

(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2018-54290
(P2018-54290A)

(43) 公開日 平成30年4月5日(2018.4.5)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
GO1S 17/42	(2006.01)	GO1S 17/42		5H181
GO8G 1/16	(2006.01)	GO8G 1/16	C	5J084
GO8G 1/00	(2006.01)	GO8G 1/00	J	
GO1S 17/89	(2006.01)	GO1S 17/89		

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2015-15868 (P2015-15868)
(22) 出願日 平成27年1月29日 (2015.1.29)

(71) 出願人 000005522
日立建機株式会社
東京都台東区東上野二丁目16番1号
(74) 代理人 110000442
特許業務法人 武和国際特許事務所
(72) 発明者 小野 幸彦
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
(72) 発明者 渡邊 淳
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
(72) 発明者 藤田 浩二
茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社 土浦工場内

最終頁に続く

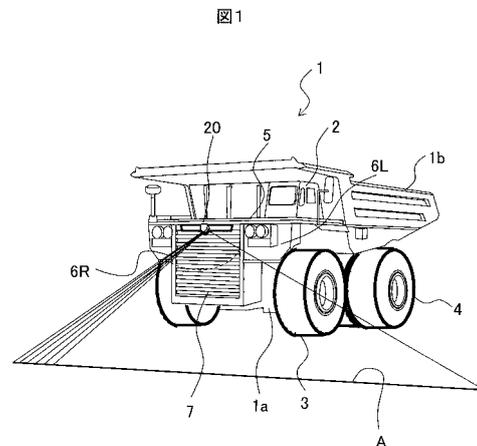
(54) 【発明の名称】 運搬用車両の障害物検出装置

(57) 【要約】

【課題】 運搬用車両の走行中に、その走行路の路面において、車両の高速走行時にも走行安定性を阻害するおそれのある障害物を検出できるようにする

【解決手段】 ダンプトラック 1 に設けられ、レーザパルス射出装置 3 4 から、走行方向の前方位置の路面に向けてレーザパルスを照射して、路面からの反射光を受光するようになし、このレーザパルスの照射位置をダンプトラック 1 の走行方向と交差する方向に走査させるようになし、このレーザパルスの走査ラインの前後の走査間隔を走行速度に応じて変化させる構成とする。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

運搬用車両に設けられ、この運搬用車両の走行方向の前方位位置の路面に向けてレーザパルスを照射して、路面からの反射光を受光するレーザ装置と、

このレーザ装置からのレーザパルスの照射位置を前記運搬用車両の走行方向と交差する方向に走査させるレーザパルス走査手段と、

前記運搬車両の走行速度 V と、走査始点位置から走査終点位置までの走査時間と次の走査期間の開始までの周期とからなる計測周期時間 T_h とに基づいて、前後のレーザパルスの走査ライン間の走査間隔を測定するようになし、前記運搬用車両の走行速度が変化しても、前記走査間隔が所定値を超えないように前記計測周期時間 T_h を変化させる走査間隔調整手段と

を有する運搬用車両の障害物検出装置。

【請求項 2】

前記レーザ装置の路面からの高さを H 、ピッチ間隔を P 、レーザ照射方向を θ 、計測分解能を ΔL として、路面上のレーザスポットのピッチ $H / \cos \theta | \tan \theta - \tan(\theta + \Delta L / P) |$ 間隔と、前記走査間隔 $V \times T_h$ とからなる計測メッシュの大きさとが各々所定値を超えないように前記計測周期時間 T_h を変化させることを特徴とする請求項 1 記載の運搬用車両の障害物検出装置。

【請求項 3】

前記路面上の障害物をグリッドマップに記録して、前記路面の計測が繰り返される毎にグリッドマップデータを蓄積することによって、このグリッドマップの未知検知領域を減らすように、前記計測周期時間 T_h を変化させる構成としたことを特徴とする請求項 1 記載の運搬車両の障害物検出装置。

【請求項 4】

前記レーザ装置は前記運搬用車両の左右両側に一対配置して、レーザパルスの走査方向を交差するようにしてレーザパルスを照射するように構成したことを特徴とする請求項 1 記載の運搬車両の障害物検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、鉱山で稼働するダンプトラック等の運搬車両における走行路の障害物を検出するための運搬用車両の障害物検出装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

走行車両の前方に走行の障害となる物体や人、さらに他の車両等といった障害物が位置していると、これら障害物を避けて走行しなければならない。このために、車両の前方部にセンサを装着して、前方を監視する構成としたものは従来から広く知られている。例えば、特許文献 1 に開示されているのは、レーザセンサを用いた距離測定装置である。

【0003】

この公知の距離測定装置は車両に搭載されて、車両の走行方向に対する前方位位置に向けてレーザパルスを射出して、その反射光を受信して、このレーザパルスの送信から受信までの時間を計測することにより障害物の距離を測定するものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特許第 3 3 5 1 6 9 6 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

前述した特許文献 1 では、車両の走行路において、一般道路における走行中または停止

10

20

30

40

50

中の車両であり、さらに通行者等の人である。つまり、検出対象はある程度の高さを有するものであって、できるだけ見通しを良くするために、照射されるレーザパルスは概略水平方向となる。

【0006】

ところで、鉱山を稼働フィールドとするダンプトラック等の運搬用車両にあっては、車両はある程度高速で走行するものであり、岩石等のように、走行に障害となる障害物が走行路上に存在する可能性がある。特に、掘削物を積載したダンプトラックが頻繁に走行することから、ベッセル（荷台）から積載物がこぼれ落ちる可能性もあり、また後発的に岩石等の障害物が走行路に入り込むこともある。従って、ダンプトラックの走行時には、これらの障害物を避けるように走行しなければならない、大きな障害物が走行方向の前方位置にある場合には、ダンプトラックを停止させなければならないことになる。

10

【0007】

以上のことから、ダンプトラックが走行する路面上にダンプトラックの走行に支障のある障害物の存在を検出する必要があり、車両が乗り越えられない障害物はもとより、車両の高速走行時における安定性を考慮すれば、乗り越えることができる障害物であっても、乗り越えた時に車体が、特にベッセルに積荷がある状態では、衝撃により積荷がこぼれ出すおそれがある場合には、その障害物を避けて走行しなければならない、若しくは車両を停止させなければならないこともある。しかも、この障害物の検出はダンプトラックの走行中に行われることになる。従って、検出対象は走行路の路面からの突出物であるから、レーザパルスは路面に向けて照射する必要があり、しかも車両からどの程度離れた位置の情報が必要とするか、またどの程度の高さの突出物を検出するかはダンプトラックの構成、ベッセルにおける積載物の種類、車両の走行速度、その他の状況に応じて、任意に設定できるようにする必要がある。

20

【0008】

本発明は以上の点に鑑みてなされたものであって、運搬用車両の走行中に、その走行路の路面において、車両の高速走行時にも走行安定性を阻害するおそれのある障害物を検出できるようにすることをその目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

この目的を達成するために、本発明は、運搬用車両に設けられ、この運搬用車両の走行方向の前方位置の路面に向けてレーザパルスを照射して、路面からの反射光を受光するレーザ装置と、このレーザ装置からのレーザパルスの照射位置を前記運搬用車両の走行方向と交差する方向に走査させるレーザパルス走査手段と、前記運搬用車両の走行速度 V と、走査始点位置から走査終点位置までの走査時間と次の走査期間の開始までの周期とからなる計測周期時間 T_h とに基づいて、前後のレーザパルスの走査ライン間の走査間隔を測定するようになし、前記運搬用車両の走行速度が変化しても、前記走査間隔が所定値を超えないように前記計測周期時間 T_h を変化させる走査間隔調整手段とを含むものである。

30

【0010】

レーザ装置はレーザパルスを射出するレーザ装置と、路面からのレーザ光の散乱光を受信する受光センサとが含まれる。また、レーザ光の光路を曲折する場合には、光路の途中に反射ミラーを配置し、この反射ミラーの角度を制御する。路面からの反射光は集光レンズにより集光させて、受光センサに入射されるように構成するのが望ましい。

40

【0011】

レーザ装置から射出されるレーザパルスにより路面を走査する。運搬用車両の走行路において、車両の走行方向と直交する方向を X 方向とし、走行方向を Y 方向としたときに、 X 方向は走行路の道幅を規定するものである。レーザパルス走査手段は X 方向の走査範囲を規定するものであり、運搬用車両が走行する際の道幅が設定される。レーザパルス走査手段はレーザ装置を往復揺動させるか、または一方向に回転させる。レーザ光の光路に反射ミラーを配置している場合には、この反射ミラーを往復回動させることによって、レーザパルスを走査させることができ、線状乃至帯状の走査ラインが設定される。ここで、走

50

査ラインは車両の走行方向と直交するものだけに限らず、走行方向と直交する方向に対して斜め方向であっても良い。このようにして車両の走行方向前方に向けてレーザパルスを照射することにより検査・監視を行うシステムはL I D A R (Light Detection and Ranging: 光検出と測距) システムと呼ばれるものである。

【 0 0 1 2 】

以上により運搬用車両の走行方向における前方位置における所定の範囲をレーザパルスによる走査が行われて、L I D A R システムに基づく障害物が存在するか否かの検出を行うことができる。従って、路面上にレーザスポット間を結ぶ仮想のグリッドを設定したときに、このグリッドを構成する網目(メッシュ)の大きさに基づいて検出可能な障害物の大きさが変化する。どの程度の大きさの障害物を検出するかについては、運搬用車両の走行時に、その障害物を乗り越えた時の安定性に基づいて決定するのが一般的であり、この検出対象とする障害物の大きさに基づいて網目のX方向及びY方向の長さが決定される。

10

【 0 0 1 3 】

ここで、運搬車両の走行速度Vと、走査始点位置から走査終点位置までの走査時間と次の走査期間の開始までの周期とからなる計測周期時間 T_h としたときに、前述した網目を構成するX方向及びY方向について、X方向の間隔はレーザ装置から出射されるパルスレーザのパルス間隔により定まるものである。一方、Y方向の間隔は運搬用車両の走行速度Vにより変化することになる。つまり、運搬用車両が低速で走行している際にはY方向の間隔は短くなり、高速で走行している場合には長くなる。従って、運搬用車両の走行速度に応じて、前後の走査ライン間の走査間隔 $V \times T_h$ が変化することになる。走査間隔調整手段は、運搬用車両の走行速度に応じて、走査ラインのY方向のピッチ間隔を調整するためのものである。この走査間隔調整手段による調整によって、設定した大きさの障害物を確実に検出することができる。ここで、Y方向の間隔は運搬用車両の速度変化に応じて変化させるようにしても良いが、運搬用車両の上限速度が決まっている場合には、この上限速度を基準にしてY方向のピッチ間隔を固定することができる。

20

【 発明の 効果 】

【 0 0 1 4 】

運搬用車両の走行中に、その走行路の路面において、車両の高速走行時にも走行安定性を阻害するおそれのある障害物を確実に検出できるようになる。

【 0 0 1 5 】

前述及び前述以外の発明の課題、構成及び効果については、以下において、図面を参照して説明する本発明の実施の形態によって、より明確にする。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 6 】

【 図 1 】 運搬用車両の一例として、鉱山で稼働するダンプトラックを示す外観図である。

【 図 2 】 ダンプトラックが稼働する鉱山現場を模式的に示す説明図である。

【 図 3 】 路面上における障害物検出の原理構成図である。

【 図 4 】 ダンプトラックに組み込まれる障害物検出装置の構成説明図である。

【 図 5 】 レーザ装置の走査可能範囲を示す説明図である。

【 図 6 】 図 4 の障害物検出装置からのレーザパルスの照射範囲を示す説明図である。

40

【 図 7 】 レーザパルスのX, Y方向の走査間隔についての説明図である。

【 図 8 】 障害物についての分解能を導き出すための構成を示す説明図である。

【 図 9 】 レーザスポットのピッチ間隔を示す説明図である。

【 図 1 0 】 ダンプトラックによる路面の障害物検査を行っている状態を示す動作説明図である。

【 図 1 1 】 障害物検出システムの概略構成図である。

【 図 1 2 】 ダンプトラックの走行時における障害物の位置とそれを回避する動作についての動作説明図である。

【 図 1 3 】 ダンプトラックの走行時における障害物検出処理動作の説明図である。

【 図 1 4 】 障害物検出処理を示すフローチャート図である。

50

【図15】本発明の第2の実施形態を示すダンプトラックの構成説明図である。

【図16】図15の平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明に係る運搬用車両の障害物検出装置について、鉱山で稼働するダンプトラックとして構成したものについて、その実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0018】

図1にダンプトラック1の全体構成を示し、図2にダンプトラック1の稼働フィールドの一例としての鉱山現場の状況を模式的に示す。ダンプトラック1は鉱山で掘削された鉱石や土砂等を運搬するためのものであり、その稼働フィールドは走行条件の悪いオフロードであり、岩石や礫等が存在する中を走行するものである。

10

【0019】

ダンプトラック1は車両本体1aとベッセル1bとから構成される。車両本体1aには運転室2が設置されており、また走行手段として、それぞれ左右に設けた前輪3及び後輪4を有するものであり、前輪3は従動輪、後輪4は駆動輪である。

【0020】

運転室2には、オペレータが搭乗するために、車両本体1aには上側デッキ5が設けられており、この上側デッキ5は車両本体1aの前側に設置されており、その幅寸法は車両本体1aの幅全体に及んでいる。上側デッキ5の下部中央位置には、一对の建屋構造部6R, 6Lが配置されており、その中間位置にはエアクリーナ7が設置されている。エア

20

【0021】

図2において、10は採鉱場であり、採鉱場10には採鉱作業を行うための油圧ショベル11が稼働している。採鉱場10からは走行路12が延在されており、この走行路12は、図示は省略するが、鉱石集積場に向けた鉱石送路13や排土場に向けた土砂送路14が分岐して形成されている。

【0022】

ダンプトラック1は採鉱場10に搬入され、油圧ショベル11から土砂や鉱石等がベッセル1bに積載されて、走行路12に沿って走行する。鉱石が積載されている場合には、

30

【0023】

ダンプトラック1が稼働するフィールドにおいては、複数台のダンプトラック1が稼働しており、これらのダンプトラック1は交通管制センタ15に設けた管理装置により運行が管理されることになる。ダンプトラック1と交通管制センタ15との間は無線通信により情報の双方向伝達が可能となっている。このために、走行路12及び交通管制センタ15における所定の位置にはアンテナ16が設けられている。さらに、各ダンプトラック1には通信衛星(GPS)17から自己の位置情報を取得できるようにしている。

40

【0024】

走行路12において、ダンプトラック1は採鉱場10から鉱石送路13や土砂送路14に向う往路と、採鉱場10側に向う復路とに向けて走行するものであり、走行路12の途中で他のダンプトラック1がすれ違うことになる。このために、走行路12には往路と復路とが区画されている。ただし、通常、その境界部に中央分離帯等は設けられていない。また、走行路12の道幅端部は崖等が位置しており、これによって、走行路12は往路及び復路における道幅が概略設定されていることになる。そこで、以下の説明においては、走行路12について往路及び復路の側端部をそれぞれ路肩という。

【0025】

走行路12(鉱石送路13, 土砂送路14を含む)をダンプトラック1が走行する際に

50

は、走行安定性を図り、円滑な走行を可能にするために、路面に障害物が存在しないようにする必要がある。鉱山においては、舗装等が行われていないことから、路面に凹凸があり、また岩石等が存在していることがある。従って、路面の状態を監視する必要があり、特にダンプトラック 1 の走行方向前方位置に走行不能となり、若しくは走行安定性に影響を及ぼすような障害物が存在するか否かを判断しなければならない。しかも、障害物が存在する場合、それを避けるように走行させるか、または停止しなければならない場合もある。このために、ダンプトラック 1 には、特に走行方向前方の路面上に障害物があるか否かの検出を行う必要があり、図 3 に示した L I D A R システムによる障害物検出機構 2 0 を用いられる。

【 0 0 2 6 】

障害物検出機構 2 0 は被検領域 2 1 内に障害物が存在しているか否かの検出を行うものである。図中において、2 2 は所定の間隔をもってレーザパルスを出射するレーザ装置、2 3 はレーザパルスを所定の範囲にわたって走査させるレーザパルス走査機構、2 4 は受光センサをそれぞれ示す。

【 0 0 2 7 】

被検領域 2 1 を X 方向及び Y 方向に所定の広がりをもったエリアとしたときにおいて、パルスレーザ装置 2 2 から出射されレーザ光はレーザパルス走査機構 2 3 により光路を曲げられた上で被検領域 2 1 の表面を走査することになる。従って、レーザパルス走査機構 2 3 は反射ミラー 2 3 a を有し、この反射ミラー 2 3 a によって被検領域 2 1 にレーザパルスが照射される。レーザパルスを被検領域 2 1 の全体を走査させるためには、反射ミラー 2 3 a は直交 2 軸、つまり X 方向及び Y 方向に傾動乃至回転できるものとする。具体的には鉛直方向に延在させた回転軸 2 3 X を有するものであり、この回転軸 2 3 X を図示しないモータ等により回転駆動することによって、被検領域 2 1 の X 方向にレーザパルスが走査される。また、水平方向に延在させた回転軸 2 3 Y を駆動することにより被検領域 2 1 の内部を Y 方向に走査させることがはできる。被検領域 2 1 を走査したレーザパルスは集光レンズ 2 5 により集光されて、受光センサ 2 4 に入射される。

【 0 0 2 8 】

受光センサ 2 4 は被検領域 2 1 からの反射光の散乱光を受信する。被検領域 2 1 に凹凸があると、散乱光が変化するので、受光センサ 2 4 による散乱光量に基づいて路面から突出している障害物の有無及びその大きさ、形状等を判定することができる。

【 0 0 2 9 】

以上の障害物検出機構 2 0 を利用して、ダンプトラック 1 の走行方向における前方位置の路面の状況を検出することができる。即ち、路面の状態によっては、ダンプトラック 1 が走行できない状態となっていることがあり、またダンプトラック 1 が直進することができず、ステアリング操作が必要なこともある。このように、ダンプトラック 1 が直進できない状況となっていると、停止させるなり、ステアリング操作を行うなりといった回避動作を行うが、このために障害物検出機構 2 0 を用いることができ、この障害物検出機構 2 0 によるレーザパルスの照射位置は路面の斜め前方とし、またダンプトラック 1 が走行できる道幅の全体をカバーさせる。

【 0 0 3 0 】

この障害物検出機構 2 0 は、ダンプトラック 1 に組み込むに当たっては、各機構を一体構成とした障害物検出部ユニット 3 0 として構成し、その具体例を図 4 に示す。障害物検出部ユニット 3 0 は、ダンプトラック 1 においては、図 1 にあるように、建屋構造部 6 R、6 L の間の位置で、エアクリーナ 7 の装着部の上部位置に配置される。障害物検出装置 3 0 は支持板体 3 1 の上下にレーザ保持部 3 2 と回転駆動部 3 3 とを所定の間隔だけ離間した位置に装着する構成となし、これらレーザ保持部 3 2 と回転駆動部 3 3 との間にレーザパルスの入出射領域が確保される。レーザ保持部 3 2 にはパルスレーザ出射装置 3 4 が装着されている。また、回転駆動部 3 3 には、図示しないモータにより回転駆動される回転体 3 5 が設けられており、この回転体 3 5 にはハーフミラー 3 6 が装着されると共に、受光センサ 3 7 が設けられている。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 1 】

レーザパルス出射装置 3 4 からの光路と、回転駆動部 3 3 の回転中心とはほぼ一致しており、このレーザパルス出射装置 3 4 から出射されるパルスレーザは一部がハーフミラー 3 6 に反射して、被検領域に向けて照射されることになる。そして、被検領域の表面からの反射光は散乱するが、この散乱光の一部がハーフミラー 3 6 を透過することになる。このハーフミラー 3 6 を透過した散乱光は受光センサ 3 7 により受光されるが、この受光センサ 3 7 には集光レンズが装着されている。

【 0 0 3 2 】

ここで、図 5 に示したように、障害物検出部ユニット 3 0 は支持板体 3 1 と対面する方向は死角となるが、この死角範囲を除いた広い角度範囲にわたってレーザ光を照射することができるとの。障害物の検出は走行路 1 2 の路面において、その道幅に限定されることから、回転駆動部 3 3 による回転体 3 5 は一方向に回転させることによって、この走行路 1 2 の路面全体を走査することは可能である。ただし、所定角度分だけ往復回転させるようにしても良い。

【 0 0 3 3 】

路面に対してレーザ光を走査させることにより、路面上に障害物の有無を検出するが、このためにダンブトラック 1 が走行する間に、障害物検出部ユニット 3 0 を駆動して、回転体 3 5 を回転させながら、レーザパルス出射装置 3 4 からレーザパルスを出射させる。その結果、図 6 に示したように、走行路 1 2 の路面が走査される。ここで、車両の進行方向を Y 方向とし、道幅方向を X 方向としたときに、X 方向においては、レーザパルスの走査間隔がレーザスポットのピッチ間隔となる。一方、Y 方向におけるレーザスポットのピッチ間隔は車両の進行速度により変化する。即ち、車両が高速で走行する際には、Y 方向のレーザスポットのピッチ間隔は広くなり、車両が低速で走行する際には、ピッチ間隔が広くなる。

【 0 0 3 4 】

一般的な L I D A R システムでは、図 7 に示したように、レーザパルスの照射方向を一定角速度 で回転させながら、速度 V で走行させたときにおいて、一定時間間隔 T でレーザ照射と検出を繰り返すことから、計測は一定角度分解能 毎に得られることになる。 T は一定であるとすると、 $t = T_0$ において、ある角度 方向にレーザを照射した後、次に同じ角度 方向にレーザパルス照射するまでの時間を計測周期 T_h とすると、計測周期 T_h と計測分解能 との間には $\Delta \theta \cdot T_h = 2 \cdot \Delta \theta \cdot T$ の関係になる。すなわち、 T_h と との間に反比例の関係がある。

【 0 0 3 5 】

ここで、図 8 及び図 9 において、計測点 P 1 - P 2 , P 1 - P 1 ' , P 2 - P 2 ' 間の 2 方向の距離 (進行方向の距離 Y 、進行方向と直交する方向の距離 X) としたときに、距離 Y は計測周期 T_h 間の間隔であり、ダンブトラック 1 の走行速度 V と回転駆動部 3 3 による回転体 3 5 の回転速度に基づくものであり、回転駆動部 3 3 の回転速度が一定であるとすれば、ダンブトラック 1 の走行速度 V により変化する計測周期 T_h が Y に相当する。また、図 8 (a) で示したように、レーザパルス出射装置 3 4 の路面からの高さ H 、ピッチ間隔を Δx 、レーザ照射方向を θ 、計測分解能を $\Delta \theta$ としたときに、同図 (b) に示したように、路面上のレーザスポットの X 方向のピッチ間隔、つまり距離 X は $H / \cos \theta \cdot | \tan \theta - \tan(\theta + \Delta \theta) |$ に基づいて演算される。

【 0 0 3 6 】

ここで、図 9 及び図 1 0 に示したように、ダンブトラック 1 の走行中における距離 X 及び Y の最大値 X_{MAX} 、 Y_{MAX} を取るのは走行路 1 2 における路肩若しくはその近傍位置である。そこで、路面上において、検出すべき障害物の大きさについて、ダンブトラック 1 の最高走行速度であっても、図 1 0 において E で示した位置の大きさを評価値 E とした場合、 $E = X_{MAX} \cdot Y_{MAX}$ が所定の範囲内であれば確実に検出できるように設定する。

【 0 0 3 7 】

10

20

30

40

50

なお、評価値 E に関しては、 $E = X_{MAX} \cdot Y_{MAX}$ でなく、 $E = X_{MAX} + Y_{MAX}$ や、 X_{MAX} と Y_{MAX} のうち大きいほうで評価する方法などもあり、目的によって選定するのがよい。以上のことから、ダンプトラック 1 の走行中に所定の大きさの障害物 B を検出するには、その走行速度に応じて障害物検出部ユニット 30 の回転駆動部 33 により駆動されるレーザパルス出射装置 34 の回転速度を調整する。これによって、所望の大きさの障害物 B を検出することができるようになる。このダンプトラック 1 の走行速度は、後述する自己位置計測装置 42 から得られるデータに基づいて計算することができるものである。これらにより走査間隔調整手段が構成される。ここで、以下においては、障害物 B について、その大きさを基準として、走査間隔を設定する構成としたものとして説明するが、要するにダンプトラック 1 の走行速度により走査間隔が変化することを防止するものであって、必ずしも障害物 B の大きさのみを基準するものではなく、他の要素を勘案して走査間隔を設定することもできる。

10

20

30

40

50

【0038】

次に、図 11 に基づいて障害物検出システムの構成について説明する。同図において、40 は障害物検出システムの概略構成図である。この障害物検出システム 40 は、走行路 12 の路面上に所定の大きさ以上の障害物 B が存在しているか否かを検出するためのシステムである。ここで、ダンプトラック 1 の走行時の安定性を確保するためのものであり、障害物 B が路面上に位置しており、前輪 3 または後輪 4 がこの障害物 B (図 10 参照) により走行不能となる大きさのものである場合には、走行を停止させるが、ステアリング操作により障害物 B を避けるようにして走行できる場合もある。

【0039】

ところで、図 12 に示したように、走行路 12 においては、ダンプトラック 1 が直進走行するエリアをエリア S とした時に、このエリア S の左右両側にエリア L, エリア R が存在する場合、エリア T, R はダンプトラック 1 の前方に障害物 B が位置しており、直進走行していたのでは、この障害物 B と衝突するが、矢印 T または矢印 S で示したように、エリア T またはエリア S の方向にステアリング操作を行えば、前輪 3, 後輪 4 が障害物 B に乗り上げないようにして走行できることが可能となる場合がある。従って、ダンプトラック 1 に装着される障害物検出システム 40 はダンプトラック 1 の走行方向の前方において、所定の大きさの障害物 B を検出したときには、この障害物 B を避けるようにして走行できる場合には、ステアリング操作が行われ、また走行できない障害物 B が存在する場合には、ブレーキ操作することにより車両を停止させる。

【0040】

そこで、図 11 に示した障害物を検出するシステム構成において、40 は車両本体 1a に対する障害物 B の相対位置を計測する計測システムであり、この計測システム 40 と交通管制センタ 15 とは無線通信により信号の授受をできるようになっている。

【0041】

40 は、障害物を検出するために、図 4 に示した障害物計測部 41 を備えるものである。また、車両本体 1a の位置及び姿勢を計測するための自己位置計測部 42 と、障害物 B の相対位置や路面路幅, 対向車の存在に基づいて、車両本体 1a の進行方向や走行速度を変更させる車体運動制御部 43 を有している。さらに、交通管制センタ 15 との間で通信を行うための通信部 44 を備えている。

【0042】

障害物計測部 41 には、障害物検出部ユニット 30 と、この障害物検出部ユニット 30 による測定結果に基づき、障害物 B のダンプトラック 1 に対する相対位置を測定する障害物計測部 41a と、路面 A の周囲の外部座標系での障害物位置、障害物形状に関する障害物データを記憶する記憶部としての障害物記憶部 41b とを備えている。

【0043】

障害物検出部ユニット 30 は、障害物計測部 41a に接続され、障害物計測部 41a は、障害物記憶部 41b に接続されている。障害物検出部ユニット 30 は、図 1 に示すように、これら障害物検出部ユニット 30 から照射するレーザ光が到達する路面 A 上の計測点

がなす直線である走査方向としての交線Lが、それぞれ路面Aの幅方向（路幅X方向）に沿うように設定されている。また、障害物検出部ユニット30は、レーザ光の照射方向を予め定めた所定の角度、例えば0.25度毎に徐々に変化させて路面A上の計測点を走査していき、この障害物検出部ユニット30によるレーザ光の走査面において、所定の角度毎の路面Aまでの距離を計測する。

【0044】

さらに、障害物計測部41は、障害物検出部ユニット30で検出した障害物情報と、障害物記憶部41bに記憶させた障害物データとを比較する比較部41cを備え、比較部41cでの比較に基づき、その障害物が設置物などの静止障害物なのか、若しくは車両などの動的障害物なのかといった障害物データの属性情報を更新する。

10

【0045】

自己位置計測部42は、車両本体1aの、例えば前輪3の回転速度を計測するための車輪速計測部42aと、車両本体1aの運転室2に設けられたハンドル（図示せず）の操舵角度を計測するための操舵角計測部42bと、車輪速計測部42aにて計測した回転速度結果及び操舵角計測部42bにて計測した操舵角結果に基づいて、車両本体1aの走行速度、前輪3の角速度、地面に固定された座標系での車両本体1aの位置及び姿勢を算出するための自己位置演算装置42cとを備えている。車輪速計測部42aは、例えば前輪3の回転速度を検出するための速度センサ等である。操舵角計測部42bは、ハンドルの操舵角を検出することができる変位センサ等である。

【0046】

20

自己位置計測側部42は、車両本体1aの自己位置を補正するための自己位置補正装置42dを備えている。自己位置補正装置42dは、車両本体1aの位置及び姿勢をより高精度に計測するためのものであり、例えば慣性計測装置（IMU：Inertial Measurement Unit）や、GPS（Global Positioning System）等で構成されている。車輪速計測部42a、操舵角計測部42b及び自己位置補正装置42dは、自己位置演算装置42cにそれぞれ接続されている。

【0047】

車体運動制御部43は、車両本体1aの走行速度を低下させたり停止させたりする制動装置43aと、ダンブトラック1の後輪4に対する回転トルク指令値を制限するための駆動トルク制限装置43bと、障害物Bを避けるための操舵制御装置43cと、走行路の経路やその路面Aの路幅、対向車情報等の地図データが記憶されたデータ記憶部43dと、制動装置43aによる制動量、駆動トルク制限装置43bによる制限量、及び操舵制御装置43cによる制御量を算出するための車両制御装置43eを備えている。車両制御装置23eは、データ記憶部43dに記憶された地図データに基づき、車両本体1aの障害物Bまでの距離や走行速度を制限することを目的として、制動装置43aによる制動量、駆動トルク制限装置43bによる制限量、及び操舵制御装置23cによる制御量を算出する。

30

【0048】

制動装置43aとして、例えば後輪4の回転を制動させるディスクブレーキ等の機械的構造のメカニカルブレーキである。駆動トルク制限装置43bは、例えば後輪4の回転に対して電気的な抵抗を掛けて制動させる電気ブレーキ等のリターダブレーキである。データ記憶部43dに記憶された地図データとしては、走行路の側部に設けられている路肩形状等の路肩情報も記憶されている。車両制御装置43eには、データ記憶部43dに記憶されている地図データ、自己位置演算装置42cにて演算された自己位置情報、及び障害物計測部41aにて計測された障害物情報が入力される。車両制御装置43eは、制動装置43a、駆動トルク制限装置43b及び操舵制御装置43cのそれぞれに接続されている。

40

【0049】

通信部44は、自己位置演算部42cに接続され、自己位置演算部42cにおいて演算したダンブトラック1の自己位置情報を交通管制センタへ送信する。通信部44は、障害

50

物記憶部 4 1 b 及びデータ記憶部 4 3 d に接続され、障害物記憶部 4 1 b に記憶されている障害物位置データや、データ記憶部 4 3 d に記憶されている地図データを、通信部 4 4 を介して出力できる構成とされている。

【 0 0 5 0 】

交通管制センタ 1 5 は、ダンプトラック 1 に搭載された通信部 4 4 との間で情報を送受信するための通信装置 5 1 と、走行路の障害物形状等の障害物マップが記憶される障害物データ記憶部 5 2 と、ダンプトラック 1 の通信部 4 4 から通信装置 5 1 に送信されてくる障害物情報と、障害物データ記憶部 5 2 に記憶されている障害物マップとを比較する比較部としての障害物比較装置 5 3 と、障害物比較装置 5 3 での比較により障害物情報が障害物マップと相違する場合に、その障害物情報のうちの障害物変化情報を記憶させるための変化データ記憶部 5 4 と、が備えられている。

10

【 0 0 5 1 】

次いで、計測システム 4 0 による障害物検出処理について、図 1 1 及び図 1 2 を参照して説明する。図 1 3 は、ダンプトラック 1 の障害物検出部ユニット 3 0 による障害物検出を示す図であり、(a) は障害物検出時のレーザパルス P L による走査状態を示す概略斜視図で、(b) は障害物検出位置 P を示すグラフである。ここで、図 1 3 の (a) は、ダンプトラック 1 が走行路上の障害物 B を検出しながら走行している様子を示しており、図 1 3 の (a) 中の破線は、障害物検出部ユニット 3 0 及び障害物計測部 4 1 にて求められる障害物位置を示す。図 1 4 は、ダンプトラック 1 による障害物検出処理を示すフローチャートである。

20

【 0 0 5 2 】

まず、障害物検出部ユニット 3 0 により走行路 1 2 の路面上の障害物 B を計測し、これら路面の位置と障害物 B についての測距データを取得する (ステップ S 1、以下単に「 S 1 」等と示す。)。この S 1 にて取得した測距データに基づいて、図 1 3 の (a) 及び (b) に示すように、障害物検出部ユニット 3 0 による走査面と路面 A と交差する交線 L を、路肩計測部 4 1 a にて算出する (S 2)。

【 0 0 5 3 】

この後、障害物計測部 4 1 は、 S 2 にて算出した交線 L から所定の距離 H 以上離れた測定点を、障害物計測点 P n とする (図 1 3 においては、 P 1 , P 2 , P 3 が障害物計測点である。) (S 3)。そして、ダンプトラック 1 の走行中に障害物計測点 P n に所定の大きさ及び形状の障害物を検出すると (S 4)、この障害物計測点 P n の相対位置とダンプトラック 1 の現在位置から、障害物計測点 P n の絶対位置を算出する (S 5)。ここで、ダンプトラック 1 の現在位置は通信衛星 1 7 に基づいて測定される。そして、障害物計測点 P n の絶対位置を障害物記憶部 4 1 b に記憶させる (S 6)。

30

一方、車両速計測部 4 2 a にて計測した回転速度結果と、操舵角計測部 4 2 b にて計測した操舵角結果とに基づき、自己位置補正装置 4 2 d にて補正されたダンプトラック 1 の走行速度、前輪 3 の角速度、地面に固定された座標系でのダンプトラック 1 の位置及び姿勢が自己位置演算部 4 2 c にて算出されて自己位置推定されている。そして、自己位置演算部 4 2 c にて演算されたダンプトラック 1 の位置と、障害物記憶部 4 1 b に記憶させたダンプトラック 1 の周囲の障害物の位置から、障害物までの最短距離が、所定の距離 D よりも大きいか判断される (S 7)。

40

【 0 0 5 4 】

S 7 により、自己位置演算部 4 2 c にて求めた位置と、障害物記憶部 4 1 b に記憶させたダンプトラック 1 の周囲の障害物の位置との距離が、所定の距離 D よりも大きいか判断された (S 7 における Y E S) 場合は、図 1 4 に示す障害物検出処理が終了となる。一方、 S 7 により、自己位置演算部 4 2 c にて求めた位置と、障害物記憶部 4 1 b に記憶させたダンプトラック 1 の周囲の障害物の位置との距離が、所定の距離 D よりも小さいと判断された (N o) と判断された場合は、障害物に衝突する危険があると判断されたときにあっては、この障害物を回避してダンプトラック 1 を走行させることができるか否かを判断する (ステップ 8)。回避可能な場合には、操舵等によりダンプトラック 1 に回避行動

50

を取らせる（ステップ9）。回避動作を行うことができないと判断されたときには、車体運動制御部43の制動装置43a及び駆動トルク制限装置43bを制御してダンプトラック1の走行を停止させる（ステップ10）。

【0055】

さらに、走行路において、レーザスポットのX方向及びY方向のグリッドマップを作製して、走行路面上の障害物の有無をこのグリッドマップで管理し、未検出のグリッドができるだけ少なくなるように、角度分解能（または、計測周期 T）を設定する。このグリッド情報を記録することで、走行路面の管理やメンテナンスを効率的に実施できるようになる。また、ダンプトラック1は概略同一の走行路面を走行することになるので、同一のダンプトラック1及び複数のダンプトラック1から同一走行路面において同じ位置のグリッド情報が繰り返し得られる。しかも、ダンプトラック1は往復走行するものであり、往路走行中で走査した位置が復路でも同じ位置を走査することも可能である。従って、走行路面を往復する部位のグリッド情報を取得することも可能である。これらのグリッド情報を蓄積するように設定すれば、グリッドマップはより完全なものになり、未知検知領域を最小限に抑制することができる。

10

【0056】

次に、図15及び図16は、発明の第2実施形態に係るダンプトラック1を示す概略構成図である。ダンプトラック1は、第1の実施形態と同様、車両本体1aと、車両本体1a上に起伏可能に設けられた作業部としてのベッセル1bとを有し、また車両本体1aの前側上方に運転室2が設けられている。そして、走行可能に支持する左右の前輪3及び後輪4を備えた構成とされている。また、上側デッキ5の下側の中央部には、一对の建屋構造物6L, 6Rが所定間隔を空けて設けられ、これら建屋構造物6L, 6R間にラジエータ等の熱交換装置が設置されている。各建屋構造物6L, 6Rの間の位置には、車両本体1aの走行方向の一侧、例えば走行方向前方に存在する障害物Bの一部の相対位置を検出するために、計2台の障害物検出部30L, 30Rがそれぞれ取り付けられている。

20

【0057】

本第2実施形態においては、第1の実施形態と同様、LIDARシステムにより障害物の検出を行うものであり、この場合、2台の障害物検出部30L, 30Rはダンプトラック1の走行方向と直交する方向にレーザパルスの走査を行うのではなく、斜め方向に走査ラインXL, XRが設定されるようにしている。そして、この場合には、走査ラインXLとXRとは所定の位置で交差することになり、この交差位置Qを基準として、障害物検出の実行は走査ラインXLについては、交差位置Qから一方の路肩、つまり左側の路肩まで、走査ラインXRについては、交差位置Qから他方の路肩、つまり右側の路肩までについて、障害物検出を行うようにしている。

30

【0058】

障害物を検出する領域上の計測点間の2方向の距離（進行方向の距離 Y、進行方向と垂直な方向の距離 X）のうち、最大となるものに着目し、評価値 $E = X_{MAX} Y_{MAX}$ を評価関数とするが、角度分解能（または、計測周期 T）だけでなく、走査ラインXL, XRについて、交差位置Qにおける交差角を適切に決定することで、より小さい障害物を確実に検出できるようになる。

40

【0059】

なお、本発明は前述した実施形態に限定されるものではなく、様々な変形態様が含まれる。例えば、前述した実施形態は、本発明を分りやすく説明するためのものであり、本発明は、必ずしも説明した全ての構成を備えるものだけに限定されるものではない。

【符号の説明】

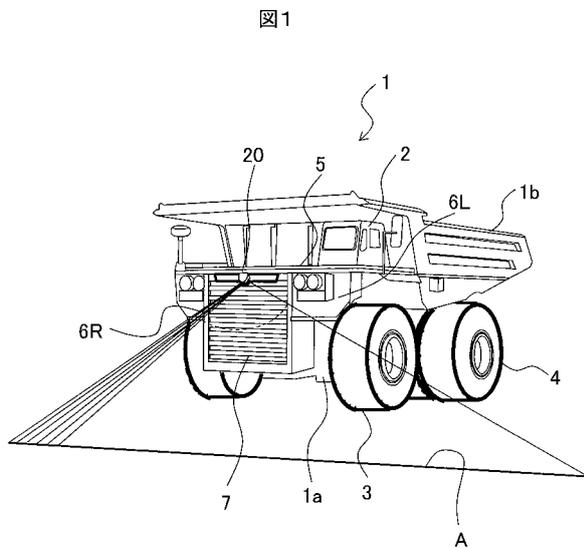
【0060】

- 1 ダンプトラック
- 1a 車両本体
- 1b ベッセル
- 2 運転室

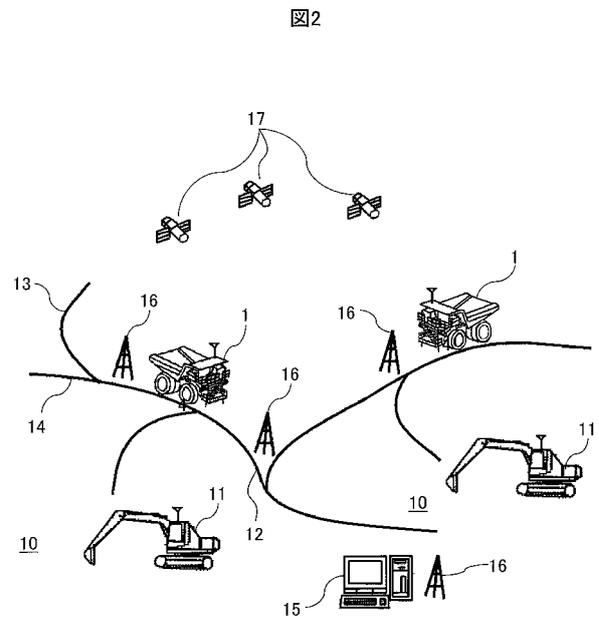
50

- 6 L , 6 R 建屋構造物
- 1 2 走行路
- 3 0 障害物検出部ユニット
- 3 3 回転駆動部
- 3 4 レーザパルス出射装置
- 3 5 回転体
- 3 7 受光センサ
- 4 0 障害物検出システム
- 4 1 障害物計測部
- 4 2 自己位置計測部
- 4 2 a 車輪速計測部
- 4 2 b 操舵角計測部
- 4 3 車体運動制御部

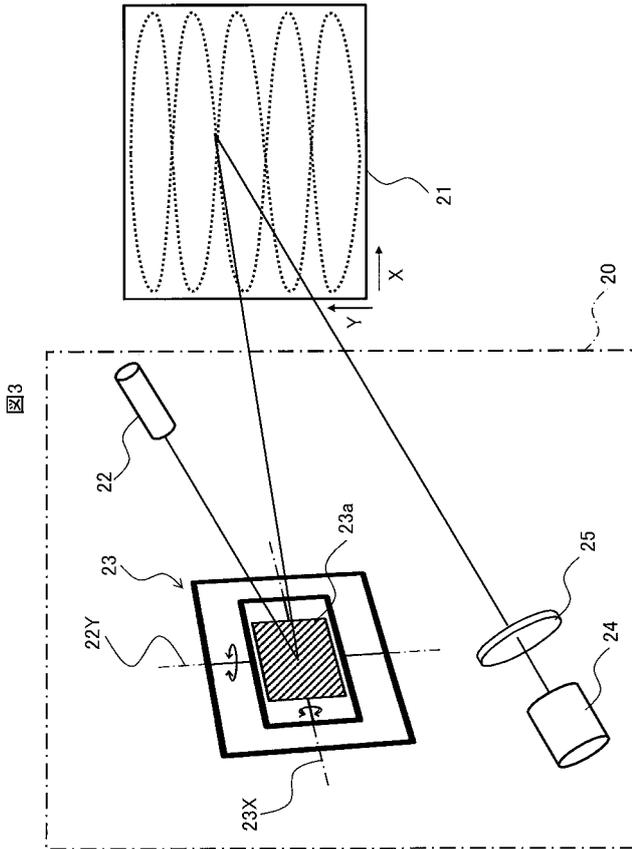
【 図 1 】



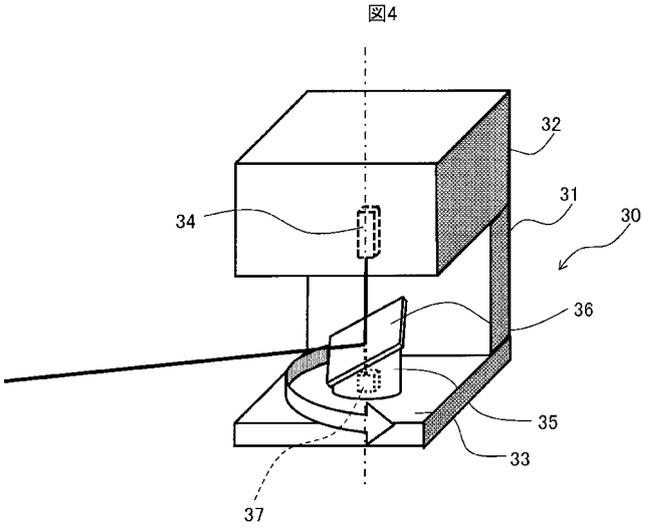
【 図 2 】



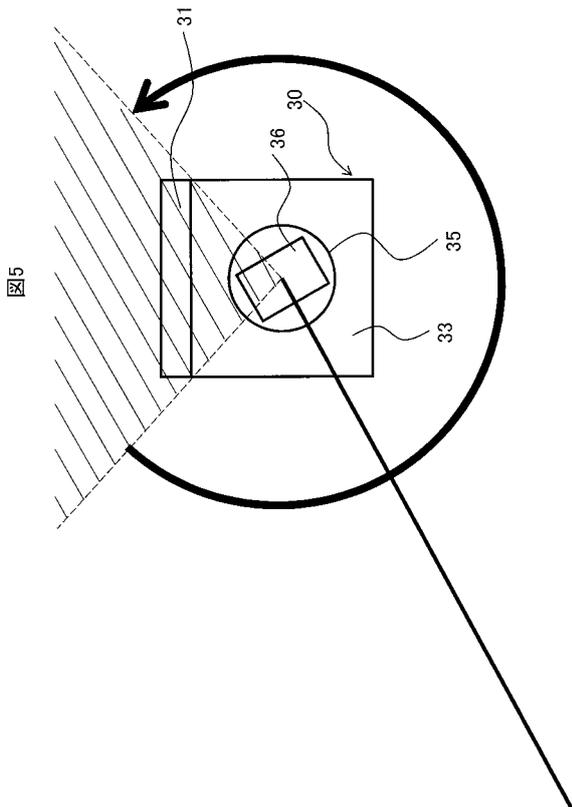
【 図 3 】



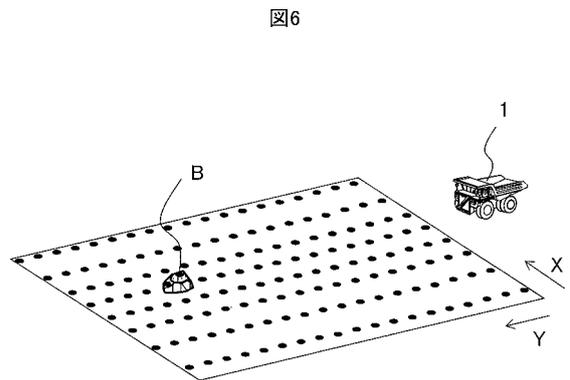
【 図 4 】



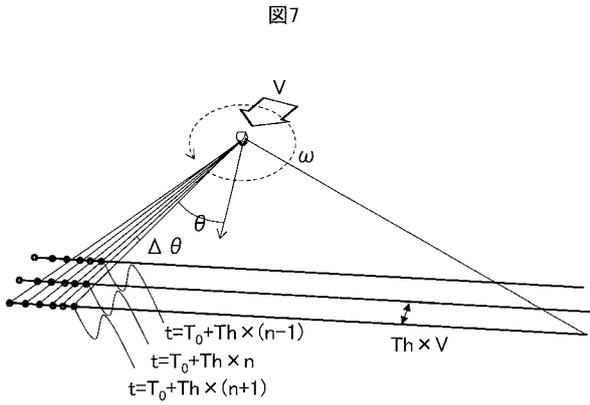
【 図 5 】



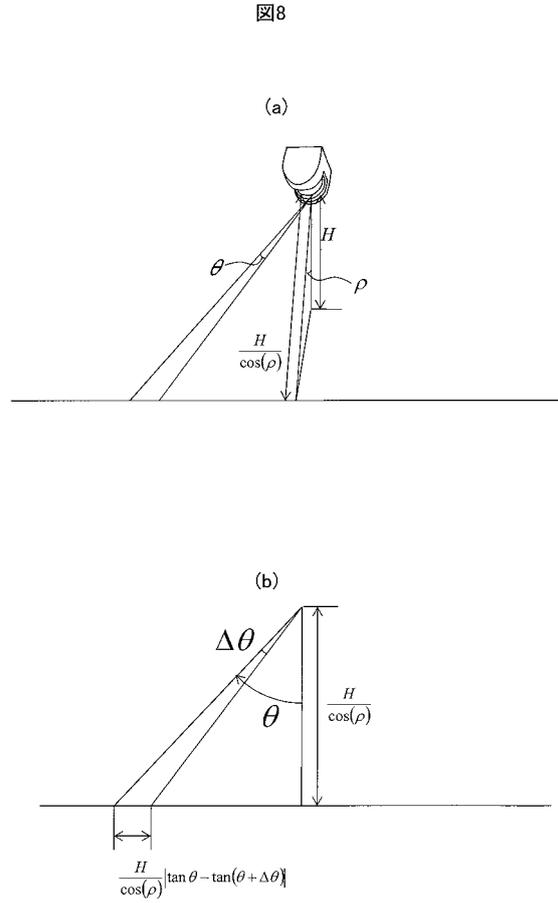
【 図 6 】



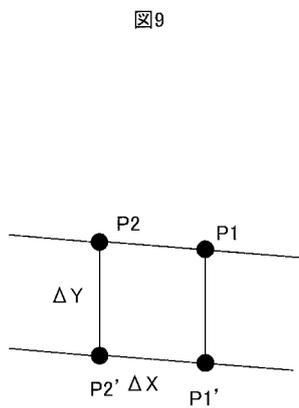
【 図 7 】



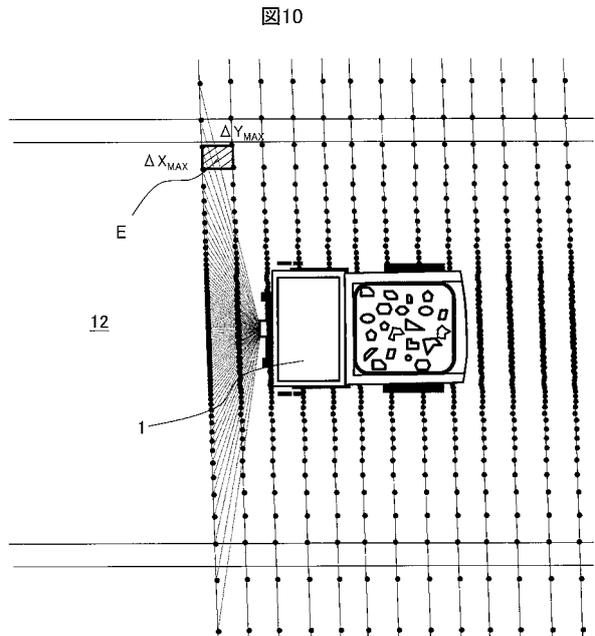
【 図 8 】



【 図 9 】

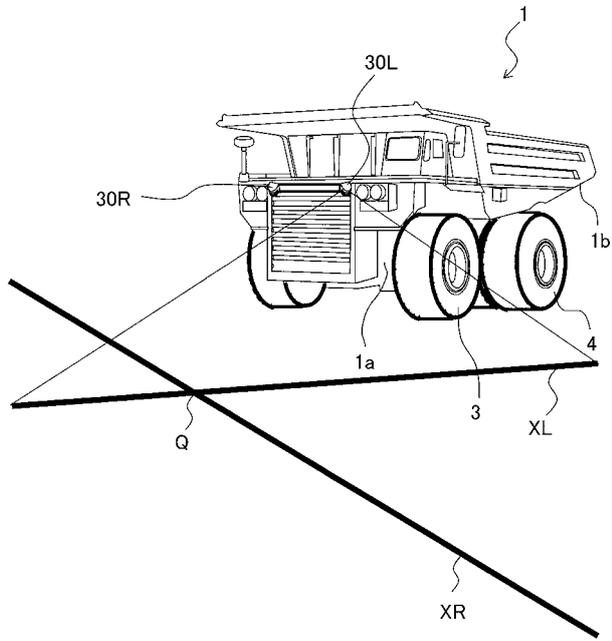


【 図 10 】



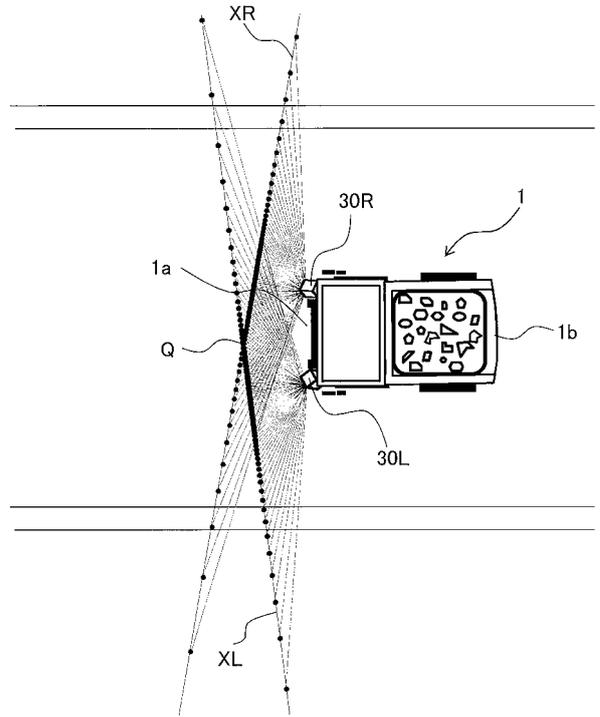
【 図 1 5 】

図15



【 図 1 6 】

図16



フロントページの続き

(72)発明者 石本 英史

茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社 土浦工場内

Fターム(参考) 5H181 AA07 BB04 CC03 CC07 FF04 FF10 LL01 LL09 MC03 MC16
MC27
5J084 AA01 AA04 AA05 AA10 AC02 AD01 BA32 BA48 BB02 BB21
CA03 CA10 CA71 EA11