

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6620563号
(P6620563)

(45) 発行日 令和1年12月18日(2019.12.18)

(24) 登録日 令和1年11月29日(2019.11.29)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 B 11/00 (2006.01) GO 1 B 11/00 H
GO 1 C 7/04 (2006.01) GO 1 C 7/04

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2016-5870 (P2016-5870)	(73) 特許権者	000000099
(22) 出願日	平成28年1月15日 (2016.1.15)		株式会社 I H I
(65) 公開番号	特開2017-125790 (P2017-125790A)		東京都江東区豊洲三丁目1番1号
(43) 公開日	平成29年7月20日 (2017.7.20)	(74) 代理人	100088155
審査請求日	平成30年11月27日 (2018.11.27)		弁理士 長谷川 芳樹
		(74) 代理人	100113435
			弁理士 黒木 義樹
		(74) 代理人	100176245
			弁理士 安田 亮輔
		(74) 代理人	100144440
			弁理士 保坂 一之
		(72) 発明者	梅村 篤志
			東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 計測装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所定の基準軸の全周にわたって周辺環境内の各目標点までの距離を測定する測距装置と

、
 前記基準軸の全周にわたって前記周辺環境を撮影することでカラー画像を取得する全方位カメラと、

前記全方位カメラを収容し、前記基準軸の全周にわたって設けられた光学窓を備える筐体と
 を備え、

前記基準軸に沿って前記測距装置および前記筐体が並ぶように前記測距装置が前記筐体
 に対して固定され、

前記測距装置のケーブルが前記全方位カメラの光軸を通る、
 計測装置。

【請求項 2】

前記全方位カメラが、撮像素子と、光を前記撮像素子へと反射させるミラーとを備え、
 前記撮像素子の中心に第1の貫通孔が形成され、前記ミラーの中央に第2の貫通孔が形
 成され、

前記測距装置のケーブルが前記第1の貫通孔および前記第2の貫通孔を通る、
 請求項 1 に記載の計測装置。

【請求項 3】

10

20

前記第 1 の貫通孔と前記第 2 の貫通孔との間において前記光軸に沿って延びる管路をさらに備え、

前記測距装置のケーブルが前記管路内を通る、
請求項 2 に記載の計測装置。

【請求項 4】

前記全方位カメラの視野角が前記測距装置の視野角以上である、
請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の計測装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本発明の一側面は、全周にわたって周辺環境を計測する計測装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、全周にわたって周辺環境を計測する計測装置が知られている。一般的には、その計測装置は、多数の目標点までの距離を測定するレーザ測距装置と、周辺環境のカラー画像を生成するカメラとを備える。レーザ測距装置で得られた 3 次元点群とカメラで得られたカラー画像とから、特定の地点を中心とする全周における色付き 3 次元点群を得ることができる。

【0003】

例えば下記特許文献 1 には、スキャンした空間の 3 次元モデルを生成する 3 次元空間画像処理システムが記載されている。このシステムは、空間内の各目標点までの距離を測定するレーザ測距装置と、その空間を撮影して画像を得るデジタルカメラと、これらのレーザ測距装置およびデジタルカメラが置かれる回転ヘッドとを備える。回転ヘッドはその面にほぼ垂直な回転軸に対して 360 度回転し、レーザ測距装置およびデジタルカメラの双方が実質的にその面上に設けられる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】米国特許第 7 6 9 7 1 2 6 号明細書

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 に記載のシステムでは水平方向に沿って測距装置とカメラとが並ぶため、測距装置の回転中心とカメラの光学中心とが一致しない。そのため、物体のエッジ近傍の色ずれを防ぐためにキャリブレーションが必要になるが、この位置調整は難しい。このような位置調整の煩わしさを軽減する手法として、魚眼カメラの光学中心（光軸）と測距装置の回転中心とが合うように、測距装置の一端に魚眼カメラを設ける構成が存在する。しかし、この従来の構成では、測距装置の支持部が魚眼カメラの視野を遮ってしまい、全周にわたるカラー画像を得ることができない。そこで、測距装置と共に用いられるカメラの視野を遮らない計測装置が望まれている。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一側面に係る計測装置は、所定の基準軸の全周にわたって周辺環境内の各目標点までの距離を測定する測距装置と、基準軸の全周にわたって周辺環境を撮影することでカラー画像を取得するカメラと、カメラを収容し、基準軸の全周にわたって光学窓を備える筐体とを備え、基準軸に沿って測距装置および筐体が並んだ状態で測距装置が筐体に対して固定される。

【0007】

このような側面においては、カメラと測距装置とが、測定および撮影の対象となる範囲の中心軸（基準軸）に沿って並ぶので、測距装置はカメラの視野を遮らない。また、カメ

50

ラを収容する筐体に対して測距装置が固定されるので、その測距装置を固定するために他の部品を用いる必要がなく、測距装置を筐体に対して固定することによりカメラの視野が遮られることがない。したがって、測距装置と共に用いられるカメラの視野を遮らない計測装置を提供することができる。

【0008】

他の側面に係る計測装置では、カメラが全方位カメラであってもよい。全方位カメラを用いることで基準軸の全周にわたるカラー画像を瞬時に得ることができ、また、キャリブレーションを簡素化することもできる。

【0009】

他の側面に係る計測装置では、測距装置のケーブルが全方位カメラの光軸を通ってもよい。このように測距装置のケーブルを配することで、そのケーブルが全方位カメラの視野を遮らないようにすることができる。

10

【0010】

他の側面に係る計測装置では、全方位カメラが、撮像素子と、光を撮像素子へと反射させるミラーとを備え、撮像素子の中心に第1の貫通孔が形成され、ミラーの中央に第2の貫通孔が形成され、測距装置のケーブルが第1の貫通孔および第2の貫通孔を通ってもよい。このように測距装置のケーブルを配することで、そのケーブルが全方位カメラの視野を遮らないようにすることができる。

【0011】

他の側面に係る計測装置では、第1の貫通孔と第2の貫通孔との間において光軸に沿って伸びる管路をさらに備え、測距装置のケーブルが管路内を通ってもよい。このような管路を設けることで、ケーブルが全方位カメラの光軸に沿って配される状態をより確実に維持することができる。

20

【0012】

他の側面に係る計測装置では、カメラの視野角が測距装置の視野角以上であってもよい。双方の視野角をこのように設定することで、カメラの視野角が測距装置の視野角を覆うので、測距装置から得られる点群データで示されるすべての点群に色を付けることが可能になる。

【発明の効果】

【0013】

本発明の一側面によれば、測距装置と共に用いられるカメラの視野を遮らない計測装置を提供することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】実施形態に係る計測装置の利用例を示す図である。

【図2】図1に示す計測装置を用いて得られる色付き3次元点群を示す図である。

【図3】実施形態に係る計測装置を示す斜視図である。

【図4】実施形態に係る計測装置の視野角を示す図である。

【図5】実施形態に係る計測装置と接続するコンピュータの機能構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

40

【0015】

以下、添付図面を参照しながら本発明の実施形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一または同等の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0016】

実施形態に係る計測装置1の構成を説明する。計測装置1は、自装置の周囲360度(すなわち、全周)の環境を計測する装置である。より具体的には、計測装置1は、その周辺環境を示す色付き3次元点群の生成に必要な点群データおよびカラー画像を得る装置である。計測装置1は、自装置の周囲に存在する物体までの距離および色を計測することができる。

【0017】

50

計測装置 1 の利用方法は何ら限定されない。一例として、計測装置 1 は有人または無人の移動体に取り付けられて該移動体の周囲の環境を測定する。例えば、計測装置 1 は図 1 に示すように自動車 V の上に取り付けられる。そして、その計測装置 1 から得られる計測データ（点群データおよびカラー画像）をコンピュータ（例えば、後述するコンピュータ 40）で処理することで、図 2 に示すような色付き 3 次元点群が得られる（ただし、図 2 では色を区別していない）。

【0018】

図 3 に示すように、計測装置 1 は L I D A R（測距装置）10 および全方位カメラ 20 を備える。

【0019】

L I D A R（ライダ。Light Detection and Ranging、またはLaser Imaging Detection and Ranging）10 は測距装置の一種であり、レーザ光（パルス光または連続光）を照射し反射光を測定することで対象物までの距離を測定する装置である。L I D A R 10 は、図 3 に示す基準軸 90 の全周にわたって周辺環境内の各目標点までの距離を測定する。周辺環境内の目標点とは、レーザ光が当該環境内の物体の面に当たった場所を意味する。L I D A R 10 は、レーザ光を発する光源 11 と、物体からの反射光を検知する光センサ 12 とを備える。この光源 11 および光センサ 12 が埋め込まれた部分 13 が基準軸 90 を中心として 360 度回転することで、計測装置 1 の全周にわたって点群データが得られる。L I D A R 10 はケーブル 14 を介して電源（図示せず）および後述のコンピュータ 40 と接続する。

【0020】

全方位カメラ 20 は、周囲 360 度のカラー画像（静止画または動画）を生成する装置である。より具体的には、全方位カメラ 20 は基準軸 90 の全周にわたって周辺環境を撮影することでカラー画像を生成する。したがって、L I D A R 10 の回転中心と全方位カメラ 20 の光軸（光学中心）とは一致する。ここで、「全方位カメラの光軸（光学中心）」とは、該全方位カメラの回転対称軸であり、カラー画像の中心に対応する。以下では、全方位カメラについては「光軸」という語を用いる。全方位カメラ 20 は、撮像素子 21 と、外部から入ってきた光をその撮像素子 21 へと反射させるミラー（例えば双曲面ミラー）22 とを備える。撮像素子 21 はケーブル 23 を介して電源（図示せず）および後述のコンピュータ 40 と電氣的に接続する。

【0021】

全方位カメラ 20 は、基準軸 90 の全周にわたって設けられた光学窓 31 を備える筐体 30 に收容される。できるだけ広い範囲のカラー画像を得るために、図 3 の例では筐体 30 の側面（基準軸 90 に沿って延びる円筒状の面）のほぼ全体が光学窓 31 であるが、光学窓 31 の寸法は任意に決めてよい。

【0022】

L I D A R 10 は、基準軸 90 に沿って L I D A R 10 および筐体 30 が並ぶように、筐体 30 に対して固定される。L I D A R 10 は筐体 30 に直接固定されてもよいし、任意の部材を介して筐体 30 に対して固定されてもよい。筐体 30 に対して L I D A R 10 を固定させる具体的な手法は限定されず、例えば接着剤を用いてもよいし、ねじを用いてもよい。本実施形態では、L I D A R 10 を筐体 30 に対して固定させるための固定手段が全方位カメラ 20 の視野を遮らない。「固定手段がカメラの視野を遮らない」とは、光学窓 31 の外部に他の固定手段が存在しないことを意味する。ただし、その固定手段がカメラの視野を遮らないことは必須の要件ではない。

【0023】

L I D A R 10 が筐体 30 に対して固定されるので、筐体 30 は L I D A R 10 を支持する部材としても機能する。そのため、L I D A R 10 の支持に耐え得る程度の強度を光学窓 31 に持たせる必要がある。そのような高い強度を実現する材料の例としてアクリル樹脂が挙げられるが、L I D A R 10 の支持に寄与するのであれば光学窓 31 の材料はそれに限定されるものではない。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 4 】

L I D A R 1 0 の回転中心と全方位カメラ 2 0 の光軸とを一致させ、かつ L I D A R 1 0 と筐体 3 0 とを基準軸 9 0 に沿って並べるため、L I D A R 1 0 のケーブル 1 4 が全方位カメラ 2 0 の視野に入らないように計測装置 1 を設計する必要がある。本実施形態では、撮像素子 2 1 の中心とミラー 2 2 の頂部（中央）との双方に貫通孔（第 1 および第 2 の貫通孔）を設け、これらの貫通孔を細い管路 3 2 でつなぐ。この管路 3 2 は光軸に沿って延びる。そして、L I D A R 1 0 のケーブル 1 4 をその管路 3 2 に通して筐体 3 0 の一端から出す。このように全方位カメラ 2 0 の光軸に沿って（言い換えると、光軸上に）ケーブル 1 4 を引くことで、そのケーブル 1 4 が全方位カメラ 2 0 の視野に入らない。これは、カラー画像にケーブル 1 4 が写りこまないことを意味する。また、光軸上に上記二つの貫通孔を形成して管路 3 2 の中にケーブル 1 4 を通すことで、ケーブル 1 4 が全方位カメラ 2 0 の光軸に沿って配される状態をより確実に維持することができる。管路 3 2 を設けることで計測装置 1 の近傍を撮影できなくなるが、一般に、このことは 3 次元点群を得る際に不利益を及ぼすものではない。

10

【 0 0 2 5 】

全方位カメラ 2 0 のケーブル 2 3 の一端は撮像素子 2 1 と接続し、その撮像素子 2 1 は筐体 3 0 の一端に設けられるので、ケーブル 2 3 は全方位カメラ 2 0 の視野を妨げない。

【 0 0 2 6 】

図 4 は、L I D A R 1 0 の視野角 θ_1 と全方位カメラ 2 0 の視野角 θ_2 とを示す。本実施形態では視野角 θ_2 は視野角 θ_1 以上に設定される（すなわち、 $\theta_1 < \theta_2$ ）。例えば、視野角 θ_2 は視野角 θ_1 より大きく設定される。視野角 θ_1 、 θ_2 をこのように設定することで、全方位カメラ 2 0 の視野が L I D A R 1 0 の視野を覆うので、L I D A R 1 0 から得られる点群データで示されるすべての点群に色を付けることが可能になる。ただし、このような視野角の設定は必須ではなく、 $\theta_1 > \theta_2$ でもよい。

20

【 0 0 2 7 】

計測装置 1 はコンピュータ 4 0 からの指示信号に従って作動し、L I D A R 1 0 により得られた点群データと全方位カメラ 2 0 により得られたカラー画像とをコンピュータ 4 0 に出力する。

【 0 0 2 8 】

コンピュータ 4 0 は、図 5 に示すように、機能的構成要素として L I D A R 制御部 4 1、カメラ制御部 4 2、および合成部 4 3 を備える。コンピュータ 4 0 の種類は限定されず、例えば据置型または携帯型のパーソナルコンピュータでもよいし、高機能携帯電話機（スマートフォン）や携帯電話機、携帯情報端末（PDA）、タブレット、などの携帯端末でもよい。一般にコンピュータ 4 0 はプロセッサ、主記憶部、補助記憶部（例えばハードディスクまたはフラッシュメモリ）、通信制御部（例えばネットワークカードまたは無線通信モジュール）、入力装置（例えばキーボードおよびマウス）、および出力装置（モニタ）を備える。コンピュータ 4 0 の各機能要素は、プロセッサまたは主記憶部の上に所定のソフトウェアを読み込ませ、プロセッサの制御の下で通信制御部や入力装置、出力装置などを動作させ、主記憶部または補助記憶部におけるデータの読み出し及び書き込みを行うことで実現される。処理に必要なデータまたはデータベースは主記憶部または補助記憶部内に格納される。

30

40

【 0 0 2 9 】

L I D A R 制御部 4 1 は、L I D A R 1 0 に制御信号を送ることで L I D A R 1 0 を作動させたり停止させたりする機能要素である。その制御信号に応じて、L I D A R 1 0 は回転しながら、レーザ光を照射し、検知した反射光に基づいて点群データを生成し、その点群データをコンピュータ 4 0 に出力する。

【 0 0 3 0 】

カメラ制御部 4 2 は、全方位カメラ 2 0 に制御信号を送ることで全方位カメラ 2 0 を作動させたり停止させたりする機能要素である。その制御信号に応じて、全方位カメラ 2 0 は計測装置 1 の周囲を撮影し、画像データをコンピュータ 4 0 に出力する。

50

【 0 0 3 1 】

合成部 4 3 は、色付き 3 次元点群のデータを生成する機能要素である。合成部 4 3 は、L I D A R 1 0 から入力された点群データと、全方位カメラ 2 0 から入力されたカラー画像とを受け付ける。続いて、合成部 4 3 は点群データで示される個々の点について、その点に対応するカラー画像の部分の色を特定し、特定した色をその点の色として設定する。この処理により色付き 3 次元点群が得られる。この処理のために合成部 4 3 は、点群データで示される各点がカラー画像中のどの部分に対応するかを示す合成パラメータを予め保持している。合成部 4 3 はその合成パラメータを参照することで、点群データで示される個々の点に色を付ける。合成部 4 3 は色付き 3 次元点群のデータを出力する。色付き 3 次元点群の出力方法および出力先は限定されない。例えば、合成部 4 3 はそのデータをモニタに表示してもよいし、他のコンピュータに送信してもよいし、所定のデータベースに記憶してもよい。合成パラメータは画像および 3 次元点群を得る前に用意されていてもよいし、これらを得る際に所定の演算処理を行うことで都度用意されてもよい。

10

【 0 0 3 2 】

以上説明したように、本発明の一側面に係る計測装置は、所定の基準軸の全周にわたって周辺環境内の各目標点までの距離を測定する測距装置と、基準軸の全周にわたって周辺環境を撮影することでカラー画像を取得するカメラと、カメラを収容し、基準軸の全周にわたって光学窓を備える筐体とを備え、基準軸に沿って測距装置および筐体が並んだ状態で測距装置が筐体に対して固定される。

20

【 0 0 3 3 】

このような側面においては、カメラと測距装置とが、測定および撮影の対象となる範囲の中心軸（基準軸）に沿って並ぶので、測距装置はカメラの視野を遮らない。また、カメラを収容する筐体に対して測距装置が固定されるので、その測距装置を固定するために他の部品を用いる必要がなく、測距装置を筐体に対して固定することによりカメラの視野が遮られることがない。したがって、測距装置と共に用いられるカメラの視野を遮らない計測装置を提供することができる。

【 0 0 3 4 】

カメラの視野を遮ることなく色付き 3 次元点群を得ることができる専用の装置は既に存在する。しかし、その専用装置の構造はその目的に特化したものであり、汎用性が低い。加えて、その専用装置は動作速度の面で有利とはいえない。これに対して、本発明の一側面では、汎用の測距装置およびカメラを組み合わせることで計測装置を構築できる。したがって、計測装置の設計および製造の柔軟性が増す。例えば、動作速度の面で有利な測距装置またはカメラを採用して計測装置を構築することができる。

30

【 0 0 3 5 】

他の側面に係る計測装置では、カメラが全方位カメラであってもよい。全方位カメラを用いることで基準軸の全周にわたるカラー画像を瞬時に得ることができ、また、キャリブレーションを簡素化することもできる。

【 0 0 3 6 】

他の側面に係る計測装置では、測距装置のケーブルが全方位カメラの光軸を通ってもよい。このように測距装置のケーブルを配することで、そのケーブルが全方位カメラの視野を遮らないようにすることができる。

40

【 0 0 3 7 】

他の側面に係る計測装置では、全方位カメラが、撮像素子と、光を撮像素子へと反射させるミラーとを備え、撮像素子の中心に第 1 の貫通孔が形成され、ミラーの中央に第 2 の貫通孔が形成され、測距装置のケーブルが第 1 の貫通孔および第 2 の貫通孔を通ってもよい。このように測距装置のケーブルを配することで、そのケーブルが全方位カメラの視野を遮らないようにすることができる。

【 0 0 3 8 】

他の側面に係る計測装置では、第 1 の貫通孔と第 2 の貫通孔との間において光軸に沿って延びる管路をさらに備え、測距装置のケーブルが管路内を通ってもよい。このような管

50

路を設けることで、ケーブルが全方位カメラの光軸に沿って配される状態をより確実に維持することができる。

【 0 0 3 9 】

他の側面に係る計測装置では、カメラの視野角が測距装置の視野角以上であってもよい。双方の視野角をこのように設定することで、カメラの視野が測距装置の視野を覆うので、測距装置から得られる点群データで示されるすべての点群に色を付けることが可能になる。

【 0 0 4 0 】

以上、本発明をその実施形態に基づいて詳細に説明した。しかし、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。本発明は、その要旨を逸脱しない範囲で様々な変形が可能である。

【 0 0 4 1 】

上記実施形態では測距装置の例として L I D A R 1 0 を示したが、他の種類の測距装置が用いられてもよい。

【 0 0 4 2 】

全方位カメラの構成は上記実施形態で示すものに限定されず、例えば魚眼カメラを用いてもよい。全方位カメラの利用は必須ではなく、例えば、上記の L I D A R 1 0 のように回転しながら、周囲 3 6 0 度の範囲を撮影するカメラが用いられてもよい。

【 0 0 4 3 】

バッテリーを備え、無線通信によりコンピュータとの間でデータを送受信する測距装置（またはカメラ）を用いたならば、その測距装置（またはカメラ）はケーブルを備えなくてもよい。

【 0 0 4 4 】

上記実施形態では L I D A R 1 0 のケーブル 1 4 を管路 3 2 に通したが、管路は必須ではない。管路を用いることなく測距装置のケーブルを全方位カメラの光軸に沿って配してもよい。

【 0 0 4 5 】

上記実施形態では一つのコンピュータが測距装置およびカメラの制御と色付き 3 次元点群の生成とを実行するが、これらの処理は複数のコンピュータにより分散されて実行されてもよい。

【 0 0 4 6 】

本発明における「色」ないし「カラー」とは、通常は可視光領域における光の特性を数値化したものであり、一般的には R G B (R e d , G r e e n , B l u e)、H S V ないし H S L (H u e , S a t u r a t i o n , V a l u e ないし L i g h t n e s s) などの 3 次元色空間において定義される。しかし、これらの色が赤外線領域や紫外線領域など可視光領域外で定義されてもよいし、反射強度、温度、核放射などの他の物体特性に基づき定義されてもよい。また、次元またはモデルの異なる他の色空間、たとえばグレースケールを用いて色を定義してもよいし、事前に用意された任意の色変換テーブルを用いて色を定義してもよい。

【符号の説明】

【 0 0 4 7 】

- 1 計測装置
- 1 0 L I D A R (測距装置)
- 1 4 L I D A R のケーブル
- 2 0 全方位カメラ
- 2 1 撮像素子
- 2 2 ミラー
- 2 3 全方位カメラのケーブル
- 3 0 筐体
- 3 1 光学窓

10

20

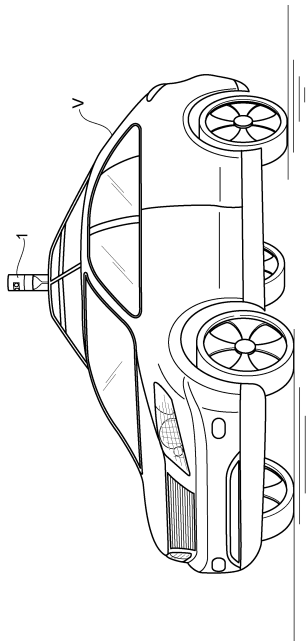
30

40

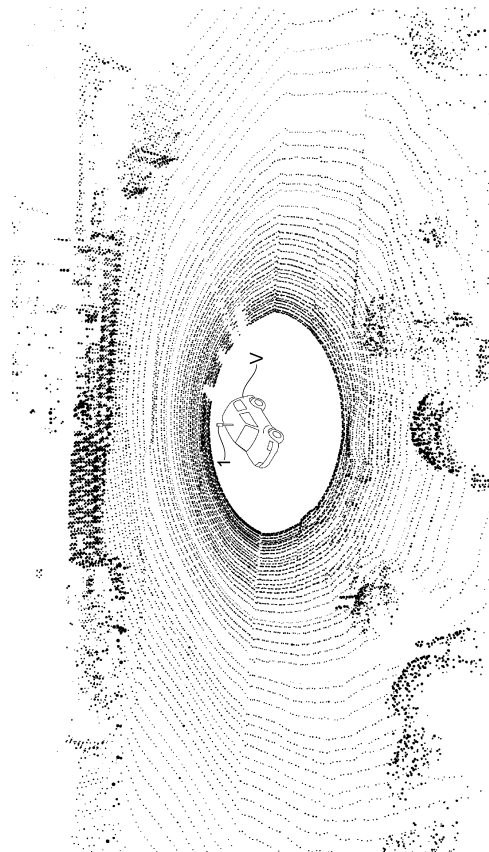
50

- 3 2 管路
- 4 0 コンピュータ
- 4 1 L I D A R 制御部
- 4 2 カメラ制御部
- 4 3 合成部
- 9 0 基準軸

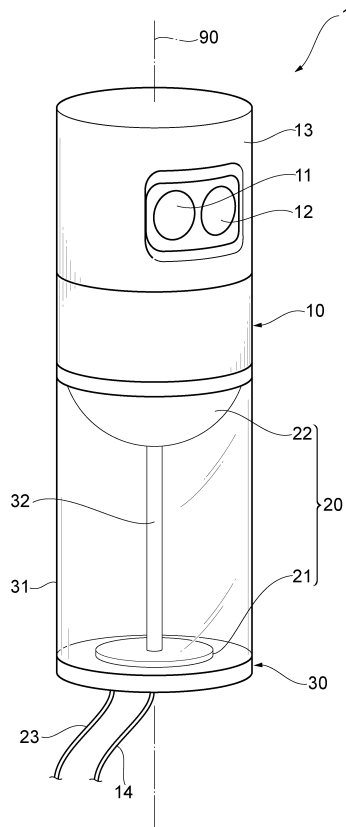
【 図 1 】



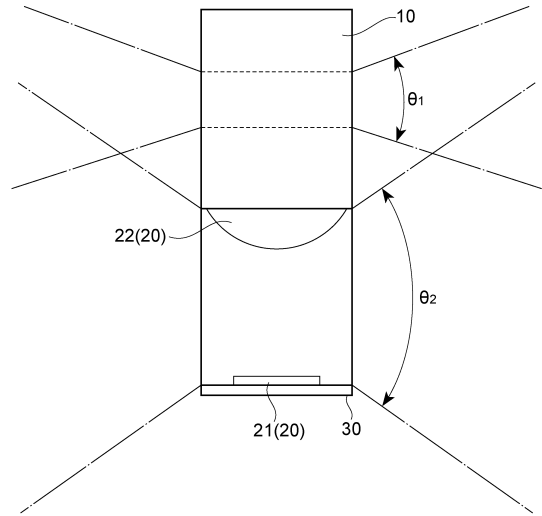
【 図 2 】



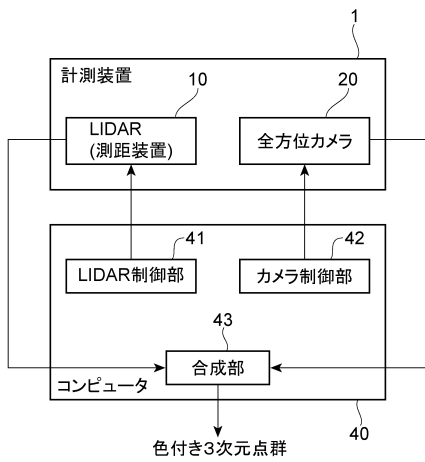
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

審査官 國田 正久

- (56)参考文献 特開2004-265396(JP,A)
特開2014-137226(JP,A)
特開2009-067292(JP,A)
特表2015-518566(JP,A)
特開2015-081921(JP,A)
中国特許出願公開第105928457(CN,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B 11/00 - 11/30
G01C 3/00 - 3/32
G01S 7/48 - 7/51
G01S 17/00 - 17/95
G06T 19/00 - 19/20