

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2016年9月29日(29.09.2016)



(10) 国際公開番号  
WO 2016/151938 A1

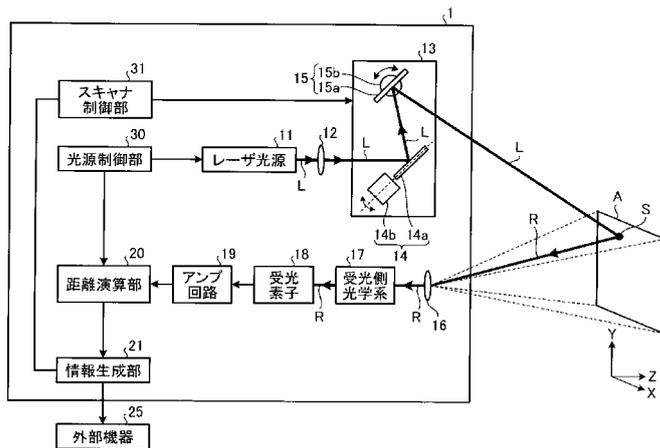
- (51) 国際特許分類:  

G01S 7/481 (2006.01)	G01C 3/06 (2006.01)
G01S 17/42 (2006.01)	G01B 11/24 (2006.01)
G01S 17/89 (2006.01)	G08G 1/16 (2006.01)
G01S 17/93 (2006.01)	B61L 23/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/082562
- (22) 国際出願日: 2015年11月19日(19.11.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2015-060070 2015年3月23日(23.03.2015) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目1番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 川添 浩平(KAWAZOE, Kohei); 〒1088215 東京都港区港南二丁目1番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 窪田 隆博(KUBOTA, Takahiro); 〒1088215 東京都港区港南二丁目1番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: LASER RADAR DEVICE AND TRAVELING BODY

(54) 発明の名称: レーザレーダ装置及び走行体



- 11 Laser light source
- 17 Light-reception-side optical system
- 18 Light reception element
- 19 Amplifier circuit
- 20 Distance calculation unit
- 21 Information generating unit
- 25 External instrument
- 30 Light source control unit
- 31 Scanner control unit

(57) Abstract: The invention comprises: a laser light source 11; a light-transmission-side lens 12 that shapes a laser beam L emitted from the laser light source 11 into a dot shape; a scanner 13 that projects the dot-shaped laser beam L while scanning the same in a horizontal direction X and a perpendicular direction Y of a measurement-target area A; a light-reception-side lens 16 that receives reflected light R reflected from the measurement-target area A; a light-reception-side optical system 17 that gathers, in both the horizontal direction X and the perpendicular direction Y, the reflected light R received by the light-reception-side lens 16; a light reception element 18 that receives the reflected light R gathered by the light-reception-side optical system 17; and an information generating unit 21 that generates three-dimensional information of the measurement-target area A on the basis of a reception signal outputted by the light reception element 18.

(57) 要約: 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。



WO 2016/151938 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

— 補正された請求の範囲及び説明書 (条約第 19 条(1))

## 明 細 書

**発明の名称**： レーザレーダ装置及び走行体

### 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。

[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。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：特許第5602225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。

[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。

[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。

[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。

### 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。

### 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。

[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、200~2000 nm 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、800~2000 nm 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 14 a, 15 a と、ガルバノミラー 14 a, 15 a の鏡面を揺動させる駆動モータ 14 b, 15 b 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 14 b を駆動させてガルバノミラー 14 a 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 14 a 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 15 b を駆動させてガルバノミラー 15 a を揺動させる。これにより、ガルバノミラー 14 a 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 14 b, 15 b 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 14 a, 15 a 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エリア A に照射する。このため、計測対象エリア A に照射されるレーザ光 L の照射パワー密度が増加し、信号強度を向上させることができる。これにより、レーザ光 L の透過率が低い環境条件（例えば、霧環境や雨環境）下でも計測性能を確保することができる。

[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。

[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。

[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。

[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 14 a, 15 a 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 18 A に集光する。このため、受光素子 18 の受光面 18 A 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 の一部分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16-1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、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 100 m）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 200 A と、起伏の小さな平坦部 200 B 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次元情報は制御部へ出力される。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 200 A を避けて、起伏の小さな平坦部 200 B 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 200 B を含む経路 201 を走行することができ、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 200 B 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 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 1 1 と、レーザ光源 1 1 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 1 2 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 1 3 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 1 6 と、受光側レンズ 1 6 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 1 7 と、受光側光学系 1 7 で集光された反射光 R を受光する受光素子 1 8 と、受光素子 1 8 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 2 1 とを備えるため、受光素子 1 8 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 1 8 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。

[0046] また、本実施形態によれば、受光素子 1 8 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 1 8 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 1 7 は、受光側レンズ 1 6 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 3 5 と、リレーレンズ 3 5 から伝送された平行光束を受光素子 1 8 に向けて集光させる集光レンズ 3 6 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。

[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。

[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

- 36 集光レンズ
- 100 列車（走行体）
- 150 車両（走行体）
- 180 ライン状受光素子
- 180a 単一ピクセル
- 181 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）

## 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、を備える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] 前記受光側光学系は、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たりレーンズと、前記りレーンズから伝送された平行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請求項1または2に記載のレーザレーダ装置。
- [請求項4] 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から3のいずれか一項に記載のレーザレーダ装置。

[請求項5]           請求項 1 から 4 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。

**補正された請求の範囲**  
**[2016年5月12日(12.05.2016)国際事務局受理]**

[請求項1] (補正後) 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、前記受光側レンズの結像情報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] (削除)

[請求項4] (補正後) 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5] (補正後) 請求項1、2または4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。

## 条約第19条(1)に基づく説明書

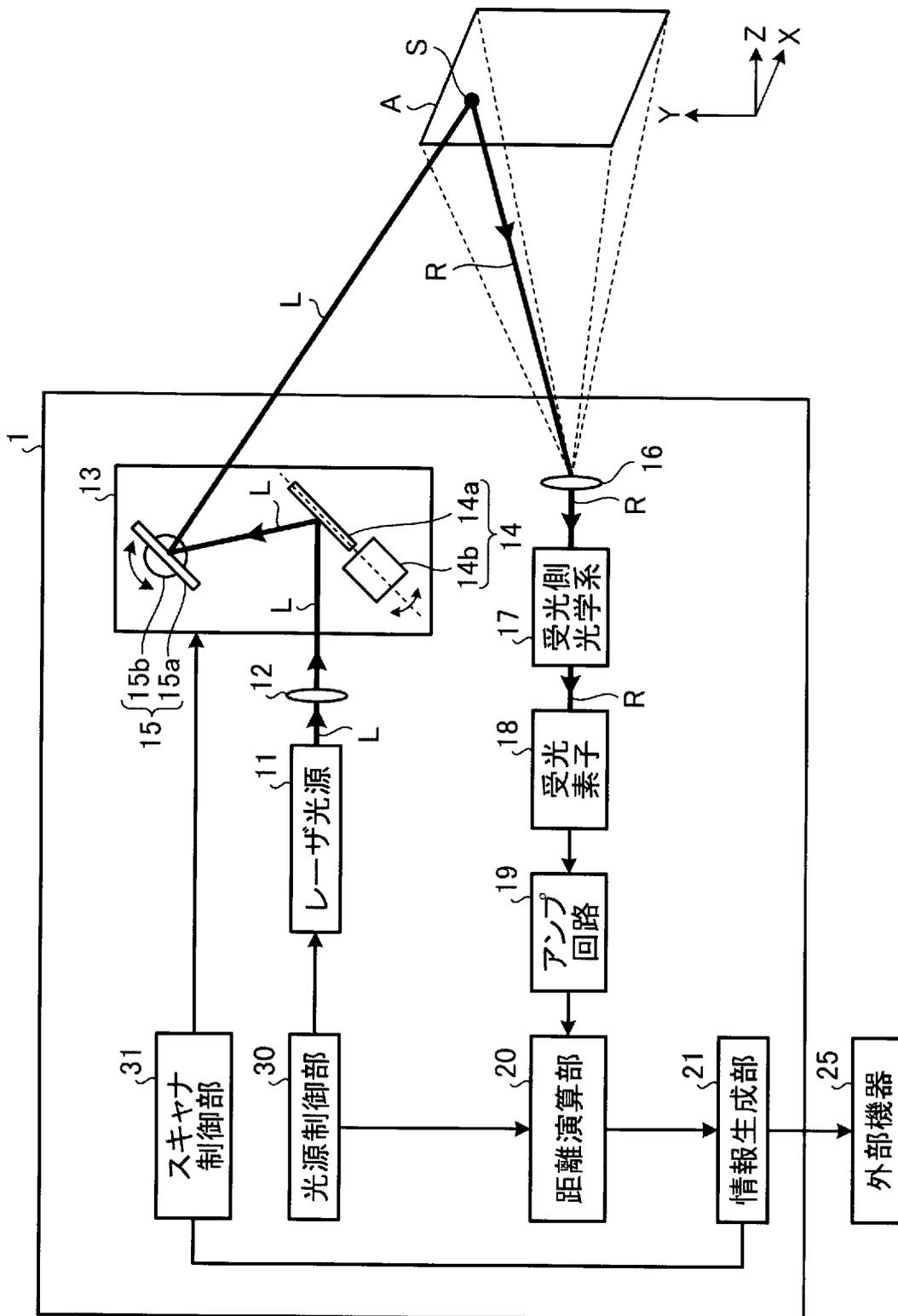
請求項1を、「前記受光側光学系は、前記受光側レンズの結像位置付近、または後方に配置され、前記受光側レンズの結像情報を前記受光部に向けて伝送するリレーレンズと、前記リレーレンズから伝送された光束を前記受光部に向けて集光させる集光レンズと、を備えた」と補正した。

請求項3を、削除した。

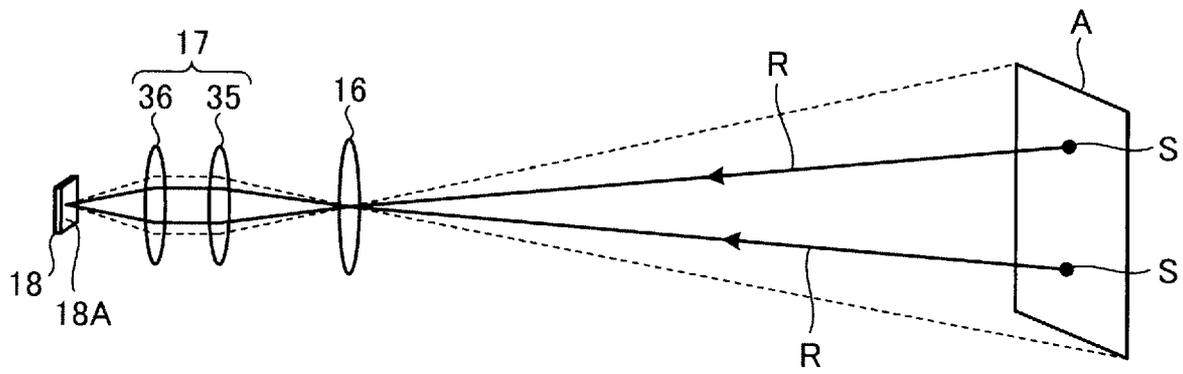
請求項4を、請求項1または2に従属するように修正した。

請求項5を、請求項1、2または4に従属するように修正した。

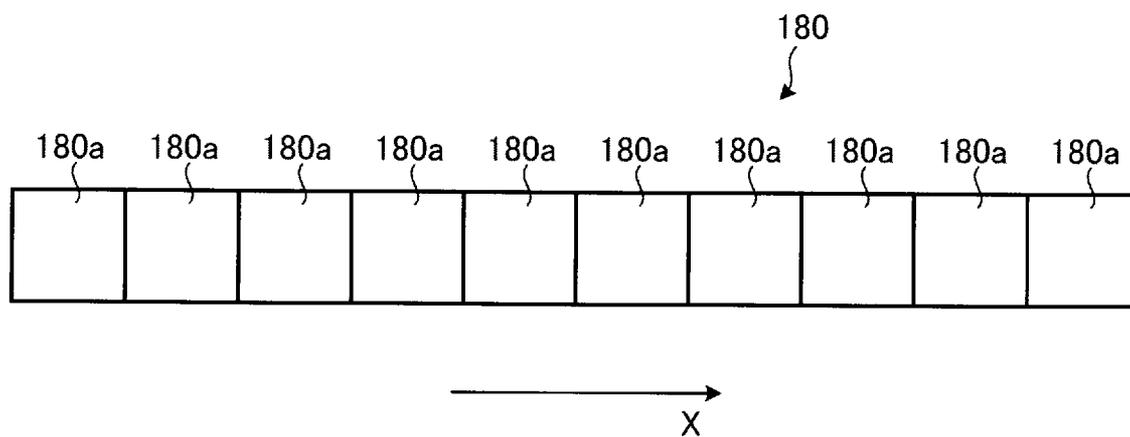
[図1]



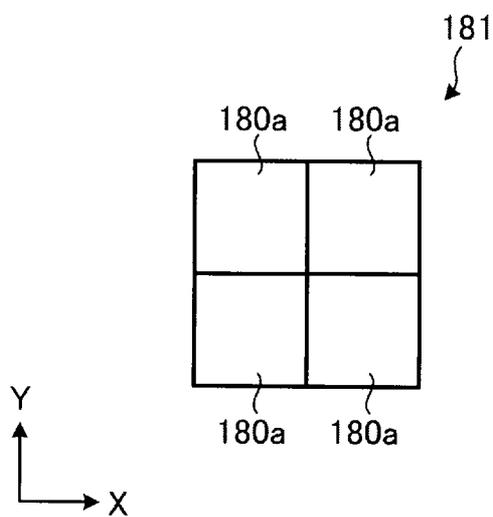
[図2]



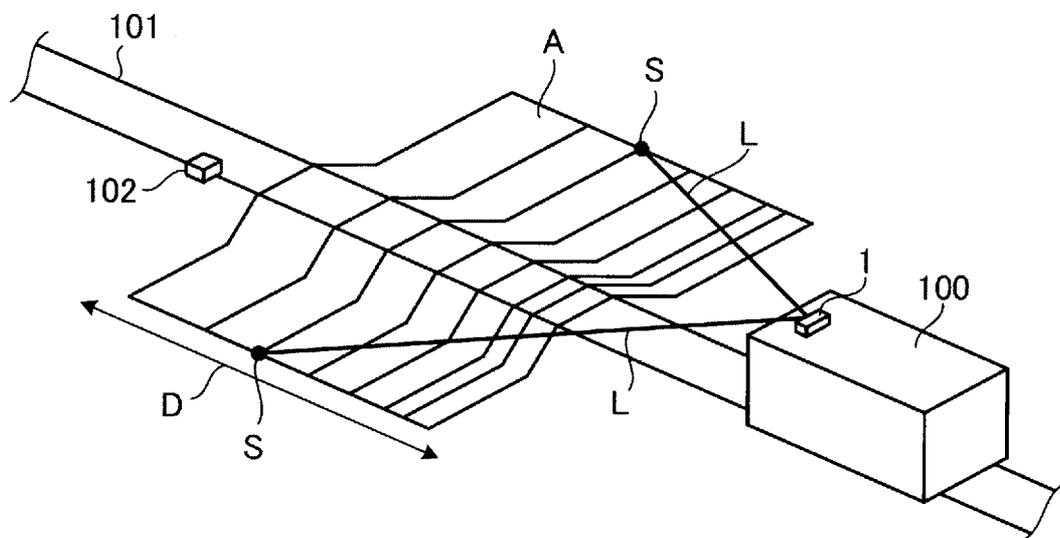
[図3-1]



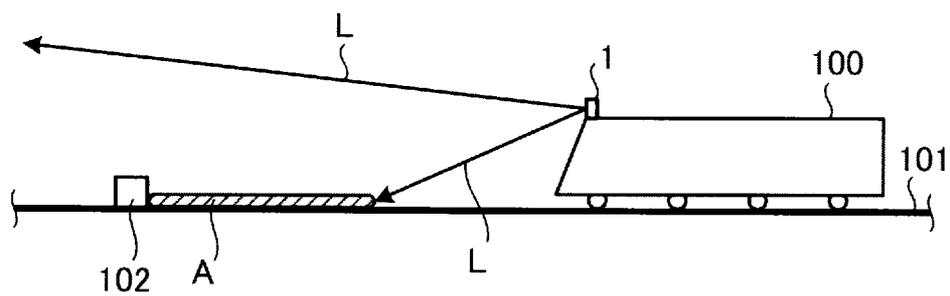
[図3-2]



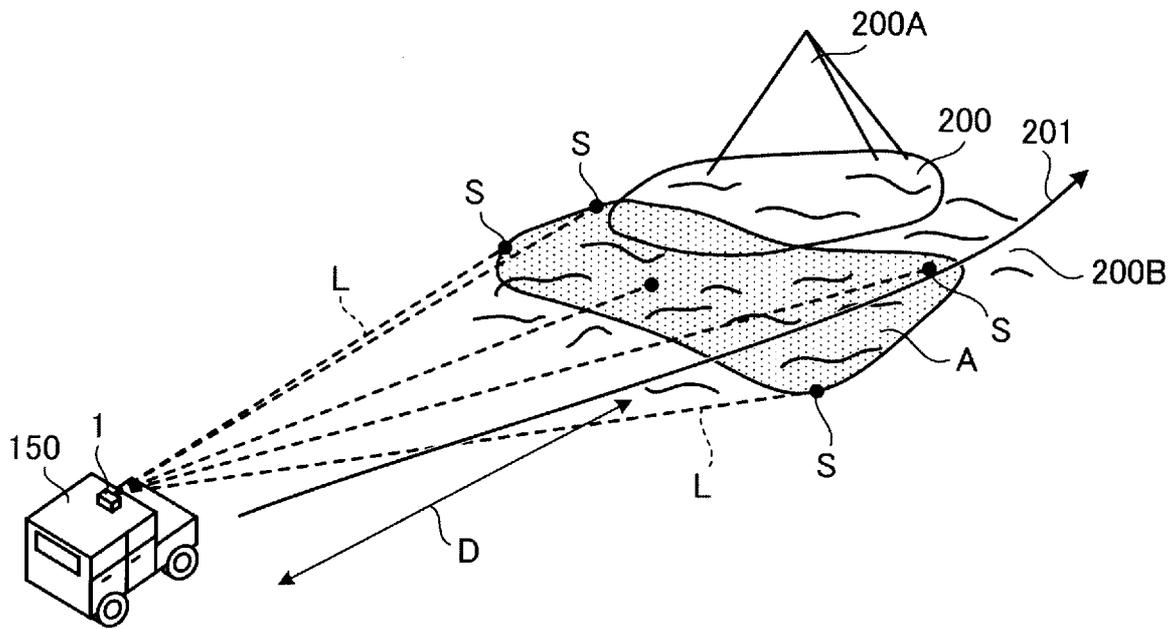
[図4-1]



[図4-2]



[図5]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2015/082562

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
*G01S7/481(2006.01)i, G01S17/42(2006.01)i, G01S17/89(2006.01)i, G01S17/93(2006.01)i, G01C3/06(2006.01)i, G01B11/24(2006.01)i, G08G1/16(2006.01)i, B61L23/00(2006.01)i*  
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**  
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 G01S7/48-7/51, G01S17/00-17/95, G01C3/00-3/32, G01B11/00-11/30, G01N21/84-21/958, G08G1/16, B61L23/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
 Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2016  
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016

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

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 06-258040 A (SKS Kabushiki Kaisha), 16 September 1994 (16.09.1994), paragraph [0005]; fig. 3 (Family: none)	1-5
Y	JP 09-113234 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 02 May 1997 (02.05.1997), paragraph [0013]; fig. 1 (Family: none)	1-5
Y	JP 2008-026243 A (Konica Minolta Sensing, Inc.), 07 February 2008 (07.02.2008), paragraphs [0026] to [0028]; fig. 3 & US 2008/0024795 A1 paragraphs [0038] to [0040]; fig. 3	1-5

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

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

Date of the actual completion of the international search 10 February 2016 (10.02.16)	Date of mailing of the international search report 23 February 2016 (23.02.16)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2015/082562

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 05-107043 A (NEC Corp.), 27 April 1993 (27.04.1993), paragraph [0008]; fig. 1, 2 (Family: none)	1-5
Y	JP 2005-055196 A (Olympus Corp.), 03 March 2005 (03.03.2005), paragraphs [0017], [0068]; fig. 14 (Family: none)	3-5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01S7/481(2006.01)i, G01S17/42(2006.01)i, G01S17/89(2006.01)i, G01S17/93(2006.01)i, G01C3/06(2006.01)i, G01B11/24(2006.01)i, G08G1/16(2006.01)i, B61L23/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01S7/48-7/51, G01S17/00-17/95, G01C3/00-3/32, G01B11/00-11/30, G01N21/84-21/958, G08G1/16, B61L23/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 06-258040 A (エスケイエス株式会社) 1994. 09. 16, 【0005】、 【図3】 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP 09-113234 A (松下電器産業株式会社) 1997. 05. 02, 【0013】、 【図1】 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP 2008-026243 A (コニカミノルタセンシング株式会社) 2008. 02. 07, 【0026】-【0028】、【図3】 & US 2008/0024795 A1, [0038]-[0040], FIG. 3	1-5

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 10.02.2016	国際調査報告の発送日 23.02.2016
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 三田村 陽平 電話番号 03-3581-1101 内線 3258

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 05-107043 A (日本電気株式会社) 1993. 04. 27, 【0008】、【図1】、【図2】 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP 2005-055196 A (オリンパス株式会社) 2005. 03. 03, 【0017】、【0068】、【図14】 (ファミリーなし)	3-5