

(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
2020年1月9日(09.01.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/008537 A1

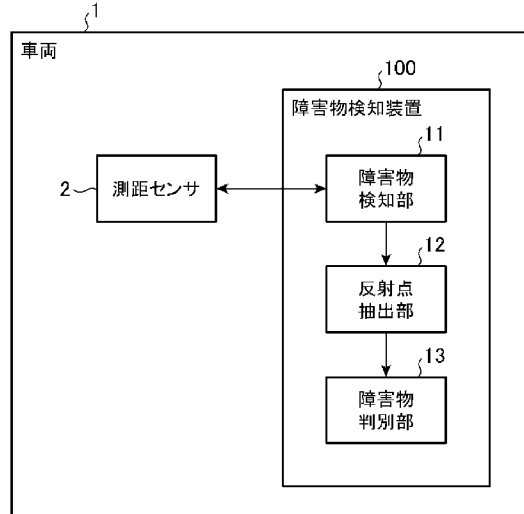
- (51) 国際特許分類:
G01S 7/41 (2006.01) *G01S 13/93* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/025258
- (22) 国際出願日: 2018年7月3日(03.07.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者:井上 悟(INOUE, Satoru); 〒1008310 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 Tokyo (JP). 浦川 侑己(URAKAWA,

Yuki); 〒1008310 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 Tokyo (JP). 小野寺 裕(ONODERA, Hiroshi); 〒1008310 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 Tokyo (JP). 辻田 亘(TSUJITA, Wataru); 〒1008310 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 Tokyo (JP). 朝比奈 努(ASAHINA, Tsutomu); 〒1008310 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 Tokyo (JP). 山下 元気(YAMASHITA, Genki); 〒1008310 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 Tokyo (JP).

(54) Title: OBSTACLE DETECTION DEVICE OR DRIVING ASSISTANCE DEVICE

(54) 発明の名称: 障害物検知装置又は運転支援装置

[図1]



- 1 Vehicle
2 Distance-measuring sensor
11 Obstacle detection unit
12 Reflection point extraction unit
13 Obstacle determination unit
100 Obstacle detection device

(57) Abstract: An obstacle detection device (100) comprises reflection point extraction unit (12) that extracts positions of reflection points on the basis of a received signal acquired from a plurality of distance-measuring sensors (2) with different propagation distances provided in a vehicle (1); and an obstacle determination unit (13) that determines the height of an obstacle using distribution lengths of the reflection points that are calculated on the basis the positions of the plurality of reflection points that have been extracted by the reflection point extraction unit (12).

(74) 代理人:田澤 英昭, 外(TAZAWA, Hideaki et al.);
〒1000014 東京都千代田区永田町二丁目 1 2 番
4 号 赤坂山王センタービル5階 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 障害物検知装置 (100) は、車両 (1) に設けられた伝搬距離が異なる複数の測距センサ (2) から取得した受信信号に基づいて反射点の位置を抽出する反射点抽出部 (12) と、反射点抽出部 (12) が抽出した複数の反射点の位置に基づいて算出される反射点の分布長さを用いて障害物の高さを判別する障害物判別部 (13) と、を備えたものである。

明 細 書

発明の名称： 障害物検知装置又は運転支援装置

技術分野

[0001] この発明は、障害物検知装置又は運転支援装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、車両に設けられているTOF (Time of Flight) 方式の測距センサを用いて、車両の周囲にある障害物の高さを判別する技術が開発されている。

例えば、特許文献1には、下側の超音波センサの取付け高さと、上側の超音波センサの取付け高さとの差が、不要検出を回避したい段差の高さの2倍になるように、各超音波センサが車両の各所に取付けられ、上下に分けて取付けられた複数の超音波センサを用いて、超音波の送波と受波とを上下で異なる超音波センサが分担するように障害物の検出を行い、送波センサにより送波された超音波の反射波が、送波センサの上側（又は下側）にある受波センサにおいて検出されないことを条件に、その対象物が非検出対象の段差であると判定する障害物検出装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2014-215283号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1に開示された障害物検出装置は、超音波センサを異なる高さに設置する必要があるため、設置スペースを確保する必要がある。また取り付け高さは、判別したい物体高さに依存するので、デザイン上制約が生じる。

[0005] この発明は、上述の課題を解決するためのものであり、デザイン上の制約が少なく、或いは障害物の高さを精度よく判定できる障害物検知装置を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0006] この発明に係る障害物検知装置は、車両に設けられた伝搬距離が異なる複数の測距センサから取得した受信信号に基づいて反射点の位置を抽出する反射点抽出部と、反射点抽出部が抽出した複数の反射点の位置に基づいて算出される反射点の分布長さを用いて障害物の高さを判別する障害物判別部と、を備えたものである。

発明の効果

[0007] この発明によれば、デザイン上の制約が少なく、或いは障害物の高さを精度よく判定することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1は、実施の形態1に係る障害物検知装置の要部を示すブロック図である。

[図2]図2は、実施の形態1に係る障害物検知装置における障害物検知部の要部を示すブロック図である。

[図3]図3は、実施の形態1に係る障害物検知装置における反射点抽出部の要部を示すブロック図である。

[図4]図4 Aは、実施の形態1に係る障害物検知装置のハードウェア構成の一例を示す図である。図4 Bは、実施の形態1に係る障害物検知装置の他のハードウェア構成の一例を示す図である。

[図5]実施の形態1に係る障害物検知装置の動作の一例を示すフローチャートである。

[図6]図6 Aは、車両における測距センサの設置位置の一例を示す図であって、車両の上方から見た状態を示す図である。図6 Bは、車両における測距センサの設置位置の一例を示す図であって、車両の側方から見た状態を示す図である。

[図7]図7 Aは、壁等の走行障害物による反射波の伝搬経路の例を示している図である。図7 Bは、送信信号の波形の例を示している図である。図7 Cは、走行障害物による反射波に対応する受信信号の波形の例を示している図で

ある。図 7 D は、走行障害物による反射波に対応する受信信号の波形の他の例を示している図である。

[図8]図 8 A は、縁石等の路上障害物又は段差等の路面障害物による反射波の伝搬経路の例を示している図である。図 8 B は、送信信号の波形の例を示している図である。図 8 C は、路上障害物による反射波に対応する受信信号の波形の例を示している図である。図 8 D は、路上障害物による反射波に対応する受信信号の波形の他の例を示している図である。図 8 E は、路面障害物による反射波に対応する受信信号の波形の例を示している図である。図 8 F は、路面障害物による反射波に対応する受信信号の波形の他の例を示している図である。

[図9]図 9 A は、実施の形態 1 に係る障害物検知装置において、障害物が路上障害物である場合の障害物の反射面における Y Z 平面上の反射点の分布及び反射点の分布長さの一例を示す図である。図 9 B は、実施の形態 1 に係る障害物検知装置において、障害物が走行障害物である場合の障害物の反射面における Y Z 平面上の反射点の分布及び反射点の分布長さの一例を示す図である。

[図10]図 1 0 は、反射点の分布長さと、障害物の高さとの相関の一例を示す図である。

[図11]図 1 1 は、実施の形態 1 の変形例に係る障害物検知装置の要部を示すブロック図である。

[図12]図 1 2 A は、車両における測距センサの設置位置の一例を示す図であって、車両の上方から見た状態を示す図である。図 1 2 B は、車両における測距センサの設置位置の一例、及び実施の形態 1 の他の変形例に係る障害物検知装置における反射点抽出部が反射点の位置を抽出する処理の一例を示す図であって、車両の側方から見た状態を示す図である。

[図13]図 1 3 は、実施の形態 2 に係る障害物検知装置の要部を示すブロック図である。

[図14]図 1 4 は、実施の形態 2 に係る障害物検知装置の動作の一例を示すフ

ローチャートである。

[図15]図15Aは、障害物が走行障害物である場合の車両における測距センサの設置位置の一例を示す図であって、車両の上方から見た状態を示す図である。図15Bは、障害物が走行障害物である場合の車両における測距センサの設置位置の一例を示す図であって、車両の側方から見た状態を示す図である。

[図16]図16Aは、障害物が路上障害物又は路面障害物である場合の車両における測距センサの設置位置の一例を示す図であって、車両の上方から見た状態を示す図である。図16Bは、障害物が路上障害物又は路面障害物である場合の車両における測距センサの設置位置の一例を示す図であって、車両の側方から見た状態を示す図である。

[図17]図17は、センサピッチ、測距センサにおける距離値、及び正対角度の一例を示す図である。

[図18]図18は、実施の形態3に係る運転支援装置の要部を示すブロック図である。

[図19]図19は、実施の形態3に係る運転支援装置の動作の一例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、この発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

[0010] 実施の形態1.

図1は、実施の形態1に係る障害物検知装置100の要部を示すブロック図である。図2は、実施の形態1に係る障害物検知装置100における障害物検知部11の要部を示すブロック図である。図3は、実施の形態1に係る障害物検知装置100における反射点抽出部12の要部を示すブロック図である。

図1、図2、及び、図3を参照して、実施の形態1に係る障害物検知装置100について説明する。

[0011] なお、障害物検知装置100は車両1内のCAN (Controller Area Network) 等のコンピュータネットワークに接続されている。障害物検知装置100は、当該ネットワークから種々の信号を適宜取得可能である。これらの信号は、例えば、車両1の走行速度を示す信号又は車両1のヨーレートを示す信号を含むものである。

[0012] 車両1には、伝搬距離が異なる複数の測距センサ2が設けられている。

図2に示す例においては、複数の測距センサ2として、車両1には、2個の測距センサ2a, 2bが設けられている。

測距センサ2は、ソナー又はミリ波レーダ等の方式のセンサにより構成され、2個の測距センサ2a, 2bは、共に同じ方式のセンサである。

[0013] 以下、測距センサ2が送受信する超音波、電波等を「探索波」と総称する。また、車両1の周囲にある障害物が探索波を反射した場合、当該反射された探索波を「反射波」という。また、いずれかの測距センサ2が探索波を送信して、当該探索波を送信した測距センサ2が反射波を受信した場合における当該探索波及び当該反射波を「直接波」という。また、いずれかの測距センサ2が探索波を送信して、当該探索波を送信した他の測距センサ2が反射波を受信した場合における当該探索波及び当該反射波を「間接波」という。

[0014] 2個の測距センサ2a, 2bは、車両1における設置位置が異なる。また、2個の測距センサ2a, 2bは、測距センサ2a及び測距センサ2bが探索波を送信する方向、並びに、測距センサ2a及び測距センサ2bが反射波を受信する方向がいずれも、車両1の前方等の同じ方向に向けられて設置される。より具体的には、例えば、2個の測距センサ2a, 2bは、車両1のフロントノーズ部における異なる位置に設けられており、且つ、車両1の前方に向けられて設定されている。なお、測距センサ2は、車両1の後方に向けて設けられてもよい。原理的には、測距センサ2は、車両1の前後左右の4方向のうちどの方向に向けられて設けられても問題ない。車両1における測距センサ2が向けられた方向を「測距センサ2の設置方向」という。

[0015] 伝搬距離とは、測距センサ2から送信された探索波が障害物により反射さ

れるまでの探索波が伝搬する距離と、障害物から反射された反射波が測距センサ 2 により受信されるまでの反射波が伝搬する距離との和である。したがって、伝搬距離が異なるとは、複数の測距センサ 2 の伝搬距離が異なることを意味する。より具体的な例として、測距センサ 2 a 及び測距センサ 2 b が送信した探索波の反射波を、測距センサ 2 a 及び測距センサ 2 b が直接波としてそれぞれ受信したときを考える。測距センサ 2 a、2 b は、測距センサ 2 a、2 b が異なる位置に設けられることで、測距センサ 2 a における伝搬距離と測距センサ 2 b における伝搬距離とが異なる。上述の伝搬距離差は、測距センサ 2 の取り付け高さより低い障害物に対して顕著に現れる。

[0016] 車両 1 の周囲にある障害物のうち、車両 1 のバンパー部に接触する程度の高さを有する障害物を「走行障害物」という。走行障害物は、例えば、壁又は駐車中の他車両等である。また、車両 1 の周囲にある障害物のうち、車両 1 のバンパー部に接触しない程度で、且つ、車両 1 が乗り越えられない程度の高さを有する障害物を「路上障害物」という。路上障害物は、例えば、縁石又は車留めである。また、車両 1 の周囲にある障害物のうち、路上障害物よりも更に低く、且つ、車両 1 が乗り越えられる程度の高さを有する障害物を「路面障害物」という。路面障害物は、例えば、段差である。すなわち、障害物の高さは、路面障害物、路上障害物そして走行障害物の順に高くなる。

[0017] 以下、一例として、測距センサ 2 a は、測距センサ 2 a が送信した探索波の反射波を直接波として受信し、測距センサ 2 b は、測距センサ 2 a が送信した探索波の反射波を間接波として受信するものとして、説明を行うが、これに限るものではない。例えば、測距センサ 2 a は、測距センサ 2 b が送信した探索波の反射波を間接波として受信し、測距センサ 2 b は、測距センサ 2 b が送信した探索波の反射波を直接波として受信するものであっても良い。また、例えば、測距センサ 2 a、2 b は、測距センサ 2 a と測距センサ 2 b とが交互に探索波を送信し、測距センサ 2 a 又は測距センサ 2 b のうちいずれかが送信した探索波の反射波を測距センサ 2 a 及び測距センサ 2 b の両

方が受信するものであっても良い。また、例えば、測距センサ 2 a, 2 b は、測距センサ 2 a、2 b それぞれが送信した探索波の反射波を、測距センサ 2 a、2 b それぞれが直接波として受信するものであっても良い。

[0018] 障害物検知装置 100 は、障害物検知部 11、反射点抽出部 12、及び、障害物判別部 13 により要部が構成されている。

[0019] 障害物検知部 11 は、測距センサ 2 から車両 1 の周囲にある障害物までの距離を算出するものである。

障害物検知部 11 は、送信信号出力部 21、受信信号取得部 22、及び、距離値算出部 23 により要部が構成されている。

[0020] 送信信号出力部 21 は、測距センサ 2 に送信信号を順次出力することにより、測距センサ 2 に探索波を順次送信させるものである。

図 2 に示す例においては、送信信号出力部 21 は、測距センサ 2 a に送信信号を出力することにより、測距センサ 2 a に探索波を送信させるものである。測距センサ 2 b に係る動作は測距センサ 2 a の場合と同様であるため、説明を省略する。

[0021] 受信信号取得部 22 は、測距センサ 2 が受信した反射波の情報を受信信号として測距センサ 2 から取得するものである。

図 2 に示す例においては、受信信号取得部 22 は、測距センサ 2 a が受信した直接波における反射波の情報を受信信号として測距センサ 2 a から取得し、測距センサ 2 b により受信された間接波における反射波の情報を受信信号として測距センサ 2 b から取得するものである。

[0022] 距離値算出部 23 は、受信信号取得部 22 が取得した受信信号の強度を所定の閾値と比較することにより、測距センサ 2 が反射波を受信したか否かを判定する。距離値算出部 23 は、測距センサ 2 が反射波を受信したと判定した場合、TOF により測距センサ 2 から障害物までの距離を示す距離値を算出するものである。TOF による距離値の算出処理は公知であるため、詳細な説明は省略する。

図 2 に示す例においては、距離値算出部 23 は、測距センサ 2 a, 2 b そ

れぞれで受信された反射波に基づいて距離値を算出するものである。

[0023] すなわち、障害物検知部 11 は、複数の測距センサ 2 のうちいずれかの測距センサ 2 に探索波を送信させ、複数の測距センサ 2 それぞれから反射波の受信信号を取得し、取得した受信信号それぞれに基づいて複数の測距センサ 2 それぞれに対応する距離値を算出するものである。以下、ある測距センサ 2 で受信された反射波に基づいて算出された距離値を、「測距センサ 2 における距離値」のように記載する。例えば、「測距センサ 2 a における距離値」とは、測距センサ 2 a で受信された反射波に基づいて算出された距離値を意味する。また、測距センサ 2 a における距離値を「距離値 D_{ra} 」、測距センサ 2 b における距離値を「距離値 D_{rb} 」という。

[0024] 反射点抽出部 12 は、障害物検知部 11 が算出した距離値を用いて、探索波が反射された地点（以下「反射点」という。）の位置を抽出するものである。

すなわち、反射点抽出部 12 は、車両 1 に設けられた伝搬距離が異なる複数の測距センサ 2 から取得した受信信号に基づいて反射点の位置を抽出するものである。

図 2、3 に示す例においては、反射点抽出部 12 は、測距センサ 2 a、2 b それぞれから取得した受信信号に基づいて算出された測距センサ 2 a、2 b それぞれにおける距離値 D_{ra} 、 D_{rb} に基づいて反射点の位置を抽出するものである。距離値 D_{ra} 及び距離値 D_{rb} に基づいて抽出された反射点を「反射点 R_{ab} 」という。

[0025] 反射点抽出部 12 は、反射点位置算出部 24、自車位置算出部 26 及びセンサ位置算出部 27 により要部が構成されている。

[0026] 反射点位置算出部 24 は、障害物検知部 11 の距離値算出部 23 が算出した複数の測距センサ 2 における複数の距離値を用いて、反射点の位置を算出するものである。

図 2、3 に示す例においては、反射点位置算出部 24 は、障害物検知部 11 の距離値算出部 23 が算出した測距センサ 2 a における距離値 D_{ra} 及び

測距センサ 2 b における距離値 D_{rb} の両方を用いて、反射点 R_{ab} の位置を算出するものである。具体的には、反射点位置算出部 2 4 は、探索波の送信タイミングにおける測距センサ 2 a, 2 b それぞれの位置（以下「センサ位置」という。）を示す情報と、車両 1 における測距センサ 2 a, 2 b の設置方向を示す情報と、測距センサ 2 a における距離値 D_{ra} 及び測距センサ 2 b における距離値 D_{rb} とにより、いわゆる「2 円交点」により反射点 R_{ab} の位置を算出するものである。反射点 R_{ab} の位置は、例えば、測距センサ 2 a, 2 b 両方の設置位置を含み車両 1 の前後方向に平行な平面（以下「センサ平面」という。）上に半径が距離値 D_{ra} である円弧を描くとともに半径が距離値 D_{rb} である円弧を描く。これら 2 つの円弧の交点が反射点 R_{ab} の位置となる。反射点 R_{ab} の位置は、2 円交点処理を実行することにより算出されるものである。

反射点の位置は、例えば、車両 1 の前後方向に対応する第 1 軸（以下「X 軸」という。）、車両 1 の左右方向に対応する第 2 軸（以下「Y 軸」という。）、及び、車両 1 の高さ方向に対応する第 3 軸（以下「Z 軸」という。）によるメートル単位の座標系（以下「XYZ 座標系」という。）における座標値により表されるものである。

[0027] 反射点の位置の算出に用いられる情報のうち、センサ位置を示す情報は、後述するセンサ位置算出部 2 7 により出力される。また、車両 1 における測距センサ 2 a, 2 b の設置方向を示す情報は、反射点位置算出部 2 4 に予め記憶されている。2 個の測距センサ 2 a, 2 b は、互いに同じ方向に向けられるため、測距センサ 2 a 又は測距センサ 2 b いずれかの設置方向を示す情報があれば良い。

[0028] 自車位置算出部 2 6 は、例えば、測距センサ 2 a が探索波を送信するタイミングにおける車両 1 の位置（以下「自車位置」という。）を算出するものである。自車位置の算出には、自律航法等の公知の方法を用いることができ、詳細な説明は省略する。自律航法に用いられる信号は、車両 1 内のコンピュータネットワークから適宜取得される。自律航法に用いられる信号には、

例えば、車両 1 の走行速度を示す信号及び車両 1 のヨーレートを示す信号が含まれる。自車位置は、例えば、XYZ 座標系における座標値により表されるものである。

[0029] センサ位置算出部 27 は、測距センサ 2 a が探索波を送信するタイミングにおける自車位置を示す情報と、車両 1 における測距センサ 2 a, 2 b それぞれの設置位置を示す情報とから、センサ位置を算出するものである。

センサ位置は、例えば、XYZ 座標系における座標値により表されるものである。センサ位置算出部 27 は、センサ位置を示す情報を反射点位置算出部 24 に出力するものである。センサ位置を示す情報は、反射点位置算出部 24 において反射点の位置の算出に用いられるものである。車両 1 における測距センサ 2 a, 2 b それぞれの設置位置を示す情報等のセンサ位置算出部 27 がセンサ位置を算出する際に用いる情報は、センサ位置算出部 27 に予め記憶されている。

[0030] 障害物判別部 13 は、反射点抽出部 12 が抽出した複数の反射点の位置に基づいて算出される反射点の分布長さを用いて障害物の高さを判別するものである。

[0031] 具体的には、障害物判別部 13 は、例えば、複数の時点において複数の測距センサ 2 から取得した受信信号に基づいて反射点抽出部 12 が抽出した当該複数の時点それぞれに対応する反射点の位置に基づいて、反射点の分布長さを算出するものである。

より具体的には、障害物判別部 13 は、第 1 の時点において、複数の測距センサ 2 から取得した受信信号に基づいて反射点抽出部 12 が抽出した第 1 の反射点の位置と、第 1 の時点と異なる第 2 の時点において、複数の測距センサ 2 から取得した受信信号に基づいて反射点抽出部 12 が抽出した第 2 の反射点の位置とに基づいて、反射点の分布長さを算出するものである。ここで、第 1 の時点と第 2 の時点との間の期間は、例えば、0.1 秒間である。0.1 秒間は一例に過ぎず、第 1 の時点と第 2 の時点との間の期間は、反射波がある探索波における反射波であると一意に特定できる期間より長い期間

であれば良い。複数の反射点の位置は、第1及び第2の時点の2つの時点における反射点の位置とは限らず、3以上の時点における反射点の位置でも良い。

[0032] 図1に示す例においては、障害物判別部13は、ある時点において測距センサ2a、2bそれぞれから取得した受信信号に基づいて算出された距離値 D_{ra} 及び距離値 D_{rb} に基づいて抽出された反射点 R_{ab} の位置と、上述のある時点とは異なる時点において上述同様に抽出された反射点 R_{ab} の位置とに基づいて算出された反射点の分布長さを用いて、障害物の高さを判別するものである。

障害物判別部13は、例えば、反射点の数が所定数を越えたとき、反射点の分布長さを算出する。所定数は、障害物判別部13に予め記憶されている。

[0033] 障害物判別部13は、複数の反射点における反射点の分布長さと、予め決められた閾値とを比較することで、障害物の種別を判別するものである。より具体的には、障害物判別部13は、障害物の高さが路面障害物、路上障害物及び走行障害物のうちのいずれかを判別するものである。

ここで、路面障害物、路上障害物及び走行障害物は互いに異なる高さを有するものである。したがって、障害物判別部13による障害物が路面障害物、路上障害物又は走行障害物のうちのいずれかの判別は、障害物が3段階の高さのうちのいずれの高さを有するものであるかの判別である。すなわち、障害物判別部13は、障害物の種別を判別することにより、障害物の高さを判別するものである。障害物判別部13による障害物の種別の判別処理、すなわち障害物の高さの判別処理の詳細については後述する。なお、障害物判別部13で行われる障害物の判別は、路面障害物、路上障害物又は走行障害物の3種別に限られるわけではなく種別の増減が可能である。また障害物の種別ではなく、障害物の高さを検出することも可能である。これらは追って説明する図10等から容易に理解できる。

[0034] 図4A及び図4Bは、実施の形態1に係る障害物検知装置100の要部の

ハードウェア構成の一例を示す図である。

当該図を参照して、実施の形態 1 に係る障害物検知装置 100 の要部のハードウェア構成について説明する。

[0035] 図 4 A に示す如く、障害物検知装置 100 はコンピュータにより構成されており、当該コンピュータはプロセッサ 41 及びメモリ 42 を有している。メモリ 42 には、当該コンピュータを障害物検知部 11、反射点抽出部 12 及び障害物判別部 13 として機能させるためのプログラムが記憶されている。メモリ 42 に記憶されているプログラムをプロセッサ 41 が読み出して実行することにより、障害物検知部 11、反射点抽出部 12 及び障害物判別部 13 の機能が実現される。

[0036] また、図 4 B に示す如く、障害物検知装置 100 は処理回路 43 により構成されても良い。この場合、障害物検知部 11、反射点抽出部 12 及び障害物判別部 13 の機能が処理回路 43 により実現されても良い。

[0037] また、障害物検知装置 100 はプロセッサ 41、メモリ 42 及び処理回路 43 により構成されても良い（不図示）。この場合、障害物検知部 11、反射点抽出部 12 及び障害物判別部 13 の機能のうちの一部の機能がプロセッサ 41 及びメモリ 42 により実現されて、残余の機能が処理回路 43 により実現されるものであっても良い。

[0038] プロセッサ 41 は、例えば、CPU (Central Processing Unit)、GPU (Graphics Processing Unit)、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ又は DSP (Digital Signal Processor) を用いたものである。

[0039] メモリ 42 は、例えば、半導体メモリ又は磁気ディスクを用いたものである。より具体的には、メモリ 42 は、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリ、EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)、EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only

y Memory)、SSD (Solid State Drive) 又は HDD (Hard Disk Drive) などを用いたものである。

[0040] 処理回路43は、例えば、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、PLD (Programmable Logic Device)、FPGA (Field-Programmable Gate Array)、SoC (System-on-a-Chip) 又はシステムLSI (Large-Scale Integration) を用いたものである。

[0041] 図5は、実施の形態1に係る障害物検知装置100の動作の一例を示すフローチャートである。

当該フローチャートを参照して、実施の形態1に係る障害物検知装置100の動作について説明する。

障害物検知装置100は、当該フローチャートに示す処理を繰り返し実行する。なお、障害物検知装置100は、当該フローチャートに示す処理を繰り返し実行する際に、複数ある測距センサ2のうち直近に探索波を送信させた測距センサ2とは異なる測距センサ2に探索波を送信させる。

[0042] まず、ステップST1にて、障害物検知部11は、測距センサ2に探索波を送信させることにより、車両1の周囲にある障害物における測距センサ2からの距離を算出する。より具体的には、例えば、障害物検知部11が測距センサ2aに探索波を送信させた場合、測距センサ2aが直接波として反射波の受信信号を取得し、測距センサ2bが間接波として反射波の受信信号を取得する。障害物検知部11は、当該受信信号に基づいて測距センサ2a、2bそれぞれにおける距離値 D_{ra} 、 D_{rb} を算出する。

[0043] 次に、ステップST2にて、反射点抽出部12は、障害物検知部11が算出した測距センサ2a、2bそれぞれにおける距離値 D_{ra} 及び距離値 D_{rb} に基づいて、2円交点処理により反射点 R_{ab} の位置を抽出する。

[0044] 次に、ステップST3にて、障害物判別部13は、反射点の数が、所定数以上か否かを判定する。ここで、所定数とは少なくとも2以上の数であり、

ここでは一例として１０とする。

[0045] 反射点の数が１０未満である場合（ステップＳＴ３：ＮＯ）、障害物検知装置１００は、反射点の数が所定値になるまでステップＳＴ１に戻る。なお、障害物検知装置１００は、ステップＳＴ１の処理に戻った際に、例えば、複数ある測距センサ２のうち直近に探索波を送信させた測距センサ２とは異なる測距センサ２に探索波を送信させる。より具体的には、例えば、障害物検知部１１は、ステップＳＴ１の処理に戻った際に、直近に測距センサ２ａに探索波を送信させていた場合、測距センサ２ｂに探索波を送信させ、測距センサ２ｂが直接波として反射波の受信信号を取得し、測距センサ２ａが間接波として反射波の受信信号を取得する。また、直近に測距センサ２ｂに探索波を送信させていた場合、測距センサ２ａに探索波を送信させ、測距センサ２ａが直接波として反射波の受信信号を取得し、測距センサ２ｂが間接波として反射波の受信信号を取得する。

反射点の数が１０以上である場合（ステップＳＴ３：ＹＥＳ）、障害物検知装置１００は、ステップＳＴ４の処理を実行する。

[0046] ステップＳＴ４にて、障害物判別部１３は、反射点抽出部１２が抽出した複数の反射点の位置に基づいて反射点の分布長さを算出する。

[0047] 次に、ステップＳＴ５にて、障害物判別部１３は、算出した反射点の分布長さをを用いて、障害物の種別を判別する。なお、上述したように障害物の判別は、障害物の種別の判別に限られるものではなく、障害物の高さの判別、即ち検出するものでもよい。

その後、障害物検知装置１００は、当該フローチャートの処理を終了する。

障害物判別部１３による障害物の種別の判別処理、及び、障害物の高さの判別処理の詳細については後述する。

[0048] 反射点抽出部１２は、例えば、ステップＳＴ２の処理を行う際に、予め決められた期間より前に反射点抽出部１２が抽出した反射点の位置を示す情報を廃棄するようにしても良い。

障害物判別部 13 は、例えば、ステップ S T 3 の処理を行う際に、予め決められた期間より前に反射点抽出部 12 が抽出した反射点を、複数の反射点の数に含めないようにしても良い。

障害物判別部 13 は、例えば、ステップ S T 4 の処理を行う際に、予め決められた期間内に反射点抽出部 12 が抽出した複数の反射点における反射点の分布長さを用いて、障害物の高さを判別するようにしても良い。

上述の予め決められた期間とは、例えば、3 秒である。予め決められた期間は、車両 1 の速度に基づいて算出されるものであっても良い。

[0049] 例えば 3 秒より前に抽出された反射点は、現在高さを判別している障害物とは異なる、他の障害物における反射点である可能性がある。したがって、このように構成することで、障害物検知装置 100 は、障害物判別部 13 における障害物の高さの判別の精度を向上させることができる。

[0050] また、障害物判別部 13 は、例えば、ステップ S T 3 の処理を行う際に、新たに反射点抽出部 12 が抽出した反射点の位置と、予め決められた期間内において反射点抽出部 12 が抽出した反射点の位置とが予め決められた距離より離れている場合、これまでに反射点抽出部 12 が抽出した反射点の位置を示す情報を無効にする処理を行っても良い。

予め決められた期間とは、例えば、3 秒である。予め決められた距離とは、例えば、1 m である。予め決められた期間及び予め決められた距離は、車両 1 の速度に基づいて算出されるものでも良い。

例えば過去 3 秒以内に反射点抽出部 12 が抽出した反射点の位置と、新たに反射点抽出部 12 が抽出した反射点の位置とが、1 m 以上離れている場合、測距センサ 2 が新たに検知した障害物は、これまでに検知していた障害物とは異なる他の障害物である可能性がある。したがって、このように構成することで、障害物検知装置 100 は、障害物判別部 13 における障害物の高さの判別の精度を向上させることができる。

[0051] 図 6 A は、車両 1 における測距センサ 2 a, 2 b の設置位置の一例を示す図であって、車両 1 の上方から見た状態を示す図である。図 6 B は、車両 1

における測距センサ 2 a, 2 b の設置位置の一例を示す図であって、車両 1 の側方から見た状態を示す図である。

[0052] 図 6 に示すように、車両 1 には伝搬距離が異なる測距センサ 2 a, 2 b が設けられている。測距センサ 2 a, 2 b は、車両 1 における設置位置が異なり、車両 1 における設置方向が共に車両 1 の前進する方向のものである。通常の測距センサ 2 の配置は、車両中央を対称軸に左右それぞれに 2 個、合計 4 個配置するが省略している。更には車両 1 の前方だけでなく、車両 1 の後方にも 4 個配置するが、ここでは図示を省略する。図 6 において、測距センサ 2 a, 2 b は、X 軸（車両 1 の前後方向）、Y 軸（車両 1 の左右方向）、及び Z 軸（車両 1 の高さ方向）の全ての軸方向において、異なる位置に設置されているが、測距センサ 2 a と測距センサ 2 b とが異なる伝搬距離を有するように設置されたものであれば良く、測距センサ 2 a と測距センサ 2 b とは、X 軸、Y 軸及び Z 軸の各軸方向のうち少なくとも 1 軸において異なる位置に設置されていれば良い。

図 6 において、車両 1 から障害物 S に向かって伸びる矢印は、測距センサ 2 a が送信する探索波の伝搬経路の一例を示している。障害物 S から車両 1 に向かって伸びる矢印は、測距センサ 2 a が受信する直接波、及び測距センサ 2 b が受信する間接波のそれぞれの反射波の軌跡の一例を示している。また、2 円交点処理により反射点抽出部 1 2 が抽出した反射点 R の位置の一例は、×印により示されている。測距センサ 2 b が送信する探索波の伝搬経路も同様である。

[0053] 次に、図 7、図 8、図 9、図 10 を参照して、障害物判別部 1 3 による障害物 S の種別の判別処理、すなわち障害物 S の高さの判断処理の詳細について説明する。また、反射点の分布長さの詳細について説明する。

[0054] 図 7 A は、壁等の走行障害物による反射波 RW の伝搬経路の例を示している。図 7 B は、送信信号 TS の波形の例を示している。図 7 C は、走行障害物による反射波 RW に対応する受信信号 RS の波形の例を示している。図 7 D は、走行障害物による反射波 RW に対応する受信信号 RS の波形の他の例

を示している。

[0055] 図8Aは、縁石等の路上障害物又は段差等の路面障害物による反射波RWの伝搬経路の例を示している。図8Bは、送信信号TSの波形の例を示している。図8Cは、路上障害物による反射波RWに対応する受信信号RSの波形の例を示している。図8Dは、路上障害物による反射波RWに対応する受信信号RSの波形の他の例を示している。図8Eは、路面障害物による反射波RWに対応する受信信号RSの波形の例を示している。図8Fは、路面障害物による反射波RWに対応する受信信号RSの波形の他の例を示している。

[0056] 送信信号出力部21が測距センサ2に送信信号TSを出力することにより、測距センサ2が探索波SWを送信したものとする。通常、探索波SWは空气中を次第に広がりながら伝搬するため、測距センサ2が探索波SWを送信してから測距センサ2が反射波RWを受信するまでの伝搬経路（いわゆる「パス」）は複数存在する。例えば、障害物Sにより1回反射されて測距センサ2に戻るパスが存在する。また、道路Gにより1回反射された後、障害物Sにより1回反射されて測距センサ2に戻るパスも存在する。これらのパスは、経路長が互いに異なるパスを含むものである。反射波RWは、これらのパスに対応する複数個の波rwの干渉による合成波Rwとなる。受信信号RSは、当該複数個の波rwに対応する複数個の信号rsによる合成信号となる。

[0057] また、道路Gの凹凸形状、車両1の振動及び障害物Sにおける探索波SWを反射する面部（以下「反射面部」という。）の凹凸形状などに応じてパスが変化するため、反射波RWの波形が変化して、受信信号RSの波形も変化する。このため、互いに同一の障害物Sによる複数個の反射波RWが測距センサ2により受信された場合、当該複数個の反射波RWの波形はバラツキを有するものとなり、当該複数個の反射波RWに対応する受信信号RSの波形もバラツキを有するものとなる。

[0058] ここで、障害物Sが走行障害物である場合（図7）、障害物Sが路上障害

物である場合（図 8）に比して反射面部の面積が大きいため、反射波 R W の受信強度（すなわち受信信号 R S の強度）が大きくなる。また、パスの総数が多くなり、パス間の経路長の差も大きくなるため、反射波 R W の波形のバラツキが大きくなり、受信信号 R S の波形のバラツキも大きくなる。

[0059] 同様に、障害物 S が路上障害物である場合（図 8）、障害物 S が路面障害物である場合（不図示）に比して反射面部の面積が大きいため、反射波 R W の受信強度（すなわち受信信号 R S の強度）が大きくなる。また、パスの総数が多くなり、パス間の経路長の差も大きくなるため、反射波 R W の波形のバラツキが大きくなり、受信信号 R S の波形のバラツキも大きくなる。

[0060] 以上の内容を踏まえて、障害物検知部 11 がバラツキを有する受信信号 R S に基づいて算出した距離値はバラツキを有するため、算出された距離値のバラツキは、障害物 S の高さと同関関係性を有する。更には、反射点抽出部 12 がバラツキを有する距離値を用いて 2 円交点処理により抽出した反射点 R の位置座標も距離値のバラツキに対応してばらつく。したがって、抽出された反射点 R のバラツキは障害物 S の高さとも同関関係性を有する。

反射点 R の分布長さは、上述の反射点のバラツキの範囲から算出される。

[0061] 図 9 は、図 6 に示す測距センサ 2 a, 2 b における反射点 R の分布及び反射点の分布長さの一例を示す図である。反射点 R は、それぞれ 2 円交点したセンサ平面上に抽出される。よって反射点の分布長さとしては、センサ平面上における反射点の分布長さ、或いはセンサ平面上における反射点の分布長さを Y Z 平面の Z 軸（車両 1 の高さ方向）、すなわち鉛直方向に投影した反射点の分布長さがあり、いずれを用いてもよい。

図 9 A は、障害物 S が路上障害物である場合の障害物 S の反射面における Y Z 平面上の反射点 R の分布及び反射点の分布長さの一例を示す図である。

図 9 B は、障害物 S が走行障害物である場合の障害物 S の反射面における Y Z 平面上の反射点 R の分布及び反射点の分布長さの一例を示す図である。

[0062] 図 9 において、横軸方向は、車両 1 の左右方向、すなわち Y 軸方向である。縦軸方向は、車両 1 の高さ方向、すなわち Z 軸方向である。

また、図 9 において、障害物 S の反射面は、車両 1 の前後方向である X 軸に直交する Y Z 平面上に存在する。

図 9 において、×印はそれぞれ、反射点抽出部 12 が抽出した反射点 R の位置を障害物 S の反射面における Y Z 平面上に投影したものを示している。なお、障害物 S の反射面が Y Z 平面上に存在する場合、2 円交点処理により抽出された反射点 R は、当該反射面上又はその近傍に位置する。

[0063] 図 9 A において、反射点の分布長さ D 1 は、障害物 S が路上障害物である場合のセンサ平面上における反射点の分布長さを示している。また、反射点の分布長さ D 2 は、障害物 S が路上障害物である場合のセンサ平面上における反射点の分布長さ D 1 を Y Z 平面の Z 軸（車両 1 の高さ方向）に投影した反射点の分布長さを示している。反射点の分布長さ D 1, D 2 は、一例として、センサ平面上における最も距離が離れた 2 つの反射点 R により算出される。

同様に、図 9 B において、反射点の分布長さ D 3 は、障害物 S が走行障害物である場合のセンサ平面上における反射点の分布長さを示している。また、反射点の分布長さ D 4 は、障害物 S が走行障害物である場合のセンサ平面上における反射点の分布長さ D 3 を Y Z 平面の Z 軸（車両 1 の高さ方向）に投影した反射点の分布長さを示している。反射点の分布長さ D 3, D 4 は、一例として、センサ平面上における最も距離が離れた 2 つの反射点 R により算出される。

反射点の分布長さ D 1 及び反射点の分布長さ D 3、並びに、反射点の分布長さ D 2 及び反射点の分布長さ D 4 を比較すると、障害物 S が走行障害物である場合の反射点の分布長さ D 3, D 4 は、障害物 S が路上障害物である場合の反射点の分布長さ D 1, D 2 に比べて長い。

[0064] 図 10 は、反射点の分布長さと、障害物の高さとの相関の一例を示す図である。

図 10 において、横軸は、反射点の分布長さ、縦軸は、障害物の高さを示している。図 10 に示すように、反射点の分布長さが長くなるに連れて、障

害物の高さは高くなる。

障害物判別部 13 は、予め決められた第 1 閾値 D_{th1} 及び第 2 閾値 D_{th2} と、反射点の分布長さとを比較することで、障害物が走行障害物、路上障害物、又は、路面障害物のうちいずれかの種別であるかを判別する。ここで、第 1 閾値 D_{th1} は、第 2 閾値 D_{th2} より小さな値である。

[0065] すなわち、複数の反射点における反射点の分布長さが、第 1 閾値 D_{th1} 未満である場合、障害物は、路面障害物であると判別される。また、複数の反射点における反射点の分布長さが、第 1 閾値 D_{th1} 以上、且つ、第 2 閾値 D_{th2} 未満である場合、障害物は、路上障害物であると判別される。また、複数の反射点における反射点の分布長さが、第 2 閾値 D_{th2} 以上である場合、障害物は、走行障害物であると判別される。

[0066] 例えば、図 9 A に示す反射点の分布長さ D_1 又は反射点の分布長さ D_2 が、第 1 閾値 D_{th1} 以上、且つ、第 2 閾値 D_{th2} 未満である場合、図 9 A に示す障害物 S は、路上障害物であると判別することができる。また、図 9 B に示す反射点の分布長さ D_3 又は反射点の分布長さ D_4 が、第 2 閾値 D_{th2} 以上である場合、図 9 B に示す障害物 S は、走行障害物であると判別することができる。実用上は、障害物 S が路面障害物、路上障害物あるいは走行障害物のいずれであるのかを判別することが求められている。

障害物判別部 13 は、反射点の分布長さに基づいて障害物 S の種別を判別することができる。なお、図 10 において、閾値が第 1 閾値 D_{th1} のみである場合は、車両 1 が乗り越えられる路面障害物であるか否かを判別できる。また閾値の個数を 3 個以上に増やすことにより、より細かく障害物 S の種別を判別できる。更に、図 10 によれば、反射点の分布長さに基づいて障害物 S の高さを検出できる。即ち判別とは障害物 S の種別を分類することだけでなく、障害物 S の高さを検出することも含む意味として用いている。

[0067] 以上のように、実施の形態 1 に係る障害物検知装置 100 は、車両 1 に設けられた伝搬距離が異なる複数の測距センサ 2 から取得した受信信号に基づいて反射点の位置を抽出する反射点抽出部 12 と、反射点抽出部 12 が抽出

した複数の反射点の位置に基づいて算出される反射点の分布長さを用いて障害物Sの高さを判別する障害物判別部13と、を備えた。

このように構成することで、障害物検知装置100は、デザイン上の制約が少なく、或いは障害物Sの高さを精度よく判定することができる。

また第1閾値 D_{th1} 及び第2閾値 D_{th2} を用意することにより、検知した障害物Sの高さが路面障害物、路上障害物あるいは走行障害物のうちいずれの範囲に該当するかを判定できる。

[0068] なお、これまでの説明において、反射点の分布長さは、一例として、センサ平面上における最も距離が離れた2つの反射点により算出されるものとしたが、これに限定されるものではない。

例えば、反射点の分布長さは、反射点抽出部12が抽出した反射点Rの位置を障害物Sの反射面におけるYZ平面上に投影し、当該YZ平面上の任意の方向において最も距離が離れた2つの反射点により算出されても良い。また、反射点の分布長さは、必ずしも最も距離が離れた2つの反射点により算出される必要はない。

[0069] 図11を用いて実施の形態1の変形例に係る障害物検知装置100について説明する。

これまでの実施の形態において説明した内容と重複する説明については省略する。

[0070] 実施の形態1に係る障害物検知装置100における障害物判別部13は、複数の時点において測距センサ2a, 2bから取得した受信信号に基づいて反射点抽出部12が抽出した当該複数の時点それぞれに対応する反射点に基づいて反射点の分布長さを算出するものであった。

これに対して、実施の形態1の変形例に係る障害物検知装置100における障害物判別部13は、同一の時点において複数の測距センサ2から取得した受信信号に基づいて反射点抽出部12が抽出した複数の反射点に基づいて反射点の分布長さを算出するものである。

[0071] 図11は、実施の形態1の変形例に係る障害物検知装置100の要部を示

すブロック図である。

図 1 1 に示した例においては、複数の測距センサ 2 として、車両 1 には、3 個の測距センサ 2 a, 2 b, 2 c が設けられている。測距センサ 2 は、ソナー又はミリ波レーダ等の方式のセンサにより構成され、3 個の測距センサ 2 a, 2 b, 2 c は、共に同じ方式のセンサである。

[0072] 以下、一例として、測距センサ 2 a は、測距センサ 2 a が送信した探索波の反射波を直接波として受信し、測距センサ 2 b, 2 c は、測距センサ 2 a が送信した探索波の反射波を間接波としてそれぞれ受信するものとして、説明を行うが、これに限るものではない。

[0073] 3 個の測距センサ 2 a, 2 b, 2 c は、車両 1 における設置位置が互いに異なる。また、3 個の測距センサ 2 a, 2 b, 2 c は、測距センサ 2 a が探索波を送信する方向及び反射波を受信する方向と、測距センサ 2 b 及び測距センサ 2 c が反射波を受信する方向とがいずれも同じ方向に向けられて設置される。より具体的には、3 個の測距センサ 2 a, 2 b, 2 c は、例えば、車両 1 のフロントノーズ部における異なる位置に設けられており、かつ、車両 1 の前方に向けられて設定されている。もちろん車両 1 のリア部の異なる位置に、車両 1 の後方に向けて複数設置される場合もある。原理的には車両 1 の前後左右の 4 方向のうちどの方向に向けられて設けられても問題ない。

[0074] 3 個の測距センサ 2 a, 2 b, 2 c は、車両 1 における設置位置が互いに異なるので、この組み合わせによりそれぞれ伝搬距離が異なる複数の測距センサ 2 を構成する。例えば、2 個の測距センサ 2 a, 2 b は、測距センサ 2 a が送信した探索波の反射波を、測距センサ 2 a が直接波として受信するとともに、測距センサ 2 b が間接波としてそれぞれ受信することで、伝搬距離が異なる複数の測距センサ 2 を構成している。また、2 個の測距センサ 2 a, 2 c は、測距センサ 2 a が送信した探索波の反射波を、測距センサ 2 a が直接波として受信するとともに、測距センサ 2 c が間接波としてそれぞれ受信することで、伝搬距離が異なる複数の測距センサ 2 を構成している。また、間接波を受信する測距センサ 2 b, 2 c を、互いに異なる位置に設置す

ることで、測距センサ 2 b, 2 c は、伝搬距離が異なる複数の測距センサ 2 を構成することが可能となる。

[0075] 障害物検知部 1 1 は、測距センサ 2 a, 2 b, 2 c それぞれから取得した受信信号に基づいて測距センサ 2 a, 2 b, 2 c それぞれにおける距離値を算出する。測距センサ 2 a, 2 b, 2 c それぞれにおける距離値をそれぞれ距離値 D_{ra} , D_{rb} , D_{rc} という。

反射点抽出部 1 2 は、例えば、測距センサ 2 a, 2 b における距離値 D_{ra} , D_{rb} に基づいて反射点 R_{ab} を、測距センサ 2 a, 2 c における距離値 D_{ra} , D_{rc} に基づいて R_{ac} を、及び、測距センサ 2 b, 2 c における距離値 D_{rb} , D_{rc} に基づいて反射点 R_{bc} の位置を、それぞれ抽出する。すなわち、反射点抽出部 1 2 は、伝搬距離が異なる 3 個の測距センサ 2 a, 2 b, 2 c それぞれから取得した受信信号に基づいて算出された距離値 D_{ra} , D_{rb} , D_{rc} のうち任意の 2 個の距離値を組み合わせることで、3 つの反射点の位置を抽出することができる。

障害物判別部 1 3 は、同一の時点において取得した受信信号に基づいて抽出された複数の反射点の位置に基づいて算出される反射点の分布長さを用いて障害物の高さを判別する。

[0076] このように構成することで、実施の形態 1 の変形例に係る障害物検知装置 1 0 0 は、同一の時点において取得した受信信号に基づいて抽出された複数の反射点の位置に基づいて反射点の分布長さを算出することができるため、複数の時点それぞれに対応する反射点に基づいて反射点の分布長さを算出する必要がなく、反射点の分布長さを算出するまでの期間を短縮できる。

[0077] また、図 1 1 を用いたこれまで説明において、測距センサ 2 の数は、一例として測距センサ 2 a, 2 b, 2 c の 3 個であったが、この限りではない。測距センサ 2 の数は、伝搬距離が互いに異なる測距センサ 2 であれば、4 個以上であっても良い。これにより得られる反射点の数を増やすことができ、障害物 S の検出精度を向上することができる。

[0078] 図 1 2 を用いて実施の形態 1 の他の変形例に係る障害物検知装置 1 0 0 に

ついて説明する。

これまでの実施の形態において説明した内容と重複する説明については省略する。

[0079] 実施の形態 1 に係る障害物検知装置 100 における反射点抽出部 12 は、車両 1 における複数の測距センサ 2 それぞれの設置位置を示す情報を用いて 2 円交点処理を行い、反射点の位置を抽出するものであった。

これに対して、実施の形態 1 の他の変形例に係る障害物検知装置 100 における反射点抽出部 12 は、車両 1 に設けられた複数の測距センサ 2 の設置位置が車両 1 の高さ方向において同じであり、且つ、車両 1 の前後方向において異なる場合に、いずれかの測距センサ 2 が仮想的な設置位置にあるものとして 2 円交点処理を行い、反射点の位置を抽出するものである。なお、設置位置が高さ方向において「同じ」とは、厳密に同じ位置であることに限定されるものではなく、略同じ位置にあることを含むものとする。

[0080] 図 12 A は、車両 1 における測距センサ 2 a, 2 b の設置位置の一例を示す図であって、車両 1 の上方から見た状態を示す図である。図 12 A は、図 9 に示したものと同様に設定した X Y Z 座標系における車両 1 の高さ方向である Z 軸方向から車両 1 を見た図である。

図 12 B は、車両 1 における測距センサ 2 a, 2 b の設置位置の一例、及び実施の形態 1 の他の変形例に係る障害物検知装置 100 における反射点抽出部 12 が反射点の位置を抽出する処理の一例を示す図であって、車両 1 の側方から見た状態を示す図である。図 12 B は、図 9 に示したものと同様に設定した X Y Z 座標系における車両 1 の左右方向である Y 軸方向から車両 1 を見た図である。

[0081] 図 12 において、2 個の測距センサ 2 a, 2 b は、車両 1 における設置位置が Z 軸方向（車両 1 の高さ方向）において同じであり、少なくとも車両 1 の前後方向である X 軸方向において異なる。また、2 個の測距センサ 2 a, 2 b は、測距センサ 2 a が探索波を送信する方向及び反射波を受信する方向と、測距センサ 2 b が反射波を受信する方向とがいずれも同じ方向に向けら

れて設置される。より具体的には、2個の測距センサ2 a, 2 bは、例えば、車両1のフロントノーズ部におけるZ軸方向（車両1の高さ方向）において同じ位置、且つ、少なくともX軸方向（車両1の前後方向）において異なる位置に設けられており、更に、車両1の前方に向けられて設定されている。なお、車両1のリア部の異なる位置に、車両1の後方に向けて複数設置される場合もある。原理的には車両1の前後左右の4方向のうちどの方向に向けられて設けられても問題ない。

[0082] 測距センサ2 aの設置位置は、X座標が X_a 、Y座標が Y_a 、Z座標が Z_a である。測距センサ2 bの設置位置は、X座標が X_b 、Y座標が Y_b 、Z座標が Z_b である。

ここで、測距センサ2 a、2 bの車両1における設置位置は、Z軸方向（車両1の高さ方向）において同じであるため、 $Z_a = Z_b$ （又は $Z_a \div Z_b$ ）である。また、測距センサ2 a、2 bの車両1における設置位置は、X軸方向（車両1の前後方向）において異なるため、 $X_a \neq X_b$ である。測距センサ2 a、2 b間のX軸方向（車両1の前後方向）における距離 ΔX_{ab} は、 $X_a - X_b$ の絶対値として求められる。

[0083] 反射点抽出部12は、まず、複数の前記測距センサの設置位置を含む前記車両の左右方向に平行な平面、すなわち、センサ平面を、測距センサ2 aの設置位置を含み、X軸方向に（車両1の前後方向）平行な直線を中心に傾斜させた、Y軸方向（車両1の左右方向）に直交する平面、すなわちXZ平面を「仮想垂直平面」として特定する。

[0084] 反射点抽出部12は、次に、測距センサ2 a、2 b間のX軸方向（車両1の前後方向）における距離 ΔX_{ab} に応じて決定される仮想垂直平面上の位置に、測距センサ2 bが仮想的に設けられているものとして、2点交点処理により反射点の位置を抽出する。

測距センサ2 b_vは、仮想垂直平面上に仮想的に設けられた測距センサ2 bである。

より具体的には、例えば、測距センサ2 b_vは、仮想垂直平面上において

測距センサ 2 a から Z 軸方向（車両 1 の高さ方向）に距離 $\Delta X a b$ だけ離れた位置に設けられている。反射点抽出部 1 2 は、測距センサ 2 a 及び測距センサ 2 b v の設置位置、並びに、距離値 $D r a$ 及び距離値 $D r b$ を用いて、仮想垂直平面上において 2 円交点処理を実行することにより反射点を抽出する。

[0085] 反射点抽出部 1 2 が決定する距離 $\Delta X a b$ に応じて仮想垂直平面上の位置は、測距センサ 2 a から Z 軸方向（車両 1 の高さ方向）に距離 $\Delta X a b$ だけ離れた位置であると説明したが、これは一例であり、この限りではない。例えば、反射点抽出部 1 2 が決定する距離 $\Delta X a b$ に応じて仮想垂直平面上の位置は、距離 $\Delta X a b$ 、測距センサ 2 a における距離値 $D r a$ 、及び、測距センサ 2 a の設置位置に基づいて決定されても良い。

[0086] 以上のように、実施の形態 1 の他の変形例に係る障害物検知装置 1 0 0 における反射点抽出部 1 2 は、複数の測距センサ 2 の設置位置が車両 1 の高さ方向において同じであり、且つ、車両 1 の前後方向において異なる場合、当該複数の測距センサ 2 の設置位置を含む車両 1 の左右方向に平行な平面を傾斜させた平面であって、複数の測距センサ 2 のうち 1 つの測距センサ 2 の設置位置を含む車両 1 の左右方向に直交する仮想垂直平面を特定し、当該複数の測距センサ 2 間の距離に応じて複数の測距センサ 2 のうち他の測距センサ 2 が仮想垂直平面上に仮想的に設けられているものとして、反射点の位置を抽出するように構成した。

このように構成することで、実施の形態 1 の他の変形例に係る障害物検知装置 1 0 0 は、複数の測距センサ 2 が同じ高さに設置された場合であっても、伝搬距離が異なる複数のセンサであるとしてとらえ、進行方向前方の障害物 S の高さを精度よく判別できる。したがって、実施の形態 1 に係る障害物検知装置 1 0 0 と比較して、測距センサ 2 の設置位置の自由度を増すことができる。

[0087] 実施の形態 2.

実施の形態 2 に係る障害物検知装置 1 0 0 a について説明する。

実施の形態 2 に係る障害物検知装置 100a は、実施の形態 1 に係る障害物検知装置 100 と比較して、正対判別部 14 が追加されている。

[0088] 図 13 は、実施の形態 2 に係る障害物検知装置 100a の要部を示すブロック図である。図 13 を参照して、実施の形態 2 の障害物検知装置 100a について説明する。なお、図 13 において、図 1 に示すブロックと同様のブロックには同一符号を付して説明を省略する。

[0089] 図 13 に示す例においては、複数の測距センサ 2 として、車両 1 には 4 個の測距センサ 2a, 2b, 2c, 2d が設けられている。4 個の測距センサ 2a, 2b, 2c, 2d は、図 15 に示すとおり車両 1 のフロントノーズ部、より具体的にはフロントバンパー部に設けられており、かつ、車両 1 の前方に向けられている。なお、実施の形態 1 と同様に測距センサ 2 の設置位置は車両 1 の前部に限定されるものではなく、後部の障害物 S を検出したい場合は車両 1 の後部に 4 個の測距センサ 2 を設けることができる。

[0090] 障害物検知装置 100a は、障害物検知部 11、反射点抽出部 12、障害物判別部 13 及び正対判別部 14 により要部が構成されている。

[0091] 障害物検知部 11 は、測距センサ 2a 乃至測距センサ 2d に探索波を順次送信させることにより、複数の測距センサ 2 それぞれにおける距離値を算出するものである。測距センサ 2a 乃至測距センサ 2d にそれぞれにおける距離値をそれぞれ距離値 D_{ra} , D_{rb} , D_{rc} , D_{rd} という。ここで実施の形態 2 は車両 1 が障害物 S と正対しているか否かの判別を行うものである。探索波の送信は、図 15 に示す測距センサ 2 の配置において、まず外側の測距センサ 2 である測距センサ 2b 又は測距センサ 2d から行い、次いで他方の外側の測距センサ 2 である測距センサ 2d 又は測距センサ 2b、内側の測距センサ 2 である測距センサ 2a 又は測距センサ 2c、内側の他方の測距センサ 2 である測距センサ 2c 又は測距センサ 2a の順で行い、これを繰り返す。例えば、外側の測距センサ 2b は、測距センサ 2b が送信した探索波の反射波を直接波として受信し、測距センサ 2a、2c、2d は、測距センサ 2b が送信した探索波の反射波を間接波として受信する。障害物検知

部 1 1 は、受信したそれぞれの反射波の受信信号に基づいて測距センサ 2 a, 2 b, 2 c, 2 d それぞれにおける距離値 D_{ra} , D_{rb} , D_{rc} , D_{rd} を算出する。反射点抽出部 1 2 は、距離値 D_{ra} , D_{rb} , D_{rc} , D_{rd} を用いて 2 円交点処理により複数の反射点を抽出する。また、測距センサ 2 b が探索波を送信して反射点の抽出まで終了した後、次に他方の外側の測距センサ 2 d から探索波が送信される。測距センサ 2 d は、測距センサ 2 d が送信した探索波の反射波を直接波として受信し、測距センサ 2 c, 2 a, 2 b は、測距センサ 2 d が送信した探索波の反射波を間接波として受信する。受信したそれぞれの反射波の受信信号に基づいて障害物検知部 1 1 及び反射点抽出部 1 2 により上述同様、複数の反射点が抽出される。以下同様に、今度は内側の測距センサ 2 a, 2 c から順次、探索波が送信され、反射点の抽出がそれぞれ行われる。全ての測距センサ 2 から探索波の送信が終われば、最初に探索波を送信した測距センサ 2 に戻り、以下、同様に繰り返してもよい。これは上述の実施の形態 1 においても同様である。障害物検知部 1 1 の内部構成は実施の形態 1 にて図 2 を参照して説明したものと同様であるため、図示及び説明を省略する。

なお、実施の形態 2 では測距センサ 2 a 乃至 2 d が順次探索波を送信するものとして説明する。但し上述の実施の形態 1 の変形例で説明したように、測距センサ 2 a 乃至 2 d のいずれか 1 つの測距センサ 2、例えば測距センサ 2 c が探索波を送信し、測距センサ 2 c が受信した直接波と、測距センサ 2 a, 2 b 及び 2 d が受信した間接波を用いて反射点を抽出するようにしてもよい。

[0092] 図 1 5 は、外側の測距センサ 2 が探索波を送受信する様子を示している。図 1 5 は、測距センサ 2 b の探索波を送受信した時と、測距センサ 2 d の探索波を送受信した時という 2 つの時点の送受信の様子を同時に描いたものである。図 1 5 において測距センサ 2 b の反射波を測距センサ 2 b (直接波) と測距センサ 2 a (間接波) のみが受信するかのごとく描いている。しかしながら実際には測距センサ 2 b の反射波は、測距センサ 2 c (間接波)、測距

センサ 2 d（間接波）にも受信されるが、ここでは見やすさを優先して省略している。測距センサ 2 d の探索波を送受信した時も同様に、測距センサ 2 d の反射波は、測距センサ 2 d（直接波）、測距センサ 2 c（間接波）、測距センサ 2 a（間接波）及び測距センサ 2 b（間接波）にも受信される。これは後述する図 16 においても同様である。

反射点抽出部 12 は、例えば、障害物検知部 11 が算出した測距センサ 2 a, 2 b それぞれにおける距離値 D_{ra} , D_{rb} を用いて反射点 R_{ab} の位置を、また、測距センサ 2 c, 2 d それぞれにおける距離値 D_{rc} , D_{rd} を用いて反射点 R_{cd} の位置を抽出するものである。反射点抽出部 12 の内部構成は実施の形態 1 にて図 3 を参照して説明したものと同様であるため、図示及び説明を省略する。

[0093] 正対判別部 14 は、測距センサ 2 が障害物 S と正対しているか否かを判別するものである。正対判別部 14 による判別処理の詳細については後述する。

[0094] 障害物判別部 13 は、測距センサ 2 が障害物 S と正対している状態（以下「正対状態」という。）における反射点抽出部 12 が抽出した複数の反射点の位置に基づいて算出される反射点の分布長さを用いて障害物 S の種別を判別するものである。また、障害物判別部 13 は、障害物 S の種別を判別することにより、障害物 S の高さを判別するものである。実施の形態 2 に係る障害物判別部 13 における反射点の分布長さを算出する処理、及び、障害物 S の種別を判別する処理は、実施の形態 1 にて説明したものと同様であるため、説明を省略する。

[0095] 障害物検知装置 100 a の要部のハードウェア構成は、実施の形態 1 にて図 4 を参照して説明したものと同様であるため、図示及び説明を省略する。すなわち、障害物検知部 11、反射点抽出部 12、障害物判別部 13、及び、正対判別部 14 の各々の機能は、プロセッサ 41 及びメモリ 42 により実現されるものであっても良く、又は処理回路 43 により実現されるものであっても良い。

[0096] 図14は、実施の形態2に係る障害物検知装置100aの動作の一例を示すフローチャートである。

当該フローチャートを参照して、実施の形態2に係る障害物検知装置100aの動作について説明する。

障害物検知装置100aは、当該フローチャートに示す処理を所定タイミングごとに繰り返し実行する。なお、障害物検知装置100aは、当該フローチャートに示す処理を繰り返し実行する際に、例えば上述の順に従って、複数ある測距センサ2のうち直近に探索波を送信させた測距センサ2とは異なる測距センサ2に順次探索波を送信させる。

[0097] まず、ステップST11にて、障害物検知部11は、測距センサ2に探索波を送信させることにより、車両1の周囲にある障害物Sにおける測距センサ2からの距離を算出する。より具体的には、例えば、障害物検知部11が外側の測距センサ2bに探索波を送信させた場合、測距センサ2bが直接波として受信した反射波の受信信号と、伝搬距離が異なる測距センサ2a、2c、2dそれぞれから間接波として受信した反射波の受信信号とに基づいて測距センサ2a、2b、2c、2dそれぞれにおける距離値 D_{ra} 、 D_{rb} 、 D_{rc} 、 D_{rd} を算出する。

[0098] 次に、ステップST12にて、反射点抽出部12は、障害物検知部11が算出した距離値 D_{ra} 、 D_{rb} 、 D_{rc} 、 D_{rd} に基づいて反射点 R_{ba} 、 R_{bc} 、 R_{bd} の位置をそれぞれ抽出する。

[0099] 次に、ステップST13にて、正対判別部14は、測距センサ2が障害物Sと正対しているか否かを判別する。正対判別部14による判別処理の詳細については後述する。

測距センサ2が障害物Sと正対していない場合（ステップST13：NO）、障害物検知装置100aは当該フローチャートの処理を終了し、次の所定タイミングを待つ。

測距センサ2が障害物Sと正対している場合（ステップST13：YES）、障害物検知装置100aは、ステップST14の処理を実行する。

[0100] ステップS T 1 4 にて、障害物判別部 1 3 は、反射点の数が、所定数以上か否かを判定する。ここで、所定数とは少なくとも 2 以上の数であり、ここでは一例として 1 0 とする。

[0101] 反射点の数が 1 0 未満である場合（ステップS T 1 4 : N O）、障害物検知装置 1 0 0 a は、反射点の数が 1 0 以上になるまでステップS T 1 1 に戻る。障害物検知装置 1 0 0 a は、ステップS T 1 1 に戻った際に、例えば上述の順に従って、複数ある測距センサ 2 のうち直近に探索波を送信させた測距センサ 2 とは異なる測距センサ 2 に順次探索波を送信させる。

反射点の数が 1 0 以上である場合（ステップS T 1 4 : Y E S）、障害物検知装置 1 0 0 a は、ステップS T 1 5 の処理を実行する。

[0102] ステップS T 1 5 にて、障害物判別部 1 3 は、反射点抽出部 1 2 が抽出した反射点の位置に基づいて反射点の分布長さを算出する。

[0103] 次に、ステップS T 1 6 にて、障害物判別部 1 3 は、算出した反射点の分布長さを用いて、障害物 S の種別を判別する。なお、上述したように障害物 S の判別は、障害物 S の種別の判別に限られるものではなく、障害物 S の高さの判別、即ち検出するものでもよい。

その後、障害物検知装置 1 0 0 a は、当該フローチャートの処理を終了する。

[0104] 次に、図 1 5 ～図 1 7 を参照して、正対判別部 1 4 による判別処理の詳細について説明する。

図 1 5 A は、障害物 S が壁等の走行障害物である場合の車両 1 における測距センサ 2 の設置位置の一例を示す図であって、車両 1 の上方から見た状態を示す図である。図 1 5 B は、障害物 S が壁等の走行障害物である場合の車両 1 における測距センサ 2 の設置位置の一例を示す図であって、車両 1 の側方から見た状態を示す図である。

図 1 6 A は、障害物 S が縁石等の路上障害物又は段差等の路面障害物である場合の車両 1 における測距センサ 2 の設置位置の一例を示す図であって、車両 1 の上方から見た状態を示す図である。図 1 6 B は、障害物 S が縁石等

の路上障害物又は段差等の路面障害物である場合の車両 1 における測距センサ 2 の設置位置の一例を示す図であって、車両 1 の側方から見た状態を示す図である。

[0105] 図 1 5 及び図 1 6 は、車両 1 における 4 個の測距センサ 2 a, 2 b, 2 c, 2 d の設置位置の例を示している。図 1 5 及び図 1 6 に示す如く、4 個の測距センサ 2 a, 2 b, 2 c, 2 d のうちの 2 個の測距センサ 2 b, 2 d は、車両 1 の左右方向においてより外側に配置されている。また、2 個の測距センサ 2 a, 2 c は、車両 1 の左右方向においてより内側に配置されている。また測距センサ 2 b, 2 d は、測距センサ 2 a, 2 c に比べて車両 1 の高い位置に設けられている。なお、2 個の測距センサ 2 b, 2 d と、2 個の測距センサ 2 a, 2 c とは、車両 1 の前後方向に対する設置位置が互いに異なるものであっても良い。

[0106] 正対判別部 1 4 には、車両 1 の左右方向における 2 個の測距センサ 2 b, 2 d の設置間隔（以下「センサピッチ」という。）SP を示す情報が予め記憶されている。正対判別部 1 4 は、障害物検知部 1 1 が算出した測距センサ 2 b における距離値 D_{rb} 及び測距センサ 2 d における距離値 D_{rd} を障害物検知部 1 1 から取得する。これらの距離値 D_{rb} , D_{rd} は、距離値算出部 2 3 により算出された距離値に対応するものである。正対判別部 1 4 は、以下の式（1）により、測距センサ 2 に対する障害物 S の正対角度 θ を算出する。

$$[0107] \quad \theta = \tan^{-1} \{ (D_{rb} - D_{rd}) / SP \} \quad (1)$$

[0108] 図 1 7 は、センサピッチ SP、測距センサ 2 b における距離値 D_{rb} 、測距センサ 2 d における距離値 D_{rd} 、及び正対角度 θ の一例を示す図である。

正対判別部 1 4 は、正対角度 θ が所定角度 θ_{th} 以下である場合、測距センサ 2 が障害物 S と正対していると判別する。他方、正対角度 θ が所定角度 θ_{th} よりも大きい場合、正対判別部 1 4 は、測距センサ 2 が障害物 S と正対していないと判別する。

[0109] なお、正対角度 θ の算出には、測距センサ2の組を重畳させないことが好適である。図17において反射点 R_{ab} は、測距センサ2aにおける距離値 D_{ra} と測距センサ2bにおける距離値 D_{rb} を2点交円処理することにより得られるものである。このときの測距センサ2の組は、測距センサ2aと測距センサ2bである。一方、図17において反射点 R_{cd} は、測距センサ2cにおける距離値 D_{rc} と測距センサ2dにおける距離値 D_{rd} を2点交円処理することにより得られるものである。このときの測距センサ2の組は、測距センサ2cと測距センサ2dである。即ち測距センサ2の組は、測距センサ2a、2bの組と測距センサ2c、2dの組であり、両者に共通する測距センサ2は存在しない。

他方、測距センサ2の組を重畳させる場合とは、例えば測距センサ2の組として、測距センサ2aと測距センサ2bの組と、測距センサ2aと測距センサ2cの組とを用いる場合である。この場合、測距センサ2aが両方の組で用いられており、2つの測距センサ2の組が重畳している。このとき測距センサ2aと測距センサ2bの組からは2円交点処理により反射点 R_{ab} が得られるとともに、測距センサ2aと測距センサ2cの組からは2円交点処理により反射点 R_{ac} が得られる。

反射点 R_{ab} と反射点 R_{ac} を用いても正対角度 θ を求めることはできるが、これよりも長い反射点 R_{ab} と反射点 R_{cd} を用いて正対角度 θ を求めるほうが正対角度 θ の算出精度を向上させることができる。

[0110] また、正対判別部14は、所定区間における正対角度 θ の平均値を算出するものであっても良い。正対判別部14は、当該算出された平均値が所定角度 θ_{th} 以下である場合、測距センサ2が障害物Sと正対していると判別するものであっても良い。平均値を用いることにより、正対判別部14による判別のロバスト性を向上することができる。なお、この所定区間は時間的な区間であっても良く、また、車両1が前進している場合、この所定区間は距離的な区間であっても良い。

[0111] 以上のように、実施の形態2に係る障害物検知装置100aは、測距セン

サ 2 が障害物 S と正対しているか否かを判別する正対判別部 1 4 を備えた。

このように構成することで、実施の形態 2 に係る障害物検知装置 1 0 0 a は、測距センサ 2 が障害物 S と正対している状態における反射点の分布長さを用いて障害物 S の種別を判別することにより、障害物 S の高さを判別する精度を更に向上することができる。

[0112] なお、実施の形態 2 においても、障害物の種別の判別に代えて、図 1 0 を用いて障害物の高さを判別するようにしてもよい。

[0113] 実施の形態 3.

実施の形態 3 では、障害物検知装置 1 0 0 a が適用された運転支援装置 2 0 0 について説明する。

実施の形態 3 に係る運転支援装置 2 0 0 は、実施の形態 2 に係る障害物検知装置 1 0 0 a が適用されたものである。

[0114] 図 1 8 は、実施の形態 3 に係る運転支援装置 2 0 0 の要部を示すブロック図である。

図 1 8 を参照して、実施の形態 3 の運転支援装置 2 0 0 について説明する。なお、図 1 8 において、図 1 3 に示すブロックと同様のブロックには同一符号を付して説明を省略する。

[0115] 運転支援装置 2 0 0 は、障害物検知装置 1 0 0 a 及び運転支援制御部 1 5 により要部が構成されている。

障害物検知装置 1 0 0 a は、障害物検知部 1 1、反射点抽出部 1 2、障害物判別部 1 3 及び正対判別部 1 4 により要部が構成されている。

[0116] 障害物検知部 1 1 は、実施の形態 2 にて図 1 3 を参照して説明したものと同様であるため、図示及び説明を省略する。

[0117] 反射点抽出部 1 2 は、実施の形態 2 にて図 1 3 を参照して説明したものと同様であるため、図示及び説明を省略する。

[0118] 正対判別部 1 4 は、実施の形態 2 にて図 1 3 を参照して説明したものと同様であるため、図示及び説明を省略する。

[0119] 障害物判別部 1 3 は、実施の形態 2 にて図 1 3 を参照して説明したものと

同様であるため、図示及び説明を省略する。

[0120] 運転支援制御部 15 は、反射点抽出部 12 が抽出した反射点の位置を示す情報及び障害物判別部 13 が判別した障害物 S の高さを示す情報に応じて、車両 1 と当該障害物 S との衝突を回避するための運転支援制御を実行するものである。

[0121] 具体的には、例えば、車両 1 の前方又は後方にある障害物 S が走行障害物以上の高さである場合、運転支援制御部 15 は状況に応じて車両 1 のブレーキを作動させることにより車両 1 を停止させる制御を実行する。他方、車両 1 の前方又は後方にある障害物 S が走行障害物未満の高さである場合、運転支援制御部 15 は当該制御の実行をキャンセルする。

つまり障害物 S が、走行障害物の場合は車両 1 との衝突を回避するため必要に応じて緊急ブレーキを作動させる。他方、障害物 S が走行障害物よりも低い場合は車両 1 と衝突する可能性はないので緊急ブレーキは必要ない。

[0122] また、運転支援制御部 15 による運転支援制御は、車両 1 と障害物 S の衝突を回避するための制御であれば良く、車両 1 のブレーキを作動させる制御に限定されるものではない。例えば、運転支援制御部 15 による運転支援制御は、車両 1 が障害物 S に衝突する可能性の有無を判定して、当該可能性があると判定された場合、その旨を車両 1 の運転者に警告する制御であっても良い。車両 1 の運転者は、当該警告に応じて、車両 1 のブレーキペダルを操作することにより車両 1 を停止させるものであっても良い。

また運転支援制御部 15 は、障害物 S が輪止めや縁石などの路上障害物と判別されたときは、当該路上障害物で車両 1 のタイヤが止まるように制御してもよい。

[0123] なお、障害物判別部 13 は、非正対状態において障害物 S の高さを判別した場合、判別結果の信頼度が低いことを運転支援制御部 15 に通知するものであっても良い。運転支援制御部 15 は、障害物判別部 13 により通知された信頼度の高低に応じて、運転支援制御の内容を異ならしめるものであっても良い。

[0124] 運転支援装置 200 の要部のハードウェア構成は、実施の形態 1 にて図 4 を参照して説明したものと同様であるため、図示及び説明を省略する。すなわち、障害物検知部 11、反射点抽出部 12、障害物判別部 13、正対判別部 14 及び運転支援制御部 15 の各々の機能は、プロセッサ 41 及びメモリ 42 により実現されるものであっても良く、又は処理回路 43 により実現されるものであっても良い。

[0125] 図 19 は、実施の形態 3 に係る運転支援装置 200 の動作の一例を示すフローチャートである。

当該フローチャートを参照して、実施の形態 3 に係る運転支援装置 200 の動作について説明する。

運転支援装置 200 は、当該フローチャートに示す処理を所定タイミングで繰り返し実行する。

[0126] まず、ステップ ST21 にて、障害物検知部 11 は、測距センサ 2 に探索波を送信させることにより、車両 1 の周囲にある障害物 S における測距センサ 2 からの距離を算出する。より具体的には、障害物検知部 11 は、測距センサ 2 a 乃至 2 d のうちいずれか 1 つの測距センサ 2 に探索波を順次送信させ、探索波を送信した測距センサ 2 が直接波として取得した反射波の受信信号と、その他の伝搬距離が異なる測距センサ 2 が間接波として取得した反射波の受信信号とに基づいて測距センサ 2 a, 2 b, 2 c, 2 d それぞれにおける距離値 D_{ra} , D_{rb} , D_{rc} , D_{rd} を算出する。

[0127] 次に、ステップ ST22 にて、反射点抽出部 12 は、障害物検知部 11 が算出した測距センサ 2 a 乃至 2 d における距離値 D_{ra} , D_{rb} , D_{rc} , D_{rd} に基づいて複数の反射点の位置を抽出する。このとき測距センサ 2 a と測距センサ 2 b との組から 2 円交点処理により反射点 R_{ab} の位置を抽出する。また、測距センサ 2 c と測距センサ 2 d との組から 2 円交点処理により反射点 R_{cd} の位置を抽出する。

[0128] 次に、ステップ ST23 にて、正対判別部 14 は、測距センサ 2 が障害物 S と正対しているか否かを判別する。

測距センサ 2 が障害物 S と正対していない場合（ステップ S T 2 3 : N O）、運転支援装置 2 0 0 は当該フローチャートの処理を終了し、次の所定タイミングを待つ。

測距センサ 2 が障害物と正対している場合（ステップ S T 2 3 : Y E S）、障害物検知装置 1 0 0 a は、ステップ S T 2 4 の処理を実行する。

[0129] ステップ S T 2 4 にて、障害物判別部 1 3 は、反射点の数が、所定数以上か否かを判定する。ここで、所定数とは少なくとも 2 以上の数であり、ここでは一例として 1 0 とする。

[0130] 反射点の数が 1 0 未満である場合（ステップ S T 2 4 : N O）、運転支援装置 2 0 0 は、反射点の数を記憶し、ステップ S T 2 1 の処理に戻り、反射点の数が 1 0 以上になるまで当該フローチャートの処理を繰り返す。

反射点の数が 1 0 以上である場合（ステップ S T 2 4 : Y E S）、障害物検知装置 1 0 0 a は、ステップ S T 2 5 の処理に進む。

[0131] ステップ S T 2 5 にて、障害物判別部 1 3 は、反射点抽出部 1 2 が抽出した反射点の位置に基づいて反射点の分布長さを算出する。

[0132] 次に、ステップ S T 2 6 にて、障害物判別部 1 3 は、算出した反射点の分布長さを用いて、障害物 S の種別を判別する。なお、上述したように障害物 S の判別は、障害物 S の種別の判別に限られるものではなく、障害物 S の高さの判別、即ち検出するものでもよい。

[0133] 次に、ステップ S T 2 7 にて、運転支援制御部 1 5 は、反射点抽出部 1 2 が抽出した反射点の位置を示す情報及び障害物判別部 1 3 が判別した当該障害物 S の高さを示す情報に応じて、車両 1 と当該障害物 S との衝突を回避するための制御を実行する。すなわち、運転支援制御部 1 5 は運転支援制御を実行する。

その後、運転支援装置 2 0 0 は、当該フローチャートの処理を終了する。

[0134] 以上のように、実施の形態 3 の運転支援装置 2 0 0 は、障害物検知装置 1 0 0 a と、障害物検知装置 1 0 0 a における反射点抽出部 1 2 が抽出した反射点の位置を示す情報、及び、障害物検知装置 1 0 0 a における障害物判別

部 1 3 が判別した当該障害物 S の高さを示す情報に応じた運転支援制御を実行する運転支援制御部 1 5 と、を備える。

このよう構成することで、実施の形態 3 の運転支援装置 2 0 0 は、運転支援制御の精度を向上することができる。

[0135] なお、本願発明はその発明の範囲内において、各実施の形態の自由な組み合わせ、あるいは各実施の形態の任意の構成要素の変形、もしくは各実施の形態において任意の構成要素の省略が可能である。

産業上の利用可能性

[0136] 本発明の障害物検知装置は、例えば、運転支援制御に応用することができる。

符号の説明

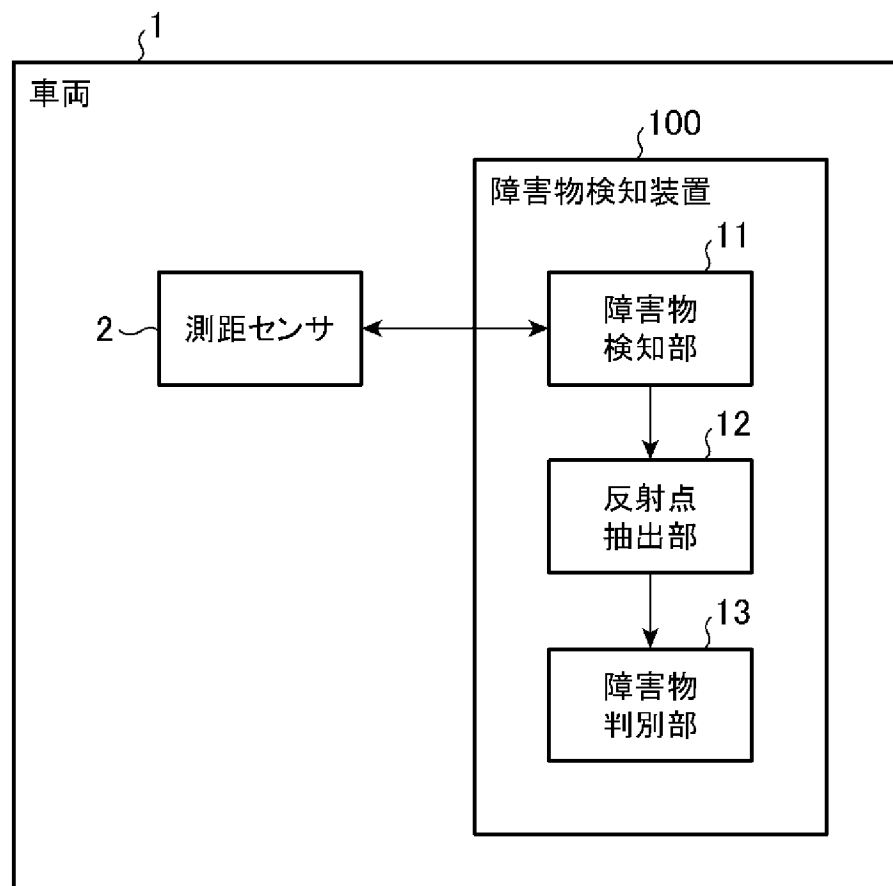
[0137] 1 車両、
2, 2 a, 2 b, 2 c, 2 d 測距センサ、2 b v 仮想的に設けられた測距センサ、1 1 障害物検知部、1 2 反射点抽出部、1 3 障害物判別部、1 4 正対判別部、1 5 運転支援制御部、2 1 送信信号出力部、2 2 受信信号取得部、2 3 距離値算出部、2 4 反射点位置算出部、2 6 自車位置算出部、2 7 センサ位置算出部、4 1 プロセッサ、4 2 メモリ、4 3 処理回路、1 0 0, 1 0 0 a 障害物検知装置、2 0 0 運転支援装置。

請求の範囲

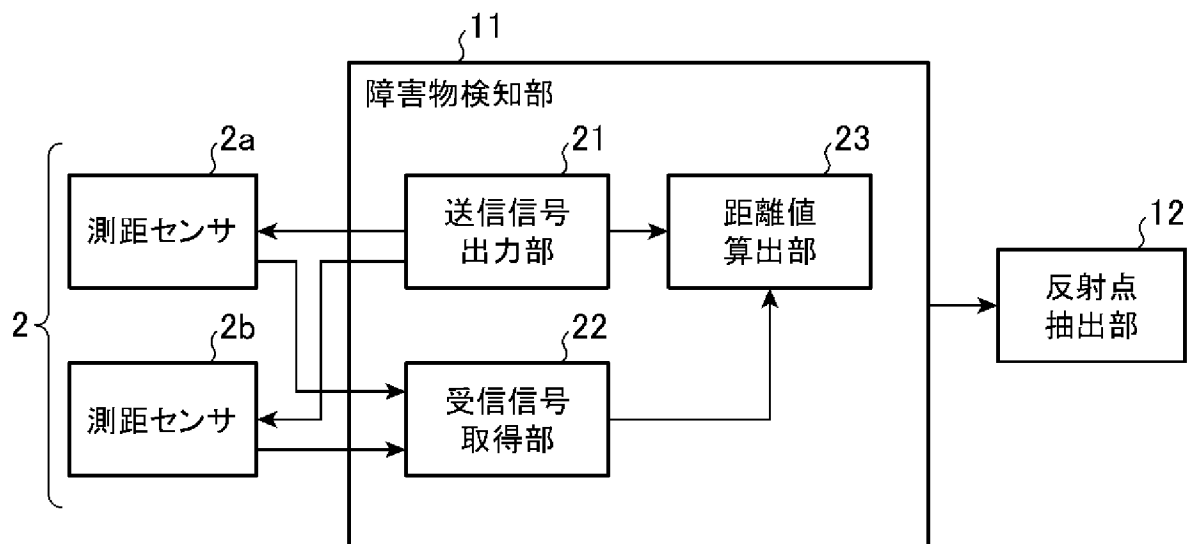
- [請求項1] 車両に設けられた伝搬距離が異なる複数の測距センサから取得した受信信号に基づいて反射点の位置を抽出する反射点抽出部と、
- 前記反射点抽出部が抽出した複数の前記反射点の位置に基づいて算出される反射点の分布長さを用いて障害物の高さを判別する障害物判別部と、
- を備えたこと
- を特徴とする障害物検知装置。
- [請求項2] 前記障害物判別部が算出する前記反射点の分布長さは、前記複数の前記測距センサの設置位置を含み前記車両の前後方向に平行な平面上における前記反射点の分布長さ、或いは当該反射点の分布長さを鉛直方向に投影した前記反射点の分布長さであること
- を特徴とする請求項1記載の障害物検知装置。
- [請求項3] 前記複数の前記測距センサの設置位置が前記車両の高さ方向において同じであり、且つ、前記車両の前後方向において異なる場合、前記反射点抽出部は、当該複数の前記測距センサの設置位置を含む前記車両の左右方向に平行な平面を傾斜させた平面であって、前記複数の前記測距センサのうち1つの前記測距センサの設置位置を含む前記車両の左右方向に直交する仮想垂直平面を特定し、当該複数の前記測距センサ間の距離に応じて前記複数の前記測距センサのうち他の前記測距センサが前記仮想垂直平面上に仮想的に設けられているものとして、前記反射点の位置を抽出すること
- を特徴とする請求項1記載の障害物検知装置。
- [請求項4] 前記障害物判別部は、第1閾値と前記第1閾値よりも大きい第2閾値とを有し、前記第1閾値及び前記第2閾値と前記反射点の分布長さとを比較することにより前記障害物が路面障害物、路上障害物又は走行障害物のいずれであるか判別すること
- を特徴とする請求項1記載の障害物検知装置。

- [請求項5] 前記測距センサが前記障害物と正対しているか否かを判別する正対判別部を備え、
前記障害物判別部は、前記測距センサが前記障害物と正対している状態における前記反射点の分布長さを用いて前記障害物の高さを判別する
ことを特徴とする請求項1記載の障害物検知装置。
- [請求項6] 前記正対判別部は、前記測距センサに対する前記障害物の正対角度を算出して、前記正対角度が所定角度以下であるとき前記測距センサが前記障害物と正対していると判別する
ことを特徴とする請求項5記載の障害物検知装置。
- [請求項7] 前記正対判別部は、重畳していない前記測距センサの組を複数用いて正対角度を算出すること
を特徴とする請求項5記載の障害物検知装置。
- [請求項8] 前記障害物判別部は、前記測距センサが前記障害物と正対している状態における抽出された前記反射点の数が所定数を超えたとき、前記反射点の分布長さを用いて前記障害物の高さを判別すること
を特徴とする請求項5記載の障害物検知装置。
- [請求項9] 請求項1から請求項8のうちいずれか1項記載の障害物検知装置を備えた運転支援装置。

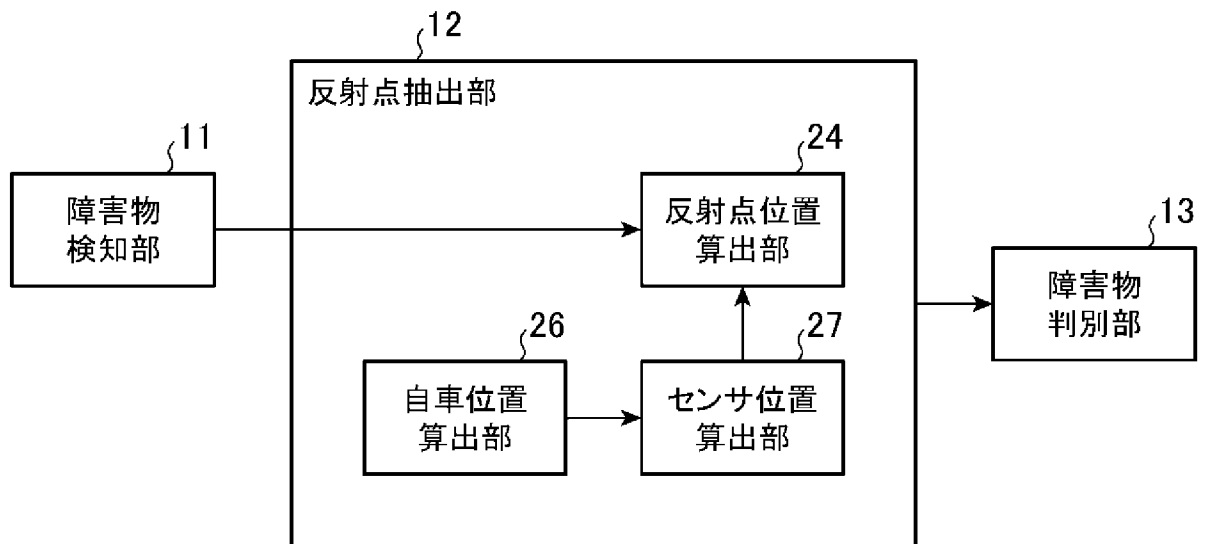
[図1]



[図2]



[図3]



[図4]

図4A

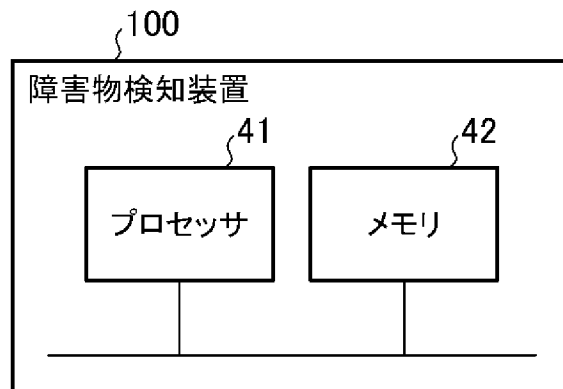
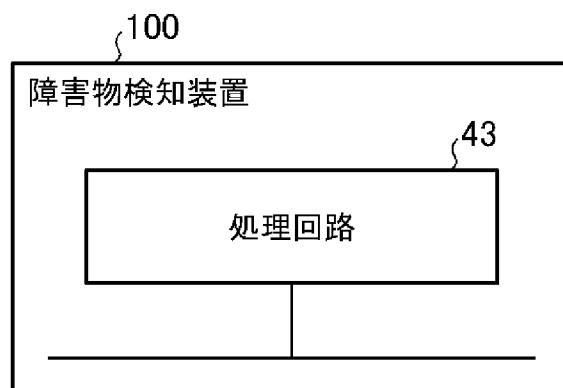
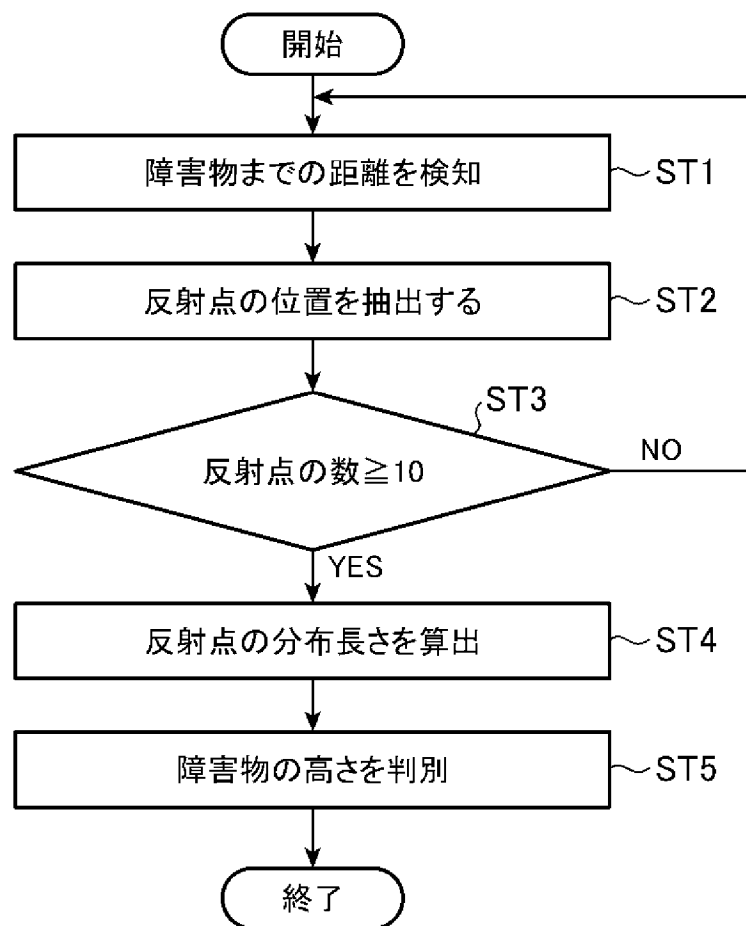


図4B



[図5]



[図6]

図6A

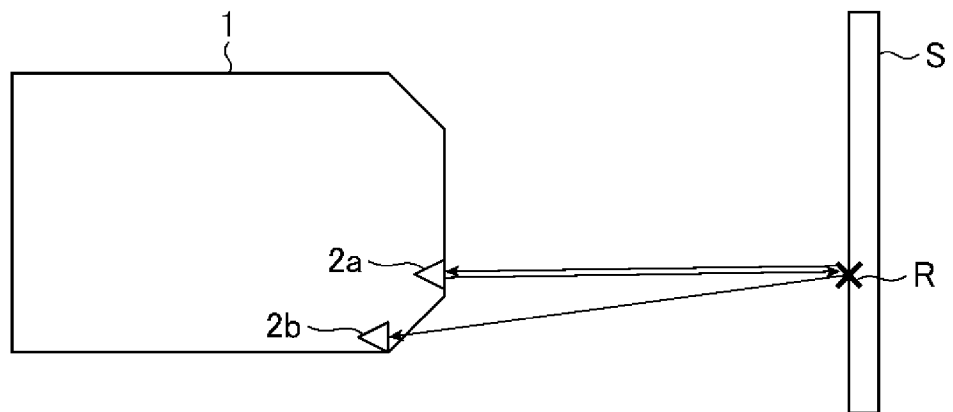
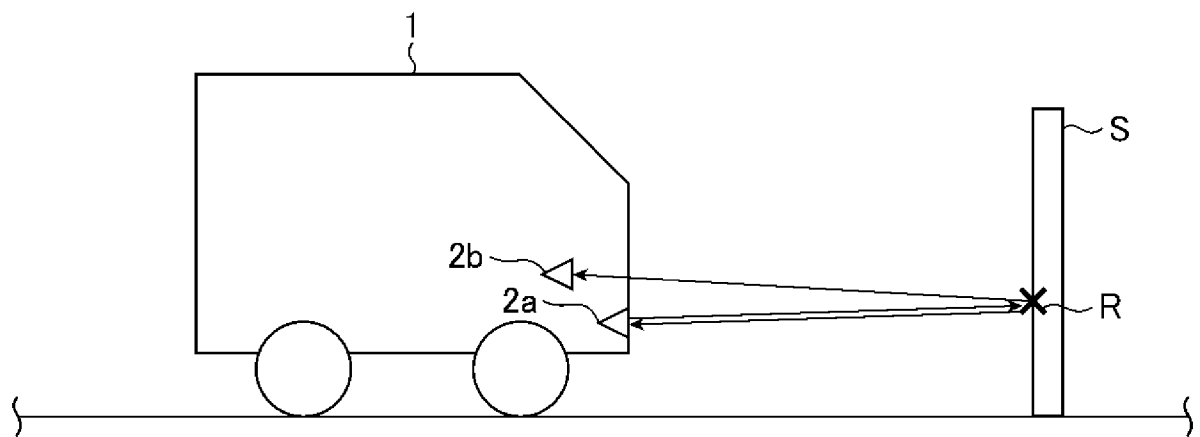


図6B



[図7]

図7A

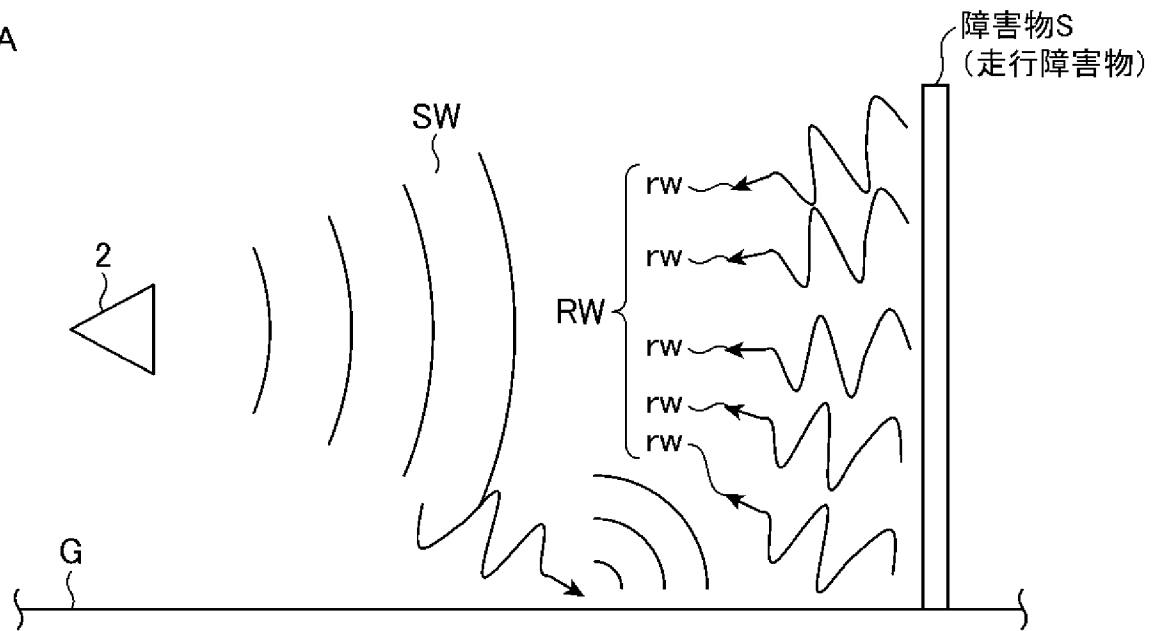


図7B



図7C

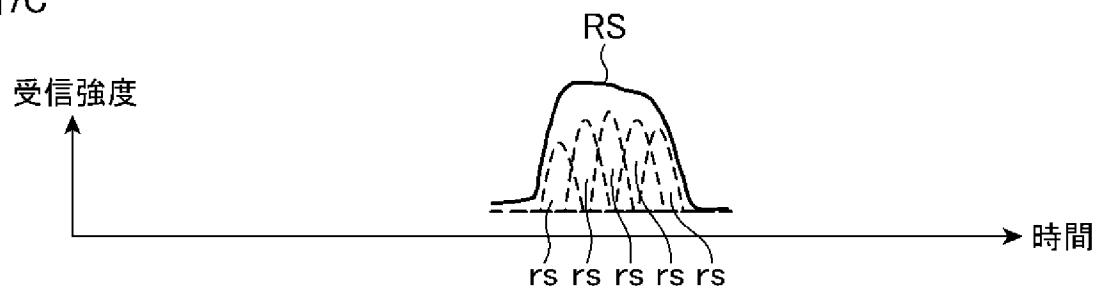
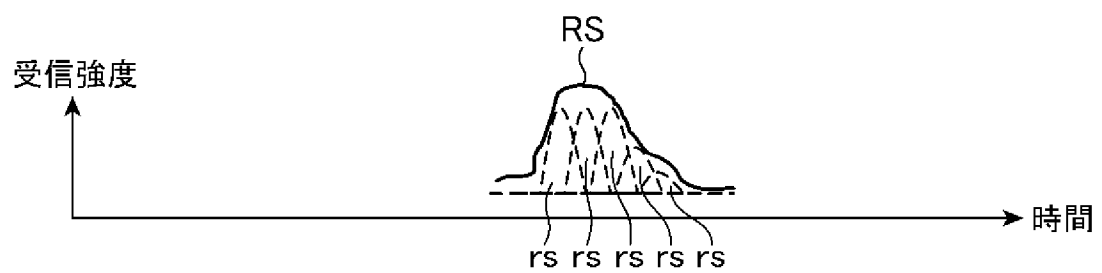


図7D



[図8]

図8A

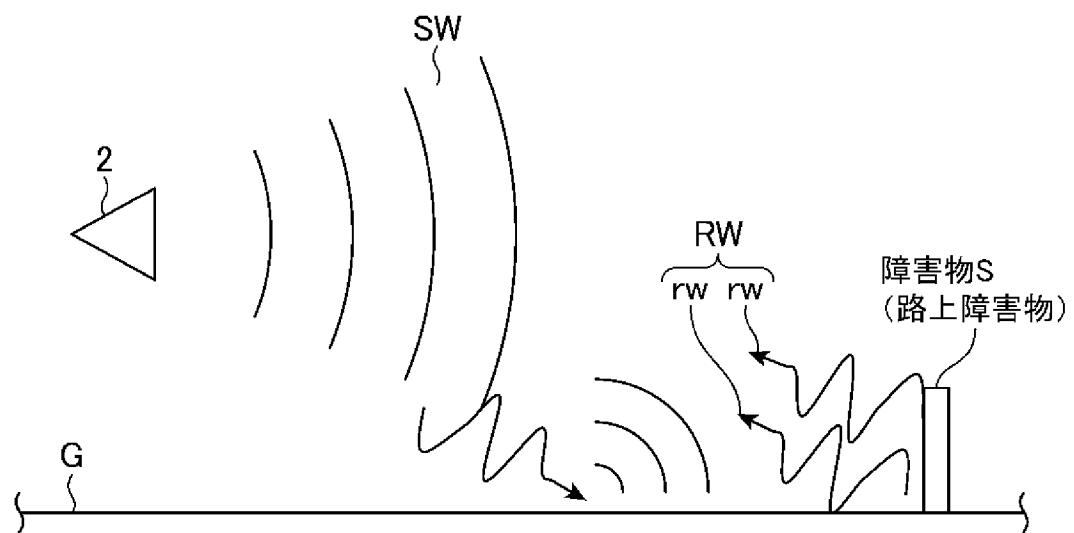


図8B



図8C

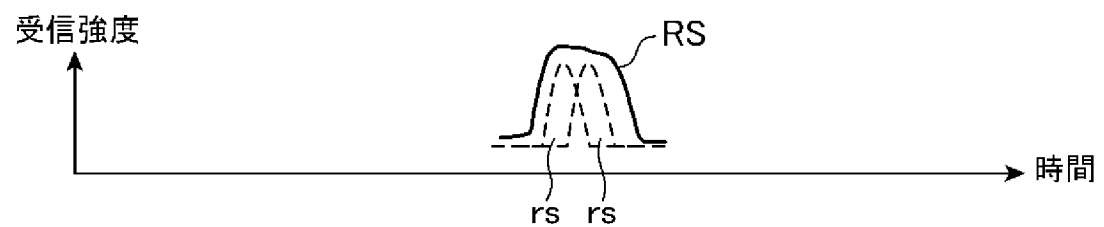


図8D

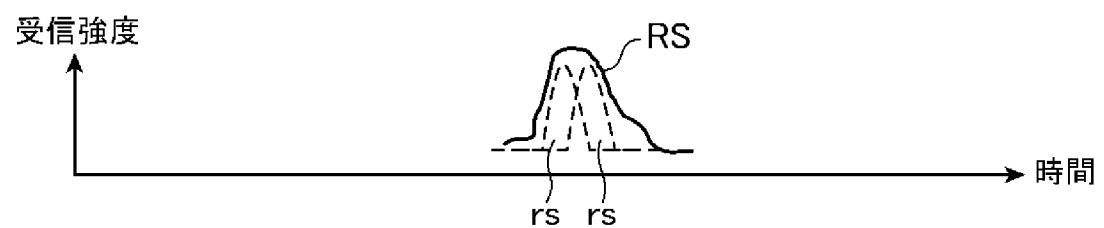


図8E

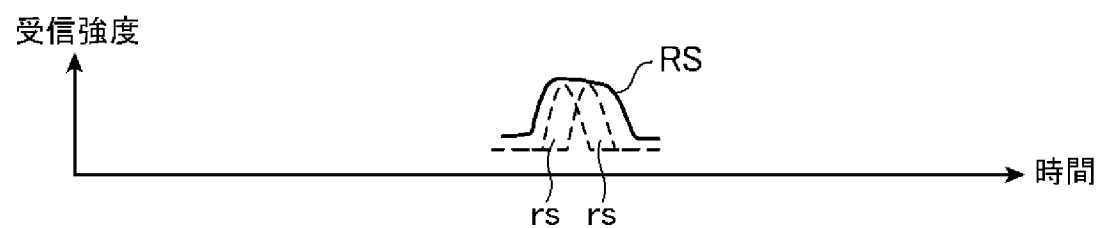
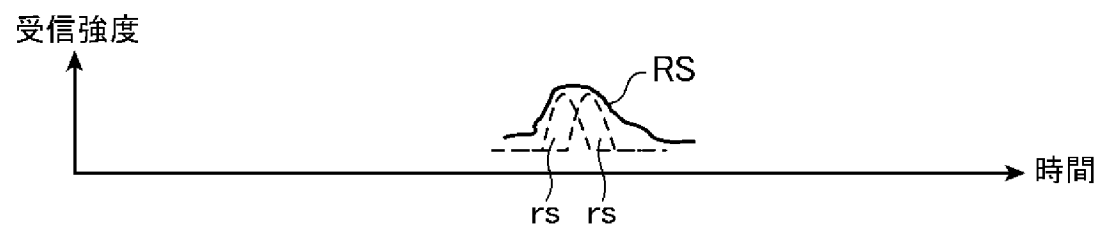


図8F



[図9]

図9A

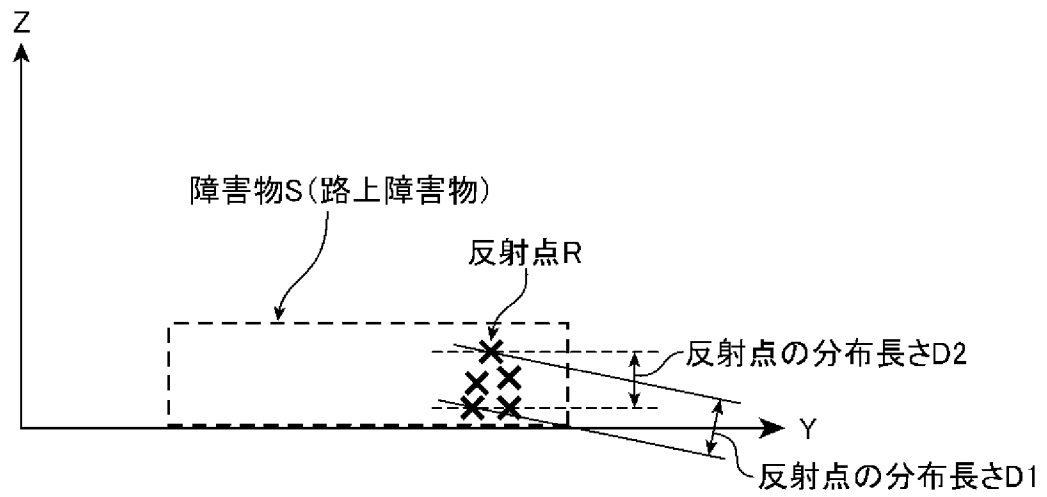
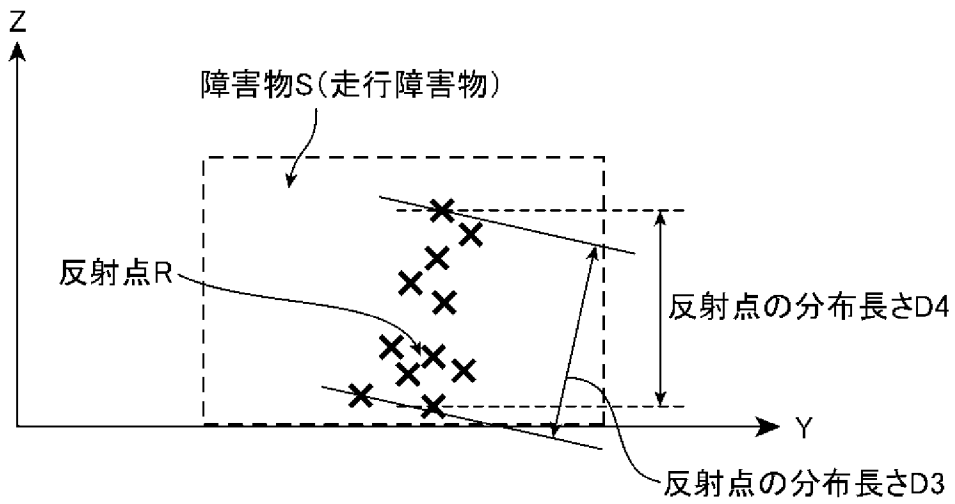
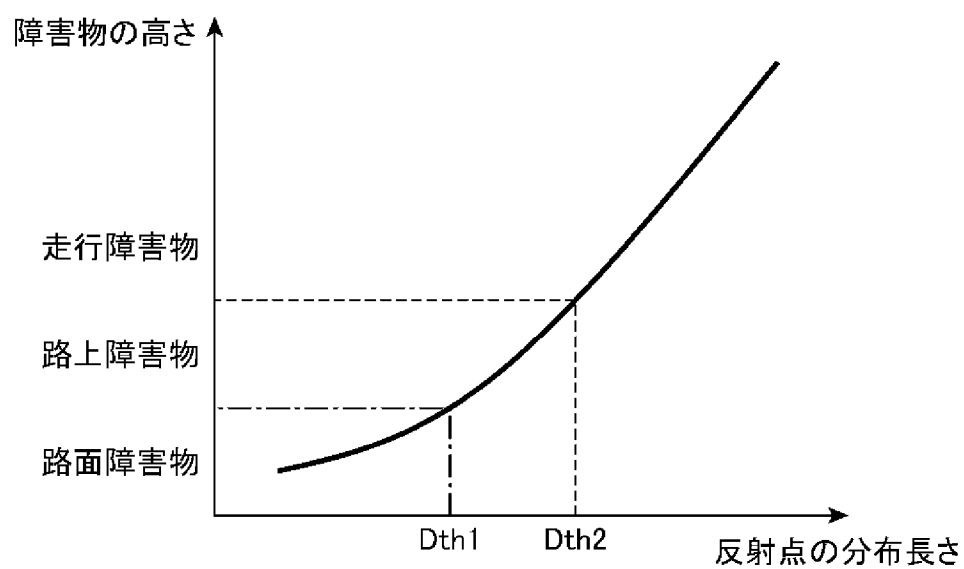


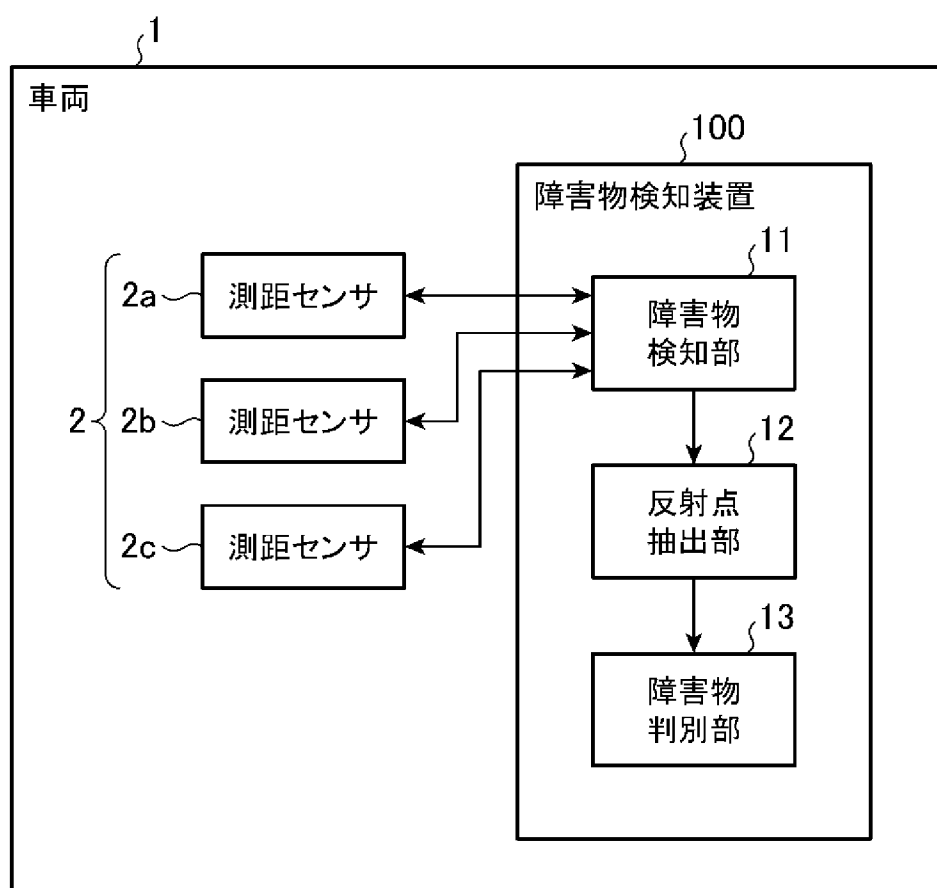
図9B



[図10]



[図11]



[図12]

図12A

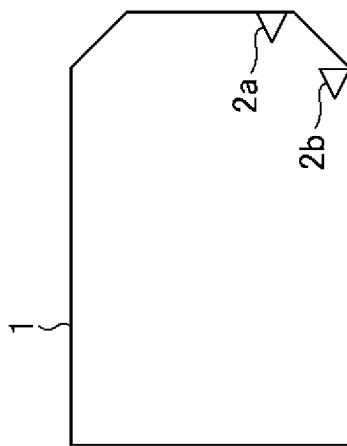
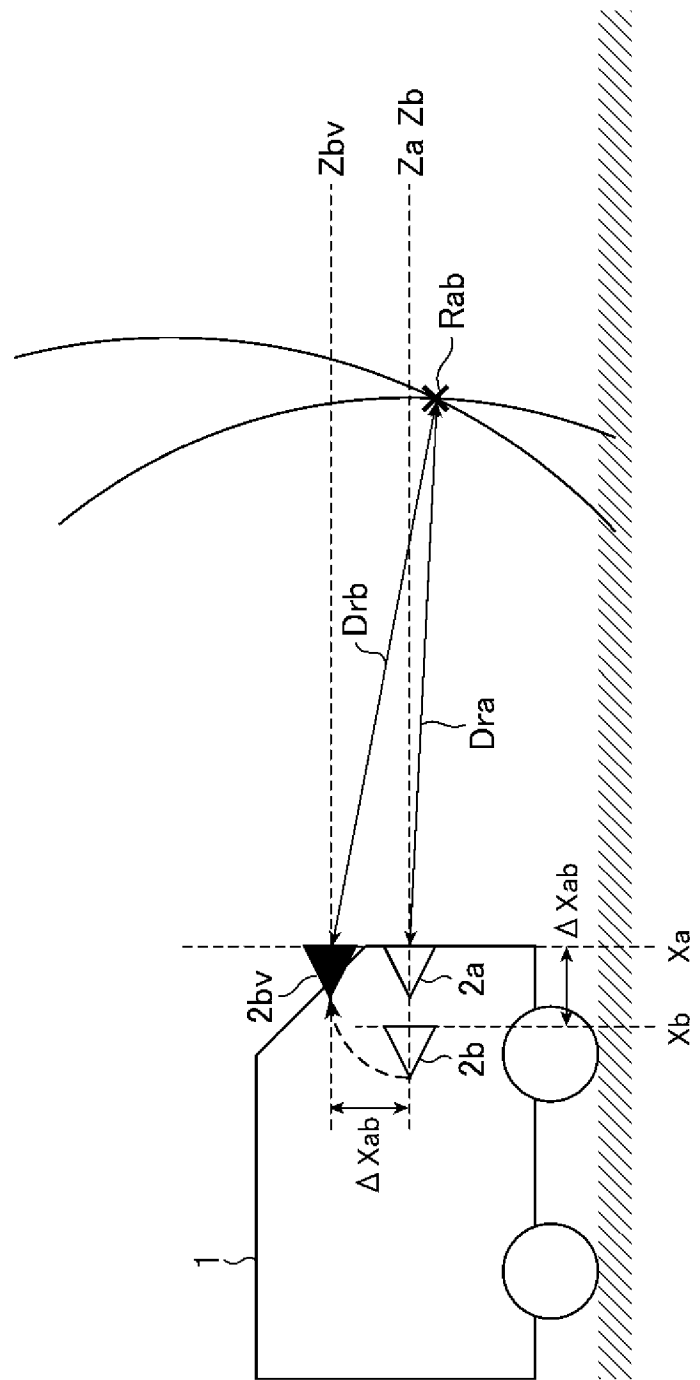
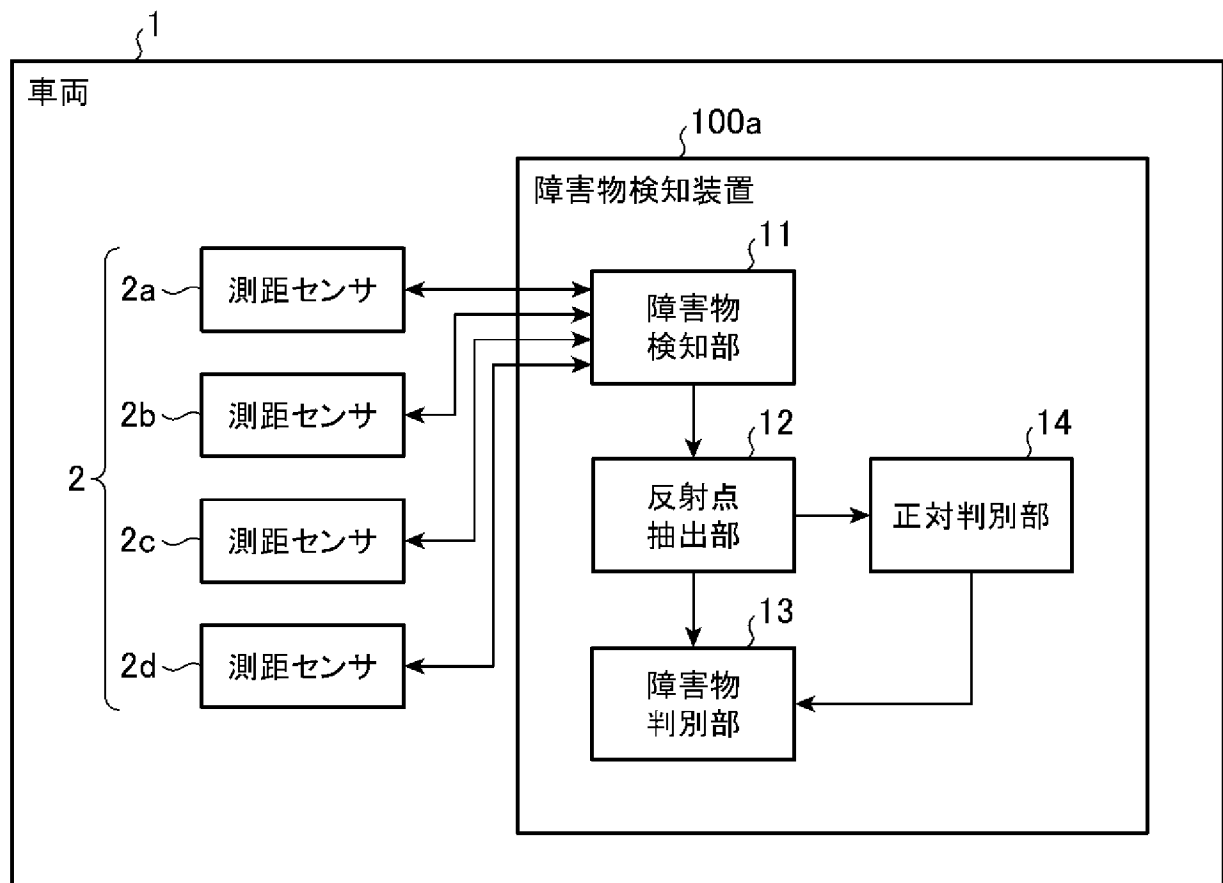


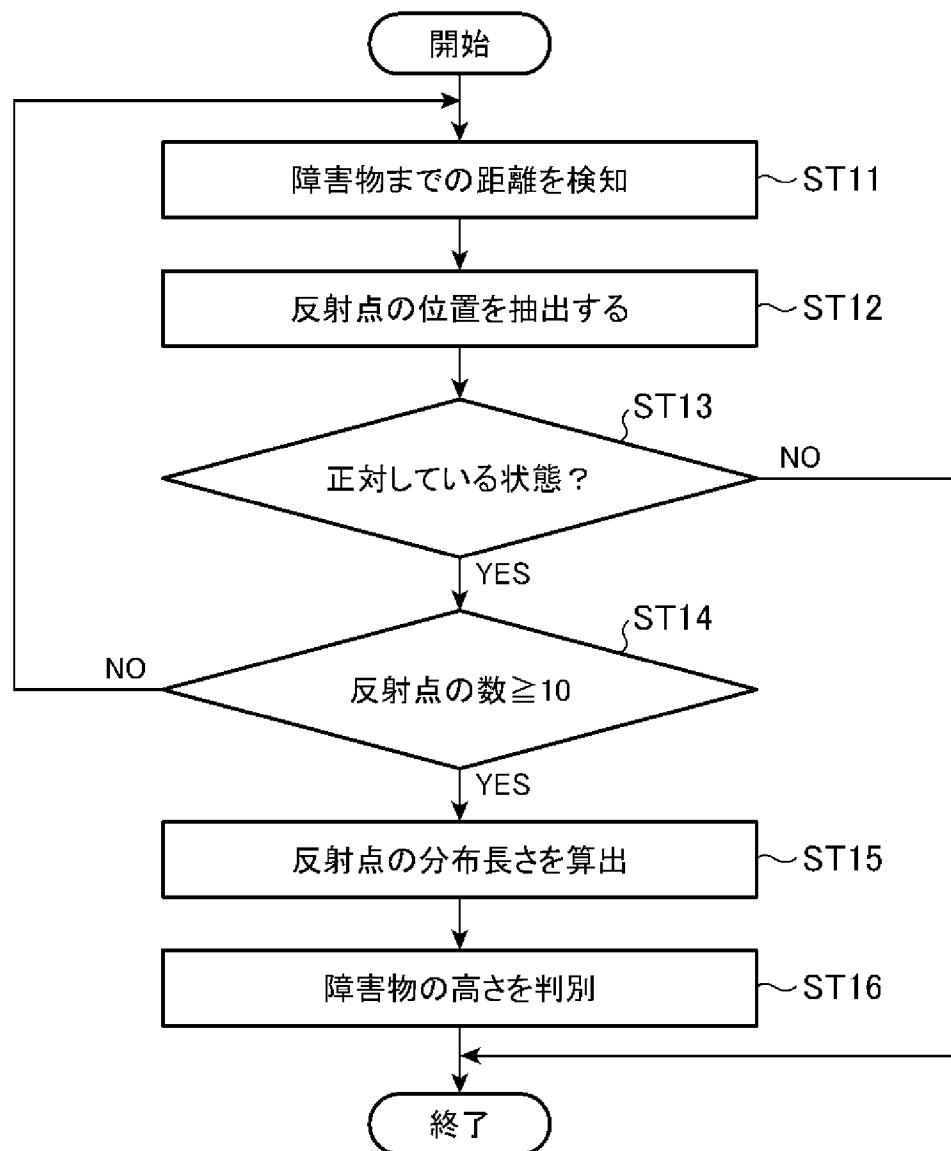
図12B



[図13]



[図14]



[図15]

図15A

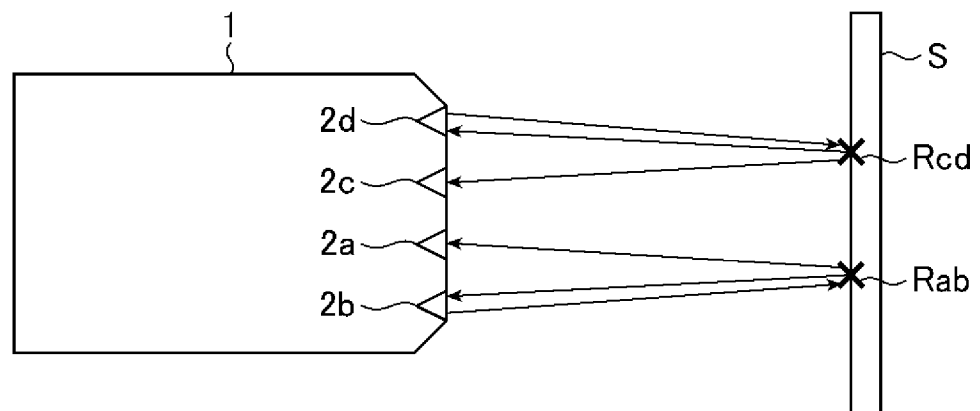
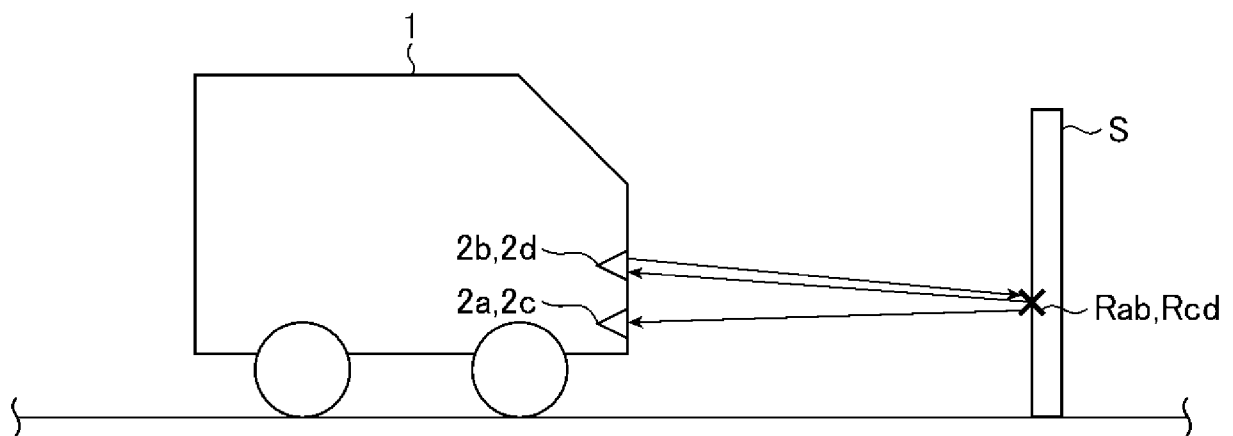


図15B



[図16]

図16A

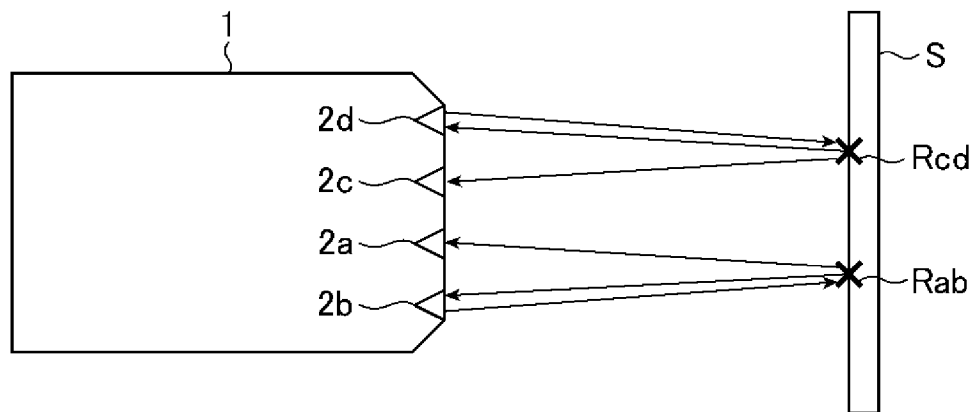
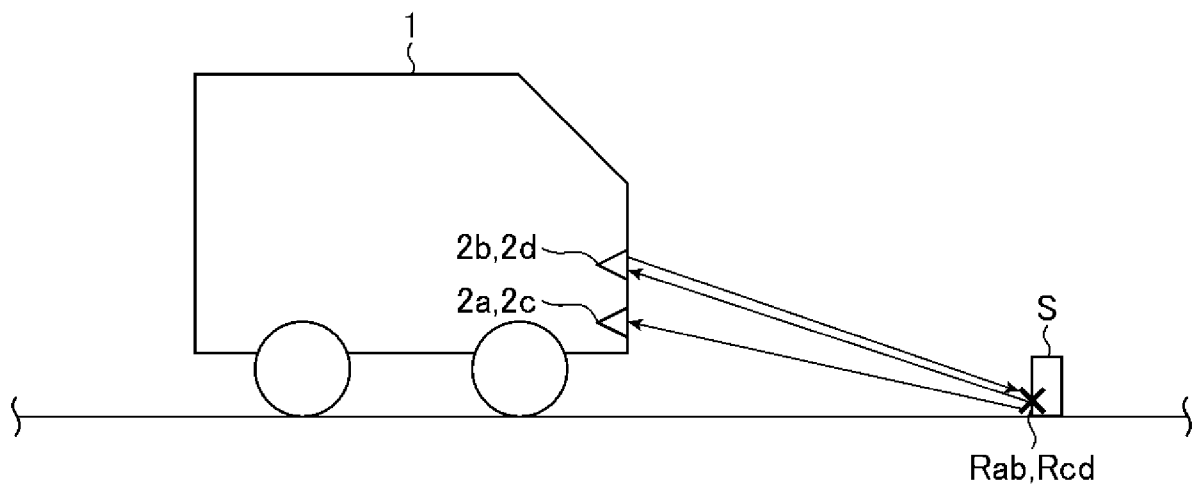
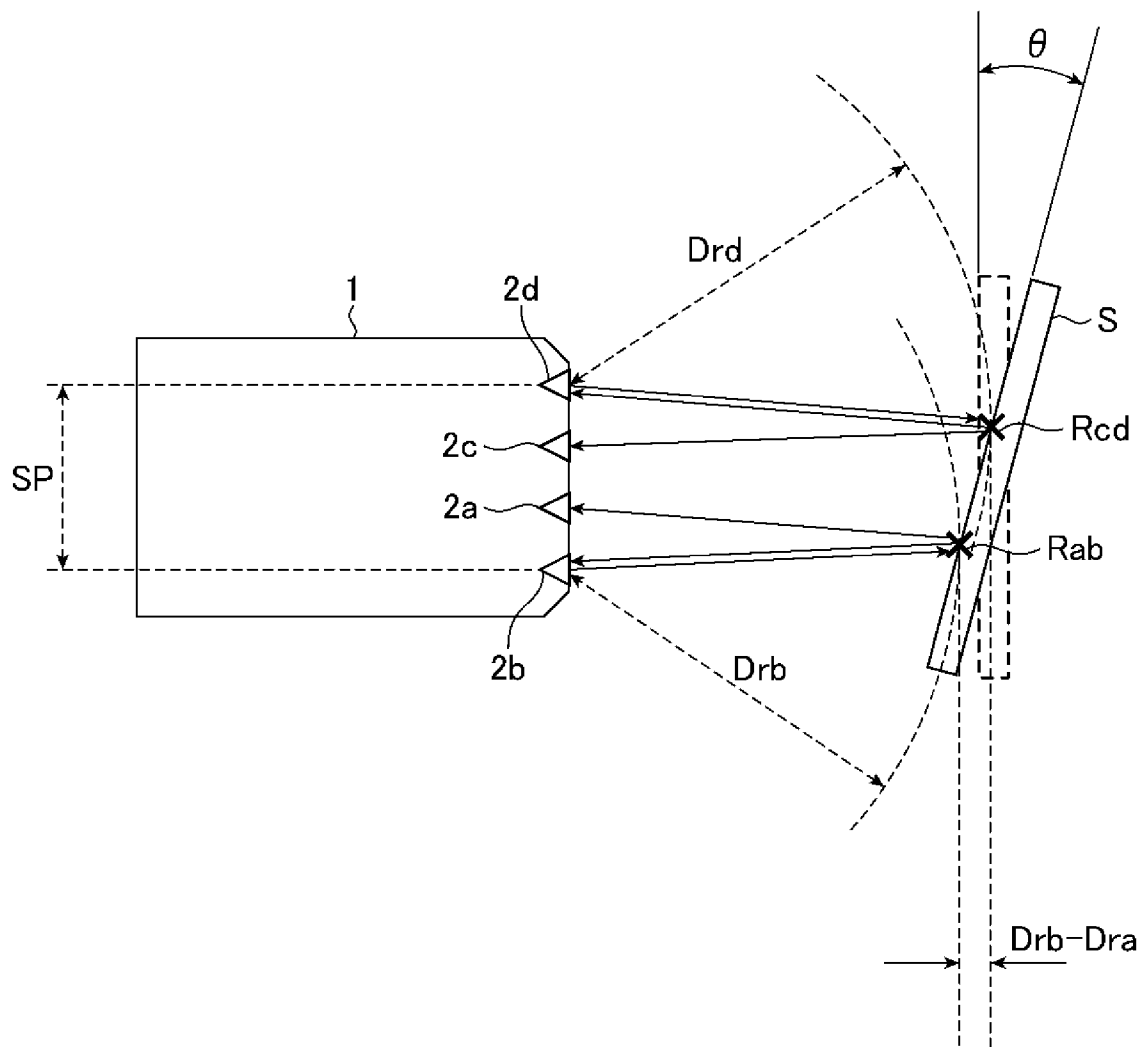


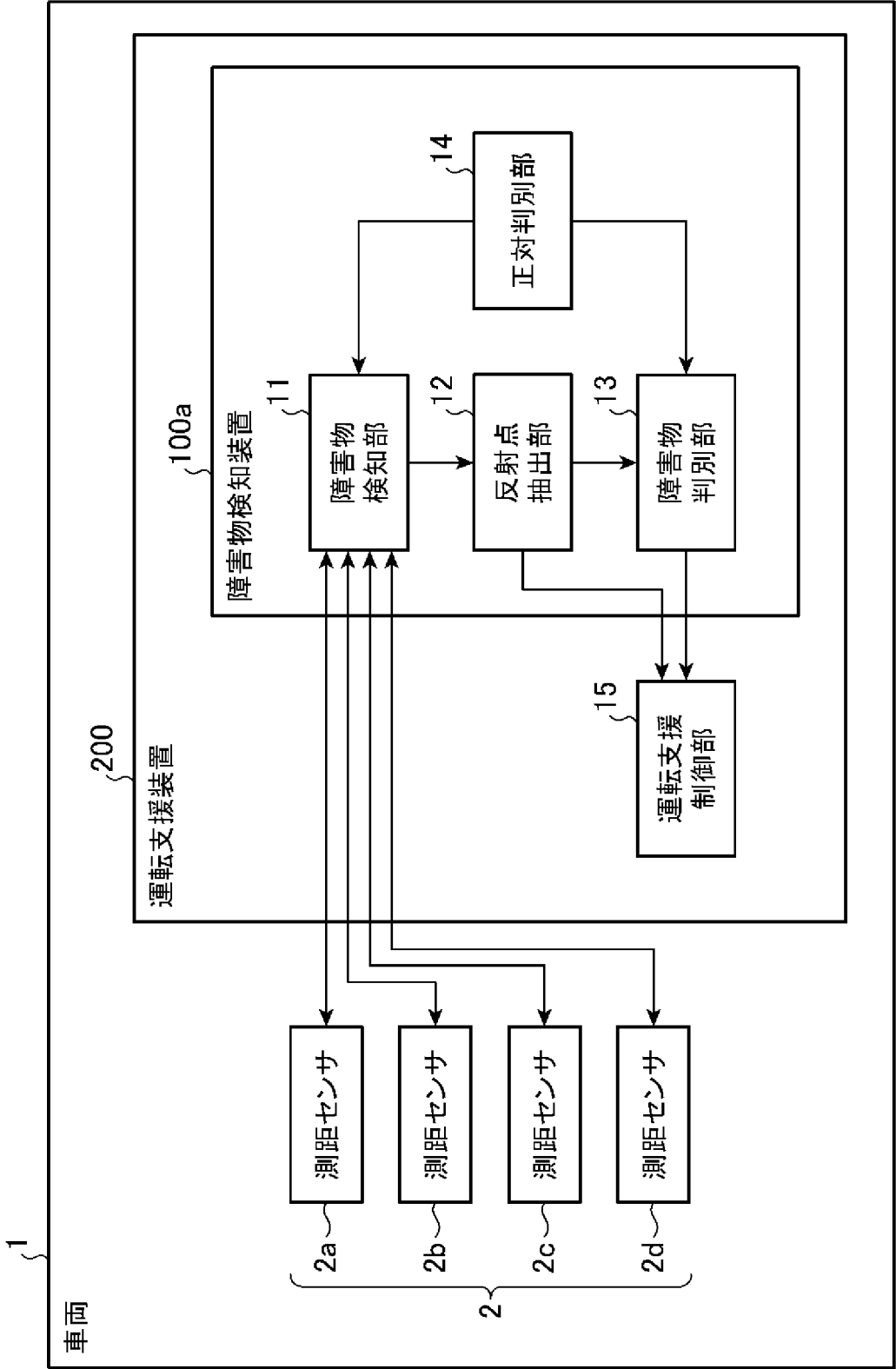
図16B



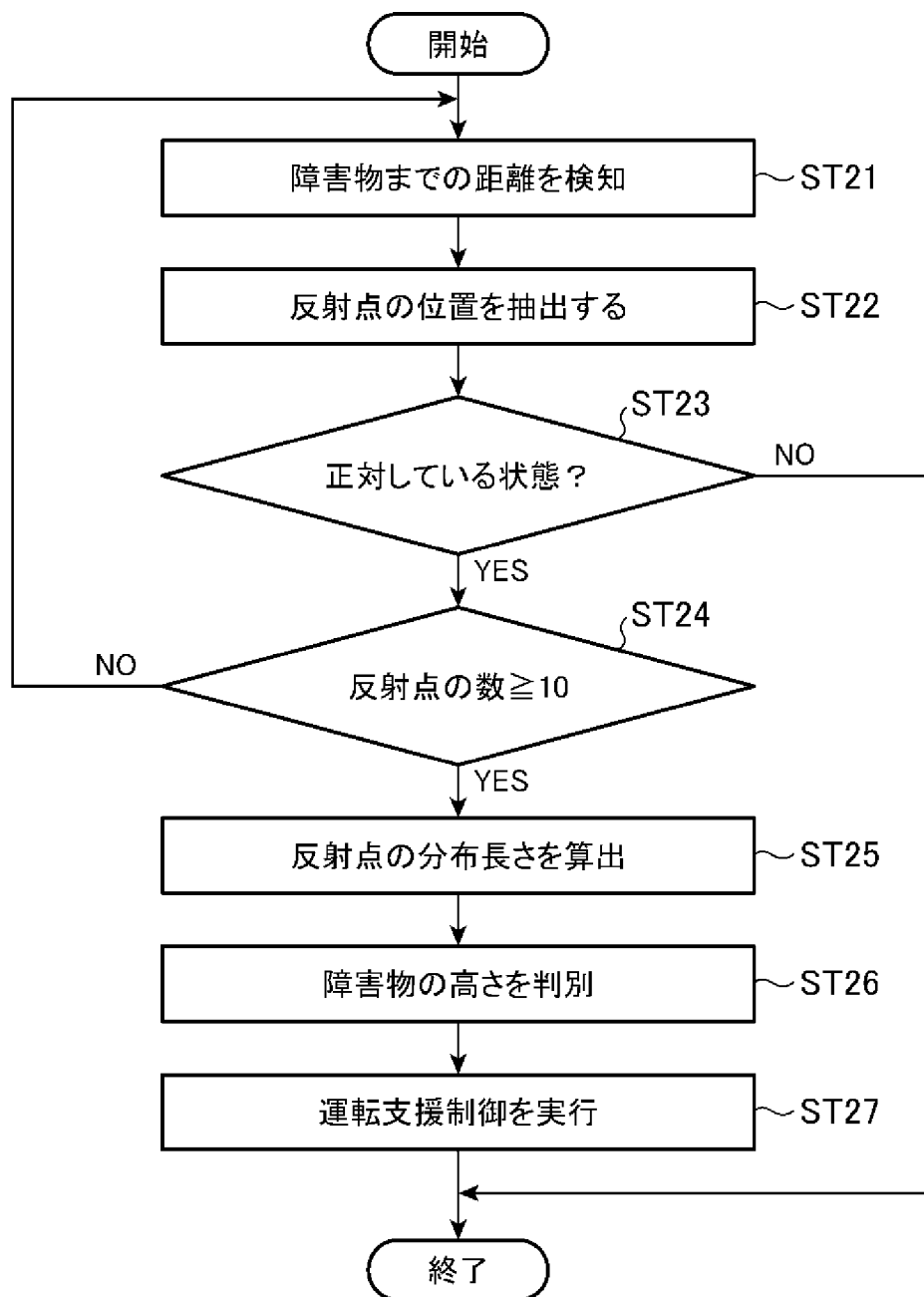
[図17]



[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/025258

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01S7/41 (2006.01) i, G01S13/93 (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)

Int.Cl. G01S7/00-G01S7/64, G01S13/00-G01S17/95, B60R21/00-B60R21/38, B60W10/00-B60W50/16, G08G1/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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 2018-513981 A (TOPOSENS GMBH) 31 May 2018, paragraphs [0002], [0026], [0034], [0039], [0045], [0055], [0058], [0066], [0127]-[0130], [0133], [0134], fig. 2, 18, 19	1-9
Y	CN 103818312 A (HYUNDAI MOBIS CO., LTD.) 28 May 2014, paragraphs [0042]-[0045], fig. 3(a), 3(b)	1-9



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
14.08.2018

Date of mailing of the international search report
21.08.2018

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/JP2018/025258

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 2014-074665 A (NIPPON SOKEN INC.) 24 April 2014, paragraph [0093], fig. 4	4
Y	JP 2009-041981 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 26 February 2009, paragraphs [0047]-[0049]	6-7
A	US 2017/0315229 A1 (PAVEK, R. E.) 02 November 2017, paragraphs [0060], [0064], fig. 6B	1-9
A	JP 2009-502636 A (VALEO SCHALTER UND SENSOREN GMBH) 29 January 2009, fig. 1-4	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/025258

JP 2018-513981 A	31 May 2018	US 2018/0074177 A1	15 March 2018
		paragraphs [0002], [0025], [0033],	
		[0038], [0071], [0081],	
		[0084], [0092], [0153]-[0156],	
		[0159], [0160], fig. 2, 18, 19	
		WO 2016/146292 A1	22 September 2016
		DE 102015003584 A1	22 September 2016
		CN 107407723 A	28 November 2017
		KR 10-2018-0011056 A	31 January 2018
CN 103818312 A	28 May 2014	KR 10-2014-0063169 A	27 May 2014
JP 2014-074665 A	24 April 2014		
		WO 2014/054239 A1	10 April 2014
		DE 112013004908 T5	18 June 2015
		paragraph [0122], fig. 4	
		CN 104704385 A	10 June 2015
JP 2009-041981 A	26 February 2009		
		(Family: none)	
US 2017/0315229 A1	02 November 2017		
		US 9739881 B1	22 August 2017
		WO 2017/165728 A1	28 September 2017
JP 2009-502636 A	29 January 2009		
		US 2009/0095084 A1	16 April 2009
		fig. 1-4	
		US 7660205 B2	09 February 2010
		WO 2007/014595 A1	08 February 2007
		DE 102005038524 A1	15 February 2007

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01S7/41(2006.01)i, G01S13/93(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. G01S 7/00 - G01S 7/64, G01S 13/00 - G01S 17/95, B60R 21/00 - B60R 21/38,
B60W 10/00 - B60W 50/16, G08G 1/16

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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
Y	JP 2018-513981 A（トポゼンス ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル ハ フツング）2018.05.31 * [0002], [0026], [0034], [0039], [0045], [0055], [0058], [0066], [0127]-[0130], [0133]-[0134], 図2, 18-19 *	1-9
Y	CN 103818312 A（現代摩比斯株式会社）2014.05.28 * [0042]-[0045], 図3(a)-(b) *	1-9

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 | の日の後に公表された文献 |
| 「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 | 「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 |
| 「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 | 「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 |
| 「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） | 「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 |
| 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 | 「&」同一パテントファミリー文献 |
| 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 | |

国際調査を完了した日

14.08.2018

国際調査報告の発送日

21.08.2018

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）

高場 正光

2S

2910

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

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 2014-074665 A (株式会社日本自動車部品総合研究所) 2014. 04. 24 * [0093], 図 4 *	4
Y	JP 2009-041981 A (日産自動車株式会社) 2009. 02. 26 * [0047]-[0049] *	6-7
A	US 2017/0315229 A1 (PAVEK, R. E.) 2017. 11. 02 * [0060], [0064], 図 6B *	1-9
A	JP 2009-502636 A (バレオ・シャルター・ウント・ゼンゾーレン・ゲーエムベ ーハー) 2009. 01. 29 * 図 1-4 *	1-9

JP 2018-513981 A	2018.05.31	US 2018/0074177 A1	2018.03.15
		* [0002], [0025], [0033], [0038], [0071], [0081], [0084], [0092], [0153]-[0156], [0159]-[0160], 図 2, 18-19 *	
		WO 2016/146292 A1	2016.09.22
		DE 102015003584 A1	2016.09.22
		CN 107407723 A	2017.11.28
		KR 10-2018-0011056 A	2018.01.31
CN 103818312 A	2014.05.28	KR 10-2014-0063169 A	2014.05.27
JP 2014-074665 A	2014.04.24	WO 2014/054239 A1	2014.04.10
		DE 112013004908 T5	2015.06.18
		* [0122], 図 4 *	
		CN 104704385 A	2015.06.10
JP 2009-041981 A	2009.02.26	(ファミリーなし)	
US 2017/0315229 A1	2017.11.02	US 9739881 B1	2017.08.22
		WO 2017/165728 A1	2017.09.28
JP 2009-502636 A	2009.01.29	US 2009/0095084 A1	2009.04.16
		* 図 1-4 *	
		US 7660205 B2	2010.02.09
		WO 2007/014595 A1	2007.02.08
		DE 102005038524 A1	2007.02.15