

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-196916

(P2011-196916A)

(43) 公開日 平成23年10月6日(2011.10.6)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
GO1C	15/00 (2006.01)	GO1C 15/00 101	2F065
GO1S	17/88 (2006.01)	GO1S 17/88	5J084
GO1B	11/24 (2006.01)	GO1B 11/24 Z	
GO1C	7/04 (2006.01)	GO1C 7/04	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2010-66017 (P2010-66017)
 (22) 出願日 平成22年3月23日 (2010. 3. 23)

(71) 出願人 000006013
 三菱電機株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
 (74) 代理人 100113077
 弁理士 高橋 省吾
 (74) 代理人 100112210
 弁理士 稲葉 忠彦
 (74) 代理人 100108431
 弁理士 村上 加奈子
 (74) 代理人 100128060
 弁理士 中鶴 一隆
 (72) 発明者 石原 隆一
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
 菱電機株式会社内

最終頁に続く

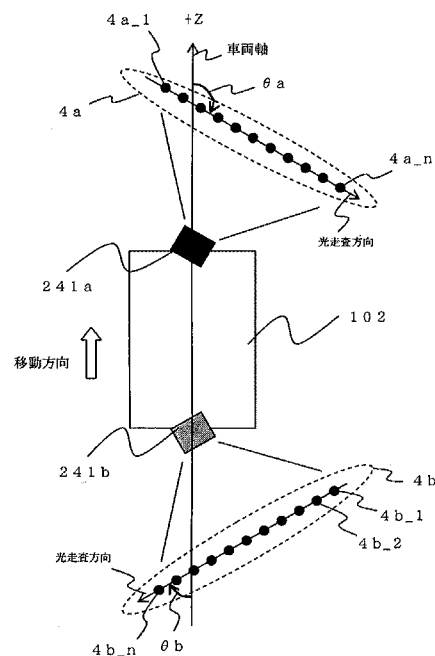
(54) 【発明の名称】 計測車両、道路地物計測システム

(57) 【要約】

【課題】 移動体にレーザレーダを搭載して地面や壁面に照射し、移動しながら目標物の位置を計測しようとする場合、複数のレーザレーダを用いることは多いが、レーザレーダを単に平行に並べて設置すると、移動速度によって計測点の密度にムラが発生したり、走行に平行な方向と垂直な方向とで計測点の密度差が大きい、という問題があった。

【解決手段】 レーザレーダ同士に角度を持たせて設置することにより、計測点の密度のムラや方向による密度差の大きさを軽減することができる。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レーザ光を走査して、路面および前記路面周辺の道路地物までの距離及びその方位について示す方位・距離データを取得するレーザレーダ (L R F [L a s e r R a n g e F i n d e r]) を 2 台以上搭載した計測車両であって、

一の前記レーザレーダがレーザ光を走査した前記路面上の走査線は、他のレーザレーダがレーザ光を走査した前記路面上の走査線とは非平行であることを特徴とする計測車両。

【請求項 2】

前記レーザレーダは、一方向のみ走査する一次元のレーザレーダであることを特徴とする請求項 1 記載の計測車両。

【請求項 3】

少なくとも車両前方と車両後方に 1 台ずつ、前記レーザレーダが搭載されていることを特徴とする請求項 1 記載の計測車両。

【請求項 4】

計測車両が移動中に、一の前記レーザレーダがレーザ光を走査する走査範囲と、他のレーザレーダがレーザ光を走査する走査範囲とは、範囲が重なっていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか記載の計測車両。

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 のいずれか記載の計測車両であって、更に、前記計測車両の 3 軸方向の傾き (ピッチ角、ロール角、ヨー角) を示す角速度データを取得するジャイロと、前記計測車両の走行位置を示す測位データを取得する GPS (G l o b a l P o s i t i o n i n g S y s t e m) と、を備えた計測車両と、

前記方位・距離データと前記角速度データと前記測位データとに基づき、前記道路地物の位置を算出する計算機と、

からなることを特徴とする道路地物計測システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明はレーザレーダを用いた計測車両に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、カーナビゲーションシステムなどに代表される GIS (G e o g r a p h i c a l I n f o r m a t i o n S y s t e m) と GPS (G l o b a l P o s i t i o n i n g S y s t e m) を組み合わせた製品の普及が著しい。また、一方で、GIS と GPS による位置情報を ITS (I n t e l l i g e n t T r a n s p o r t S y s t e m s) の安全運転へ応用することが期待されており、道路上・道路脇の地物の位置情報は有効な情報であると考えられている。

また一方で、道路周辺の地物の情報を記録した道路管理台帳の高精度化、高度化が望まれている。しかしながら、1 / 5 0 0 のスケールでキロポスト、標識、ガードレール、白線などの道路上・道路脇の地物の位置を記録する道路管理台帳の作成には、高い精度を持つ測量を行う必要があるため、GPS と距離・角度を計測するトータルステーションとを用いた静止測量が行われている。また、国道には往復 3 0 k m の区間に計測対象となる地物が約 2 0 0 0 も存在していることもある。そのため、全国の道路管理台帳の高度化・高精度化には莫大な費用と時間とを要する。

そこで、情報収集時間および費用の縮減を目的として MMS (M o b i l e M a p p i n g S y s t e m) が注目され研究開発が行われている (例えば、特許文献 1 参照) 。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

10

20

30

40

50

【特許文献1】W O 2 0 0 8 / 0 9 9 9 1 5 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら特許文献1に記載されるようなレーザレーダを用いた計測装置において、一方向のみ走査する一次元のレーザレーダ(レーザスキャナ)を搭載して地面や壁面に照射し移動しながら目標物の位置を計測しようとする場合、移動体が高速で走行する際にはレーザの点密度が低下する、あるいは点密度にむらが生じるという問題があった。

【0005】

この発明に係る課題を解決するためになされたもので、車両が高速に移動した場合であっても、点密度の低下や点密度にむらが生じることを抑えて計測可能な計測車両を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0006】

この発明に係る計測車両は、レーザ光を走査して、路面および前記路面周辺の道路地物までの距離及びその方位について示す方位・距離データを取得するレーザレーダ(LRF [Laser Range Finder])を2台以上搭載した計測車両であって、一の前記レーザレーダがレーザ光を走査した前記路面上の走査線は、他のレーザレーダがレーザ光を走査した前記路面上の走査線とは非平行である。

【発明の効果】

20

【0007】

この発明の計測車両によれば、レーザレーダを用いて地物を計測する場合に、車両が高速に移動した場合であっても、点密度の低下や点密度にむらが生じることを抑えて計測することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】実施の形態1に係る計測車両102の機能構成を示す図である。

【図2】実施の形態1に係るレーザレーダ240a、240bを天板に搭載した搭載例である。

【図3】実施の形態1に係る計測車両102を上方からみた模式図である。

30

【図4】実施の形態1に係る計測車両102を側方からみた模式図である。

【図5】実施の形態1に係るレーザレーダ240a、240bが路面に照射したレーザの照射点を示した図である。

【図6】実施の形態1に係るレーザレーダ240a、240bの照射点で、点密度に密度の高い箇所、低い箇所ができる一例である。

【図7】実施の形態1に係るレーザレーダ241a、241bを天板に搭載した別の例である。

【図8】実施の形態1に係るレーザレーダ241a、241bが路面に照射したレーザの照射点の点群を示した図である。

【図9】実施の形態1に係るレーザレーダ241a、241bが路面に照射したレーザの照射点の点群を示した図である(車両速度が高速の場合)。

40

【図10】実施の形態2に係る計測車両102を上方からみた模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

実施の形態1

図1は、実施の形態1における計測車両102と、計測車両102が出力する出力データを用いて道路地物を計測する道路地物計測装置(計算機)100の機能構成を示す図である。計測車両102と道路地物計測装置(計算機)100とにより道路地物計測システムが完成する。なお、道路地物計測装置(計算機)100については、特許文献1に記載されているものであり、ここでは詳細な説明は省略する。

50

【 0 0 1 0 】

実施の形態 1 における計測車両 1 0 2 は、オドメトリ装置 2 0 0、3 台のジャイロ 2 1 0 (測位部、姿勢検出部、GPS ジャイロの一部)、3 台の GPS 2 2 0 (測位部、姿勢検出部、GPS ジャイロの一部)、カメラ 2 3 0 (撮像部)、車両前方に設けられ車両前方に向けてレーザ光を照射するレーザレーダ 2 4 0 a (光走査部、レーザスキャナ、L R F [L a s e r R a n g e F i n d e r])、車両後方に設けられ車両後方に向けてレーザ光を照射するレーザレーダ 2 4 0 b (光走査部、レーザスキャナ、L R F [L a s e r R a n g e F i n d e r]) とを備える。

【 0 0 1 1 】

図 2 は、GPS 2 2 0、ジャイロ 2 1 0、レーザレーダ 2 4 0 a、2 4 0 b を計測車両 1 0 2 の天板に搭載した搭載例である。オドメトリ装置 2 0 0、3 台のジャイロ 2 1 0、3 台の GPS 2 2 0、カメラ 2 3 0、2 台のレーザレーダ 2 4 0 a、2 4 0 b (それぞれ、計測センサの一例である) は計測車両 1 0 2 (以下、車両とする) の天板 1 0 3 (基台) に搭載される。なお、図 2 の + Z 方向が車両 1 0 2 の前方向に相当する。Z 軸のことを以下、車両軸ともいい、車両軸の方向 (+ Z 方向) と車両の前方向とは一致していて、車両はこの車両軸の方向に走行する。

オドメトリ装置 2 0 0 はオドメトリ手法を実行し車両の走行距離を示す距離データを算出する。

3 台のジャイロ 2 1 0 は車両の 3 軸方向の傾き (ピッチ角、ロール角、ヨー角) を示す角速度データを算出する。

3 台の GPS 2 2 0 は車両の走行位置 (座標) を示す測位データを算出する。

オドメトリ装置 2 0 0 とジャイロ 2 1 0 と GPS 2 2 0 とは GPS / デッドレコニング複合演算により車両の位置、姿勢を測定する。

カメラ 2 3 0 は撮影を行い時系列の画像データを出力する。

レーザレーダ 2 4 0 a とレーザレーダ 2 4 0 b は、車体の前方と後方に各々 1 台ずつ設置され、横方向に光軸を振りながらレーザをななめ下方向に所定の周期で照射して、路面までの距離を各方位について示す方位・距離データ (以下、L R F データとする) を算出する。

【 0 0 1 2 】

次に、本発明の車両 1 0 2 が出力する出力データを用いて、道路地物を計測する道路地物計測装置 (計算機) 1 0 0 について、概略を説明する。

道路地物計測装置 1 0 0 は距離データ、角速度データ、測位データ、画像データ、方位・距離データに基づいてユーザの指定した地物の位置を算出する。

道路地物計測装置 1 0 0 は車両位置姿勢 (3 軸) 演算部 1 1 0、カメラ位置姿勢演算部 1 3 0、カメラ LOS 演算部 1 4 0、路面形状モデル生成部 1 5 0、レーザレーダ位置姿勢演算部 1 6 0、路面モデル対応点探索部 1 7 0、地物識別装置 3 0 0、観測データ入力部 1 9 1、観測データ記憶部 1 9 9 を備える。

車両位置姿勢 (3 軸) 演算部 1 1 0 は距離データ、角速度データ、測位データに基づいて車両の位置と姿勢 (車両位置姿勢) を算出する。

地物識別装置 3 0 0 は画像データに基づいて静止物の 3 次元モデルを生成し、静止物の 3 次元モデルと後述する L R F データに基づく路面形状モデルとを比較して静止物の路面形状モデルを生成する。また、地物識別装置 3 0 0 は路面形状モデルを構成するレーザ計測点群をグループ分けし、レーザ計測点群が形成する形状に基づいて各グループが示す地物の種類を識別する。また、地物識別装置 3 0 0 は画像と静止物の路面形状モデルと地物の種別とを重畳表示してユーザに提供する。そして、地物識別装置 3 0 0 はユーザに指定された地物の画像上の位置を計測画像点として入力する。

カメラ位置姿勢演算部 1 3 0 は車両位置姿勢とカメラ取付オフセットとに基づいてカメラ 2 3 0 の位置と姿勢 (カメラ位置姿勢) を算出する。カメラ取付オフセットは車両軸 (直交座標) に対するカメラ 2 3 0 の取り付け軸のズレの量を示す。カメラ取付オフセットは図 4 のカメラ 2 3 0 と天板 1 0 3 との関係に対応する値である。

10

20

30

40

50

カメラLOS演算部140(ベクトル算出部の一例)はユーザが画像上で指定した計測画像点とカメラ位置姿勢とに基づいてカメラから計測画像点に向けた視線方向(LOS: Line Of Sight)の角度(LOSベクトル)を算出する。

レーザレーダ位置姿勢演算部160は車両位置姿勢とレーザレーダ取付オフセットとに基づいてレーザレーダ240aと240bの位置と姿勢(レーザレーダ位置姿勢)を算出する。レーザレーダ取付オフセットは車両軸(直交座標)に対するレーザレーダ240a、240bの取り付け軸の各々のズレの量を示す。レーザレーダ取付オフセットは図2のレーザレーダ240aと天板103、およびレーザレーダ240bと天板103との関係に対応する値であり、各レーザレーダのデータが格納されている

路面形状モデル生成部150は方位・距離データとレーザレーダ位置姿勢とに基づいて車両が走行した平坦でない路面の形状(曲面、傾斜、凹凸など)を示す路面形状モデル(三次元点群モデル)を生成する。

路面モデル対応点探索部170(地物位置算出部の一例)は計測画像点に対するLOSベクトルと路面形状モデルとに基づいてユーザが指定した地物の位置を算出する。路面モデル対応点探索部170は路面の曲面、傾斜、凹凸などを考慮することにより高い精度で地物位置を算出することができる。

距離データ、角速度データ、測位データ、画像データ、方位・距離データを観測データとする。

観測データ入力部191は車両102で取得された観測データを入力して観測データ記憶部199に記憶する。

観測データ記憶部199は車両102で取得された観測データ、レーザレーダ取付オフセット、カメラ取付オフセットおよび観測データに基づいて生成された各種データを記憶する。道路地物計測装置100が備える各部および地物識別装置300が備える各部は使用するデータを観測データ記憶部199から入力して各種処理を行い、生成したデータを観測データ記憶部199に記憶する。

なお、図1では車両102と道路地物計測装置(計算機)とは別の構成として記載されているが、道路地物計測装置(計算機)が車両102に含まれて一の構成となっても構わない。

【0013】

図3は実施の形態1に係る車両102を上方からみた模式図であり、車両の天板(基台)上に搭載された2台のレーザレーダ240a、240bの配置関係を説明するものである。図3でレーザレーダ240以外のGPS220やジャイロ210などは省略している。

【0014】

レーザレーダ240aは車両102前方に設けられ、車両前方の下方方向に向けてレーザ光4aを所定の周期で走査方向に沿って照射する。レーザレーダ240aは車両102の前方向(+Z軸(車両軸)方向)に対して斜め下に向けてZ軸に略垂直な方向にレーザ光4aを走査する(図4参照)。

4a_1、4a_1、...、4a_nの各々は路面に周期的に照射されたレーザ光の照射点であり、4a_1、4a_1、...、4a_nの順にレーザ光が走査されている。レーザ光の照射点(4a_1、4a_1、...、4a_n)を結んだ線(走査線)は、路面の形状を平坦としたときに、先に説明したように+Z軸に対して略垂直な方向となる。

【0015】

一方、レーザレーダ240bは車両102後方に設けられ、車両後方の下方方向に向けてレーザ光4bを所定の周期で走査方向に沿って照射する。レーザレーダ240bは車両102の後方向(+Z軸(車両軸)の逆方向)に対して斜め下に向けてZ軸に略垂直な方向にレーザ光4aを走査する(図4参照)。

4b_1、4b_1、...、4b_nの各々は路面に周期的に照射されたレーザ光の照射点であり、4b_1、4b_1、...、4b_nの順にレーザ光が走査されている。レーザ光の照射点(4b_1、4b_1、...、4b_n)を結んだ線(走査線)は、路面の形状を平坦

10

20

30

40

50

としたときに、先に説明したようにZ軸に対して略垂直な方向となる。

【0016】

図5は、レーザレーダ240a、240bが路面に向けて照射したレーザ照射点の点群の一例を示した図である。

このように複数のレーザレーダを設け、各レーザレーダが計測対象である路面をレーザ光で照射するようにしたことで、レーザの点密度を上げることができる。

また、複数のレーザレーダを車両前方と車両後方に設けるようにしたことで、複数の計測センサを搭載する車両天板のレイアウトを容易にすることができる。

【0017】

しかしながらこの場合であっても、複数のレーザレーダ(図2の例では、車両前方と後方に設置したレーザレーダ240a、240b)の各レーザレーダの照射タイミングや車両の车速を調整して制御しない限り、路面上のレーザの点密度には、密度の高い場所、低い場所ができてしまう。

図6は、密度の高い場所、低い場所ができた計測点群の一例である。図6は車両の移動速度が速い場合の計測点群(4a、4b)、図7は移動速度が遅い場合の計測点群(4a、4b)を示す。このように速度が速い場合など速度によっては、図のように、計測点の密度が高い箇所20、密度が低い箇所21のムラが発生する可能性がある。また、走行方向と垂直方向の点密度は高いが、走行方向と平行方向の点密度は速度によって変わってくるという問題も生じる。

【0018】

図7は、実施の形態1における車両102を上方からみた別の実施例であり、天板(基台)上に搭載された2台のレーザレーダ241a、241bの配置関係を説明するものである。図7でレーザレーダ241以外のGPS220やジャイロ210などは省略している。

【0019】

レーザレーダ241aは車両102前方に設けられ、車両前方の下方方向に向けてレーザ光4aを所定の周期で走査方向に沿って照射する。

ここで、レーザレーダ241aは、車両102の前方向(+Z軸(車両軸)方向)に対して角度 α を有する方向にレーザ光4aを走査する。

4a_1、4a_1、...、4a_nの各々は路面に周期的に照射されたレーザ光の照射点であり、4a_1、4a_1、...、4a_nの順にレーザ光が走査されている。レーザ光の照射点(4a_1、4a_1、...、4a_n)を結んだ線(走査線)は、先に説明したようにZ軸に対して、角度 α を有する。

【0020】

一方、レーザレーダ241bは車両102後方に設けられ、車両後方の下方方向に向けてレーザ光4bを所定の周期で走査方向に沿って照射する。

ここで、レーザレーダ241bは、車両102の後方方向(-Z軸方向)に対して角度 β (α)を有する方向にレーザ光4bを走査する。

角度 α と角度 β は予め定められた値であり、例えばレーザレーダ240を車両の天板上で傾けて設置することで角度 α 、角度 β を設定することができる。なお、傾けて設置した設置条件はレーザレーダ取付オフセットに反映される。

4b_1、4b_1、...、4b_nの各々は路面に周期的に照射されたレーザ光の照射点であり、4b_1、4b_1、...、4b_nの順にレーザ光が走査されている。レーザ光の照射点(4b_1、4b_1、...、4b_n)を結んだ線(走査線)は、先に説明したように-Z軸に対して、角度 β (α)を有する。

【0021】

図8は、レーザレーダ241a、241bが路面に照射したレーザの照射点の点群を示した図である。

図8のようにレーザレーダ241aの照射点は、+Z軸に対して角度 α の角度の走査線上に点群をなす。また、レーザレーダ241bの照射点は、-Z軸に対して角度 β の

10

20

30

40

50

角度の走査線上に点群をなす。

ここで角度 a と角度 b とは等しい角度ではない ($a - b \neq 0$) ことからレーザレーダ 241 a の走査線とレーザレーダ 241 b の走査線は平行でなく (非平行)、レーザレーダ 241 a と 241 b とが照射した各々の走査線は菱形の形状をなすことになる。

【0022】

図9は、同じくレーザレーダ 241 a、241 b が路面に照射したレーザの照射点の点群を示した図である。ここで図9では、レーザレーダ 241 a、241 b を搭載して移動する車両の走行速度が図8のときの速度と比べ高速である点が異なっている。

図9のようにレーザレーダ 241 a の照射点は、+Z軸に対して角度 a の角度の走査線上に点群をなす。また、レーザレーダ 241 b の照射点は、-Z軸に対して角度 b の角度の走査線上に点群をなす。

ここで角度 a と角度 b とは等しい角度ではない ($a - b \neq 0$) ことからレーザレーダ 241 a の走査線とレーザレーダ 241 b の走査線は平行でなく (非平行)、レーザレーダ 241 a と 241 b とが照射した各々の走査線は菱形の形状をなすことになる。

【0023】

図9と図8を比較すると、車両の速度が高速となった図9においても、点密度の低下や点密度のむらが抑えられていることがわかる。特に、図6で示した点群と比較すると、点密度のむらが抑えられていくことがわかる。

このように本実施の形態の計測車両では、車両速度が高速となった場合であっても走査線を結んだ菱形の大きさが通常速度 (図8) のときよりも小さくなるだけであり、路面上で、レーザの点密度の高い場所、低い場所が出来にくく、点密度のむらを抑えることができる。

【0024】

以上のように本実施の形態の計測車両では、2台のレーザレーダを、1台はレーザ光 4 a が車両 102 の前方向 (+Z軸 (車両軸) 方向) に対して所定の角度 a で走査するように設置し、他の1台はレーザ光 4 b が車両 102 の後ろ方向 (-Z軸方向) に対して所定の角度 b ($a \neq b$) で走査するように設置した。このように設置したとき2台のレーザレーダが照射したレーザ光の照射点は、菱形をなすように点群を構成する。

そして本実施の形態の計測車両は、車両が高速で移動した場合であっても、レーザ点群は菱形の形状を維持することから、点密度の低下や点密度のむらを生じることなく対象物を計測することが可能である。

【0025】

なお、角度 a 、 b についてはこれらの角度が等しい値でなければ本発明の効果を奏するが、 $a - b = 90^\circ$ を基本として適切な値を状況に応じて選択し設定するようにすればよい。

【0026】

実施の形態 2 .

実施の形態 1 では2台のレーザレーダ 241 a、241 b を車両の左右中央付近に設置したが、実施の形態 1 のようにレーザ光が走査する走査線を傾けた場合には、レーザレーダを車両の左右中央からどちらか一方に移動させて設置するようにしてもよい。

図10は実施の形態 2 に係る車両 102 を上方からみた模式図であり、天板 (基台) 上に搭載された2台のレーザレーダ 242 a、242 b の配置関係を説明するものである。

このように2台のレーザレーダ 242 a、242 b を、向きを傾けながら車両の左右中心位置からオフセットさせて車両に設置することで、計測対象 (この場合、路面) にレーザ光が照射されない箇所を減らすことができる。

【0027】

実施の形態 3 .

実施の形態 1、2 では2台のレーザレーダ 241 a、241 b を、1台は車両前方向、他の1台は車両後方向に向けて設置したが、車両前部あるいは車両後部のどちらか一方に2台のレーザレーダを設置するようにしてもよい。車両の天板 (基台) 上の車両前部、あ

10

20

30

40

50

るいは車両後部に他の計測センサーがあってレーザレーダの設置が困難なときであっても、効率よく、点密度の低下や点密度のむらを生じることなく計測することが可能となる。

【0028】

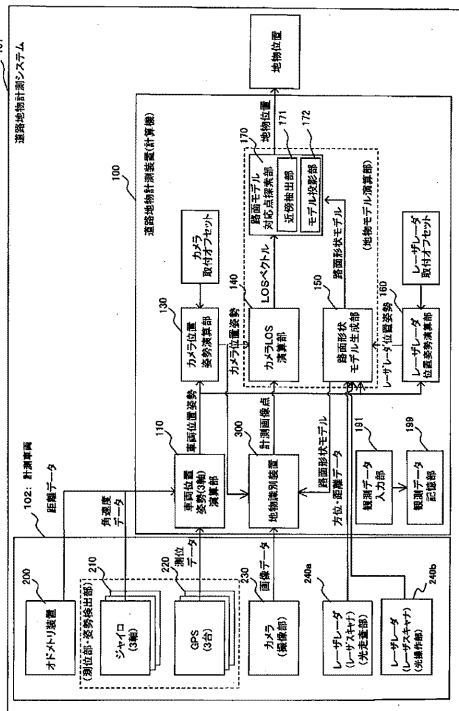
なお、実施の形態1～3では車両に搭載されるレーザレーダが2台の場合を説明したが、当然ながら3台以上を搭載してもよく、更に高精度な計測を行うことができる。

【符号の説明】

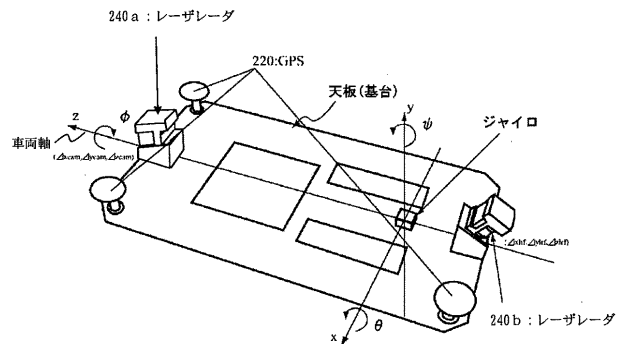
【0029】

4a レーザレーダ204aのレーザ点群、4b レーザレーダ204bのレーザ点群、4a_1、4a_2、...、4a_n レーザレーダ204aの照射ポイント、4b_1、4b_2、...、4b_n：レーザレーダ204bの照射ポイント、102 移動体(車両)、240a 241a 242a レーザレーダ、240b 241b 242b レーザレーダ、20 密度が高い箇所、21 密度が低い箇所。

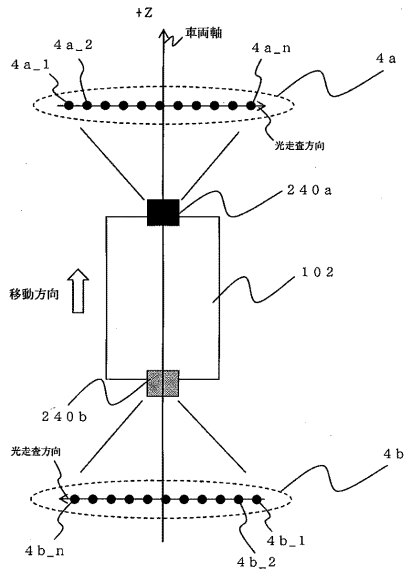
【図1】



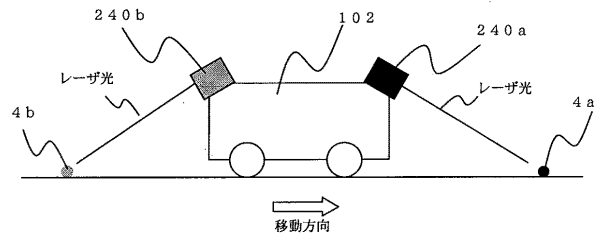
【図2】



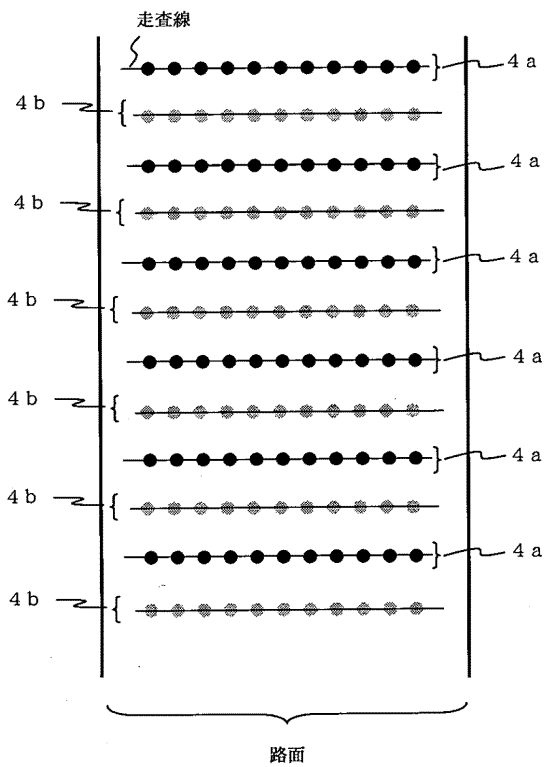
【 図 3 】



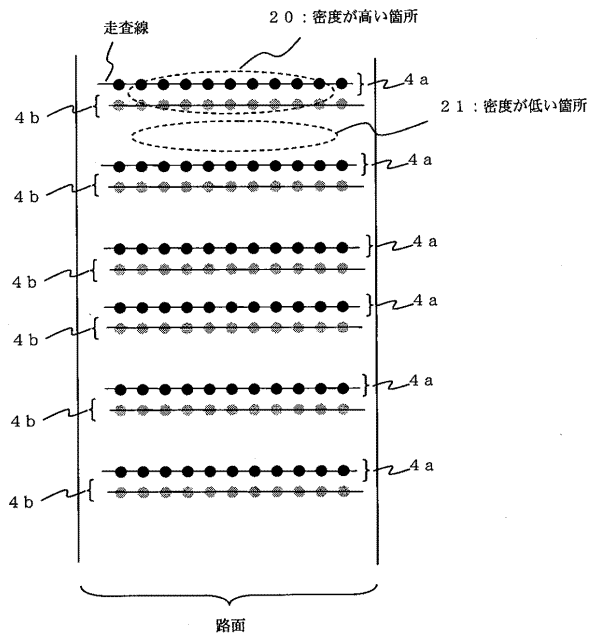
【 図 4 】



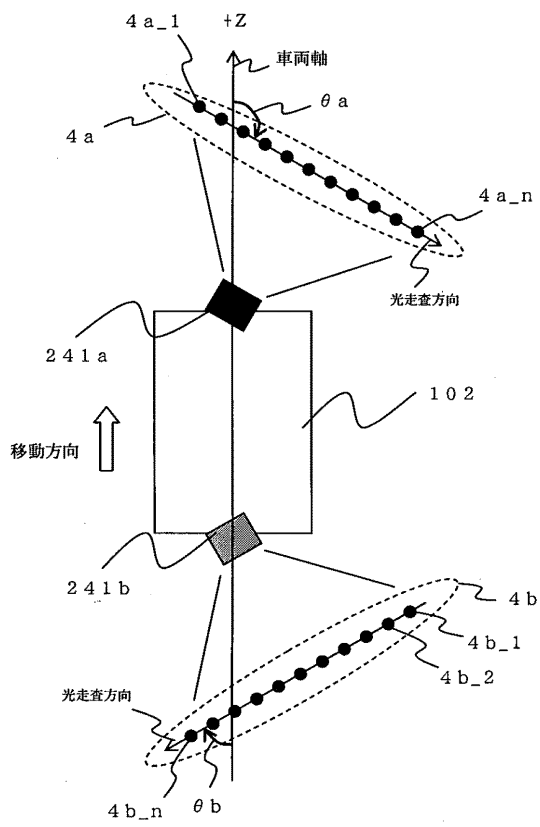
【 図 5 】



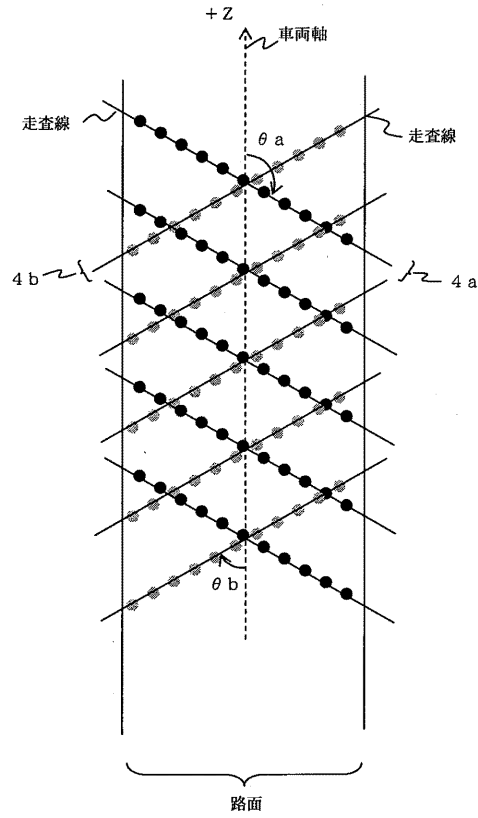
【 図 6 】



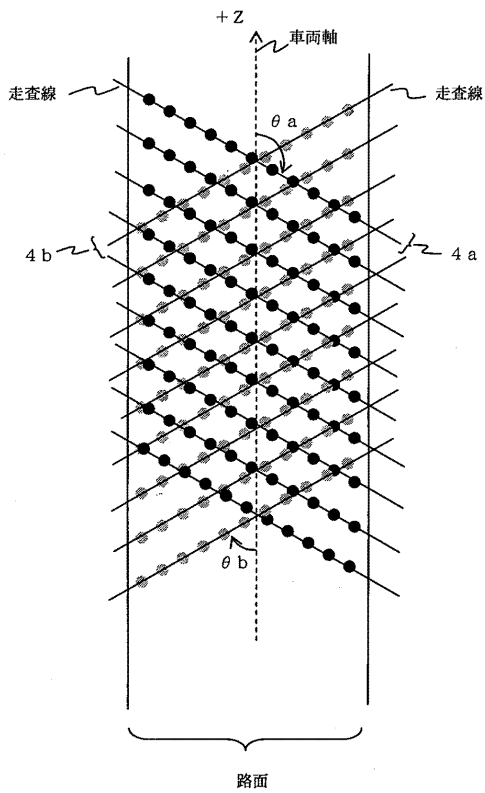
【 図 7 】



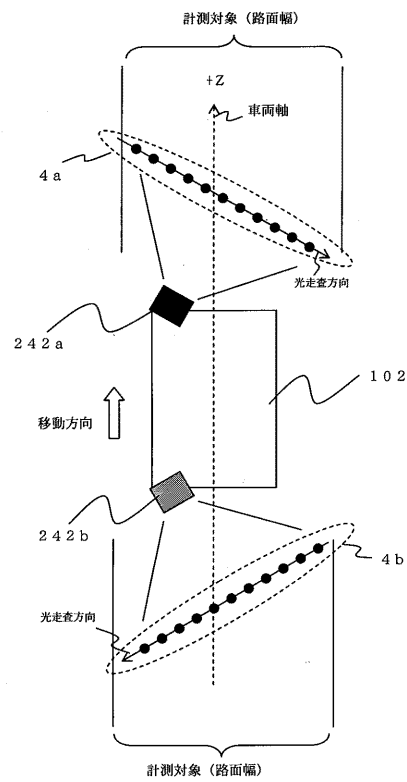
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F065 AA53 CC11 CC40 DD03 FF11 FF67 GG04 MM11 UU06
5J084 AA05 AA10 AC02 AD01 AD02 AD05 BA03 BA48 BA49 DA07
EA04 FA01