

(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 2016/151939 A1**

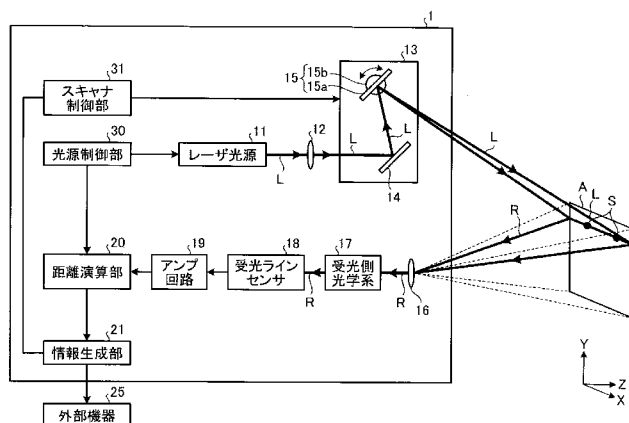
- (51) 国際特許分類:  
*G01S 7/481* (2006.01) *G01C 3/06* (2006.01)  
*G01S 17/42* (2006.01) *G01B 11/24* (2006.01)  
*G01S 17/89* (2006.01) *G08G 1/16* (2006.01)  
*G01S 17/93* (2006.01) *B61L 23/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/082563
- (22) 国際出願日: 2015年11月19日(19.11.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2015-060071 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16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16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16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 line sensor  
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 light-transmission-side lens 12 that shapes a laser beam L emitted from a laser light source 11 into a line shape extending along a horizontal direction X; a scanner 13 that projects the line-shaped laser beam L while scanning the same in 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 line sensor 18 including a plurality of light reception cells lined up along the horizontal direction X; a light-reception-side optical system 17 that gathers the reflected light R received by the light-reception-side lens 16 toward the light reception line sensor 18, and in which the light-gathering ratio in the perpendicular direction Y is set so as to be greater than the light-gathering ratio in the horizontal direction X; 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 line sensor 18.

(57) 要約:

[続葉有]



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))

レーザ光源 1 1 から発光されるレーザ光 L を水平方向 X に延びるライン状に成形する送光側レンズ 1 2 と、ライン状に成形されたレーザ光 L を、計測対象エリア A の垂直方向 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、水平方向 X に沿って並べられた複数の受光セルを有する受光ラインセンサ 1 8 と、受光側レンズ 1 6 で受光された反射光 R を受光ラインセンサ 1 8 に向けて集光するとともに、垂直方向 Y に集光される倍率が水平方向 X に集光される倍率よりも大きく設定された受光側光学系 1 7 と、受光ラインセンサ 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。

## 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次元視野の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、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、レーザ光源から発光されるレーザ光を所定の第1方向に延びるライン状に成形する送光側レンズと、ライン状に成形されたレーザ光を、計測対象エリアにおける第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、受光側レンズの下流側に配置され、第1方向に沿って並べられた複数の受光セルを有する受光ラインセンサと、受光側レンズと受光ラインセンサとの間に配置され、受光側レンズで受光された反射光を受光ラインセンサに向けて集光するとともに、第2方向に集光される倍率が第1方向に集光される倍率よりも大きく設定された受光側光学系と、受光ラインセンサ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、第1方向に沿って並べられた複数の受光セルを有する受光ラインセンサと、受光側レンズと受光ラインセンサとの間に配置され、受光側レンズで受光された反射光を受光ラインセンサに向けて集光するとともに、第2方向に集光される倍率が第1方向に集光される倍率よりも大きく設定された受光側光学系とを備えるため、計測対象エリア全体を受光ラインセンサ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、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ラインセンサ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ラインセンサに集光させることができる。

[0010] また、情報生成部は、反射光を受光した受光セルのピクセル情報に基づき取得された第1方向の位置情報と、レーザ光が照射されてから受光ラインセンサ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2方向の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。

[0011] 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

[0012] 本発明によれば、第1方向に沿って並べられた複数の受光セルを有する受光ラインセンサと、受光側レンズと受光ラインセンサとの間に配置され、受光側レンズで受光された反射光を受光ラインセンサに向けて集光するとともに、第2方向に集光される倍率が第1方向に集光される倍率よりも大きく設定された受光側光学系とを備えるため、計測対象エリア全体を受光ラインセンサ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

[0013] [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]図3は、集光レンズの構成を示す斜視図である。

[図4]図4は、受光ラインセンサの変形例を示す図である。

[図5-1]図5-1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5-2]図5-2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6]図6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

[0014] 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。

[0015] 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に対し、例えば、水平方向（第1方向）Xに延びるライン状のレーザ光Lを、この水平方向Xに直交する垂直方向（第2方向）Yに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。

[0016] 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、受光ラインセンサ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。

- [0017] レーザレーダ装置 1 は、水平方向 X に延びるライン状のレーザ光 L を、計測対象エリア A の垂直方向 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。
- [0018] 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、円筒型凸レンズで構成され、レーザ光源 11 から発光されるレーザ光 L をライン状に成形する。本実施形態では、送光側レンズ 12 の軸方向を水平方向 X に合わせることで、レーザ光 L は水平方向 X に延びるライン状に成形される。スキャナ 13 は、ライン状に成形されたレーザ光 L を、計測対象エリア A の垂直方向 Y に走査する。
- [0019] スキャナ 13 は、計測対象エリア A を走査する機能を有し、ライン状のレーザ光 L を反射させる反射ミラー 14 と、反射ミラー 14 で反射したライン状のレーザ光 L を垂直方向 Y に走査させる垂直走査部 15 とを備える。反射ミラー 14 は、送光側レンズ 12 でライン状に成形されたレーザ光 L を垂直走査部 15 に反射する。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 15a と、ガルバノミラー 15a の鏡面を揺動させる駆動モータ 15b と、を備えている。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、反射ミラー 14 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、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。また、送光側レンズ 12 の光軸上に垂直走査部 15 を配置できる構成では、反射ミラー 14 を設けなくても良い。

[0020] 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 15b の動作を制御する。これにより、ライン状のレーザ光 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、この照射された点（領域）が計測点 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 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、ライン状のレーザ光 L をラインの延びる方向に垂直な方向に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 に対する 3 次元計測レートが向上し、計測対象エリア A の計測を短時間に行うことができる。

[0021] 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 を垂直方向 Y に集光する。

[0022] 図 2 は、受光側光学系を含む周辺構成を示す模式図であり、図 3 は、集光レンズの構成を示す斜視図である。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。

[0023] 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。

[0024] 集光レンズ 36 は、図 3 に示すように、反射光 R の入射側が曲面 36 a、出射側が平面 36 b の円筒型凸レンズで構成される。この集光レンズ 36 は、垂直方向 Y に集光される倍率が水平方向 X に集光される倍率よりも大きくなるように形成されている。すなわち、集光レンズ 36 は、リレーレンズ 35 から伝送された反射光 R の平行光束、すなわち結像情報のすべてを受光ラインセンサ 18 に向けて垂直方向 Y に集光させる。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 の結像情報を受光ラインセンサ 18 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。

[0025] 受光ラインセンサ 18 は、水平方向 X に沿って並べられた複数（本実施形態では 5 つ）の受光セル 18 a を備えて構成される。各受光セル 18 a 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。

[0026] この構成では、受光セル 18 a の数（5 つ）に応じて、計測対象エリア A は、5 つの分割エリア A a に分けられる。そして、計測対象エリア A からの反射光 R は、分割エリア A a に対応して 5 つに空間分解され、分割エリア A a に対応する受光セル 18 a に受光される。この場合、分割エリア A a からの反射光 R は、集光レンズ 36 によって、垂直方向 Y に集光されて、対応する受光セル 18 a に受光される。このため、受光ラインセンサ 18 には、計測対象エリア A からの反射光 R の平行光束、すなわち結像情報のすべてが集光される。

[0027] 受光ラインセンサ 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、受光ラインセンサ 18 が出力した受信信号を電圧信号

として増幅する。受光ラインセンサ 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、受光ラインセンサ 18 とアンプ回路 19 とを備えて受光部を構成する。

[0028] 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。

[0029] また、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 の水平方向 X の位置情報を演算する。具体的には、距離演算部 20 は、反射光 R を受光した受光セル 18 a のピクセル情報（番号）を取得し、このピクセル情報から計測点 S の水平方向 X の位置情報を演算し、この位置情報を情報生成部 21 に発信する。

[0030] 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 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 の垂直方向 Y の位置情報を演算する。情報生成部 21 は、距離演算部 20 から受信した計測点 S の距離情報及び水平方向 X の位置情報と、計測点 S の垂直方向 Y の位置情報に基づき、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。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。

[0031] 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、各受光セル18aを横並びに配置した受光ラインセンサ18に集光する。このため、受光ラインセンサ18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、受光ラインセンサ18は、常時、計測対象エリアAにおける区分された領域Aa全体をセンサの各受光セル視野に収めることができる。

[0032] 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次元視野の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、受光ラインセンサ18には、計測対象エリアAの反射光Rが垂直方向Yに集光されるため、計測対象エリアAのどの計測点Sからの反射光Rも受光ラインセンサ18に集光される。このため、受光ラインセンサ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、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。

[0033] ここで、単一ピクセルからなる受光セル18aを有する受光ラインセンサ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、受光ラインセンサ18の受光セル18aの面積が、受光側レ

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の垂直方向Y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の垂直方向Y全体のセンサ視野を確保するためには、各受光セル18aの垂直方向Yの大きさ（高さ）を受光側レンズ16の結像位置での結像情報と同等以上の大きさとする必要がある。しかし、受光セル18aのセンサ画素サイズが大きくなると、受光セル（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。

[0034] 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、受光セル18aを並べた受光ラインセンサ18に集光する。このため、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セル18a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、受光セル18aは、長方形、正方形や円形の画素が並んだラインセンサでも構成可能となり、センサの選択幅を広くすることができる。

[0035] 次に、受光素子の変形例について説明する。図4は、受光ラインセンサの変形例を示す図である。上記した実施形態では、受光セル18aを水平方向Xに横並びに配置した受光ラインセンサ18を1つ設ける構成としたが、図4に示すように、複数（例えば3つ）の受光ラインセンサ18を垂直方向Yにアレイ状に並べたラインセンサアレイ180とすることもできる。この構成では、垂直方向Yに並んだ残りの2つの受光ラインセンサ18は、予備的に配置されるものであり、レーザレーダ装置1の運用中に受光側レンズ16ーリレーレンズ35ー集光レンズ36による受光ラインセンサ18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、ラインセンサアレイ180のうち、反射光が集光される受光ラインセンサ18を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。

- [0036] 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５－１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５－２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。
- [0037] 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。
- [0038] 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。
- [0039] 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。
- [0040] 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。

[0041] 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。

[0042] 図 6 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。

[0043] 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。

[0044] 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 6 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。

[0045] 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、運転手への運転支援を実現することができる。

[0046] 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。

[0047] 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、ライン状のレーザ光 L を垂直方向 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、これら物体の 3 次元情報を生成する構成としても良い。

[0048] 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 を水平方向 X に延びるライン状に成形する送光側レンズ 12 と、ライン状に成形されたレーザ光 L を、計測対象エリア A における水平方向 X に直交する垂直方向 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 の下流側に配置され、

水平方向Xに沿って並べられた複数の受光セル18aを有する受光ラインセンサ18と、受光側レンズ16と受光ラインセンサ18との間に配置され、受光側レンズ16で受光された反射光Rを受光ラインセンサ18に向けて集光するとともに、垂直方向Yに集光される倍率が水平方向Xに集光される倍率よりも大きく設定された受光側光学系17と、受光ラインセンサ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、を備えるため計測対象エリアA全体を受光ラインセンサ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。

[0049] 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ラインセンサ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の結像情報を受光ラインセンサ18に集光させることができる。

[0050] また、本実施形態によれば、情報生成部21は、反射光Rを受光した受光セル18aのピクセル情報に基づき取得された計測対象エリアAの計測点Sの水平方向Xの位置情報と、レーザ光Lが照射されてから受光ラインセンサ18で受光されるまでの光往復時間から取得された計測点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の垂直方向Yの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。

[0051] 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次元情報を常に取り得ることができ、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

- [0052] 1 レーザレーダ装置
- 1 1 レーザ光源
  - 1 2 送光側レンズ
  - 1 3 スキャナ
  - 1 5 垂直走査部
  - 1 6 受光側レンズ
  - 1 7 受光側光学系
  - 1 8 受光ラインセンサ
    - 1 8 a 受光セル
  - 2 1 情報生成部
  - 3 0 光源制御部
  - 3 1 スキャナ制御部
  - 3 5 リレーレンズ
  - 3 6 集光レンズ
    - 3 6 a 曲面
    - 3 6 b 平面
  - 1 0 0 列車（走行体）
  - 1 5 0 車両（走行体）
  - A 計測対象エリア
    - A a 分割エリア
  - 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所定の第1方向に延びるライン状に成形する送光側レンズと、

前記ライン状に成形された前記レーザ光を、計測対象エリアにおける前記第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、

前記受光側レンズの下流側に配置され、前記第1方向に沿って並べられた複数の受光セルを有する受光ラインセンサと、

前記受光側レンズと前記受光ラインセンサとの間に配置され、前記受光側レンズで受光された前記反射光を前記受光ラインセンサに向けて集光するとともに、前記第2方向に集光される倍率が前記第1方向に集光される倍率よりも大きく設定された受光側光学系と、

前記受光ラインセンサが出力した受信信号に基づき、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リレーレンズと、前記リレーレンズから伝送された平行光束を前記受光ラインセンサ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、前記反射光を受光した前記受光セルのピクセル情報に基づき取得された前記第1方向の位置情報と、前記レーザ光が照射されてから前記受光ラインセンサ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2方向の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。

**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所定の第 1 方向に延びるライン状に成形する送光側レンズと、

前記ライン状に成形された前記レーザ光を、計測対象エリアにおける前記第 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、

前記受光側レンズの下流側に配置され、前記第 1 方向に沿って並べられた複数の受光セルを有する受光ラインセンサと、

前記受光側レンズと前記受光ラインセンサとの間に配置され、前記受光側レンズで受光された前記反射光を前記受光ラインセンサに向けて集光するとともに、前記第 2 方向に集光される倍率が前記第 1 方向に集光される倍率よりも大きく設定された受光側光学系と、

前記受光ラインセンサが出力した受信信号に基づき、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ラインセンサ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ラインセンサに向けて前記第 2 方向に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] (削除)

[請求項 3] (補正後) 前記情報生成部は、前記反射光を受光した前記受光セルのピクセル情報に基づき取得された前記第 1 方向の位置情報と、前記レーザ光が照射されてから前記受光ラインセンサ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 2 方向の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 に記載のレーザレーダ装置。

〔請求項４〕（補正後） 請求項１または３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

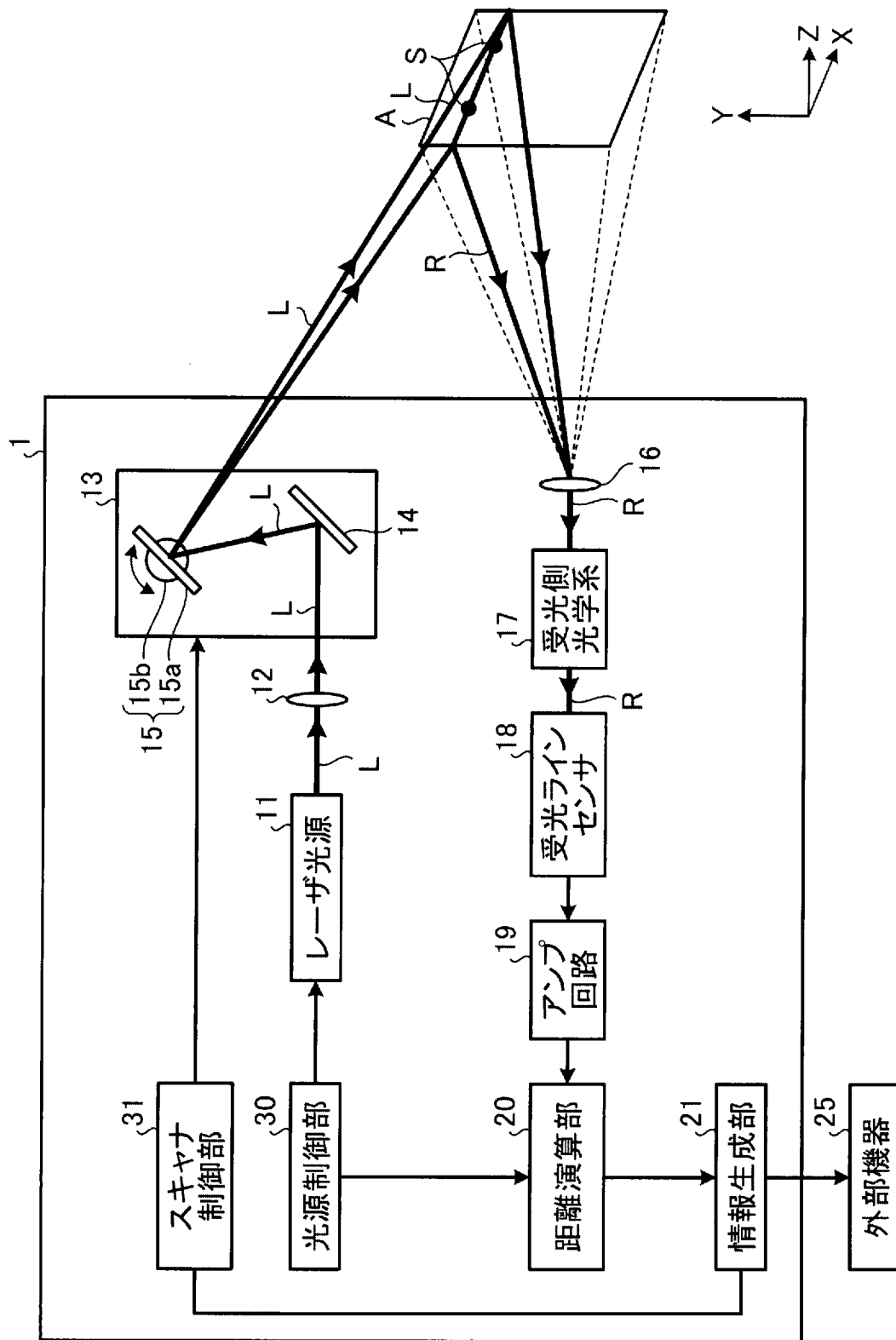
請求項 1 を、「前記受光側光学系は、前記受光側レンズの結像位置付近、または後方に配置され、前記受光側レンズの結像情報を前記受光ラインセンサに向けて伝送するリレーレンズと、前記リレーレンズから伝送された光束を前記受光ラインセンサに向けて前記第 2 方向に集光させる集光レンズと、を備えた」と補正した。

請求項 2 を、削除した。

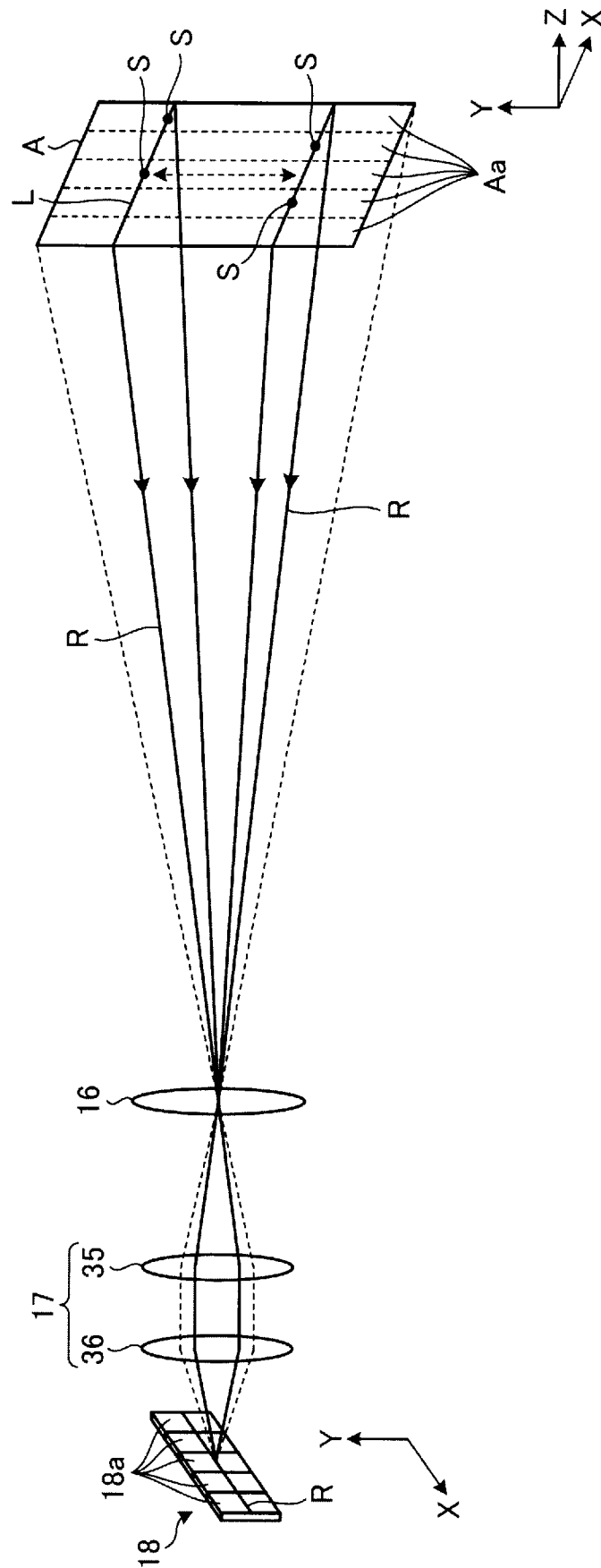
請求項 3 を、請求項 1 に従属するように修正した。

請求項 4 を、請求項 1 または 3 に従属するように修正した。

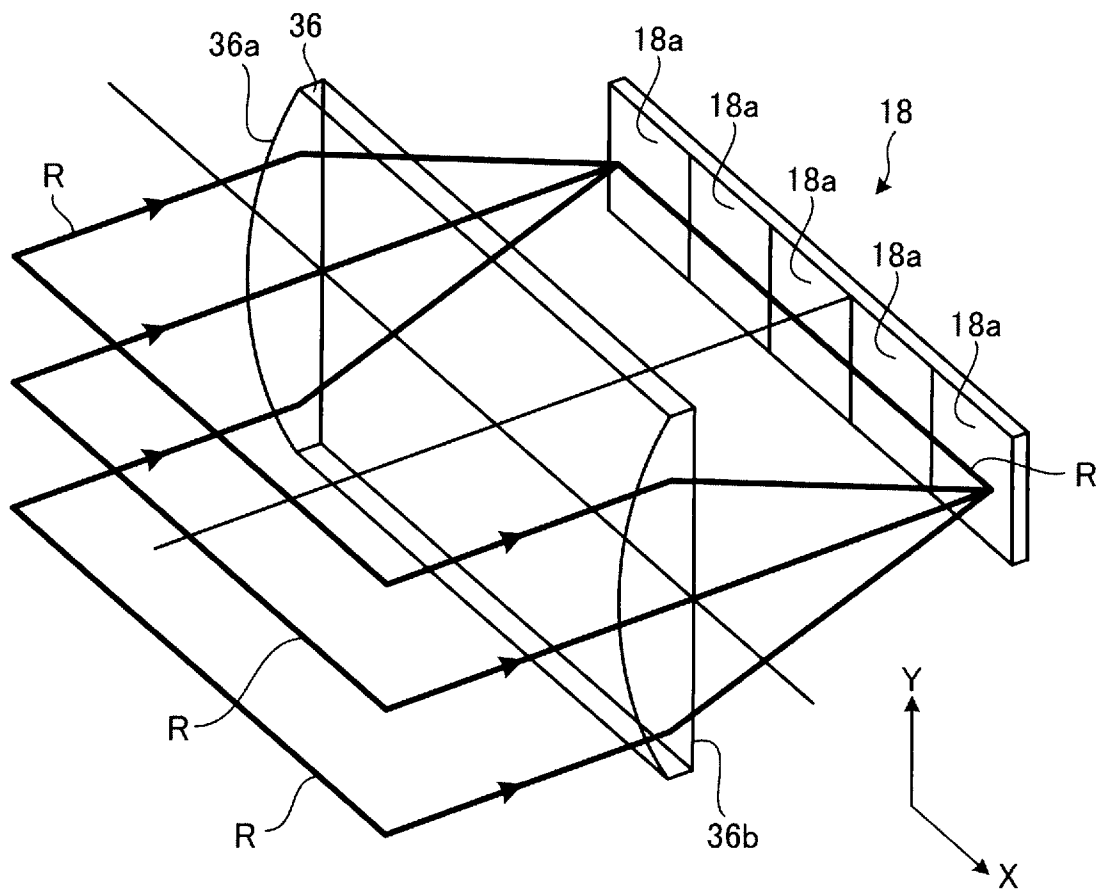
[図1]



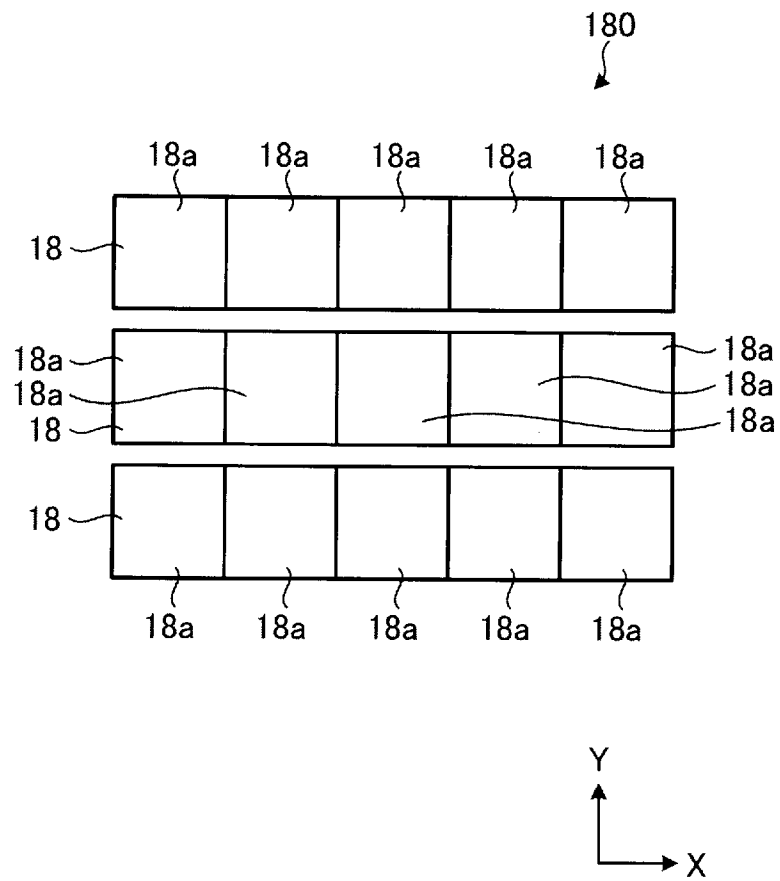
[図2]



[図3]

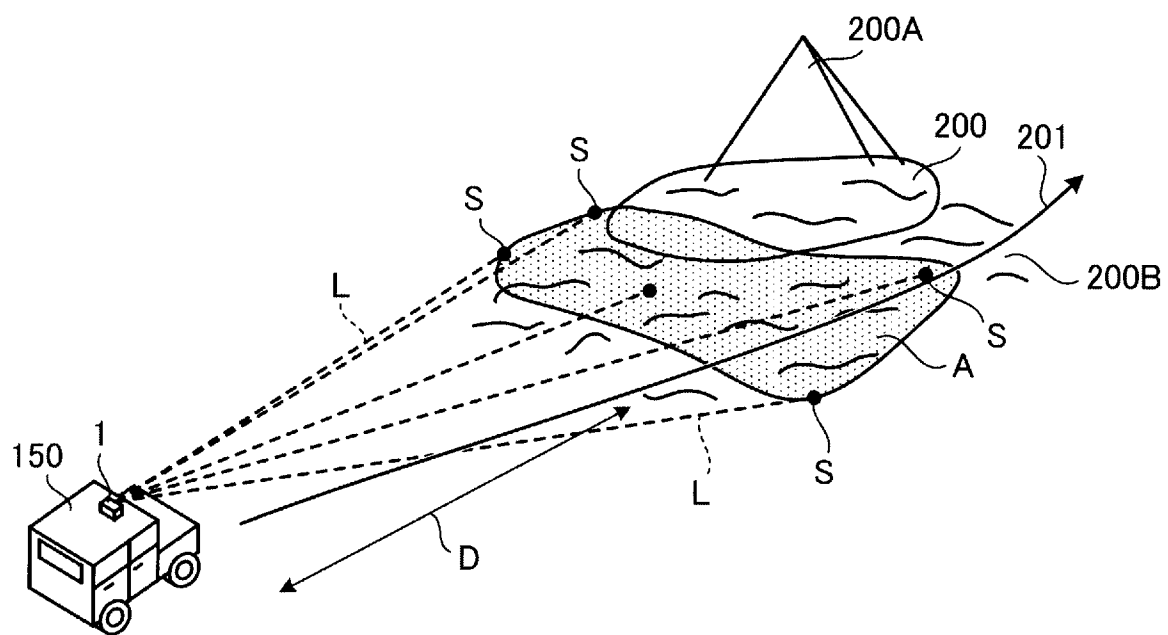


[図4]



The diagram shows a horizontal beam 100 supported by a roller at its left end 102. A hatched segment A is located on the beam. A vertical line segment of length L connects the roller support 102 to a point on the beam. A tilted beam is pivoted at its left end to the beam at a point to the right of segment A. The tilted beam has a vertical height of L at its pivot point. The horizontal distance from the roller support 102 to the pivot point is also labeled L. An arrow points from the pivot point towards the left, parallel to the horizontal beam.

[図6]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/082563

## 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),<br>16 September 1994 (16.09.1994),<br>paragraph [0005]; fig. 3<br>(Family: none)                                                                  | 1-4                   |
| Y         | JP 09-113234 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.),<br>02 May 1997 (02.05.1997),<br>paragraph [0013]; fig. 1<br>(Family: none)                                                    | 1-4                   |
| Y         | JP 2008-026243 A (Konica Minolta Sensing, Inc.),<br>07 February 2008 (07.02.2008),<br>paragraphs [0026] to [0028]; fig. 3<br>& US 2008/0024795 A1<br>paragraphs [0038] to [0040]; fig. 3 | 1-4                   |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

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/JP2015/082563

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 04-198804 A (Nippo Electric Co., Ltd.),<br>20 July 1992 (20.07.1992),<br>page 3, upper right column, line 3 to lower<br>left column, line 15; fig. 2, 3<br>(Family: none) | 1-4                   |
| Y         | JP 2005-055196 A (Olympus Corp.),<br>03 March 2005 (03.03.2005),<br>paragraphs [0017], [0068]; fig. 14<br>(Family: none)                                                     | 2-4                   |

## 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   | 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1 9 7 1 - 2 0 1 6 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 6 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 6 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<br>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<br>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】、<br>【図3】 (ファミリーなし)                                                    | 1-4            |
| Y               | JP 09-113234 A (松下電器産業株式会社) 1997. 05. 02, 【0013】、<br>【図1】 (ファミリーなし)                                                    | 1-4            |
| Y               | JP 2008-026243 A (コニカミノルタセンシング株式会社)<br>2008. 02. 07, 【0026】-【0028】、【図3】 & US 2008/0024795<br>A1, [0038]-[0040], FIG. 3 | 1-4            |

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

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

の日の後に公表された文献

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

国際調査を完了した日

1 0 . 0 2 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

2 3 . 0 2 . 2 0 1 6

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 1 0 0 - 8 9 1 5

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

2 S

4 0 0 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 8

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                               |                |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| Y                     | JP 04-198804 A (ニツポ電機株式会社) 1992. 07. 20, 第 3 ページ右<br>上欄第 3 行ー左下欄第 1 5 行、第 2 図、第 3 図 (ファミリーなし) | 1-4            |
| Y                     | JP 2005-055196 A (オリンパス株式会社) 2005. 03. 03, 【0 0 1 7】、<br>【0 0 6 8】、【図 1 4】 (ファミリーなし)          | 2-4            |