備え、
 前記受光側光学系は、前記スキャナの走査に応じて、前記計測対象エリア全体からの反射光を受光する前記受光側レンズの結像位置付近、または後方に配置され、前記受光側レンズが結像する前記計測対象エリア全体を含む結像情報のすべてを前記受光部に向けて伝送するリレーレンズと、前記リレーレンズから伝送された光束を前記受光部に向けて集光させる集光レンズと、を備えたことを特徴とするレーザレーダ装置。

【請求項2】

前記受光部は、単一の受光素子を有することを特徴とする請求項1に記載のレーザレー

ダ装置。

【請求項 3】

前記情報生成部は、前記レーザ光が照射されてから前記受光部で受光されるまでの光往復時間から取得された計測対象エリアまでの距離情報と、前記レーザ光を照射した際の前記スキャナの送光制御角度に基づき取得された前記第 1 方向及び前記第 2 方向の各位置情報とから前記計測対象エリアの 3 次元情報を生成することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のレーザレーダ装置。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のレーザレーダ装置を備えることを特徴とする走行体。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーザ光を走査させることで計測対象エリアの 3 次元情報を生成するレーザレーダ装置、及び、走行体に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、レーザ光を計測対象エリアに走査させながら照射し、この計測対象エリアに存在する物体などからの反射光を受光素子で受光することによって得られる受光信号の分布から計測対象エリアの 3 次元情報を生成するレーザレーダ装置が知られている。この種のレーザレーダ装置では、レーザ光の送光側、及び、反射光の受光側の各々にスキャナを設け、走査時における送光側のスキャナのミラー角（レーザ光の送光角）に合わせて受光側のスキャナのミラー角（反射光の受光角）を随時調整することで反射光を受光素子に入射させている。この構成では、送光側及び受光側の両方にスキャナを設けるため、レーザレーダ装置全体が大型化する問題があった。

20

【0003】

上記した問題を解決するために、従来、受光側にスキャナを設けないレーザレーダ装置が提案されている（特許文献 1 参照）。このレーザレーダ装置は、長尺受光素子を受光素子の長尺方向と直交する方向にアレイ状に並べた長尺受光素子アレイと、受信信号を増幅するトランスインピーダンスアンプアレイと、トランスインピーダンスアンプアレイの各素子からの受信信号を加算する加算回路と、を備えることで、広い 2 次元視野を確保しつつ受光側のスキャンレスを実現している。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特許第 5 6 0 2 2 2 5 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、従来の構成では、長尺受光素子を受光素子の長尺方向と直交する方向にアレイ状に並べた長尺受光素子アレイを備えるため、長尺受光素子アレイ全体が大型化してしまう問題があった。また、アレイ状に並べられた各長尺受光素子が受信した受信信号を加算する加算回路が必要となり、装置構成及び信号処理が煩雑になる問題があった。

40

【0006】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、受光素子の小型化を図りつつ、受光側のスキャンレスを簡単な構成で実現できるレーザレーダ装置、及び、走行体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】

【0007】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、レーザ光源と、レーザ光源

50

から照射されるレーザ光を点状に成形する送光側レンズと、点状に成形されたレーザ光を、計測対象エリアの第1方向及び該第1方向に直交する第2方向に走査させながら照射するスキャナと、計測対象エリアから反射される反射光を受光する受光側レンズと、受光側レンズで受光された反射光を、第1方向及び第2方向にそれぞれ集光する受光側光学系と、受光側光学系で集光された反射光を受光し、受光した反射光に含まれるレーザ光に基づいた受信信号を出力する受光部と、受光部が出力した受信信号に基づき、計測対象エリアの3次元情報を生成する情報生成部と、を備えることを特徴とする。

【0008】

この構成によれば、受光側レンズで受光された反射光を、第1方向及び第2方向にそれぞれ集光する受光側光学系と、受光側光学系で集光された反射光を受光し、受光した反射光に含まれるレーザ光に基づいた受信信号を出力する受光部とを備えるため、この受光部の受光素子を小型化することができるとともに、計測対象エリア全体を受光素子のセンサ視野に収めることができ、受光側のスキャンレスを簡単な構成で実現できる。

10

【0009】

この構成において、単一の受光素子を有する構成としても良い。この構成によれば、計測対象エリア全体を単一の受光素子のセンサ視野に収めることができるため、受光素子の受信信号を加算する加算回路が不要となり、回路構成の簡素化を実現できる。

【0010】

また、受光側光学系は、受光側レンズの結像位置付近、または後方に配置されたリレーレンズと、リレーレンズから伝送された略平行光束を受光部に向けて集光させる集光レンズとを備えても良い。この構成によれば、2種類のレンズを組み合わせた簡単な構成で、受光側レンズの結像情報を受光部に集光させることができる。

20

【0011】

また、情報生成部は、レーザ光が照射されてから受光部で受光されるまでの光往復時間から取得された計測対象エリアまでの距離情報と、レーザ光を照射した際のスキャナの送光制御角度に基づき取得された第1方向及び第2方向の各位置情報とから計測対象エリアの3次元情報を生成しても良い。この構成によれば、受光側の視野スキャンにより受信信号の空間位置座標取得が不要となるため、3次元情報を生成するための信号処理の負荷を軽減できる。

【0012】

また、上記したレーザレーダ装置を走行体に搭載しても良い。この構成によれば、走行体の走行経路の3次元情報を常に取得することができ、走行体の運転支援を行うことができる。

30

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、受光側レンズで受光された反射光を、第1方向及び第2方向にそれぞれ集光する受光側光学系と、受光側光学系で集光された反射光を受光し、受光した反射光に含まれるレーザ光に基づいた受信信号を出力する受光部とを備えるため、この受光部の受光素子を小型化することができるとともに、計測対象エリア全体を受光素子のセンサ視野に収めることができ、受光側のスキャンレスを簡単な構成で実現できる。

40

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】図1は、本実施形態に係るレーザレーダ装置の概略構成図である。

【図2】図2は、受光側光学系を含む周辺構成を示す模式図である。

【図3-1】図3-1は、受光素子の変形例を示す図である。

【図3-2】図3-2は、受光素子の変形例を示す図である。

【図4-1】図4-1は、線路上を走行する列車にレーザレーダ装置を搭載した構成を示す斜視図である。

【図4-2】図4-2は、線路上を走行する列車にレーザレーダ装置を搭載した構成を示す側方視図である。

50

【図5】図5は、車両にレーザレーダ装置を搭載した構成を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下に、本発明に係る実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施形態によりこの発明が限定されるものではない。また、実施形態における構成要素には、当業者が置換可能かつ容易なもの、あるいは実質的に同一のものが含まれる。さらに、以下に記載した構成要素は適宜組み合わせることが可能である。

【0016】

図1は、本実施形態に係るレーザレーダ装置の概略構成図である。レーザレーダ装置1は、図1に示すように、予め設定された所定の計測対象エリアAの水平方向(第1方向)X及びこの水平方向Xに直交する垂直方向(第2方向)Yにレーザ光Lを走査しながら照射し、このレーザ光Lの反射光Rを受光して計測対象エリアAの3次元情報を生成する。このレーザレーダ装置1は、例えば、線路上を走行する列車などの車両(走行体)の進行方向前方に搭載され、車両の進行方向に設定された計測対象エリアAの3次元情報を生成する。これにより、生成された3次元情報を利用して、車両の進行方向に障害物が存在するか否かを判別できる。

【0017】

レーザレーダ装置1は、図1に示すように、レーザ光源11と、送光側レンズ12と、スキャナ13と、受光側レンズ16と、受光側光学系17と、受光素子18と、アンプ回路19と、距離演算部20と、情報生成部21と、光源制御部30と、スキャナ制御部31と、を有する。光源制御部30は、レーザ光源11の動作を制御する。スキャナ制御部31は、スキャナ13の動作を制御する。光源制御部30は、レーザレーダ装置1のマスタークロックを有し、レーザ光Lの発光と同時にパルス状の発光同期信号を距離演算部20に発信する。

【0018】

レーザレーダ装置1は、レーザ光Lを、計測対象エリアAの水平方向X及び垂直方向Yに走査しながら照射する。計測対象エリアAは、レーザレーダ装置1から所定距離離れた位置に設定されたエリアである。レーザレーダ装置1が、例えば、列車などの車両に搭載された場合には、計測対象エリアAは車両の走行に応じて随時更新される。

【0019】

レーザ光源11は、レーザ光Lを発光する。レーザ光Lは、例えば、200~2000nmの波長のレーザ光が用いられる。特に、レーザレーダ装置1を屋外の広い空間で使用する場合には、800~2000nmの波長のレーザ光を用いることで、安定した計測を実現できる。レーザ光源11は、例えば、レーザダイオードなどから構成され、光源制御部30の発光指令に基づきレーザ光Lをパルス状に発光する。送光側レンズ12は、凸レンズ単体、もしくは凸レンズと凹レンズとの組み合わせで構成され、レーザ光源11から発光されるレーザ光Lを点状(ビーム状)に成形する。スキャナ13は、点状に成形されたレーザ光Lを、計測対象エリアAの水平方向X及び垂直方向Yにそれぞれ走査する。

【0020】

スキャナ13は、計測対象エリアAを2次元的に走査する機能を有し、レーザ光Lを水平方向Xに走査させる水平走査部14と、レーザ光Lを垂直方向Yに走査させる垂直走査部15とを備える。水平走査部14及び垂直走査部15は、例えば、ガルバノスキャナにより構成され、平面鏡であるガルバノミラー14a, 15aと、ガルバノミラー14a, 15aの鏡面を揺動させる駆動モータ14b, 15bと、を備えている。水平走査部14は、スキャナ制御部31の制御の下、駆動モータ14bを駆動させてガルバノミラー14aを揺動させる。これにより、送光側レンズ12で集光されたレーザ光Lは、ガルバノミラー14aによって水平方向の角度が偏向され、計測対象エリアAの水平方向Xに走査される。また、垂直走査部15は、スキャナ制御部31の制御の下、駆動モータ15bを駆動させてガルバノミラー15aを揺動させる。これにより、ガルバノミラー14aを反射したレーザ光Lの垂直方向の角度が変更され、計測対象エリアAの垂直方向Yに走査され

10

20

30

40

50

る。なお、本実施形態では、水平走査部 14 及び垂直走査部 15 の一例として、ガルバノスキャナを用いた構成を説明したが、この構成に限るものではなく、例えば、ポリゴンミラーを有するポリゴンスキャナを用いても良い。

【0021】

スキャナ制御部 31 は、所定の走査パターンに基づき、駆動モータ 14b, 15b の動作を制御する。これにより、点状のレーザ光 L は、走査パターンに則して計測対象エリア A に照射され、この照射された計測対象エリア A 内の点（領域）が順次、計測点 S となる。この場合、スキャナ制御部 31 は、各計測点 S に対応するガルバノミラー 14a, 15a のミラー角（送光制御角度）を取得し、このミラー角を情報生成部 21 に発信する。本実施形態では、スキャナ 13 は、点状（ビーム状）のレーザ光 L を走査しながら計測対象

10

【0022】

また、受光側レンズ 16 は、計測対象エリア A の各計測点 S から反射される反射光 R を受光する。受光側光学系 17 は、受光側レンズ 16 で受光された反射光 R を水平方向 X 及び垂直方向 Y にそれぞれ集光する。

【0023】

図 2 は、受光側光学系を含む周辺構成を示す模式図である。図 2 に示すように、計測対象エリア A の各計測点 S で反射される反射光 R は、それぞれ受光側レンズ 16 で受光される。この受光側レンズ 16 は、各計測点 S の像を受光側レンズ 16 の下流側の所定位置（結像位置）で結像する。

20

【0024】

受光側光学系 17 は、受光側レンズ 16 の結像位置に配置されるリレーレンズ 35 と、このリレーレンズ 35 の下流側に配置される集光レンズ 36 とを備える。この図 2 では、リレーレンズ 35 と集光レンズ 36 とを 1 枚ずつ備えた構成としているが、各レンズを複数組み合わせたレンズユニットとしても良いことは勿論である。リレーレンズ 35 は、凸レンズで構成され、結像位置における受光側レンズ 16 の結像情報を保持したまま、それ以降の光束を略平行化するレンズであり、この結像情報をそのまま集光レンズ 36 に伝送する機能を有する。また、本実施形態では、リレーレンズ 35 は、受光側レンズ 16 の結像位置に配置する構成としたが、これに限るものではなく、受光側レンズ 16 の結像位置付近、または結像位置の後方に配置しても良い。集光レンズ 36 は凸レンズで構成され、リレーレンズ 35 から伝送された平行光束、すなわち結像情報のすべてを受光素子 18 に向けて水平方向 X 及び垂直方向 Y に集光させる機能を有する。このため、受光側光学系 17 は、2 種類のレンズを組み合わせた簡単な構成で、受光側レンズ 16 の結像情報を受光素子 18 の受光面 18A に集光させることができ、受光側のスキャンレスを実現できる。受光素子 18 は、反射光 R を受光して電流に変換する光電変換素子（例えば、フォトダイオード）で形成されており、単一のピクセルを有する単一素子で形成されている。このため、短いパルスのレーザ光 L に応答することができる。

30

【0025】

受光素子 18 は、受光側光学系 17 で集光された反射光 R を受光し、受光した反射光 R に含まれるレーザ光 L に基づいた受信信号を出力する。アンプ回路 19 は、受光素子 18 が出力した受信信号を電圧信号として増幅する。受光素子 18 が出力する受信信号は、微弱な電流信号であるため、アンプ回路 19 は、電流信号を電圧信号に変換して距離演算部 20 に出力する。本実施形態では、受光素子 18 とアンプ回路 19 とを備えて受光部を構成する。

40

【0026】

距離演算部 20 は、アンプ回路 19 にて増幅された受信信号に基づき、計測対象エリア A の計測点 S の距離情報を演算する。距離演算部 20 は、光源制御部 30 から発信されたパルス状の発光同期信号とアンプ回路 19 から発信された受信信号とを受信し、レーザ光

50

Lが照射された計測対象エリアAの計測点Sまでの距離を演算し、距離情報を情報生成部21に発信する。具体的には、距離演算部20は、発光同期信号と受信信号とに基づいてレーザ光Lを発光してから反射光Rを受光するまでの時間を計測するとともに、この計測時間に基づいてレーザ光Lを反射した計測点Sまでの距離を演算する。また、距離演算部20は、距離情報とともに、受信信号に含まれる受光強度を距離情報と関連づけて情報生成部21に発信しても良い。

【0027】

情報生成部21は、この距離演算部20が演算した距離情報、及び、計測点Sの位置情報に基づき、計測対象エリアAの3次元情報を生成する。情報生成部21は、計測点Sまでの距離情報と、該計測点Sの水平方向X及び垂直方向Yの位置情報とに基づき、計測点Sにおける座標情報を取得し、計測対象エリアAに存在する複数の計測点Sの座標情報分布から計測対象エリアAの3次元情報を生成する。情報生成部21は、スキャナ制御部31から発信された計測点Sに関するガルバノミラー14a, 15aのミラー角(送光制御角度)を取得し、このミラー角に基づき、該計測点Sの水平方向X及び垂直方向Yの位置情報を演算する。この構成では、受光側の視野スキャンによる受信信号の空間位置座標取得が不要となるため、3次元情報を生成するための信号処理の負荷を軽減できる。情報生成部21で生成された計測対象エリアAの3次元情報は、外部機器25(例えば、車両のコンピュータ等)に有線または無線にて送信され、この外部機器25で利用される。

【0028】

本実施形態のレーザレーダ装置1は、集光レンズ36は、リレーレンズ35から伝送された受光側レンズ16の結像情報のすべてを、単一素子で形成された受光素子18の受光面18Aに集光する。このため、受光素子18の受光面18Aには、計測対象エリアAのいずれの計測点Sからの反射光Rも集光されることにより、受光素子18は、常時、計測対象エリアA全体をセンサ視野に収めることができる。従って、計測対象エリアAからの反射光を単一の情報として取り扱うことができる。これにより、従来のように、複数の受光素子を並べて配置するとともに、これら受光素子の受信信号を加算する加算回路が不要となり、回路構成の簡素化を実現できる。さらに、本実施形態では、受光素子18を単一ピクセルからなる単一素子で形成したため、受光素子18の小型化を実現し、ひいては、レーザレーダ装置1の小型化を実現できる。

【0029】

例えば、特許第5602225号公報に記載されている長尺受光素子を受光素子の長尺方向と直交する方向にアレイ状に並べた長尺受光素子アレイと、各長尺受光素子の受信信号を加算する加算回路とを備えることで、広い2次元視野を確保しつつ受光側のスキャンレスを実現している。しかし、従来技術では、長尺受光素子を受光素子の長尺方向と直交する方向にアレイ状に並べることで、長尺受光素子アレイが大型化してしまい、レーザレーダ装置の小型化という目的に反する恐れがある。また、アレイ状に並べられた各長尺受光素子が受信した受信信号を加算する加算回路が必要となり、装置構成が煩雑になる恐れがあった。これに対して、レーザレーダ装置1は、上述したように、受光側光学系17を設けたことにより、受光素子18の受光面18Aには、計測対象エリアAのどの計測点Sからの反射光Rも集光されることにより、受光素子18は、常時、計測対象エリアA全体をセンサ視野に収めることができる。従って、計測対象エリアAからの反射光を単一の情報として取り扱うことができ、小型化を実現できる。

【0030】

ここで、単一ピクセルを有する受光素子18を受光側レンズ16の結像位置に配置する構成が想定される。しかし、この構成では、受光素子18の受光面18Aの面積が、受光側レンズ16の結像位置での結像情報の面積に比べて極めて小さいため、計測対象エリアAの一部しかセンサ視野に収めることができない。また、計測対象エリアA全体のセンサ視野を確保するためには、受光側レンズ16の結像位置での結像情報と同等以上の受光面を有する単一素子からなる受光素子が必要となるが、ピクセルサイズが大きくなると、受光素子(フォトダイオード)としての応答性が低下する問題がある。

【0031】

これに対して、本実施形態では、受光側光学系17は、受光側レンズ16の結像位置に配置されるリレーレンズ35と、このリレーレンズ35の下流側に配置される集光レンズ36とを備え、集光レンズ36は、リレーレンズ35から伝送された受光側レンズ16の結像情報のすべてを単一素子で形成された受光素子18の受光面18Aに集光するため、応答性を低下することなく、受光側レンズ16の有する視野全体の情報を受光素子18の画素形状に関係なくカバーすることを可能としている。このため、受光素子18は、長方形、正方形や円形の単一素子のセンサでも構成可能となり、受光素子の選択幅を広くすることができる。

【0032】

次に、受光素子の変形例について説明する。図3-1及び図3-2は、受光素子の変形例を示す図である。上記した実施形態では、受光素子18は、単一ピクセルを有する単一素子で形成された構成としたが、図3-1に示すように、例えば、単一ピクセル180aを所定方向（例えば水平方向X）に連ねて形成されたライン状受光素子（ラインセンサ）180を用いることもできる。この構成では、レーザレーダ装置1の運用中に受光側レンズ16-リレーレンズ35-集光レンズ36による受光素子への集光位置がずれたり、集光サイズが最適点からずれて拡大した場合でも、ライン状受光素子180のうち、反射光が集光されるピクセル180aを受光素子として使用することができる。これによれば、反射光を確実に受光素子で受光することができ、計測品質を確保することができる。また、ライン状受光素子（ラインセンサ）180だけでなく、図3-2に示すように、単一ピクセル180aを水平方向X及び垂直方向Yにそれぞれ複数（例えば、2つ）連ねて形成された受光素子群181を用いてもよい。

【0033】

次に、本実施形態のレーザレーダ装置1の適用例について説明する。図4-1は、線路上を走行する列車にレーザレーダ装置を搭載した構成を示す斜視図であり、図4-2は、線路上を走行する列車にレーザレーダ装置を搭載した構成を示す側方視図である。この適用例では、レーザレーダ装置1を列車（走行体）100に搭載している。列車100は、線路101上を走行するものであり、運転士の操縦によって運転される構成や、コンピュータによって自動運転される構成であっても良い。

【0034】

レーザレーダ装置1は、列車100の前側上部に設けられ、この列車100の進行方向前方に設定される計測対象エリアAを監視するようになっている。このレーザレーダ装置1は、上述のように、受信側のスキャナを設けない構成であるため、レーザレーダ装置1の小型化を実現している。このため、このレーザレーダ装置1を搭載した列車100は、該レーザレーダ装置1の配置レイアウトによる列車100内の自由空間の減少、もしくは列車100外への突出部などの影響を最小限に抑えることができる。

【0035】

計測対象エリアAは、具体的には、列車100から所定距離D（例えば300～500m）に亘って、線路101を含んだ進行方向前方の走行路面に設定されており、この計測対象エリアAは列車100の走行に応じて随時更新される。レーザレーダ装置1は、この計測対象エリアAに向けて、レーザ光Lを走査しながら照射し、各計測点Sの距離情報及び位置情報に基づき、計測対象エリアAの3次元情報を生成する。

【0036】

列車100は、図示は省略するが、外部機器25（図1）として、レーザレーダ装置1から出力された計測対象エリアAの3次元情報を取得するコンピュータと、このコンピュータが3次元情報に基づいて描画した計測対象エリアAの形状を表示するディスプレイとを備える。これらコンピュータ及びディスプレイは、列車100の運転室に配置される。

【0037】

この構成では、レーザレーダ装置1が生成した3次元情報は、随時、列車100のコンピュータに出力され、このコンピュータを介して、ディスプレイに表示される。このため

10

20

30

40

50

、例えば、線路101上に障害物102が存在する場合であっても、この障害物102を含んだ計測対象エリアAの形状がディスプレイに表示されるため、運転士への運転支援を実現することができる。また、ディスプレイに形状を表示するだけでなく、計測対象エリアAにおける進行方向への形状変化が所定の閾値を超えた場合には、障害物102が存在する可能性が高いとして、注意警報を発報する構成としてもよい。

【0038】

また、列車100がコンピュータによって自動運転される構成において、レーザレーダ装置1が生成した3次元情報に基づき、線路101上に障害物102が存在する場合には、列車100を停止することで安全な自動運転を実現できる。

【0039】

図5は、車両にレーザレーダ装置を搭載した構成を示す斜視図である。この適用例では、レーザレーダ装置1を車両(走行体)150に搭載している。車両150は、路面上を自在に走行するものであり、運転手の操縦によって運転される構成や、コンピュータによって自動運転される構成であっても良い。

【0040】

レーザレーダ装置1は、車両150の前側上部に設けられ、この車両150の進行方向前方の地形200上に設定される計測対象エリアAを監視するようになっている。このレーザレーダ装置1は、上述のように、受信側のスキャナを設けない構成であるため、レーザレーダ装置1の小型化を実現している。このため、このレーザレーダ装置1を搭載した車両150は、該レーザレーダ装置1の配置レイアウトによる車両150内の自由空間の減少、もしくは車両150外への突出部などの影響を最小限に抑えることができる。

【0041】

計測対象エリアAは、具体的には、車両150から所定距離D(例えば100m)に亘って、進行方向前方の地形200の表面に設定されており、この計測対象エリアAは車両150の走行に応じて随時更新される。レーザレーダ装置1は、この計測対象エリアAに向けて、レーザ光Lを走査しながら照射し、各計測点Sの距離情報及び位置情報に基づき、計測対象エリアA(地形200)の3次元情報を生成する。この図5では、地形200は、起伏の大きな頂き部200Aと、起伏の小さな平坦部200Bとを備えるものとして説明する。

【0042】

車両150は、図示は省略するが、外部機器25(図1)として、この車両150の経路案内を行うナビゲーション装置を備える。このナビゲーション装置は、ナビゲーション装置全体を制御する制御部と、経路(地図情報)を表示するディスプレイとを備え、計測対象エリアAの3次元情報は制御部に出力される。ナビゲーション装置は、計測対象エリアAの3次元情報に基づき、起伏の大きな頂き部200Aを避けて、起伏の小さな平坦部200Bを通る経路201を設定する。この構成によれば、起伏の激しい地形200を走行する場合であっても、なるべく平坦部200Bを含む経路201を走行することができる。運転手への運転支援を実現することができる。

【0043】

また、車両150がコンピュータによって自動運転される構成において、レーザレーダ装置1が生成した3次元情報に基づき、なるべく平坦部200Bを含む経路201を走行することで安全な自動運転を実現できる。

【0044】

上記した適用例では、レーザレーダ装置1を列車100や車両150の走行体に搭載する構成を説明したが、自走する走行体であればこれらに限るものではない。また、上記した適用例では、レーザレーダ装置1を走行体に搭載したが、例えば、計測対象エリアAが設定される交差点や踏切等の脇に立設された支柱上に計測対象エリアAを俯瞰するように配置され、レーザ光Lを水平方向X及び垂直方向Yにスキャンしながら照射し、計測対象エリアA内の物体(例えば、歩行者、自転車、二輪自動車、自動車等の移動物体や建物、ガードレール、樹木等の静止物体等)の反射光Rを受光することで、計測対象エリアAの

10

20

30

40

50

3次元情報を生成する構成としても良い。

【0045】

以上、説明したように、本実施形態に係るレーザレーダ装置1は、レーザ光源11と、レーザ光源11から発光されるレーザ光Lを点状に成形する送光側レンズ12と、点状に成形されたレーザ光Lを、計測対象エリアAの水平方向X及び垂直方向Yに走査させながら照射するスキャナ13と、計測対象エリアAから反射される反射光Rを受光する受光側レンズ16と、受光側レンズ16で受光された反射光Rを、水平方向X及び垂直方向Yにそれぞれ集光する受光側光学系17と、受光側光学系17で集光された反射光Rを受光する受光素子18と、受光素子18が出力した受信信号に基づき、計測対象エリアAの3次元情報を生成する情報生成部21とを備えるため、受光素子18の小型化を図るとともに、計測対象エリアA全体を受光素子18のセンサ視野に収めることができ、受光側のスキャンレスを簡単な構成で実現できる。

10

【0046】

また、本実施形態によれば、受光素子18は、単一ピクセルを有する単一素子からなる構成としたため、計測対象エリアA全体を単一素子のセンサ視野に収めることができる。このため、受光素子18の受信信号を加算する加算回路が不要となり、回路構成の簡素化を実現できる。

【0047】

また、本実施形態によれば、受光側光学系17は、受光側レンズ16の結像位置に配置され、該結像位置での結像情報を保持したまま伝送するリレーレンズ35と、リレーレンズ35から伝送された平行光束を受光素子18に向けて集光させる集光レンズ36とを備えるため、2種類のレンズを組み合わせた簡単な構成で、受光側レンズ16の結像情報を受光素子18の受光面18Aに集光させることができる。

20

【0048】

また、本実施形態によれば、情報生成部21は、レーザ光Lが照射されてから受光素子18で受光されるまでの光往復時間から取得された計測対象エリアAの計測点Sまでの距離情報と、レーザ光Lを照射した際のスキャナ13のミラー角に基づき取得された計測点Sの水平方向X及び垂直方向Yの各位置情報とから計測対象エリアAの3次元情報を生成するため、受光側の視野スキャンにより受信信号の空間位置座標取得が不要となり、3次元情報を生成するための信号処理の負荷を軽減できる。

30

【0049】

また、上記したレーザレーダ装置1は、列車100や車両150に搭載されるため、列車100または車両150の走行経路の3次元情報を常に取得することができ、列車100または車両150の運転支援を行うことができる。

【符号の説明】

【0050】

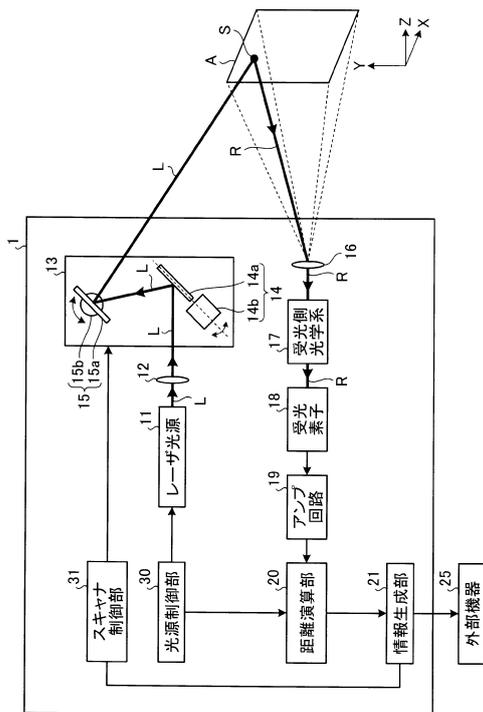
- 1 レーザレーダ装置
- 11 レーザ光源
- 12 送光側レンズ
- 13 スキャナ
- 14 水平走査部
- 15 垂直走査部
- 16 受光側レンズ
- 17 受光側光学系
- 18 受光素子
- 18A 受光面
- 21 情報生成部
- 30 光源制御部
- 31 スキャナ制御部
- 35 リレーレンズ

40

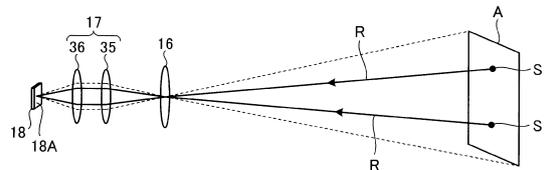
50

- 3 6 集光レンズ
- 1 0 0 列車(走行体)
- 1 5 0 車両(走行体)
- 1 8 0 ライン状受光素子
- 1 8 0 a 単一ピクセル
- 1 8 1 受光素子群
- A 計測対象エリア
- L レーザ光
- R 反射光
- S 計測点
- X 水平方向(第1方向)
- Y 垂直方向(第2方向)

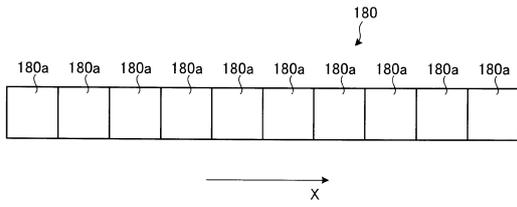
【図1】



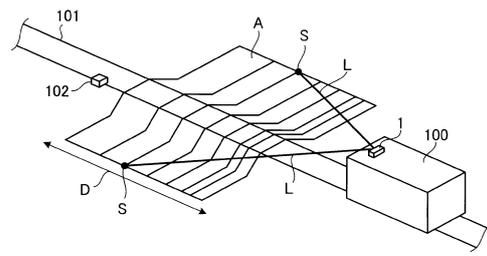
【図2】



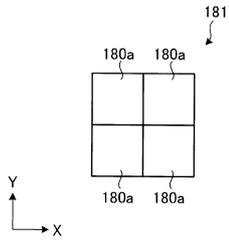
【 図 3 - 1 】



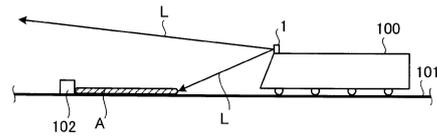
【 図 4 - 1 】



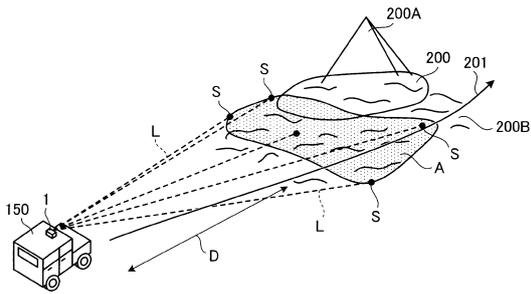
【 図 3 - 2 】



【 図 4 - 2 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.			F I		
G 0 1 B	11/00	(2006.01)	G 0 1 B	11/00	B
G 0 2 B	26/10	(2006.01)	G 0 2 B	26/10	C

- (56) 参考文献 国際公開第 2 0 1 1 / 1 3 8 8 9 5 (W O , A 1)
 特開 2 0 0 3 - 0 6 0 2 1 3 (J P , A)
 特開 2 0 0 9 - 2 6 7 3 1 4 (J P , A)
 特開平 0 1 - 1 2 1 7 8 2 (J P , A)
 特開 2 0 0 2 - 2 4 3 5 4 3 (J P , A)
 特開平 0 6 - 1 3 8 2 2 9 (J P , A)
 特開 2 0 1 4 - 0 0 6 1 1 0 (J P , A)
 特開平 0 6 - 2 5 8 0 4 0 (J P , A)
 特開平 0 9 - 1 1 3 2 3 4 (J P , A)
 特開 2 0 0 8 - 0 2 6 2 4 3 (J P , A)
 特開平 0 5 - 1 0 7 0 4 3 (J P , A)
 特開 2 0 0 5 - 0 5 5 1 9 6 (J P , A)

(58) 調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

G 0 1 S 7 / 4 8 - G 0 1 S 7 / 5 1
 G 0 1 S 1 7 / 0 0 - G 0 1 S 1 7 / 9 5
 G 0 1 B 9 / 0 0 - G 0 1 B 1 1 / 3 0
 G 0 1 C 3 / 0 0 - G 0 1 C 3 / 3 2
 G 0 1 N 2 1 / 8 4 - G 0 1 N 2 1 / 9 5 8
 G 0 8 G 1 / 1 6