

(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8月4日(04.08.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/121688 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 17/42 (2006.01) G08G 1/00 (2006.01)
G01S 17/89 (2006.01) G08G 1/16 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/052007
- (22) 国際出願日: 2016年1月25日(25.01.2016)
- (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 2015-015868 2015年1月29日(29.01.2015) JP
- (71) 出願人: 日立建機株式会社(HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1128563 東京都文京区後楽二丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 小野 幸彦(ONO Yukihiko); 〒1008280 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 Tokyo (JP). 渡邊 淳(WATANABE Atsushi); 〒1008280 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 Tokyo (JP). 藤

田 浩二(FUJITA Kouji); 〒3000013 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 Ibaraki (JP). 石本 英史(ISHIMOTO Hidefumi); 〒3000013 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 Ibaraki (JP).

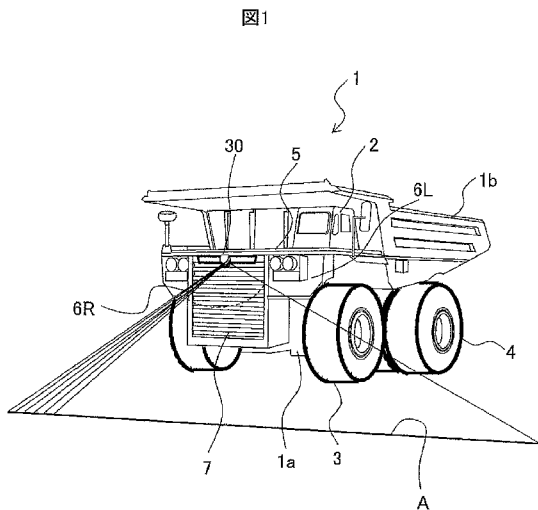
(74) 代理人: 特許業務法人 武和国際特許事務所 (THE PATENT BODY CORPORATE TAKEWA INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1050003 東京都港区西新橋3丁目13番3号 西新橋ビルディング Tokyo (JP).

(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, JP, 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,

[続葉有]

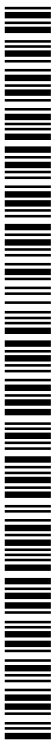
(54) Title: OBSTACLE DETECTION DEVICE FOR TRANSPORT VEHICLE

(54) 発明の名称: 運搬用車両の障害物検出装置



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to make it possible to detect, on a surface of a road on which a transport vehicle is traveling, obstacles that may hinder travel stability, even when the vehicle is traveling at a high speed. The present invention is disposed on a dump truck 1 and is configured such that: a pulse laser is emitted by a pulse laser emitting unit 34 toward a road surface which is forward in the travel direction, and light reflected from the road surface is received; the pulse laser emission position is made to scan in a direction intersecting the travel direction of the dump truck 1; and the scanning interval between scans of the scanning line of the pulse laser is changed in accordance with travel speed.

(57) 要約: 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。ダンプトラック1に設けられ、パルスレーザ照射部34から、走行方向の前方位置の路面に向けてパルスレーザを照射して、路面からの反射光を受光するようになり、このパルスレーザ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り、このパルスレーザ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。



WO 2016/121688 A1



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).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 運搬用車両の障害物検出装置

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用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、車両の前方部位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置に向けてパルスレーザを出射して、その反射光を受信して、このパルスレーザ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3351696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、照射されるパルスレーザ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ず、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。

[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ず、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、パルスレーザ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を必要とするか、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。

[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を照射するレーザ照射部と、路面からの反射光を受光する受光センサと、前記レーザ照射部からのレ

レーザ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走査部と、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及び、走査終了時点から次の走査期間の開始までの周期とからなる計測周期 T_h とに基づいて、前後のレーザの走査ライン間の走査間隔を調整するようになし、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 T_h を変化させる走査間隔調整部と、を含むものである。

[0010] 障害物検出装置はレーザを照射するレーザ照射部と、路面からのレーザ光の散乱光を受信する受光センサとを含む。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。

[0011] レーザ照射部から照射されるレーザ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_g 方向とし、走行方向を y_g 方向としたときに、 x_g 方向は走行路の道幅を規定するものである。レーザ走査部は x_g 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。レーザ走査部はレーザ照射部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も、レーザ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。

[0012] 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スレーザ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_g 方向及び y_g 方向の長さが決定される。

[0013] ここで、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及び、走査終了時点から次の走査期間の開始までの周期を計測周期 T_h としたときに、前述した網目を構成する x_g 方向及び y_g 方向について、 x_g 方向の間隔はレーザ照射部から出射されるレーザのパルス間隔により定まるものである。一方、 y_g 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_g 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。走査間隔調整部は、運搬用車両の走行速度に応じて、走査ラインの y_g 方向のピッチ間隔を調整するためのものである。この走査間隔調整部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_g 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_g 方向のピッチ間隔を固定することができる。

発明の効果

[0014] 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。

[0015] 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。

図面の簡単な説明

[0016] [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3A] 1軸のL I D A Rの構造を示す説明図である。

[図3B] 1軸のL I D A Rの構造の回転動作に関する構成を示す説明図である。

。

[図4] 2軸のL I D A Rの構造を示す説明図である。

[図5]障害物検出装置の走査可能範囲を示す説明図である。

[図6]障害物検出装置からのパルスレーザの照射範囲を示す説明図である。

[図7]パルスレーザのX、Y方向の走査間隔についての説明図である。

[図8A]障害物検出装置の高さとピッチ間隔及びレーザ照射方向の分解能を示す斜視説明図である。

[図8B]障害物検出装置の高さとピッチ間隔及びレーザ照射方向の分解能を示す平面説明図である。

[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10]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11]障害物検出システムの概略構成図である。

[図12]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13A]障害物検出時のパルスレーザP Lによる走査状態を示す概略斜視図である。

[図13B]障害物計測処理に用いる所定距離Fの説明図である。

[図13C]図13Bの平面視における説明図である。

[図14]障害物検出装置における計測周期の調整処理を示すフローチャートである。

[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。
- [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、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。エアクリーナ7は複数のフィルタエレメントが装着されて、空気中の塵埃等を捕捉するように構成されている。
- [0021] ダンプトラック1の前面、より詳しくは建屋構造部6R、6Lの間の位置で、エアクリーナ7の装着部の上部位置には、障害物検出装置30を備える。本実施形態ではパルスレーザ光を照射し、その反射波を受信して計測点までの距離を測定するLIDAR (Light Detection and Ranging) を障害物検出装置30が備えられている。障害物検出装置30は、に配置される。パルスレーザ光の走査面と路面との交線を交線Aと記載する。
- [0022] 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 1 3 や排土場に向けた土砂送路 1 4 が分岐して形成されている。

[0023] ダンプトラック 1 は採鉱場 1 0 に搬入され、油圧ショベル 1 1 から土砂や鉱石等がベッセル 1 b に積載されて、走行路 1 2 に沿って走行する。鉱石が積載されている場合には、鉱石送路 1 3 から鉱石集積所に移送される。また、ベッセル 1 b に土砂が積載されている際には土砂送路 1 4 に向って走行することになる。いずれの送路を取るにしても、鉱石集積所や排土場においては、ベッセル 1 b から積載物が排出される。

[0024] 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 1 5 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 1 5 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 1 2 及び交通管制センタ 1 5 における所定の位置にはアンテナ 1 6 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) 1 7 から自己の位置情報を取得できるようにしている。

[0025] 走行路 1 2 において、ダンプトラック 1 は採鉱場 1 0 から鉱石送路 1 3 や土砂送路 1 4 に向う往路と、採鉱場 1 0 側に向う復路とに向けて走行するものであり、走行路 1 2 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 1 2 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 1 2 の道幅端部は崖等が位置しており、これによって、走行路 1 2 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 1 2 について往路及び復路の側端部をそれぞれ路肩という。

[0026] 走行路 1 2 (鉱石送路 1 3、土砂送路 1 4 を含む) をダンプトラック 1 が走行する際には、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る。

[0027] そこで、本実施形態では、障害物検出装置 30 の一例として、図 3 に示すように 1 軸の L I D A R を備える。以下、図 3 A から図 7 を参照して障害物検出装置の構造について説明する。図 3 A は、1 軸の L I D A R の構造を示す説明図である。図 3 B は、1 軸の L I D A R の構造の回転動作に関する構成を示す説明図である。図 4 は、2 軸の L I D A R の構造を示す説明図である。図 5 は、障害物検出装置の走査可能範囲を示す説明図である。図 6 は、障害物検出装置からのパルスレーザの照射範囲を示す説明図である。図 7 は、パルスレーザの X、Y 方向の走査間隔についての説明図である。

[0028] 図 3 A に示す障害物検出装置 30 は、支持板体 31 の上下にレーザ保持部 32 とパルスレーザ走査部 33 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 32 とパルスレーザ走査部 33 との間にパルスレーザの入出射領域が確保される。レーザ保持部 32 にはパルスレーザ照射部 34 が装着されている。また、パルスレーザ走査部 33 には、モータ 38 (図 3 B 参照) により回転駆動される回転体 35 が設けられており、この回転体 35 にはハーフミラー 36 が装着されると共に、受光センサ 37 が設けられている。更に障害物検出装置 30 は、回転体 35 の回転周期 (計測周期 T_h に相当する) を示す回転周期情報をパルスレーザ走査部 33 に出力して、パルスレーザ走査部 33 の回転駆動制御を行う走査間隔調整部 60 を備える。

[0029] パルスレーザ照射部 34 からの光路と、パルスレーザ走査部 33 の回転中心とはほぼ一致しており、このパルスレーザ照射部 34 から出射されるパルスレーザは一部がハーフミラー 36 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 36 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37により受光されるが、この受光センサ37には集光レンズが装着されている。

[0030] 図3Bに示すように、走査間隔調整部60は、計測周期演算部61及び計測周期記憶部62を含む。計測周期演算部61は、車輪速計測センサ42aから時刻 t における走行速度 V_t を取得すると、計測周期記憶部62に記憶されている現在の計測周期（これは直近の過去である時刻 $t-1$ において演算された計測周期 Th_{t-1} に相当する）を読み出す。そして、走行速度 V_t と計測周期 Th_{t-1} とを用いて、時刻 t における計測周期 Th_t を演算する。計測周期演算部61は、計測周期 Th_t 情報をモータ38に出力する。そしてモータ38が計測周期 Th_t で回転することにより、計測周期が調整される。計測周期演算部61は、新たに演算した計測周期 Th_t を計測周期記憶部62に更新記録する。このように走査間隔調整部60は、走行速度 V を用いて、計測周期 Th の調整を行う。また、走行間隔調整部60は、グリッドマップ記憶部63も更に備え、計測周期演算部61が作成したグリッドマップを蓄積してもよい。この場合、計測周期演算部61は、グリッドマップ作製部としての機能も有する。グリッドマップの詳細は後述する。走査間隔調整部60は、CPU、ROM、RAM、HDD、外部機器とのインターフェース、バスといったハードウェアと、走査間隔調整部60の機能を実現するためのソフトウェアとが協働して構成されてもよい。

[0031] 障害物検出装置30は、上記の例に限らず図4に示す2軸のLIDARを用いてもよい。図4の2軸のLIDAR20は、被検領域21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。LIDAR20は、所定の間隔をもってパルスレーザを出射するパルスレーザ照射部22、パルスレーザを所定の範囲にわたって走査させるパルスレーザ走査部23、受光センサ24、及び集光レンズ25を備える。

[0032] 被検領域21を x_g 方向及び y_g 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、パルスレーザ照射部22から出射されレーザ光はパルスレーザ走査部23により光路を曲げられた上で被検領域21の表面を走査するこ

とになる。従って、パルスレーザ走査部 23 は反射ミラー 23 a を有し、この反射ミラー 23 a によって被検領域 21 にパルスレーザが照射される。パルスレーザを被検領域 21 の全体を走査させるためには、反射ミラー 23 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 23 Y を有するものであり、この回転軸 23 Y 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 21 の x_0 方向にパルスレーザが走査される。また、水平方向に延在させた回転軸 23 X を駆動することにより被検領域 21 の内部を y_0 方向に走査させることができる。被検領域 21 を走査したパルスレーザは集光レンズ 25 により集光されて、受光センサ 24 に入射される。上記モータの回転駆動制御に、図 3 B で説明した回転駆動制御装置を用いることにより 2 軸の L I D A R においても、走行速度に応じて計測周期を調整することができる。

[0033] 受光センサ 24 は被検領域 21 からの反射光の散乱光を受信する。被検領域 21 に凹凸があると、散乱光が変化するので、受光センサ 24 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。

[0034] 以上の 2 軸 L I D A R 20 や障害物検出装置 30 (1 軸 L I D A R) 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 2 軸 L I D A R 20 や障害物検出装置 30 を用いることができ、これら 2 軸 L I D A R 20 や障害物検出装置 30 によるパルスレーザ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。以下、障害物検出装置 30 を例に挙げて説明する。

[0035] ここで、図 5 に示したように、障害物検出装置 30 は支持板体 31 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ものである。この広い角度範囲を走査する時間が、図5において矢印で記載した角度範囲が走査開始位置（図5の矢印の始点）から走査終了位置（図5の矢印の終点）までの走査時間である。また上記死角範囲にレーザ光が照射される時間が、走査終了時点から次の走査期間の走査開始までの周期である。そして、走査開始位置（図5の矢印の始点）から走査終了位置（図5の矢印の終点）までの走査時間と、走査終了時点から次の走査期間の走査開始までの周期とを加えた時間が、レーザ光が 360° に亘って照射される時間であり、これが計測周期 T_h に相当する。障害物の検出は走行路12の路面において、その道幅に限定されることから、パルスレーザ走査部33による回転体35は一方向に回転させることによって、この走行路12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。

[0036] 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、このためにダンプトラック1が走行する間に、障害物検出装置30を駆動して、回転体35を回転させながら、パルスレーザ照射部34からパルスレーザを出射させる。その結果、図6に示したように、走行路12の路面が走査される。ここで、車両の進行方向を y_g 方向とし、道幅方向を x_g 方向としたときに、 x_g 方向においては、パルスレーザ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_g 方向におけるレーザスポットのピッチ間隔は車両の走行速度 V により変化する。即ち、車両が高速で走行する際には、 y_g 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、ピッチ間隔が狭くなる。

[0037] 一般的なLIDARシステムでは、図7に示したように、パルスレーザの照射方向を一定角速度 ω 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 ΔT 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 $\Delta\theta$ 毎に得られることになる。 ΔT は一定であるとする、 $t = T_0$ において、ある角度 θ 方向にレーザを照射した後、次に同じ角度 θ 方向に

パルスレーザを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 $\Delta\theta$ との間には $\Delta\theta \cdot T_h = 2\pi \cdot \Delta T$ の関係になる。すなわち、 T_h と $\Delta\theta$ との間に反比例の関係がある。

[0038] ここで、図8A、図8B及び図10を参照して障害物検出装置の分解能について説明する。図8Aは、障害物検出装置30の高さとピッチ間隔及びレーザ照射方向の分解能を示す斜視説明図である。図8Bは、障害物検出装置30の高さとピッチ間隔及びレーザ照射方向の分解能を示す平面説明図である。図9は、レーザスポットのピッチ間隔を示す説明図である。図10は、ダンプロ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。

[0039] 図9において、計測点 $P1-P2$ 、 $P1-P1'$ 、 $P2-P2'$ 間の2方向の距離（進行方向の距離 Δy_g 、進行方向と直交する方向の距離 Δx_g ）としたときに、距離 Δy_g は計測周期 T_h 間の間隔であり、ダンプロック1の走行速度 V とパルスレーザ走査部33による回転体35の回転速度に基づくものであり、パルスレーザ走査部33の回転速度が一定であるとすれば、ダンプロック1の走行速度 V により変化する計測周期 T_h が Δy_g に相当する。また、図8Aで示したように、パルスレーザ照射部34の路面からの高さを H 、ピッチ間隔を ρ 、レーザ照射方向を θ 、計測分解能を $\Delta\theta$ としたときに、図8Bに示したように、路面上のレーザスポットの x_g 方向のピッチ間隔、つまり距離 Δx_g は $H / \cos \rho | \tan \theta - \tan (\theta + \Delta\theta) |$ に基づいて演算される。

[0040] ここで、図9及び図10に示したように、ダンプロック1の走行中における距離 Δx_g 及び Δy_g の最大値 Δx_{gMAX} 、 Δy_{gMAX} を取るのは走行路12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、ダンプロック1の最高走行速度であっても、図10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、 $E = \Delta x_{gMAX} \cdot \Delta y_{gMAX}$ 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。

[0041] なお、評価値Eに関しては、 $E = \Delta x_{gMAX} \cdot \Delta y_{gMAX}$ でなく、 $E = \Delta x_{gMAX} + \Delta y_{gMAX}$ や、 Δx_{gMAX} と Δy_{gMAX} 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30のパルスレーザ走査部33により駆動されるパルスレーザ照射部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ユニット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部が構成される。このように本実施形態では、走査間隔調整部60（より詳しくは計測周期演算部61）が自己位置計測ユニット42（より詳しくは後述する車輪速計測センサ42a）から走行速度Vを取得し、これに基づいてーフミラー36の回転速度（計測周期Thに相当）を調整することにより、走査間隔調整部が構成される。この構成は一例にすぎず、走行速度及び計測周期に基づいて、走行速度が変化しても走査間隔が所定値を超えないように計測周期を変化させる構成であれば、上記走査間隔調整部に含まれる。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の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。

[0042] 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。図11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。

- [0043] ここで、図12を参照してダンプトラック1の障害物回避動作について説明する。図12は、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。
- [0044] 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す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。
- [0045] そこで、図11に示した障害物検出システム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、この障害物検出システム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。
- [0046] 障害物検出システム40は、障害物を検出するために、障害物計測ユニット41と、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ユニット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ユニット43と、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装置44を備えている。
- [0047] 障害物計測ユニット41には、障害物検出装置30と、この障害物検出装置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装置41aと、路面の周囲の外部座標系（図4、

図6の x_g - y_g 座標系に相当する)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装置41bとを備えている。

[0048] 障害物検出装置30は、障害物計測装置41aに接続され、障害物計測装置41aは、障害物記憶装置41bに接続されている。障害物検出装置30は、図1に示すように、これら障害物検出装置30から照射するレーザ光が到達する路面上の計測点がなす直線である走査方向としての交線Aが、それぞれ路面の幅方向(路幅 x_g 方向)に沿うように設定されている。また、障害物検出装置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(図7、図8A、図8Bの $\Delta\theta$ に相当する)に徐々に変化させて路面上の計測点を走査していき、この障害物検出装置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までの距離を計測する。

[0049] さらに、障害物計測装置41aは、障害物検出装置30で検出した障害物情報と、障害物記憶装置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。

[0050] 自己位置計測ユニット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センサ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センサ42bと、車輪速計測センサ42aにて計測した回転速度結果及び操舵角計測センサ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。車輪速計測センサ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。操舵角計測センサ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。

[0051] 自己位置計測ユニット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1 a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。車輪速計測センサ4 2 a、操舵角計測センサ4 2 b及び自己位置補正装置4 2 dは、自己位置演算装置4 2 cにそれぞれ接続されている。

[0052] 車体運動制御ユニット4 3は、車両本体1 aの走行速度を低下させたり停止させたりする制動装置4 3 aと、ダンプトラック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4 3 bと、障害物Bを避けるための操舵制御装置4 3 cと、走行路の経路やその路面の路幅、対向車情報等の地図データが記憶されたデータ記憶装置4 3 dと、制動装置4 3 aによる制動量、駆動トルク制限装置4 3 bによる制限量、及び操舵制御装置4 3 cによる制御量を算出するための車両制御装置4 3 eを備えている。車両制御装置4 3 eは、データ記憶装置4 3 dに記憶された地図データに基づき、車両本体1 a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4 3 aによる制動量、駆動トルク制限装置4 3 bによる制限量、及び操舵制御装置4 3 cによる制御量を算出する。

[0053] 制動装置4 3 a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4 3 bは、例えば後輪4の回転に対して電氣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。データ記憶装置4 3 d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4 3 eには、データ記憶装置4 3 dに記憶されている地図データ、自己位置演算装置4 2 cにて演算された自己位置情報、及び障害物計測装置4 1 aにて計測された障害物情報が入力される。車両制御装置4 3 eは、制動装置4 3 a、駆動トルク制限装置4 3 b及び操舵制御装置4 3 cのそれぞれに接続されている。

[0054] 通信装置4 4は、自己位置演算装置4 2 cに接続され、自己位置演算装置

4 2 cにおいて演算したダンプトラック1の自己位置情報を交通管制センタ1 5へ送信する。通信装置4 4は、障害物記憶装置4 1 b及びデータ記憶装置4 3 dに接続され、障害物記憶装置4 1 bに記憶されている障害物位置データや、データ記憶装置4 3 dに記憶されている地図データを、通信装置4 4を介して出力できる構成とされている。

[0055] 交通管制センタ1 5は、ダンプトラック1に搭載された通信装置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装置5 2と、ダンプトラック1の通信装置4 4から交通管制センタ1 5の通信装置5 1に送信されてくる障害物情報と、障害物データ記憶装置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装置5 4と、が備えられている。

[0056] 次いで、障害物検出システム4 0による障害物検出処理について、図1 3 Aから図1 5を参照して説明する。図1 3 Aは障害物検出時のパルスレーザPLによる走査状態を示す概略斜視図、図1 3 Bは、障害物計測処理に用いる所定距離Fの説明図、図1 3 Cは図1 3 Bの平面視における説明図である。ここで、図1 3 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 Cにおける破線は、図1 3 Bの平面視図におけ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。

[0057] まず、図1 4の各ステップ順に沿って障害物検出処理の流れについて説明する。ダンプトラック1の走行中、障害物検出装置3 0は、図1 3 Aに示すように、パルスレーザPLをダンプトラック1の前方に照射し、走行路1 2（図2参照）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 A及び図1 3 B

に示すように、障害物検出装置30による走査面と路面と交差する交線Aを、障害物計測装置41aにて算出する(S2)。

[0058] この後、障害物計測装置41aは、S2にて算出した交線Aから所定の距離F以上離れた測定点を、障害物計測点P_nとする(図13BのP₁、P₂、P₃障害物計測点である。)(S3)。ここでいう所定距離Fとは、図13Cに示すように、パルスレーザPLと障害物Bとの交点(障害物計測点P_nに相当する)から、パルスレーザPLの光路を延長したときの路面との交点aまでの距離Fである。交点aは路面とパルスレーザPLとの交線A上の点であり、交線Aの軸方向は図13Cの紙面に垂直な方向に一致する。所定距離Fの大きさは、障害物計測装置41aにより計測したい障害物Bの高さに応じた値により定義される。

[0059] 障害物計測装置41aは、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(S4/Yes)、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(S5)。ここで、ダンプトラック1の現在位置は通信衛星17に基づいて測定される。

[0060] そして、障害物計測装置41aは、障害物計測点P_nの絶対位置を障害物記憶装置41bに記憶させる(S6)。障害物計測装置41aは、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しないときは(S4/No)、S1へ戻る。

[0061] 一方、車輪速計測センサ42aにて計測した回転速度結果と、操舵角計測センサ42bにて計測した操舵角結果とに基づき、自己位置補正装置42d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(x_g-y_g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装置42cにて算出されて自己位置推定されている。そして、車両制御装置43eは、自己位置演算装置42cにて演算されたダンプトラック1の位置と、障害物記憶装置41b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、障害物回避距離よりも大きい

か判断する（S7）。上記「障害物回避距離」は、障害物がある場合に回避動作が必要であると判断するために設けられた閾値であり、速度に依存する変数である。障害物回避距離は、現在の走行速度に応じて閾値を動的に設定してもよいし、走行路12に対して設定された制限速度に応じて静的に設定してもよい。また、障害物回避距離は、速度に加えてダンプロック1の積荷量に応じて更に詳細に設定してもよい。

[0062] S7により、自己位置演算装置42cにて求めた位置と、障害物記憶装置41bに記憶させたダンプロック1の周囲の障害物の位置との距離が、障害物回避距離よりも大きいと判断された（S7/Yes）場合は、図14に示す障害物検出処理が終了となる。

[0063] 一方、S7により、自己位置演算装置42cにて求めた位置と、障害物記憶装置41bに記憶させたダンプロック1の周囲の障害物の位置との距離が、障害物回避距離以下と判断された場合（S7/No）、すなわち、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ロック1を走行させることができるか否かを判断する（S8）。回避可能な場合には（S8/Yes）、操舵等によりダンプロック1に回避行動を取らせる（S9）。

[0064] 車両制御装置43eが回避動作を行うことができないと判断したときには（S8/No）、車体運動制御ユニット43の制動装置43a及び駆動トルク制限装置43bを制御してダンプロック1の走行を停止させる（S10）。

[0065] さらに、計測周期演算部61は、走行路において、レーザスポットの x_g 方向及び y_g 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 $\Delta\theta$ （または、計測周期 ΔT ）を設定する。計測周期演算部61は、このグリッド情報をグリッドマップ記憶部63に記録することで、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、ダンプロック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。

[0066] 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 1 a と、車両本体 1 a 上に起伏可能に設けられた作業部としてのベッセル 1 b とを有し、また車両本体 1 a 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 6 L、6 R が所定間隔を空けて設けられ、これら建屋構造物 6 L、6 R 間にラジエータ等の熱交換装置が設置されている。各建屋構造部 6 L、6 R の間の位置には、車両本体 1 a 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 台の障害物検出装置 30 L、30 R がそれぞれ取り付けられている。

[0067] 本第 2 実施形態においては、第 1 の実施形態と同様、L I D A R 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 台の障害物検出装置 30 L、30 R はダンプトラック 1 の走行方向と直交する方向にパルスレーザの走査を行うのではなく、斜め方向に走査ライン A L、A R 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 A L と A R 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 A L 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 A R 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。

[0068] 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 ΔY

、進行方向と垂直な方向の距離 Δx_g)のうち、最大となるものに着目し、評価値 $E = \Delta x_{gMAX} \Delta y_{gMAX}$ を評価関数とするが、角度分解能 $\Delta \theta$ （または、計測周期 ΔT ）だけでなく、走査ラインAL、ARについて、交差位置Qにおける交差角 α 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。

[0069] 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。

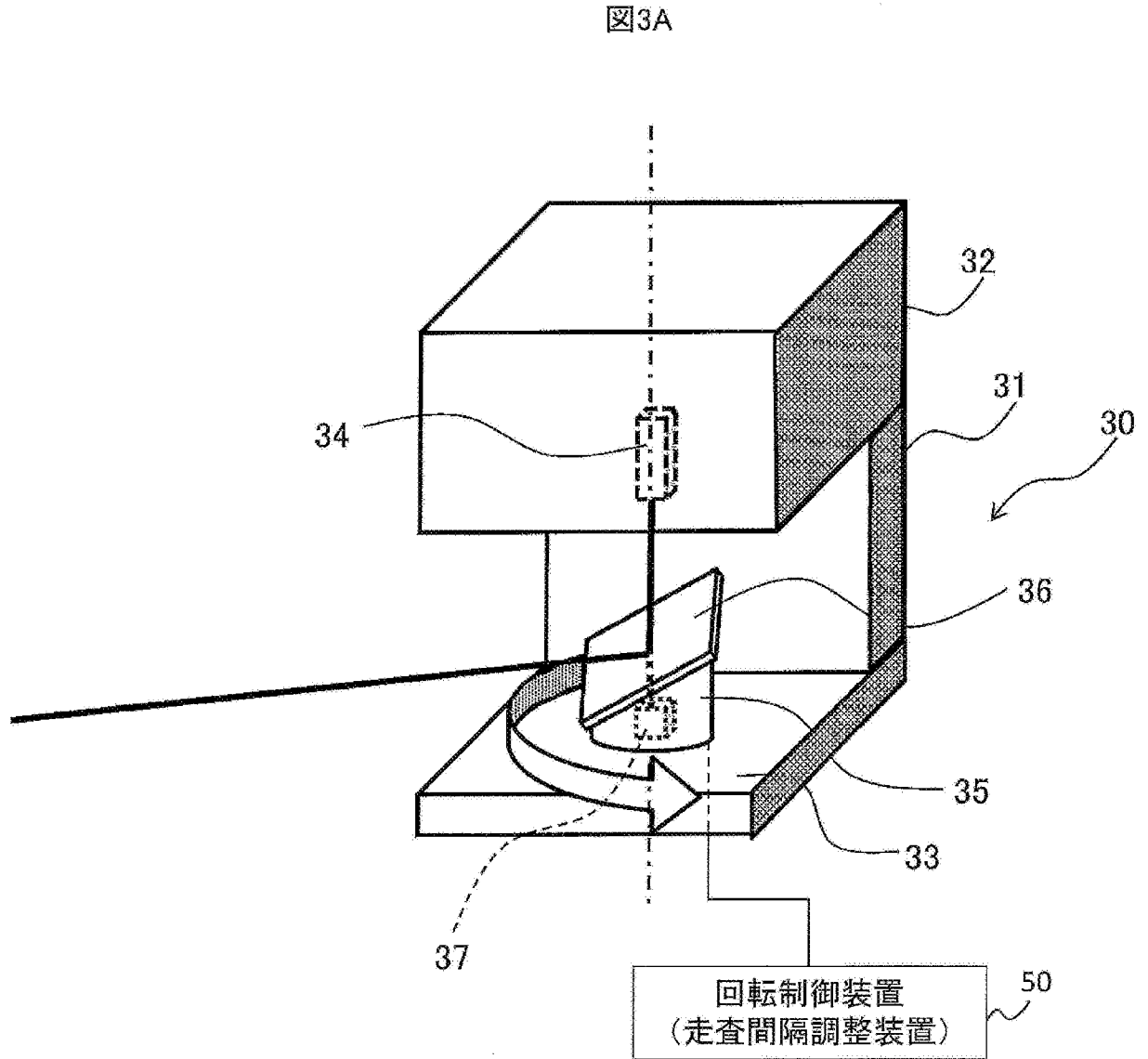
符号の説明

- [0070] 1 ダンプトラック
- 1 a 車両本体
- 1 b ベッセル
- 2 運転室
- 6 L、6 R 建屋構造物
- 1 2 走行路
- 3 0 障害物検出装置
- 3 3 ハルスレーザ走査部
- 3 4 パルスレーザ照射部
- 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 障害物計測ユニット
- 4 2 自己位置計測ユニット
- 4 2 a 車輪速計測センサ
- 4 2 b 操舵角計測センサ
- 4 3 車体運動制御ユニット

請求の範囲

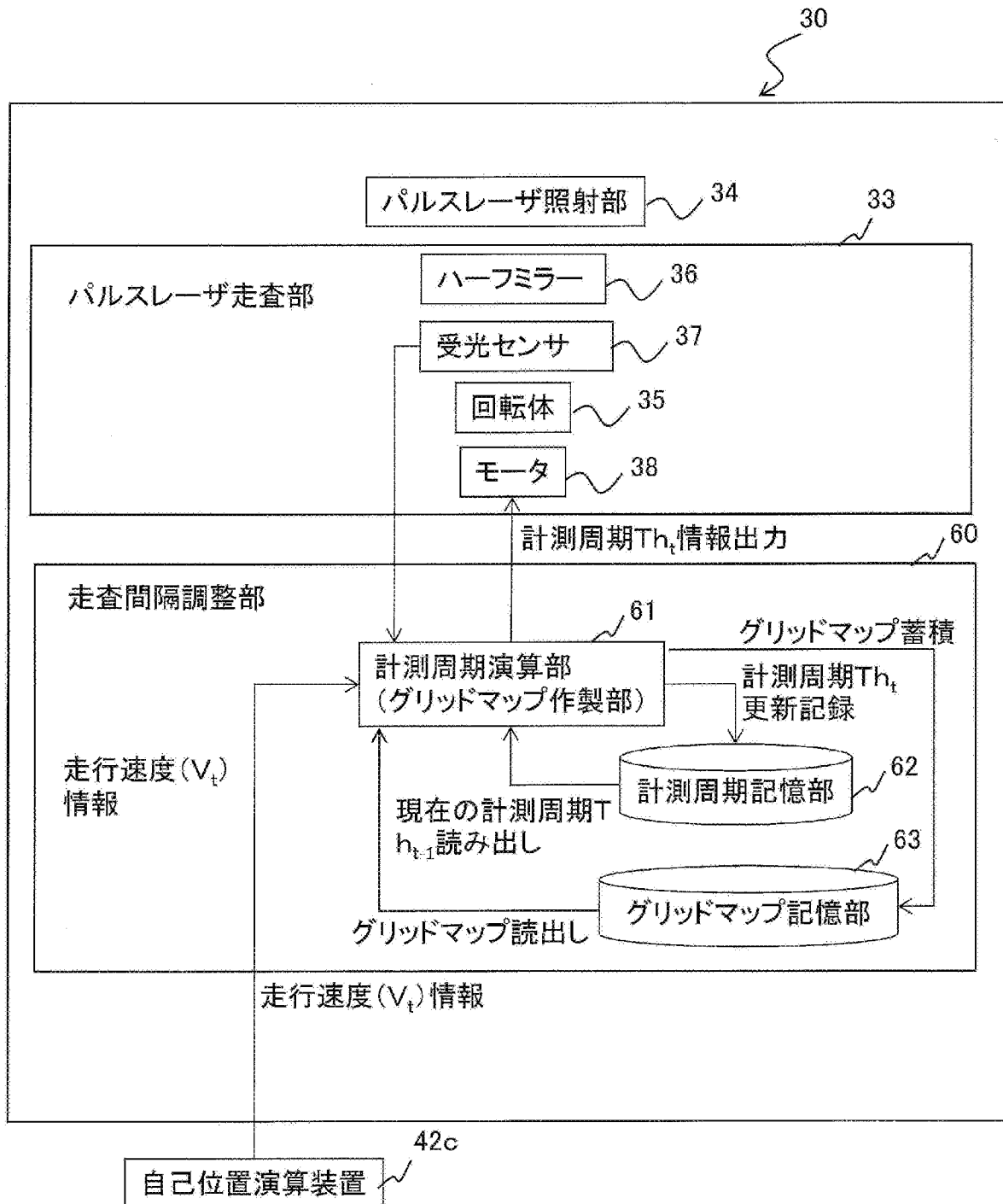
- [請求項1] 運搬用車両に設けられ、この運搬用車両の走行方向の前方位置の路面に向けてレーザを照射するレーザ照射部と、
路面からの反射光を受光する受光センサと、
前記レーザ照射部からのレーザの照射位置を前記運搬用車両の走行方向と交差する方向に走査させるレーザ走査部と、
前記運搬用車両の走行速度 V と、走査始点位置から走査終点位置までの走査時間及び、走査終了時点から次の走査期間の開始までの周期とからなる計測周期 T_h とに基づいて、前後のレーザの走査ライン間の走査間隔を調整するようになし、前記運搬用車両の走行速度が変化しても、前記走査間隔が所定値を超えないように前記計測周期 T_h を変化させる走査間隔調整部と、
を有する運搬用車両の障害物検出装置。
- [請求項2] 前記走査間隔調整部は、前記レーザ照射部の路面からの高さを H 、ピッチ間隔を ρ 、レーザ照射方向を θ 、計測分解能を $\Delta\theta$ として、路面上のレーザスポットのピッチ $H / \cos \rho | \tan \theta - \tan (\theta + \Delta\theta) |$ 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 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] 前記走査間隔調整部は、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 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記載の運搬用車両の障害物検出装置。
- [請求項4] 前記レーザ照射部は前記運搬用車両の左右両側に一対配置して、レーザの走査方向を交差するようになしレーザを照射するように構成したことを特徴とする請求項1記載の運搬用車両の障害物検出装置。

[図3A]



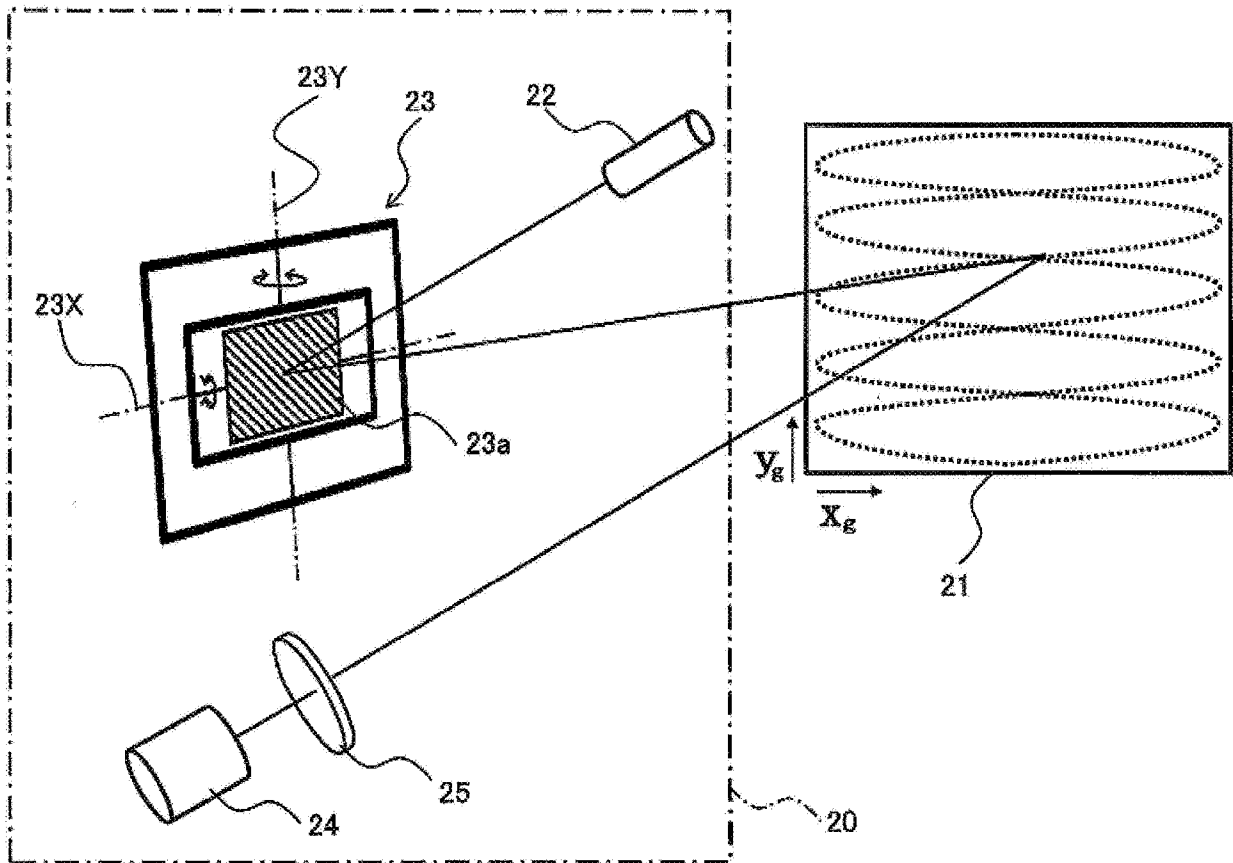
[図3B]

図3B

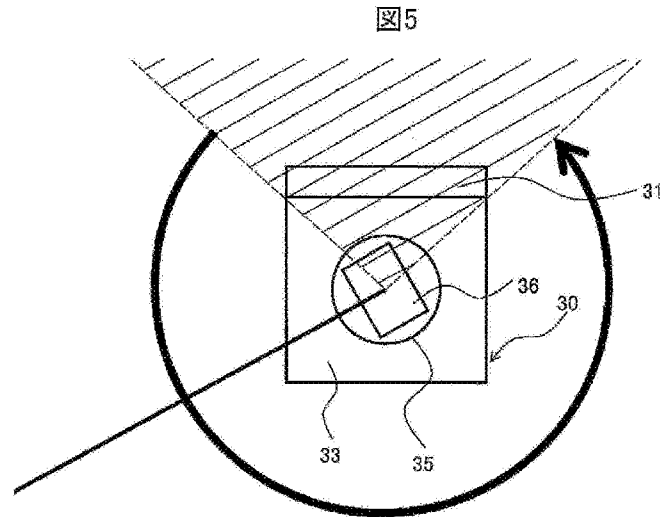


[図4]

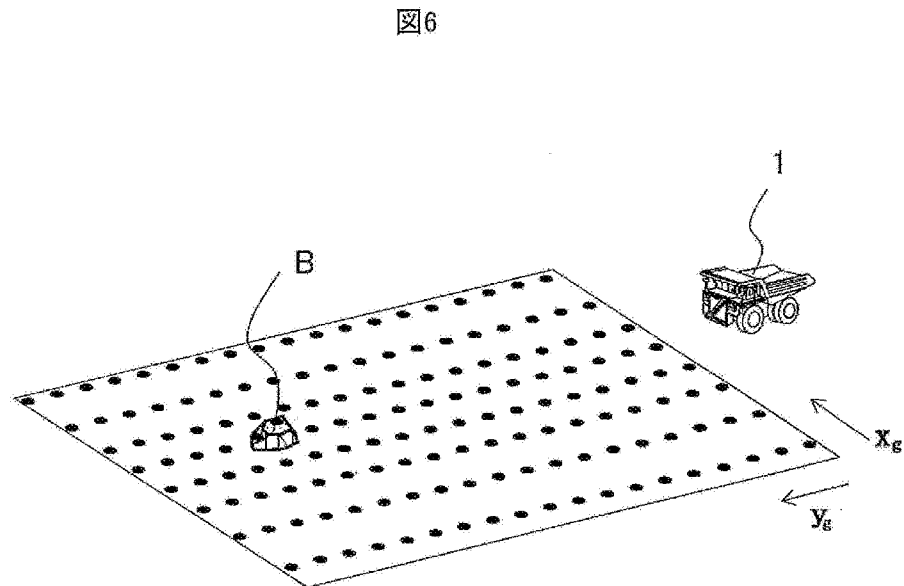
図4



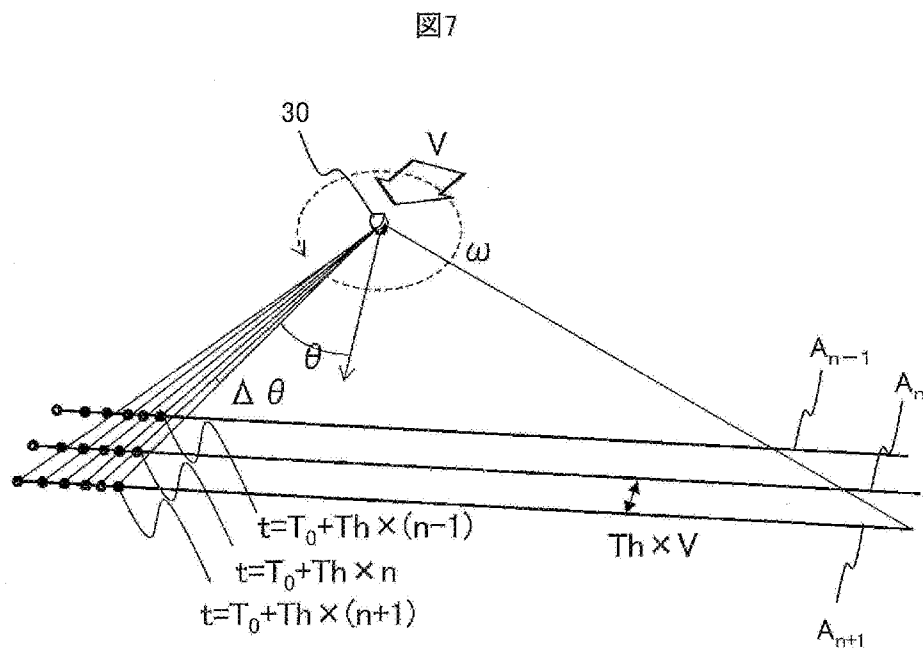
[図5]



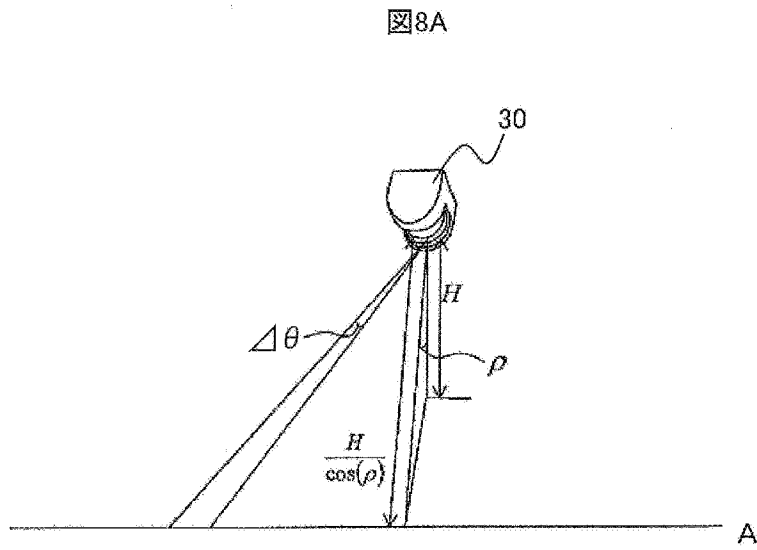
[図6]



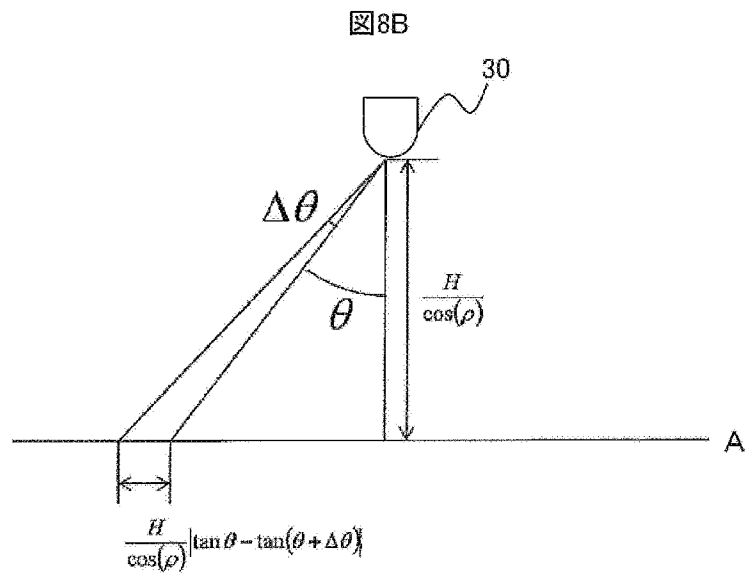
[図7]



[図8A]

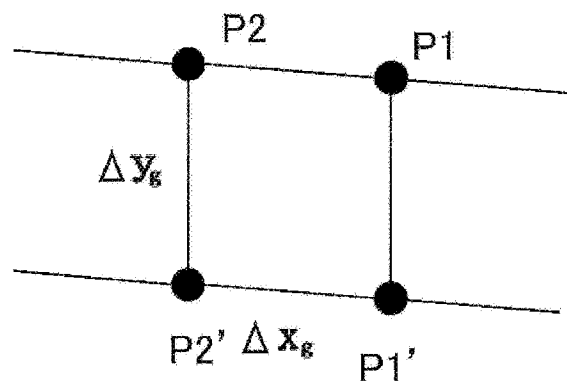


[図8B]



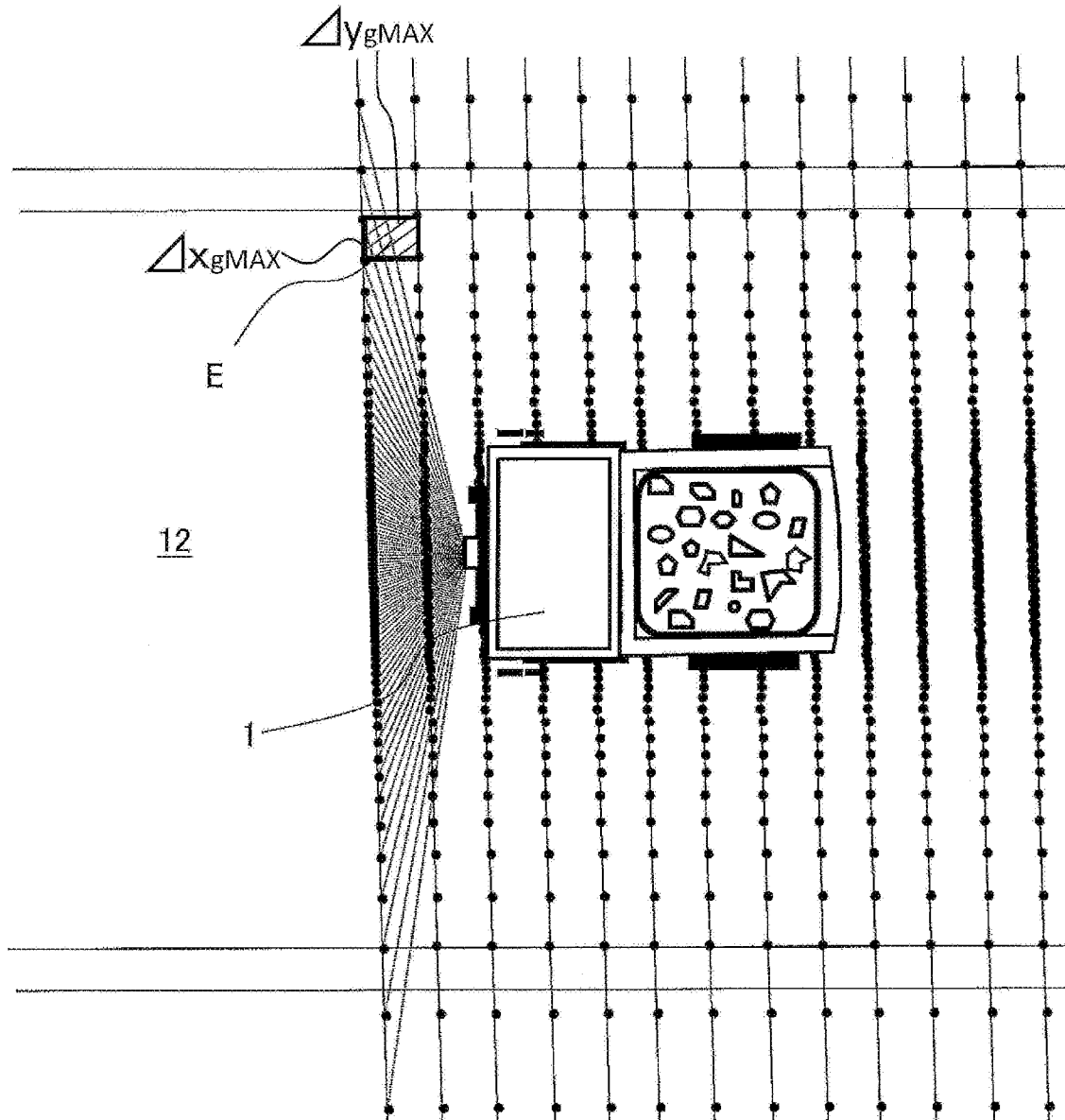
[図9]

[図9]



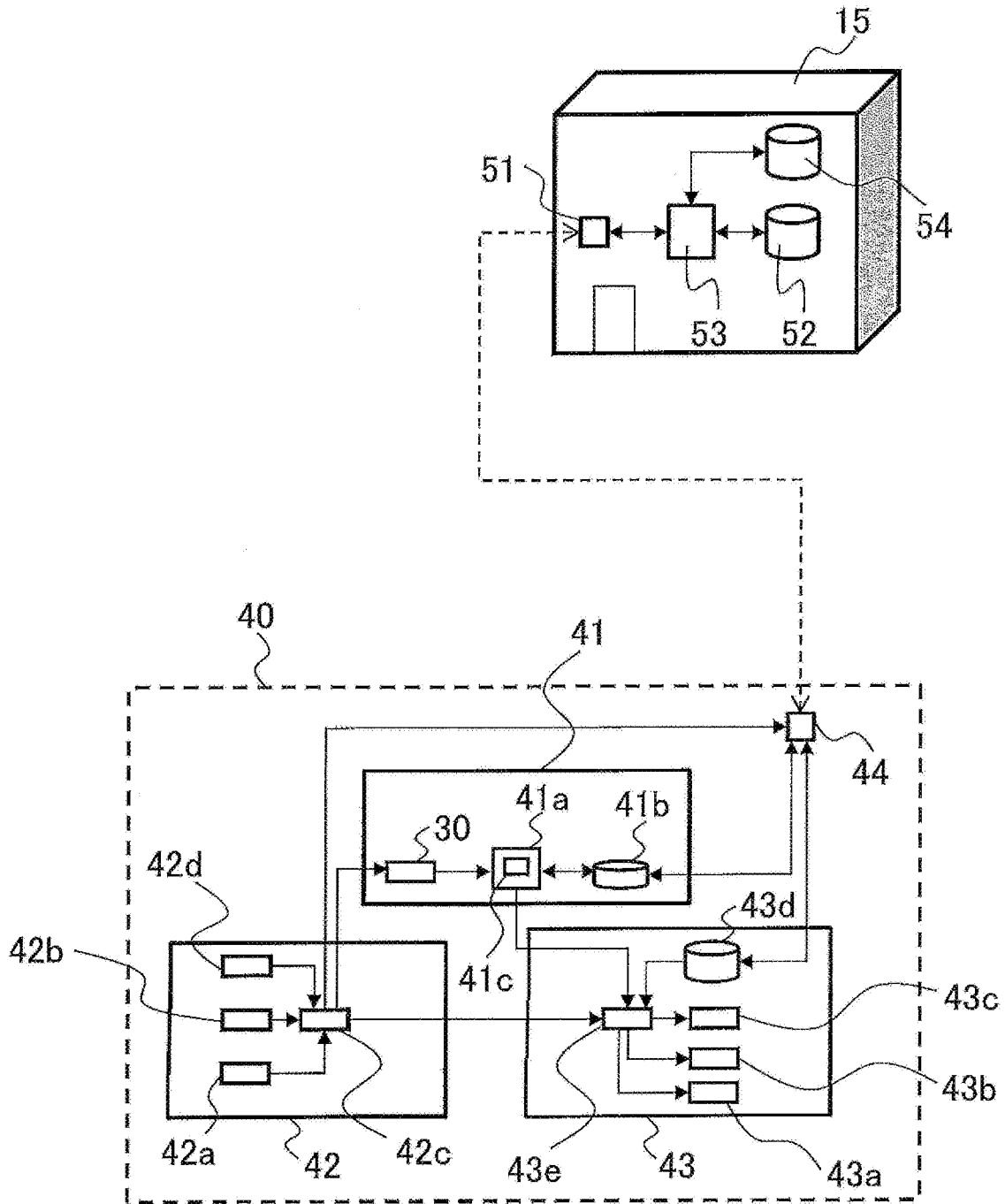
[図10]

図10



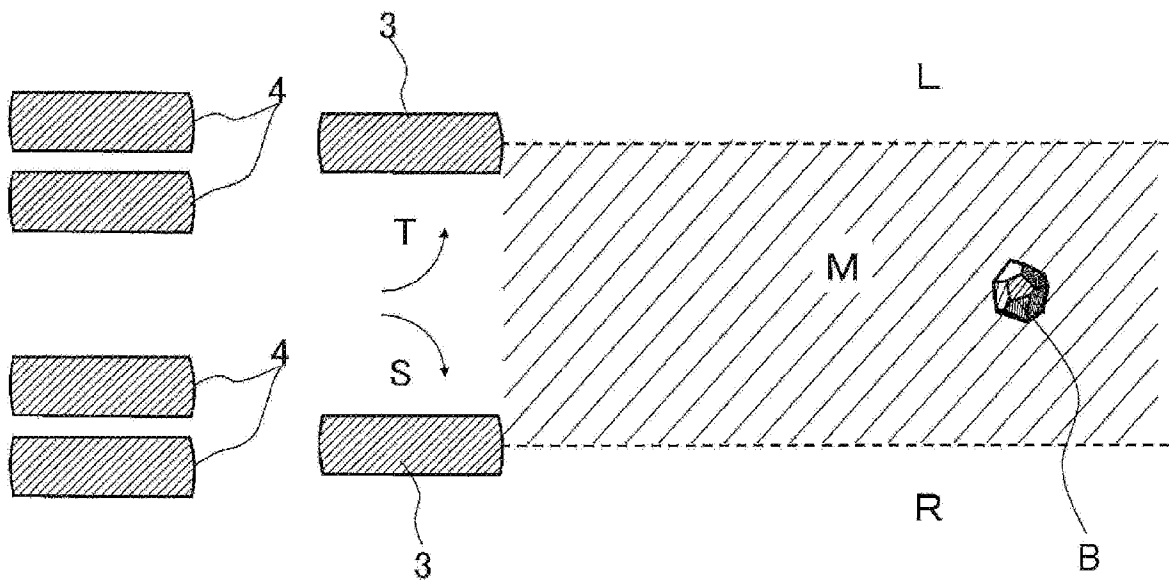
[図11]

図11



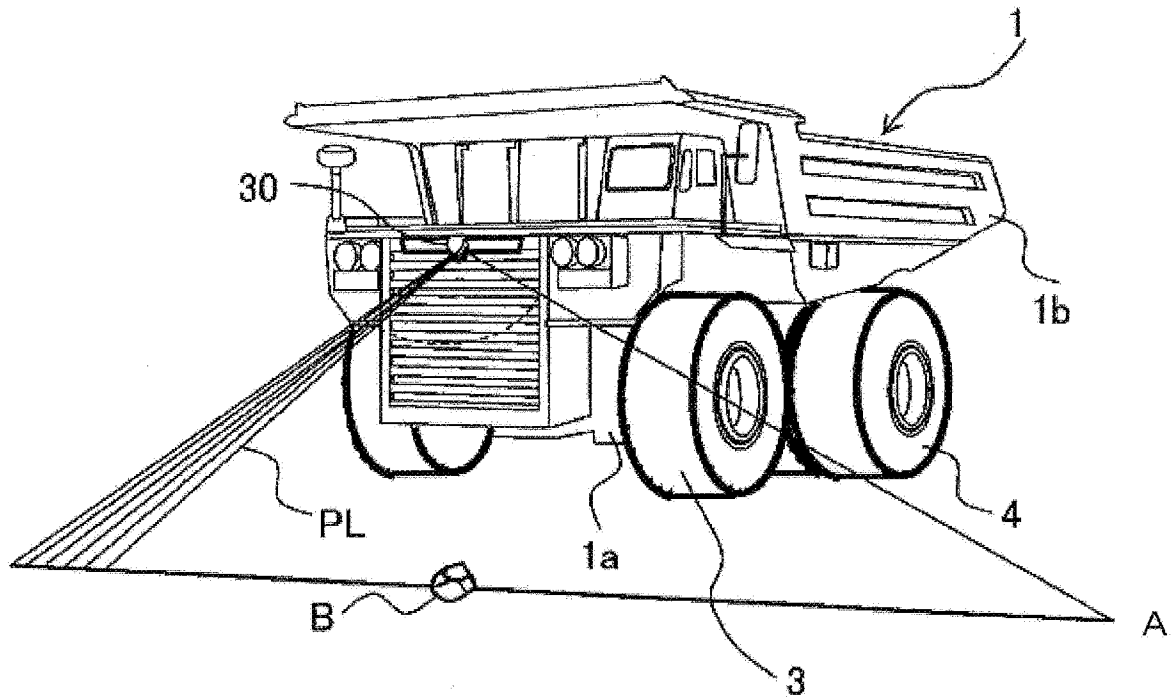
[図12]

図12



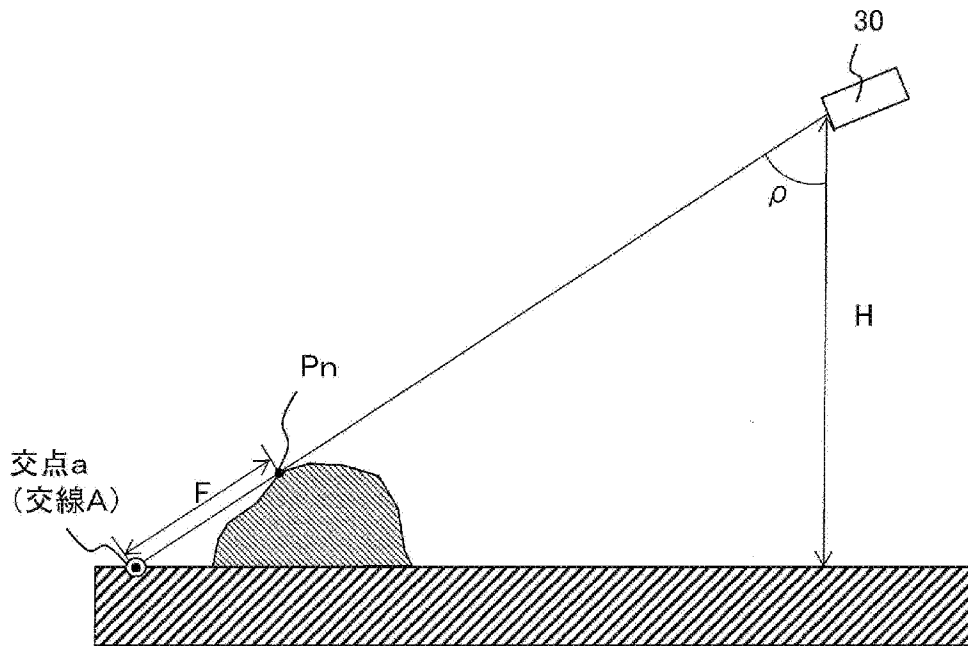
[図13A]

図13A



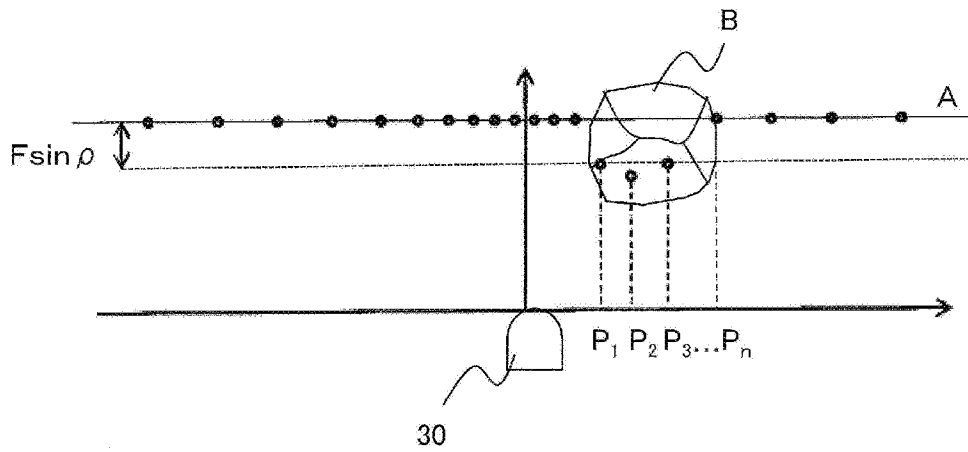
[図13B]

図13B



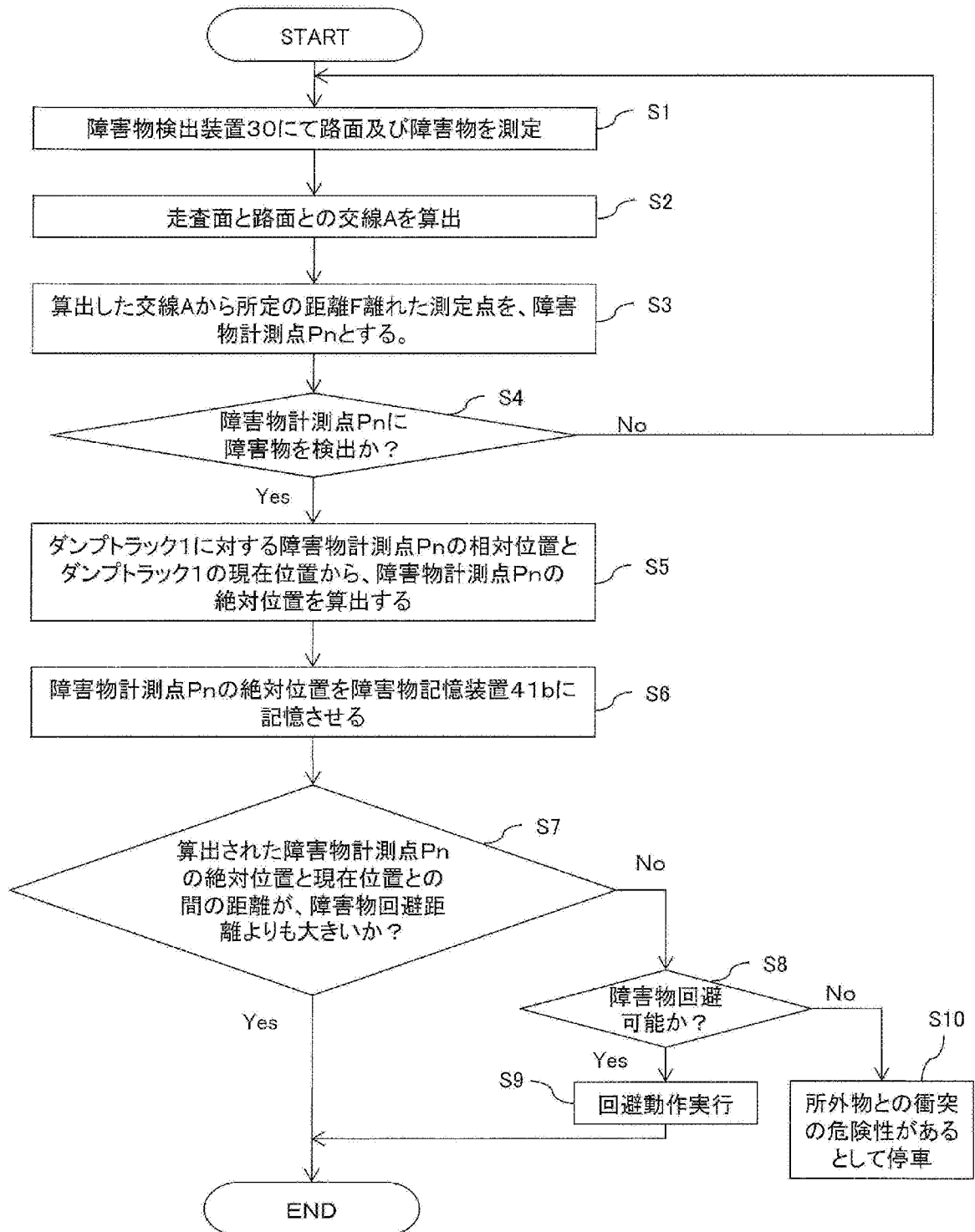
[図13C]

図13C



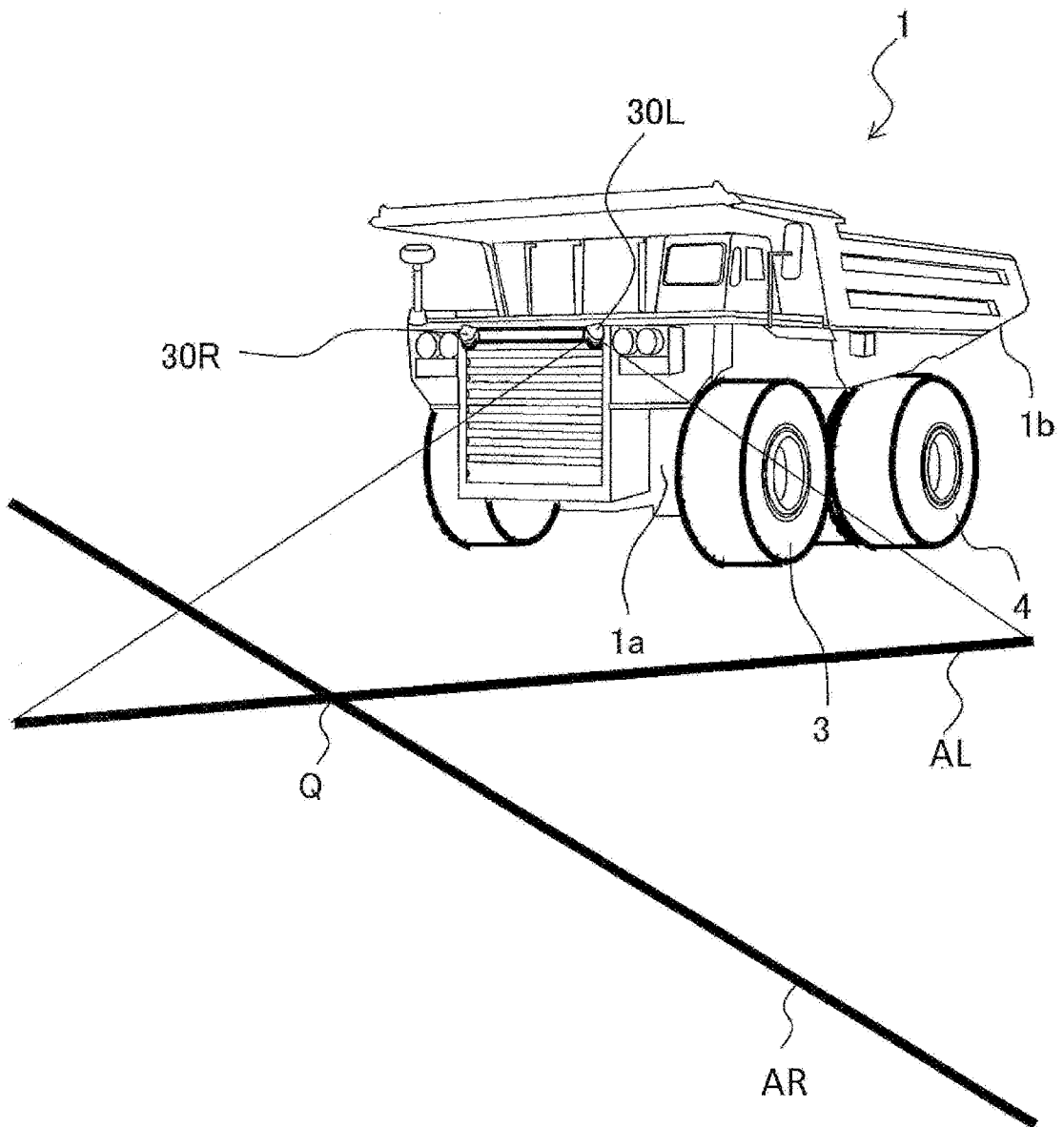
[図14]

図14



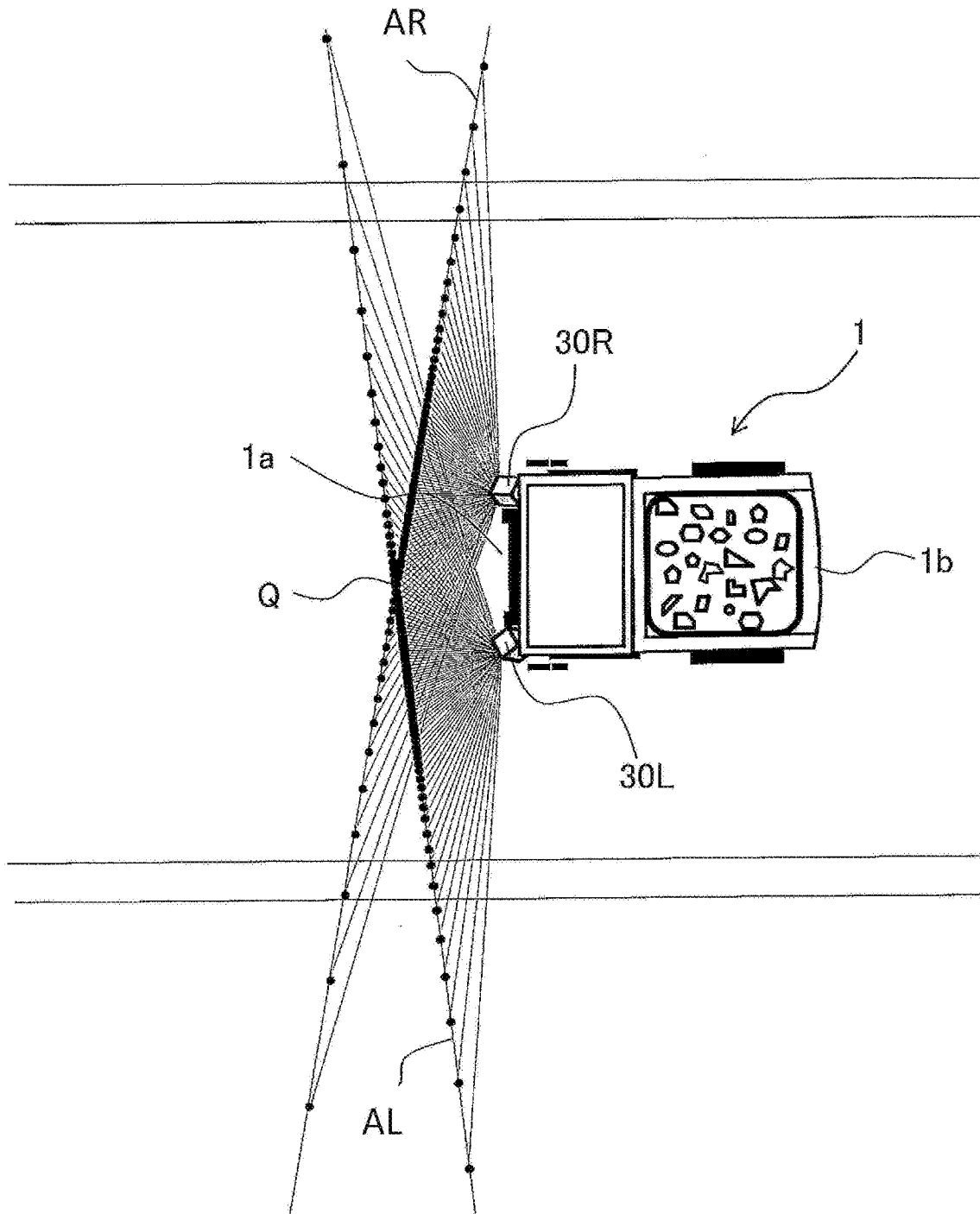
[図15]

図15



[図16]

図16



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/052007

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01S17/42(2006.01)i, G01S17/89(2006.01)i, G08G1/00(2006.01)i, G08G1/16(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-G01S7/51, G01S17/00-G01S17/95, G05D1/00-G05D1/12

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.
X Y	JP 2008-33633 A (Secom Co., Ltd.), 14 February 2008 (14.02.2008), paragraphs [0016], [0032] to [0091], [0100] to [0108]; fig. 1 to 3; tables 1 to 2 (Family: none)	1-2 3, 4
Y	JP 2011-150473 A (IHI Aerospace Co., Ltd.), 04 August 2011 (04.08.2011), paragraphs [0043] to [0059]; fig. 4 to 5 (Family: none)	3
Y	JP 2011-196916 A (Mitsubishi Electric Corp.), 06 October 2011 (06.10.2011), paragraphs [0018] to [0025], [0027]; fig. 7 to 9 (Family: none)	4

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 12 February 2016 (12.02.16)	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/JP2016/052007

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-110250 A (IHI Corp.), 21 May 2009 (21.05.2009), paragraphs [0009], [0027] to [0030], [0034] to [0038]; fig. 1 to 3, 5 to 8 (Family: none)	1-4
A	JP 62-156408 A (Komatsu Ltd.), 11 July 1987 (11.07.1987), paragraphs [0023] to [0026]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-4
A	JP 2006-329971 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 07 December 2006 (07.12.2006), entire text; all drawings & US 2006/0244978 A1	1-4
A	JP 2011-238025 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 24 November 2011 (24.11.2011), entire text; all drawings (Family: none)	4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01S17/42(2006.01)i, G01S17/89(2006.01)i, G08G1/00(2006.01)i, G08G1/16(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- G01S7/51, G01S17/00- G01S17/95, G05D1/00- G05D1/12

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
X	JP 2008-33633 A (セコム株式会社)	1-2
Y	2008.02.14, 段落[0016], [0032]-[0091], [0100]-[0108], 図 1-3, 表 1-2 (ファミリーなし)	3, 4
Y	JP 2011-150473 A (株式会社 I H I エアロスペース) 2011.08.04, 段落[0043]-[0059], 図 4-5 (ファミリーなし)	3

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

12.02.2016

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)

中村 説志

2S

6001

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 2011-196916 A (三菱電機株式会社) 2011. 10. 06, 段落[0018]-[0025], [0027], 図 7-9 (ファミリーなし)	4
A	JP 2009-110250 A (株式会社 I H I) 2009. 05. 21, 段落[0009], [0027]-[0030], [0034]-[0038], 図 1-3, 図 5-8 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 62-156408 A (株式会社小松製作所) 1987. 07. 11, 段落[0023]-[0026], 図 1-5 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2006-329971 A (三洋電機株式会社) 2006. 12. 07, 全文, 全図 & US 2006/0244978 A1	1-4
A	JP 2011-238025 A (日産自動車株式会社) 2011. 11. 24, 全文, 全図 (ファミリーなし)	4