

(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
2021年2月11日(11.02.2021)



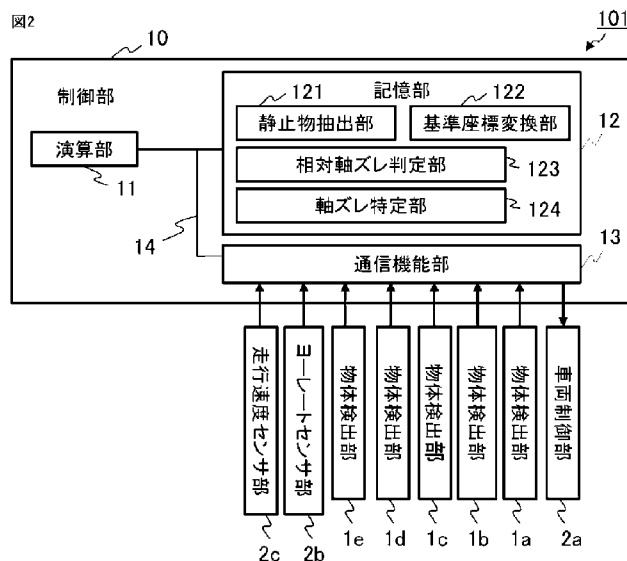
(10) 国際公開番号

WO 2021/024289 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 7/40 (2006.01) *G01S 13/93* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/030402
- (22) 国際出願日: 2019年8月2日(02.08.2019)
- (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: 合田 雄一 (GODA Yuichi); 〒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).
- (74) 代理人: 大岩 増雄, 外 (OIWA Masuo et al.); 〒6610033 兵庫県尼崎市南武庫之荘3丁目35番8号 Hyogo (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,

(54) Title: VEHICLE-MOUNTED OBJECT DETECTION DEVICE

(54) 発明の名称: 車載用物体検知装置



- 1a, 1b, 1c, 1d, 1e Object detection unit
2a Vehicle control unit
2b Yaw rate sensor unit
2c Travel speed sensor unit
10 Control unit
11 Calculation unit
12 Storage unit
13 Communication function unit
121 Still object extraction unit
122 Standard coordinate conversion unit
123 Relative axial displacement determination unit
124 Axial displacement determination unit

(57) Abstract: This vehicle-mounted object detection device detects the amount of axial displacement and comprises: a plurality of object detection units (1a-1e) for detecting position information for detection targets (K1-K5), a still object extraction unit (121) for extracting position information for a plurality of common detection targets (K2-K5) from the position information for the plurality of detection targets (K1-K5) detected by two object detection units (1a, 1b) from among the plurality of object detection units (1a-1e), and an axial displacement determination unit for comparing the position information for the detection targets (K2-K5) detected by the object detection unit (1a) from among the object detection units (1a, 1b) and the position information for the detection targets (K2-K5) detected by the object detection unit (1b) after the detection of the detection targets (K2-K5) by the object detection unit (1a) and determining whether the

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:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

central axis of the object detection unit (1a) or object detection unit (1b) is displaced.

(57) 要約: 検出物標 (K 1 ~ K 5) の位置情報を検出する複数の物体検出部 (1 a ~ 1 e) と、複数の物体検出部 (1 a ~ 1 e) のうち、2つの物体検出部 (1 a、1 b) で検出された複数の検出物標 (K 1 ~ K 5) の位置情報から、共通する複数の検出物標 (K 2 ~ K 5) の位置情報を抽出する静止物抽出部 (1 2 1) と、物体検出部 (1 a、1 b) のうち物体検出部 (1 a) により検出された検出物標 (K 2 ~ K 5) の位置情報と、物体検出部 (1 a) で検出物標 (K 2 ~ K 5) を検出した後に、物体検出部 (1 b) により検出された検出された検出物標 (K 2 ~ K 5) の位置情報とを比較し、物体検出部 (1 a) または物体検出部 (1 b) の中心軸の軸ズレの有無を判定する軸ズレ判定部 (1 2 3) とを備え、軸ズレ量を検出する。

明 細 書

発明の名称：車載用物体検知装置

技術分野

[0001] 本願は、車載用物体検知装置に関するものである。

背景技術

[0002] 特許文献1では、反射波を用いて対象物を表す複数の検出点を検出する複数の検出器であって、一部の前記検出点が重複するように車両に配置されている複数の検出器と、前記複数の検出器のうち2つの検出器から入力される前記検出点を用いて、前記2つの検出器の水平方向における相対的な軸ずれ量を算出し、算出した前記相対的な軸ずれ量を用いて水平軸がずれている検出器を特定する検出器特定部と、を備える車両用の対象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2019-007934号公報（段落0023、図4）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献1の装置では、検出点が重複するように設置されていない検出器同士は比較ができないという問題があった。また、検出点が重複するように設置されていても、検出点が重複するように設置された範囲に検出点が無いと軸ズレの推定ができないという問題があった。

[0005] 本願は、上記のような課題を解決するための技術を開示するものであり、複数の検出器の検出領域を重複させることなく、軸ズレ量を検出できる車載用物体検知装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本願に開示される車載用物体検知装置は、静止物の位置情報を検出する複数の物体検出部と、前記複数の物体検出部のうち、2つの前記物体検出部で

検出された複数の静止物の各位置情報から、前記複数の静止物の共通する位置情報を抽出する静止物抽出部と、前記２つの物体検出部のうちの物体検出部により検出された前記複数の静止物の位置情報と、前記一の物体検出部で前記複数の静止物を検出した後に、前記２つの物体検出部のうち他の物体検出部により検出された前記複数の静止物の位置情報とを比較し、前記一の物体検出部または前記他の物体検出部の中心軸の軸ズレの有無を判定する軸ズレ判定部とを備えたことを特徴とする。

発明の効果

[0007] 本願によれば、一の物体検出部で複数の静止物を検出した後に、他の物体検出部で検出された複数の静止物の位置情報とを比較することで、複数の検出器の検出領域を重複させることなく、軸ズレ量を検出できる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施の形態１に係る車載用物体検知装置の構成を示す概略図である。

[図2]実施の形態１に係る車載用物体検知装置の構成を示すブロック図である。

[図3]実施の形態１に係る車載用物体検知装置の動作を示すフローチャート図である。

[図4]実施の形態１に係る車載用物体検知装置による静止物の抽出方法を説明するための図である。

[図5]実施の形態１に係る車載用物体検知装置による相対軸ズレの判定方法を説明するための図である。

[図6]実施の形態１に係る車載用物体検知装置による相対軸ズレ量の推定方法を説明するための図である。

[図7]実施の形態１に係る車載用物体検知装置による相対軸ズレ量の一例を示す図である。

[図8]実施の形態１に係る車載用物体検知装置による相対軸ズレの他の判定方法を説明するための図である。

[図9]実施の形態１に係る車載用物体検知装置による相対軸ズレの他の判定方

法を説明するための図である。

[図10]実施の形態1に係る車載用物体検知装置による相対軸ズレの他の判定方法を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0009] 実施の形態1.

図1は、本願の実施の形態1に係る車載用物体検知装置101の構成を示す概略図である。図1に示すように、車載用物体検知装置101は、周辺の物体との距離、相対速度、水平角度などを出力する物体検出機能を有する物体検出部1a、1b、1c、1d、1e、物体検出部からの情報を集約して、処理する制御部10、制御部10からの指示により車両20を制御する車両制御部2a、車両20の回転速度を検出するヨーレートセンサ部2b、および車両20の走行速度を検出する走行速度センサ部2cから構成される。物体検出部は、車両20の前方（物体検出部1c）、右前方（物体検出部1a）、右後方（物体検出部1b）、左前方（物体検出部1d）、左後方（物体検出部1e）の5箇所に設置される。

[0010] 図2は、本願の実施の形態1に係る車載用物体検知装置101の構成を示すブロック図である。図2に示すように、車載用物体検知装置101の制御部10は、演算部11、記憶部12、通信機能部13、およびバス14を備えている。演算部11、記憶部12および通信機能部13は、バス14を介して双方向通信可能に接続されている。

[0011] 演算部11は、マイコン（マイクロコンピュータ、Microcomputer）およびDSP（Digital Signal Processor）などの演算装置で構成される。記憶部12は、RAM（Random Access Memory）およびROM（Read Only Memory）で構成され、静止物抽出部121、基準座標変換部122、相対軸ズレ判定部123、軸ズレ特定部124を含む。

[0012] 通信機能部13は、物体検出部1a、1b、1c、1d、1e、車両制御部2a、ヨーレートセンサ部2b、および走行速度センサ部2cをそれぞれ信号線を介して接続する。物体検出部1a、1b、1c、1d、1e、ヨー

レートセンサ部 2 b、および走行速度センサ部 2 c からは検出情報が入力され、車両制御部 2 a へは制御部 1 0 からのセンシング結果および駆動制御信号が出力される。

[0013] 物体検出部 1 a、1 b、1 c、1 d、1 e は、ここではレーダ装置が想定され、電波を射出し、対象物で反射した反射波を受信することで対象物の距離、相対速度、水平角度など対象物の位置情報を検出するセンサである。レーダ装置以外でも対象物を検出できるように構成されていれば他のセンサでもよく、L I D A R (Light Detection and Ranging) または超音波センサなどでもよい。また、ここでは水平角度を例に説明するが、垂直角度を測定する機能がある場合には、垂直方向の軸のずれも推定可能である。

[0014] ヨーレートセンサ部 2 b は、車両 2 0 の旋回運動を検出するセンサであり、車両の回転速度を検出するセンサである。別の手段として、ハンドル角センサなどで代用もできる。走行速度センサ部 2 c は、車両 2 0 の走行速度を検出するセンサであり、たとえば車輪の回転速度を検出するセンサである。

[0015] なお、図には記載しないが、制御部 1 0 は、物体検出部 1 a、1 b、1 c、1 d、1 e の相対速度、対象物までの距離、および対象物の方向（物体検出部の軸中心とのなす水平角度）を組み合わせたり、単眼カメラ、ステレオカメラ、L I D A R および超音波センサなどほかのセンシング結果と組み合わせる、いわゆるセンサフュージョン処理をする機能を持って、センサフュージョン結果を車両制御部に送信したり、センサフュージョン結果をもとに車両制御アプリケーションを動作させる駆動制御信号を送信するような構成としてもよい。

[0016] また、制御部 1 0 は、少なくとも 2 つ以上の物体検出部が入力されていれば、動作が可能である。物体検出部は、通常、物体のその時刻における観測値を観測する機能と、物体の観測値を時系列に同定して追尾する機能とを有する場合が多いが、本願においては、相対速度、物体との距離、物体の方向を出力できればどのような出力でも良い。たとえば、検出値を制御部 1 0 に入力しても良いし、追尾機能の出力（追尾結果）を制御部 1 0 に入力しても

よし、さらにそのあとに種々の処理を行った結果を制御部 10 に入力するようにしても良い。

[0017] また、制御部 10 と物体検出部 1 a、1 b、1 c、1 d、1 e で実施する処理はいかようにも分割・統合が可能である。たとえば物体検出部 1 a に制御部 10 の機能を持たせ、すべての情報を物体検出部 1 a に集約するようにしても良いし、物体検出部側の機能の一部を制御装置側に入れても良い。

[0018] また、制御部 10 が追尾結果を用いる場合は、追尾処理による影響を受ける。たとえば、追尾処理では通常、同定を行った後に相対速度、距離および方向などの情報を時系列に平滑化する処理を行うが、同定を誤った場合は、相対速度・距離・方向などの平滑化後の値が実際の観測値に対してずれるので、誤差要因となる。このような誤差は追尾処理の性能にもよるので、追尾処理による影響を受けたくない場合は、検出値を入力するようにするのが好適である。

[0019] 一方で、検出値を用いる場合は、追尾処理を用いる場合よりも相対的にデータ量が多くなる。追尾結果には同定が成立したものが基本的に出力されるが、検出値の場合は、同定の成立するかしないかに関わらず制御装置にデータが送信されるためである。このため、制御装置側の演算量に制約がある場合などは、なんらかのデータ削減処理を行うか、追尾処理以降の演算結果を用いるのが好適である。なお、以降では検出値を入力する場合について述べる。

[0020] 次に、本願の実施の形態 1 に係る車載用物体検知装置 101 の動作について、図 3 に基づき説明する。図 3 は、実施の形態 1 に係る車載用物体検知装置 101 の動作の手順を示すフローチャート図である。

[0021] まず最初に、制御部 10 の静止物抽出部 121 は、物体検出部 1 a、1 b、1 c、1 d、1 e により、車両 20 の動きを考慮して、動いていない物体（静止物）を抽出する（ステップ S301）。

[0022] 図 4 は、実施の形態 1 に係る車載用物体検知装置 101 による静止物である検出物標 K0 の抽出方法の一例を示す図である。図 4 に示すように、検出

物標K Oの抽出については、走行速度センサ部2 cで車両2 Oの走行速度 V_{ego} を検出し、物体検出部1 a、1 b、1 c、1 d、1 eで得られた相対速度 V_{rel} を加算して対地速度 V_{earth} を計算し、対地速度 V_{earth} の絶対値が所定の閾値より小さい場合に検出物標K Oとして抽出する方法が挙げられる。以下に、対地速度 V_{earth} の算出式(1)を示す。なお、式(1)で、相対速度 V_{rel} は、接近方向を負、離反方向を正として定義している。

(算出式)

$$V_{earth} = V_{ego} + V_{rel} \quad \dots \quad (1)$$

[0023] なお、車両2 Oの走行速度 V_{ego} を検出する方法はどのような方法でも良い。たとえば、物体検出部1 a、1 b、1 c、1 d、1 eで得られる検出結果から走行速度 V_{ego} を算出する公知技術を適用しても良い。

[0024] また、物体検出部1 a、1 b、1 c、1 d、1 eで観測される相対速度 V_{rel} は、車両2 Oの進行方向と対象物である検出物標K Oまでのなす水平角度に依存する。進行方向と検出物標K Oまでのなす水平角度を θ とすると、この水平角度 θ によって物体検出部1 a、1 b、1 c、1 d、1 eで観測される相対速度 V_{rel} は変化するので、これを考慮して静止物か否か判定するようにしても良い。また、車両2 Oが旋回している場合は、その旋回も考慮して対地速度 V_{earth} を算出するようにしても良い。以下に、この水平角度 θ を考慮した対地速度 V_{earth} の算出式(2)を示す。

(算出式)

$$V_{earth} = V_{ego} \times \cos \theta + V_{rel} \quad \dots \quad (2)$$

[0025] また、ステップS 3 0 1において、静止物抽出部1 2 1は、必ずしもすべての静止物のデータを次のステップの処理に送らなければならないわけではない。たとえば、過去に物体検出部1 a、1 b、1 c、1 d、1 eで対地速度 V_{earth} が大きく動いていた物体が、信号待ちなどでたまたま物体検出部1 a、1 b、1 c、1 d、1 eで検出したタイミングで止まっているだけの可能性がある。この場合、過去に動いていた物体はその後再び動き出す可能性があるので、時系列的な処理を行って過去に動いていた物体は静止物抽出部

1 2 1 の出力から除外するようにしても良い。

[0026] また、物体検出部 1 a、1 b、1 c、1 d、1 e では、S N 比 (S N R、Signal-to-Noise Ratio) が高いほど、検出値の精度が良いので、S N 比が所定の閾値より高い静止物のデータのみを次のステップの処理に送るようにすれば、相対軸ズレ判定部 1 2 3 における精度向上に役立つ。

[0027] また、物体検出部 1 a、1 b、1 c、1 d、1 e では、ほぼ同じ距離・同じ相対速度に複数の物体が存在する場合、各物体の水平角度 θ を見分けることができない場合がある。ほぼ同じ距離・同じ相対速度に複数の物体が存在したとしても測角することのできる方法としては、デジタルビームフォーミング、M U S I C (Multiple Signal Classification)、E S P R I T (Estimation of Signal Parameters via Rotational Invariance Techniques) および最尤推定などの測角処理手段が挙げられる。しかし、このような手段を用いたとしても、各物体の水平角度 θ を見分けることができない場合があり、見分けることができたとしても精度が十分でない場合がある。このため、ほぼ同じ距離・同じ相対速度に複数の物体が存在する場合には、その距離・相対速度の物体は静止物抽出部 1 2 1 の出力から除外するようにしても良い。ほぼ同じ距離・同じ相対速度に複数の反射物がある場合にも処理する否かは、測角処理手段の精度によって判断すればよい。精度によって判断する方法としては、たとえば、追尾処理によって時系列的に同一の物体を同定している場合には、対象の水平角度が極端に大きく変動する場合に、精度が悪化したと判断する方法があげられる。また、ほぼ同じ距離・同じ相対速度に複数の反射物があるか否か判断する別の方法としては、測角処理における公知の到来波数判定処理を行う方法があげられる。

[0028] また、道路構造の特徴を利用しても良い。たとえば、得られた検知結果の中からガードレールのような連続する構造物は、特徴的な形状 (配置) をしており、このような道路構造に特徴のある物体のみを後続のステップで相対軸ズレ判定部 1 2 3 に送るようにすれば、たとえば誤検出で 1 点だけ出てしまったような反射点を除いて後続のステップの処理を行うことができる

ので、相対軸ズレ判定部 1 2 3 おける精度向上に役立つ。

[0029] 続いて、制御部 1 0 の基準座標変換部 1 2 2 は、物体検出部 1 a、1 b、1 c、1 d、1 e により抽出したデータを、物体検出部 1 a、1 b、1 c、1 d、1 e を中心とした相対的な座標系に変換する（ステップ S 3 0 2）。基準座標変換部 1 2 2 は、次のステップで各物体検出部 1 a、1 b、1 c、1 d、1 e で検出された検出点を相対比較するために、検出点を基準となる同じ座標系に変換する。

[0030] ここで、基準座標系は、車両 2 0 を基準とした座標系、または、ある一つの物体検出部を基準とした座標系に変換する方法などが挙げられる。たとえば、物体検出部 1 c が車両 2 0 の先頭の中央に取り付けられており、取り付け水平角度は車両 2 0 の正面にビームが出るようにまっすぐ、取り付け水平角度 0 d e g で取り付けられており、物体検出部 1 a が右に 1 m、車両 2 0 の後方にむかって 0. 1 m の位置に、取り付け水平角度 4 5 d e g で取り付けられている場合、物体検出部 1 c の検出点は座標変換せずに、物体検出部 1 b の検出点は、右 1 m、車両後方にむかって 0. 1 m、取り付け水平角度 4 5 d e g 分だけ変換することになる。

[0031] 次に、制御部 1 0 の相対軸ズレ判定部 1 2 3 は、一の物体検出部の時刻 T 0 の基準座標変換後の検出点と他の物体検出部の時刻 T 1 の基準座標変換後の検出点を比較し（ステップ S 3 0 3）、基準座標系においてほぼ同じ領域を検知している範囲の検出点を相対比較することで、相対軸ズレ判定を行う（ステップ S 3 0 4）。

[0032] 図 5 は、実施の形態 1 に係る車載用物体検知装置 1 0 1 による相対軸ズレの判定方法を説明するための図である。図 5（a）は、時刻 T = 0 での物体検出部 1 a による検出点の状態を示し、図 5（b）は、時刻 T = 1 での物体検出部 1 b による検出点の状態を示す。

[0033] 図 5（a）に示すように、時刻 T = 0 では物体検出部 1 a により静止物である検出物標 K 1、K 2、K 3、K 4、K 5 が検出され、図 5（b）に示すように、時刻 T = 1 では物体検出部 1 b により検出物標 K 2、K 3、K 4、

K 5 が検出されている。

[0034] 物体検出部 1 a (覆域 S a、軸中心 c 1) と物体検出部 1 b (覆域 S b、軸中心 c 2) の両方で検出された検出物標 K 1 を除く 4 つの検出点、つまり、物体検出部 1 a により検出された検出物標 K 1、K 2、K 3、K 4、K 5 の検出点 (距離 d 1、d 2、d 3、d 4、d 5、相対速度 V_{rel1} 、 V_{rel2} 、 V_{rel3} 、 V_{rel4} 、 V_{rel5} 、水平角度 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、 $\alpha 3$ 、 $\alpha 4$ 、 $\alpha 5$) と、物体検出部 1 b により検出された検出物標 K 2、K 3、K 4、K 5 の検出点 (距離 d 6、d 7、d 8、d 9、相対速度 V_{rel6} 、 V_{rel7} 、 V_{rel8} 、 V_{rel9} 、水平角度 $\alpha 6$ 、 $\alpha 7$ 、 $\alpha 8$ 、 $\alpha 9$) のうち、検出物標 K 1 を除く 4 つの各検出点が、基準座標系上でそれぞれ同じ位置で検出された場合には、相対軸ズレ判定部 1 2 3 は、軸ズレが無いと判定する (ステップ S 3 0 4 の N o)。実際には、基準座標系上の検出点は、車両 2 0 の移動を考慮した補正、物体検出部の検出誤差、取り付け位置の誤差などが重畳するので、基準座標系上での検出点の誤差が所定の値以下の場合には、軸ズレが無いと判定したり、本処理を複数回行い、その平均値で判定したりする。

[0035] 車両 2 0 の移動を考慮して補正する場合には、たとえば、デッドレコニングと呼ばれる処理を行う。デッドレコニングでは、位置を直接検出するのではなく、移動を検出し、その蓄積として位置を得る手法である。車両 2 0 が走行速度 V_{ego} で等速直線運動をしている場合は、時刻 T 0 の座標を基準として、時刻 T 1 の座標を、 $V_{ego} \times (T 1 - T 0)$ の分だけ平行移動すれば、同じ座標系上で、一の物体検出部の時刻 T 0 の基準座標変換後の検出点と他の物体検出部の時刻 T 1 の基準座標変換後の検出点を比較することができる。

[0036] 車両 2 0 が旋回しているような場合は、たとえば 1 0 0 m/s 周期などでヨーレートセンサまたは走行速度センサなどで速度を検出し、その検出値を累積することで、時刻 T 0 から時刻 T 1 までの車両 2 0 の姿勢・向きの変化と、車両 2 0 の位置の変化を検出することができる。

[0037] 車両 2 0 の移動を考慮して補正する他の方法としては、車両 2 0 の絶対的な位置を高精度な GPS (Global Positioning System) などで検出し、時刻

T 0 から時刻 T 1 までの車両 2 0 の姿勢・向きの変化と、自車の位置の変化を観測するようにしても良い。いずれにしても、車両 2 0 の移動を考慮して、物体検出部間の検出点の相対比較ができるように基準座標系に変換できればどのような方法でも良い。

[0038] なお、相対軸ズレ判定部 1 2 3 は、車両 2 0 の旋回半径が所定の閾値より大きい場合のみ、相対軸ズレの判定を行うようにしてもよい。車両 2 0 が旋回している場合、時刻 T 0 と時刻 T 1 における検出点の相対比較の際に、旋回半径が大きい分だけ相対比較の誤差を生じる。このため、旋回半径が所定の閾値より大きい場合、すなわち、車両 2 0 の移動が直線に近い場合だけ相対軸ズレの判定を行うことで、安定した相対軸ズレの判定を行うことができる。

[0039] 物体検出部 1 a により検出された検出物標 K 2、K 3、K 4、K 5 と、物体検出部 1 b により検出された検出物標 K 2、K 3、K 4、K 5 とが、基準座標系上でそれぞれ同じ位置で検出されず、重ならない場合には、相対軸ズレ判定部 1 2 3 は、軸ズレがあると判定し（ステップ S 3 0 4 の Y e s）、相対的な軸ズレ量を算出する（ステップ S 3 0 5）。

[0040] 図 6 は、実施の形態 1 に係る車載用物体検知装置 1 0 1 による相対軸ズレ量の推定方法を説明するための図である。図 6 に示すように、物体検出部 1 a により検出された検出物標 K 2 a、K 3 a、K 4 a、K 5 a と、物体検出部 1 b により検出された検出物標 K 2 b、K 3 b、K 4 b、K 5 b のそれぞれの相対的なズレ量は、水平軸ズレ量の分だけずれて検出される。このため、この相対的なズレ量を推定すれば、水平軸ズレ量を得ることができる。

[0041] 相対的なズレ量の推定方法としては、たとえば、時刻 T 0 に物体検出部 1 a により検出された基準座標系の検出点と、時刻 T 1 に物体検出部 1 b により検出された基準座標系の検出点を、基準座標系における物体検出部の搭載位置を基準に回転させて、最も相関の高い水平角度を軸ズレ量として計算する手法が考えられる。具体的なアルゴリズムの例としては、I C P (Iterative Closest Point) と呼ばれる 2 つの点群の重ね合わせ手法を用いて導出して

も良い（特許文献 1 参照）。

[0042] 物体検出部により検出される距離、相対速度、水平角度からなる検出点は、必ずしも物体検出部同士で同じとは限らない。たとえば、開口の大きいレーダ装置ほど測角の精度が良いし、S/N比が高いほど測角の精度が良いなどの特徴がある。このような特徴を踏まえ、物体検出部同士の距離、相対速度、水平角度の検出値の精度の情報をもとに、重み付けをして位置合わせしても良い。ICP法で検出点間の距離を最小化する際に、S/N比の高い検出点ほど検出点間の距離の重みを大きく、S/N比の低い検出点ほど検出点の距離の重みを小さくするなどし、位置合わせを行っても良い。

[0043] なお、時刻T0と時刻T1は、基準座標系でほぼ同じ範囲を観測しているのであれば、時間的に離れていても良い。たとえば、物体検出部1cと物体検出部1aを比較する場合、物体検出部1cと物体検出部1aが時間的に離れたタイミング、つまり、物体検出部1aが送信してから物体検出部1cが電波を送信するまで500（ms）間の差がある場合には、500（ms）間の車両20の移動を考慮して、物体検出部1cと物体検出部1aで基準座標系上で同じ範囲に検出された物体を相対比較の対象として相対軸ズレ判定を行えばよい。

[0044] また、物体検出部1aと物体検出部1bで比較する場合は、物体検出部1aは前方領域から検出しており、物体検出部1bは後方領域から検出しているので、仮に物体検出部1aと物体検出部1bがほぼ同じ時刻に電波を送信していたとしても、物体検出部1aの検出点と、物体検出部1bの検出点が基準座標系で同じ範囲に物体が検出されるのは、ある程度時間がたってからとなる。このような場合は、時間的に離れたタイミングで物体検出部1aの検出点と物体検出部1bの検出点を基準座標系上で比較することになる。ここでは時間的に離れたタイミングでの事例を記載したが、物体検出装置間の検出タイミングの差は短くても良く、物体検出システムの構成によって適宜設定されるパラメータである。

[0045] また、比較する物体検出部は必ずしも隣接する物体検出部である必要は無

く、基準座標系でほぼ同じ物体を検出されている範囲を持つ物体検出部同士であれば比較が可能である。たとえば物体検出部 1 c と物体検出部 1 b を時間的にずれたタイミングで相対比較するようにしても良い。

[0046] また、位置合わせの際、不要な検出点が多いと推定誤差につながるため、計算する対象を限定するようにしても良い。たとえば、物体検出部 1 a、1 b、1 c、1 d、1 e では、S N 比が高いほど、検出値の精度が良いので、S N 比が所定の閾値より高い静止物のデータのみを次のステップの処理に送るようにすれば、相対軸ズレ判定部 1 2 3 における精度向上に役立つ。また、物体検出部 1 a、1 b、1 c、1 d、1 e では、ほぼ同じ距離・同じ相対速度に複数の物体が存在する場合、各物体の水平角度 θ を見分けることができない場合がある。ほぼ同じ距離・同じ相対速度に複数の物体が存在したとしても測角することのできる方法としては、デジタルビームフォーミング、MUSIC、ESPRIT および最尤推定などの測角処理手段が挙げられる。しかし、このような手段を用いたとしても、各物体の水平角度 θ を見分けることができない場合があり、見分けることができたとしても精度が十分でない場合がある。このため、ほぼ同じ距離・同じ相対速度に複数の物体が存在する場合には、その距離・相対速度の物体は静止物抽出部 1 2 1 の出力から除外するようにしても良い。ほぼ同じ距離・同じ相対速度に複数の反射物がある場合にも処理する否かは、測角処理手段の精度によって判断すればよい。精度によって判断する方法としては、たとえば、追尾処理によって時系列的に同一の物体を同定している場合には、対象の水平角度が極端に大きく変動する場合に、精度が悪化したと判断する方法があげられる。また、ほぼ同じ距離・同じ相対速度に複数の反射物があるか否か判断する別の方法としては、測角処理における公知の到来波数判定処理を行う方法があげられる。また、道路構造の特徴を利用しても良い。たとえば、得られた検知結果の中からガードレールのような連続する構造物は、特徴的な形状をしており、このような道路構造に特徴のある物体のみを後続のステップで相対軸ズレ判定部 1 2 3 に送るようにすれば、たとえば誤検出で 1 点だけ出てきてしまった

ような反射点を除いて後続のステップの処理を行うことができるので、相対軸ズレ判定部 123 おける精度向上に役立つ。

[0047] 続いて、制御部 10 の軸ズレ特定部 124 は、軸ズレしている物体検出部を特定する（ステップ S306）。

[0048] 図 7 は、実施の形態 1 に係る車載用物体検知装置 101 による相対軸ズレ量の一例を示す図である。図 7 では、3 つの物体検出部 1a、1b、1c からの情報を用いた場合の軸ズレ量の推定値を示す。

[0049] 図 7 に示すように、相対軸ズレ判定部 123 により、物体検出部 1a と物体検出部 1b を比較して、物体検出部 1a からみて物体検出部 1b は +2deg の軸ズレ、物体検出部 1b からみて物体検出部 1a は -2deg の軸ズレ、物体検出部 1a と物体検出部 1c を比較して、物体検出部 1a からみて物体検出部 1c は +2deg の軸ズレ、物体検出部 1c からみて物体検出部 1a は -2deg の軸ズレ、物体検出部 1b と物体検出部 1c を比較して、物体検出部 1b からみて物体検出部 1c は 0deg の軸ズレ、物体検出部 1c からみて物体検出部 1b は 0deg の軸ズレ、という相対的な軸ズレ量の推定結果が得られた場合、物体検出部 1a と物体検出部 1b の比較だけでは、物体検出部 1a の軸がずれているか、物体検出部 1b の軸がズレているかが分からないが、物体検出部 1a と物体検出部 1b と物体検出部 1c の比較によって、物体検出部 1a に異常が発生していると特定することができる。これは、物体検出部 1b と物体検出部 1c で、全く同程度の軸ずれが同じように発生することは考えにくいことを利用している。

[0050] なお、軸ズレしている物体検出部を特定する方法は、これに限るものではない。軸ズレ特定部 124 は、少なくとも 1 つの物体検出部により絶対的な水平軸ズレ量を算出する機能を有することで、絶対的な水平軸ズレ量と、上述の相対的な軸ズレ量を用いて、水平軸がズレている物体検出部を特定することができる。たとえば、車両 20 の前後方向に対して 90deg の方位に存在すべき相対速度が 0 となる検出点を速度 0 検出点の方位を算出して物体検出部の水平方向の向き、すなわち絶対的な水平軸ズレ量を求めることがで

き、一の物体検出部単独で求められた絶対軸ずれ量を用いることによっていづれの物体検出部が水平軸ズレを起こしているのかを決定することができる。

[0051] 最後に、制御部 10 の軸ズレ特定部 124 は、特定された物体検出部の相対的な軸ズレ量を補正し（ステップ S307）、車載用物体検知装置 101 の動作を完了する。これにより、水平軸ズレを補正することで、装置全体として、正常な動作を維持できる。

[0052] 補正の方法としては、ソフトウェア的に、得られた測角値に対して、水平軸ズレ量の分だけ補正するようにしても良いし、機構的に物体検出部または物体検出部を構成するアンテナ部分を水平方向に回転させる機構をもたせ、物体検出部または物体検出部を構成するアンテナ部分を水平方向に、水平軸ズレ量の分だけ補正するようにしても良い。

[0053] なお、絶対的な軸ズレ量が得られた場合は、その値を用いて軸ズレ量を補正しても良い。水平軸ズレ量の絶対値が予め定められた補正基準値以上である場合に実行されるようにしても良い。

[0054] 軸ズレ特定部 124 が補正機能を持たない場合、相対軸ズレ量が補正されない場合、補正するには大きすぎて明らかに軽衝突などでレーダそのものが大きく軸がズレていると疑われる場合などには、相対軸ズレ量を車両制御部 2a に通知することで、たとえば、車両制御部 2a が実行している車両制御アプリケーションの動作を停止したり、一部機能の動作を制限したりすることができる。

[0055] また、上記実施の形態では、物体検出部間でほぼ同じ領域を検知している検知点同士を比較したが、これに限るものではない。図 8 および図 9 は、実施の形態 1 に係る車載用物体検知装置 101 による相対軸ズレの他の判定方法を説明するための図である。図 8 および図 9 に示すように、たとえば、車両 20 がガードレール 30 のある高速道路を直進している場合などを想定すると、通常、ガードレール 30 は直線状に配置されているので、このことを利用し、時刻 T0 で物体検出部 1a で検出された検出物標 K1、K2、K3

、K 4、K 5（図 8（a）参照）の検出点と、時刻 T 1 で物体検出部 1 b で観測された検出物標 K 2 2、K 2 3、K 2 4、K 2 5（図 8（b）参照）の検出点を基準座標系上で比較したときに、同じ直線状に並ぶ場合は軸がずれていない（図 9（a）参照）、直線状に並ばない場合は軸がズれている（図 9（b）参照）と判定するようにしても良い。

[0056] また、必ずしも車両 2 0 が直進していなくてもよく、構造物の形状が予測できるようなシーン、たとえば、車両 2 0 のカーブに沿ってひとつづきの構造物（ガードレールおよび壁など）がある場合、および地図情報などで構造物の形状が分かっている場合などが挙げられる。

[0057] また、上記実施の形態では、物体検出部 1 a と物体検出部 1 b の 2 つ、または物体検出部 1 a、物体検出部 1 b および物体検出部 1 c の 3 つ、を相対比較する場合について説明したが、本願は物体検出部の個数によらず、2 以上の物体検知装置が搭載されていれば適用が可能である。

[0058] また、座標変換は必ずしも必須の構成ではなく、複数の物体検出部間の異なる時刻に検出された検知点を相対比較して算出できればどのような方法でもよい。たとえば、物体検出部 1 a の時刻 T 0 に得られた検知点と、物体検出部 1 b の時刻 T 1 に得られた検知点が重なり合う条件を導出し、重なり合う条件から、車両 2 0 の移動分と、物体検出部の搭載水平角度分を差し引いて、計算するようにしてもよい。

[0059] 図 1 0 は、実施の形態 1 に係る車載用物体検知装置 1 0 1 による相対軸ズレの他の判定方法を説明するための図である。座標変換しなかった場合、物体検出部 1 a の検出物標 K 1 a、K 2 a、K 3 a、K 4 a、K 5 a の検出点と物体検出部 1 b の検出物標 K 1 b、K 2 b、K 3 b、K 4 b、K 5 b の検出点は物体検出部から見ると、図 1 0（a）および図 1 0（b）に示すように表される。物体検出部 1 a の検出物標 K 1 a、K 2 a、K 3 a、K 4 a、K 5 a の検出点と物体検出部 1 b の検出物標 K 1 b、K 2 b、K 3 b、K 4 b、K 5 b の検出点が、それぞれ重なり合うようにするには、図 1 0（c）に示すように、物体検出部 1 b の検出点を 9 0 d e g 回転させて、平行移動

すればよい。平行移動量は取付位置および時刻 T 0 から時刻 T 1 への車両 20 の移動量などで決まる値である。回転量は、物体検出部 1 a と物体検出部 1 b の取付水平角度および時刻 T 0 から時刻 T 1 への車両 20 の回転移動などによって決まる値である。この例では物体検出部 1 a と物体検出部 1 b の初期取付水平角度の差は 90 deg であるため、この回転量と、レーダの初期取付水平角度の差を比較すれば、物体検出部 1 a と物体検出部 1 b の軸がずれているか否かを判定することができる。点群の重ねあわせはどのような方法で行ってもよい。たとえば、前述の ICP 法などのアルゴリズムで実現すればよい。

[0060] 以上のように、本実施の形態 1 に係る車載用物体検知装置 101 によれば、静止物である検出物標 K 1、K 2、K 3、K 4、K 5 の位置情報を検出する複数の物体検出部 1 a、1 b、1 c、1 d、1 e と、複数の物体検出部 1 a、1 b、1 c、1 d、1 e のうち、2 つの物体検出部 1 a、1 b で検出された複数の検出物標 K 1、K 2、K 3、K 4、K 5 の位置情報から、共通する複数の検出物標 K 2、K 3、K 4、K 5 の位置情報を抽出する静止物抽出部 121 と、2 つの物体検出部 1 a、1 b のうち物体検出部 1 a により検出された検出物標 K 2、K 3、K 4、K 5 の位置情報と、物体検出部 1 a で検出物標 K 2、K 3、K 4、K 5 を検出した後に、2 つの物体検出部 1 a、1 b のうち物体検出部 1 b により検出された検出物標 K 2、K 3、K 4、K 5 の位置情報とを比較し、物体検出部 1 a または物体検出部 1 b の中心軸の軸ズレの有無を判定する相対軸ズレ判定部 123 とを備えるようにしたので、複数の検出器の検出領域を重複させることなく、軸ズレ量を検出できる。また、水平軸ズレを補正することで、正常な動作を維持できる。

[0061] 本願は、様々な例示的な実施の形態及び実施例が記載されているが、実施の形態に記載された様々な特徴、態様、及び機能は特定の実施の形態の適用に限られるのではなく、単独で、または様々な組み合わせで実施の形態に適用可能である。従って、例示されていない無数の変形例が、本願明細書に開示される技術の範囲内において想定される。例えば、少なくとも 1 つの構成

要素を変形する場合、追加する場合または省略する場合、さらには、少なくとも1つの構成要素を抽出し、他の構成要素と組み合わせる場合が含まれるものとする。

符号の説明

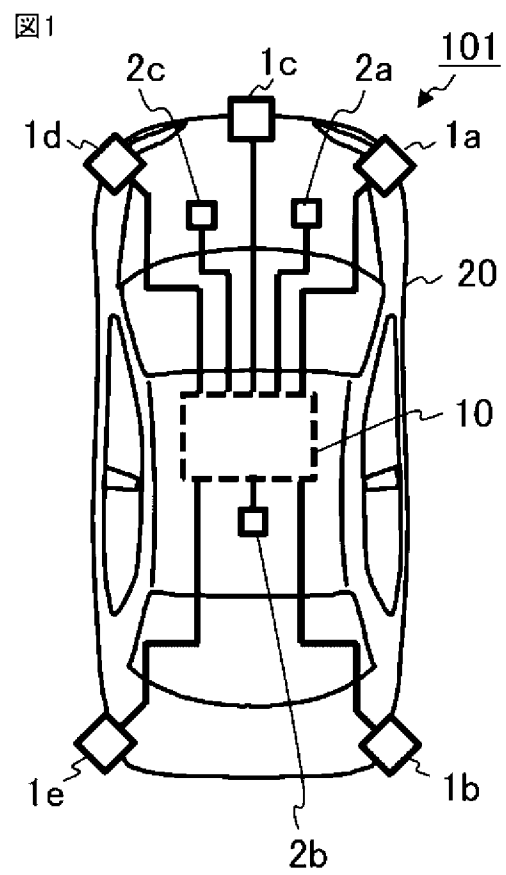
[0062] 1 a、1 b、1 c、1 d、1 e 物体検出部、1 2 1 静止物抽出部、1 2 3 相対軸ズレ判定部、1 0 1 車載用物体検知装置。

請求の範囲

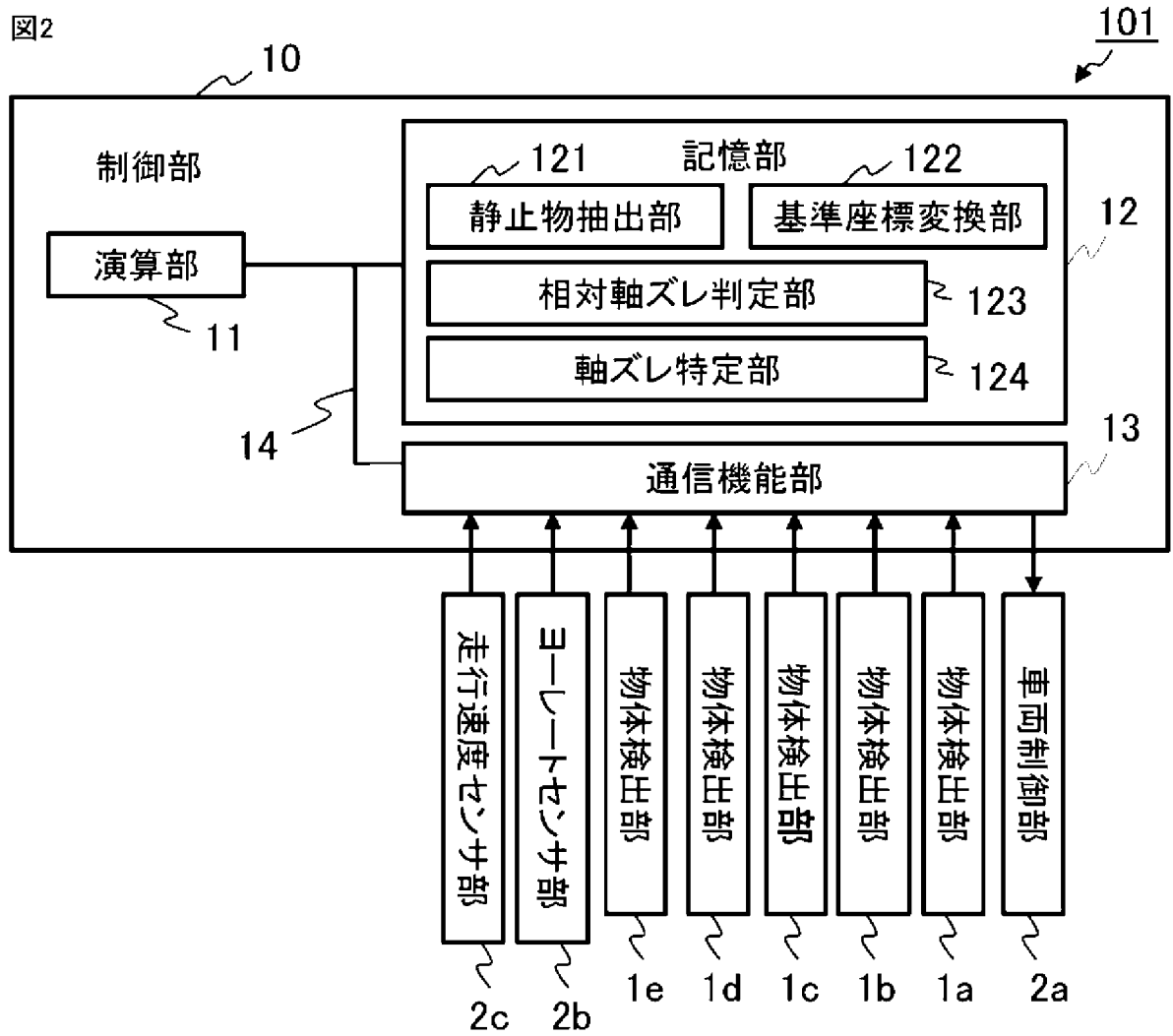
- [請求項1] 静止物の位置情報を検出する複数の物体検出部と、
前記複数の物体検出部のうち、2つの前記物体検出部で検出された複数の静止物の各位置情報から、前記複数の静止物の共通する位置情報を抽出する静止物抽出部と、
前記2つの物体検出部のうちの物体検出部により検出された前記複数の静止物の位置情報と、前記一の物体検出部で前記複数の静止物を検出した後に、前記2つの物体検出部のうち他の物体検出部により検出された前記複数の静止物の位置情報とを比較し、前記一の物体検出部または前記他の物体検出部の中心軸の軸ズレの有無を判定する軸ズレ判定部と
を備えたことを特徴とする車載用物体検知装置。
- [請求項2] 前記静止物抽出部で抽出された前記複数の静止物の各位置情報を、前記複数の物体検出部間で共通の基準座標系へ座標変換する基準座標変換部を備えたことを特徴とする請求項1に記載の車載用物体検知装置。
- [請求項3] 前記軸ズレ判定部は、前記基準座標変換部により共通の基準座標系へ座標変換された前記複数の静止物の各位置情報に基づき、相対的な軸ズレ量を算出することを特徴とする請求項2に記載の車載用物体検知装置。
- [請求項4] 前記軸ズレ判定部は、前記複数の静止物の各位置情報による前記静止物の配置に基づき、相対的な軸ズレ量を算出することを特徴とする請求項3に記載の車載用物体検知装置。
- [請求項5] 前記複数の物体検出部は3以上の物体検出部であり、2つの物体検出部の組合せの全てについて前記相対的な軸ズレ量を算出し、前記算出した相対的な軸ズレ量の組み合わせを用いて軸がずれている物体検出部を特定する軸ズレ特定部を備えたことを特徴とする請求項3に記載の車載用物体検知装置。

- [請求項6] 少なくとも1の前記物体検出部が、前記検出した位置情報を用いて絶対的な軸ズレ量を算出し、前記相対的な軸ズレ量とを用いて軸がずれている物体検出部を特定する軸ズレ特定部を備えたことを特徴とする請求項3に記載の車載用物体検知装置。
- [請求項7] 前記軸ズレ特定部は、前記特定した物体検出部に対して前記相対的な軸ズレ量に応じて軸ズレを補正することを特徴とする請求項5に記載の車載用物体検知装置。
- [請求項8] 前記軸ズレ特定部は、前記絶対的な軸ズレ量が予め定められた補正基準値以上の場合に、前記絶対的な軸ズレ量に応じて軸ズレを補正することを特徴とする請求項6に記載の車載用物体検知装置。
- [請求項9] 前記軸ズレ判定部は、前記相対的な軸ズレ量を車両の制御部に通知することを特徴とする請求項3または請求項4に記載の車載用物体検知装置。
- [請求項10] 前記軸ズレ判定部は、車両の旋回半径が所定の閾値より大きい場合に、前記軸ズレの有無を判定することを特徴とする請求項1に記載の車載用物体検知装置。

[図1]

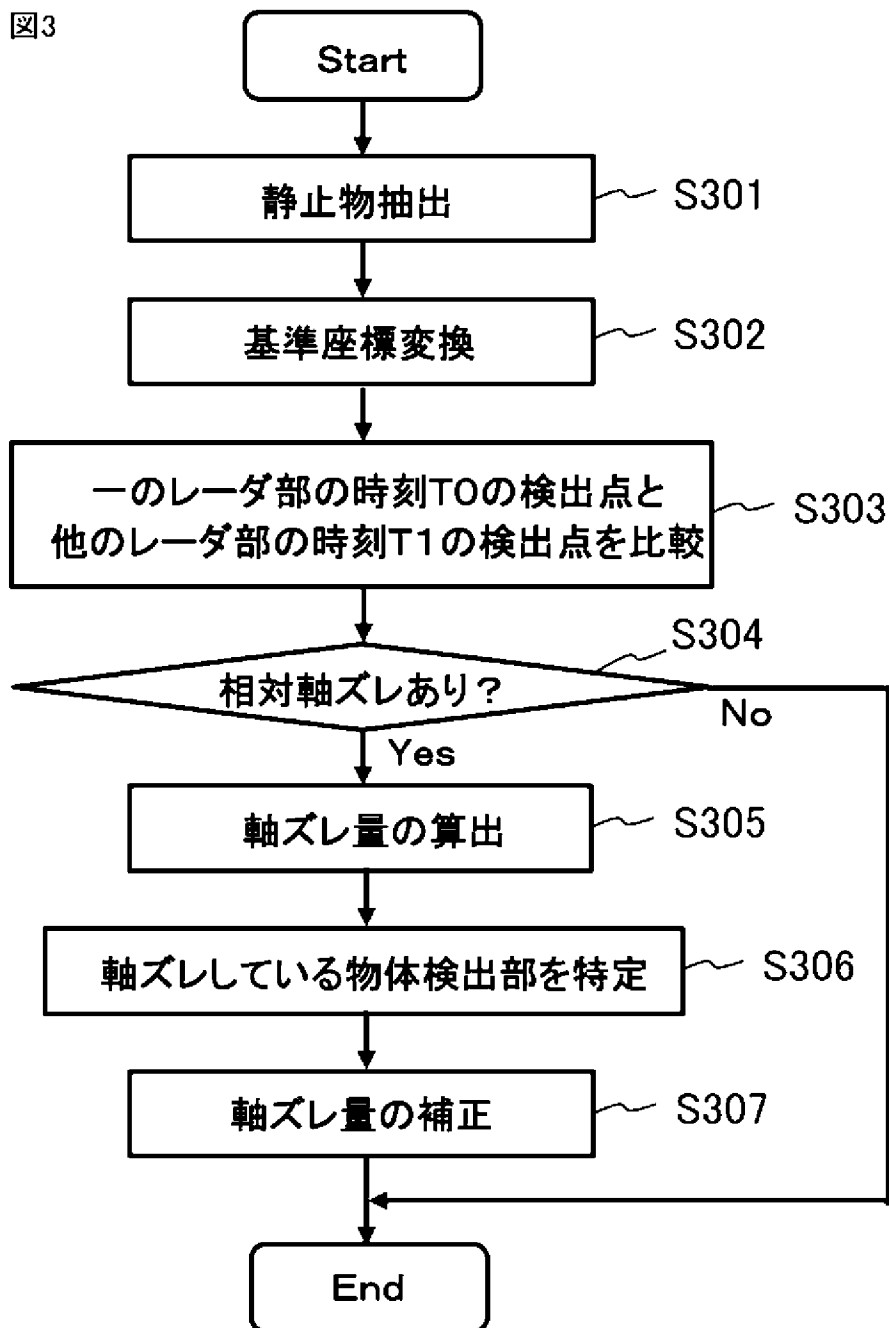


[図2]



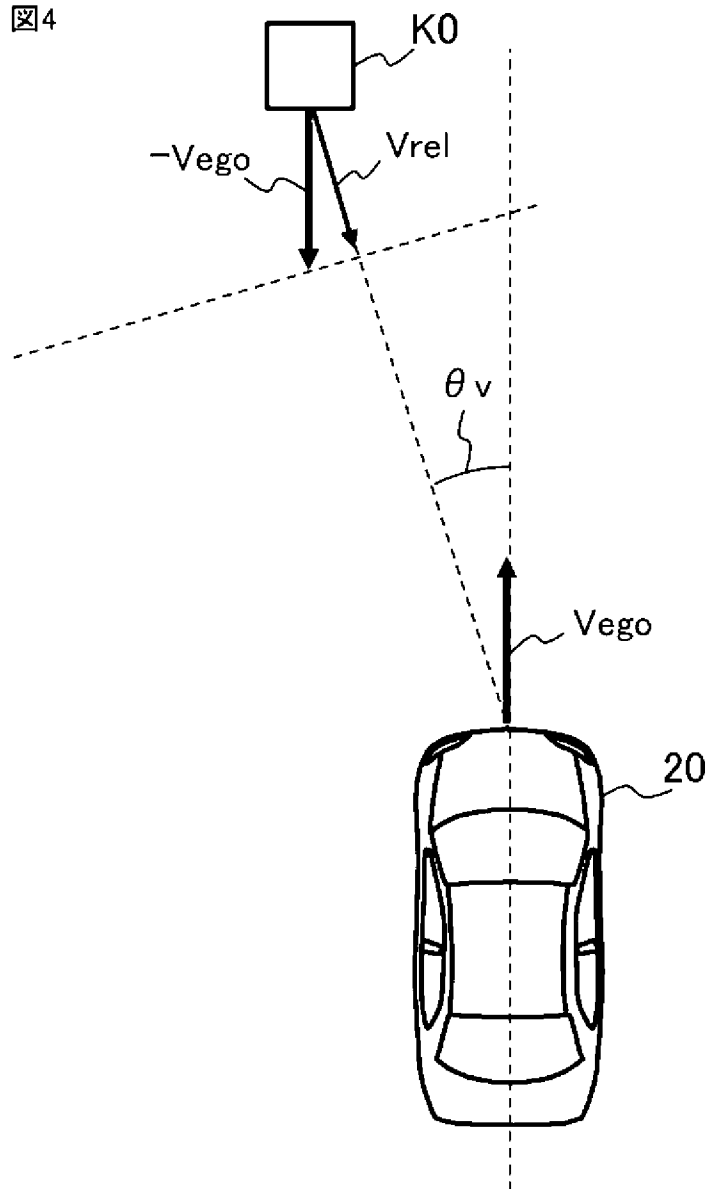
[図3]

図3



[図4]

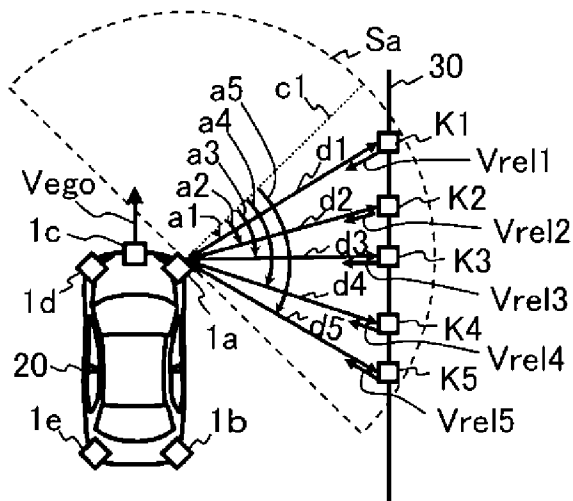
図4



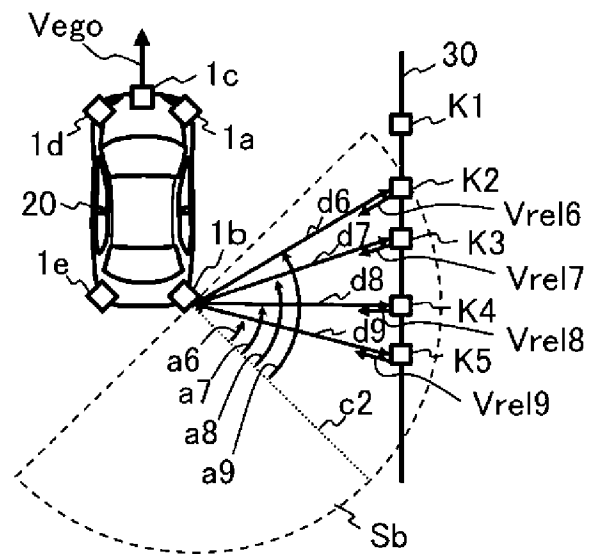
[図5]

図5

(a)

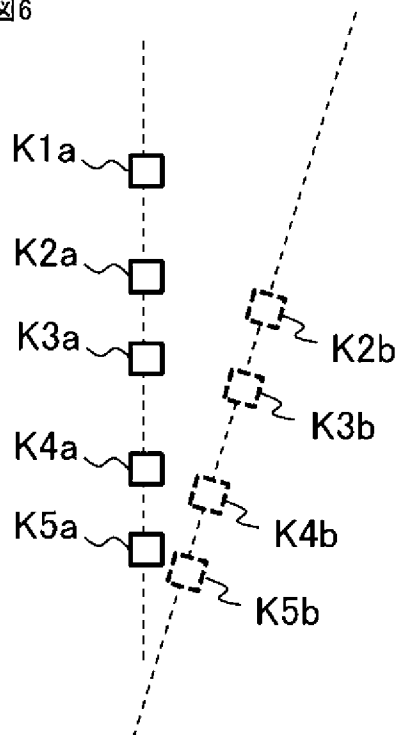


(b)



[図6]

図6



[図7]

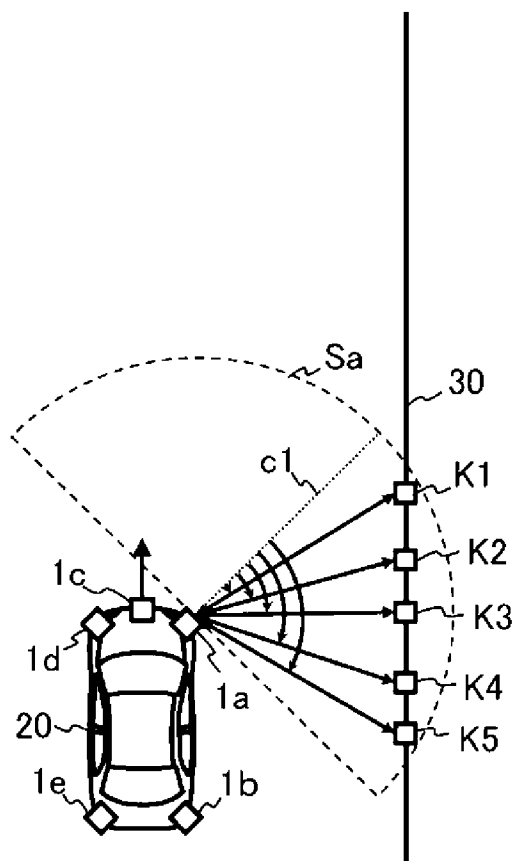
図7

	物体検出部1a	物体検出部1b	物体検出部1c
物体検出部1a		+2deg	+2deg
物体検出部1b	-2deg		0deg
物体検出部1c	-2deg	0deg	

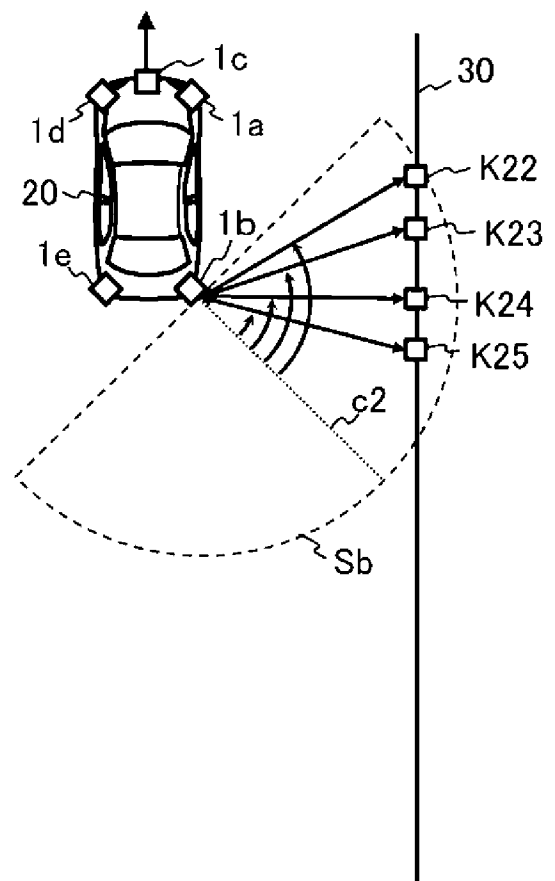
[図8]

図8

(a)



(b)

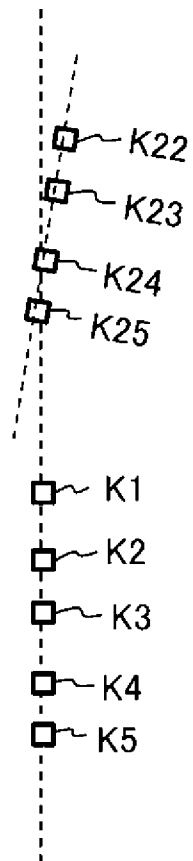
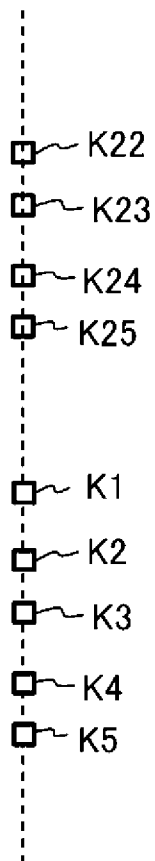


[図9]

図9

(a)

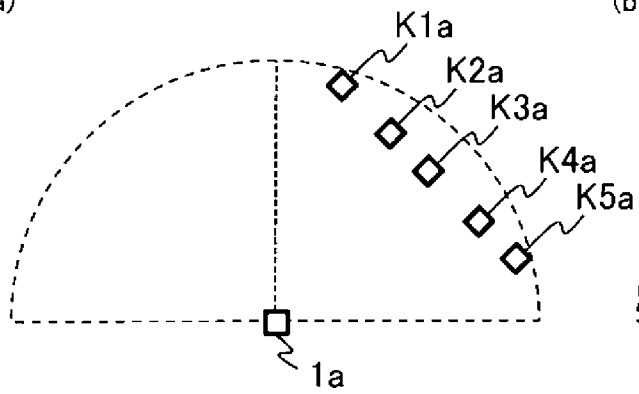
(b)



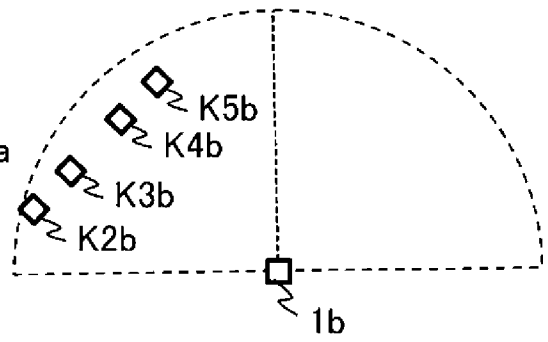
[図10]

図10

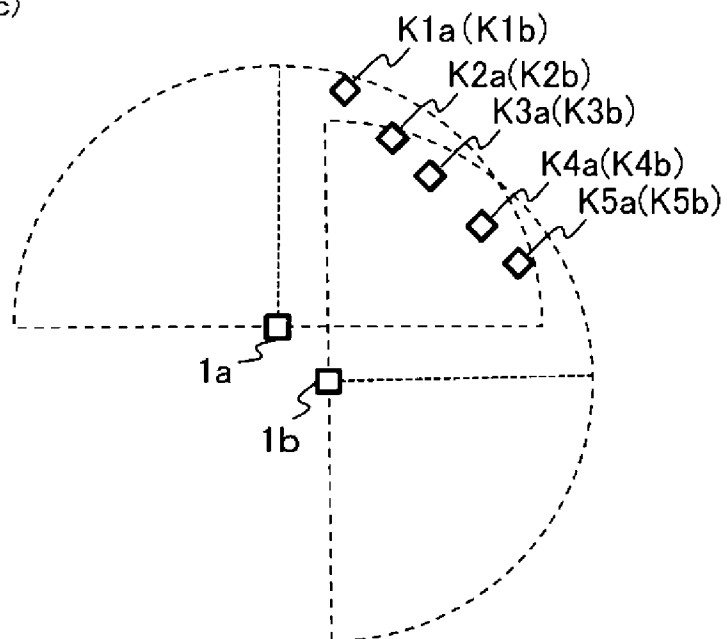
(a)



(b)



(c)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/030402

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G01S7/40 (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. G01S7/00-7/64, G01S13/00-17/95

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 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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.
A	JP 2019-7934 A (DENSO CORP.) 17 January 2019, paragraphs [0013]-[0041], fig. 1-8 & WO 2019/003631 A1	1-10
A	JP 2014-153211 A (THE FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 25 August 2014, paragraphs [0019]-[0041], fig. 1-6 (Family: none)	1-10
A	WO 2007/015288 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 08 February 2007, paragraphs [0014]-[0043], fig. 1-4 (Family: none)	1-10
A	JP 2016-211992 A (THE FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 15 December 2016, paragraphs [0022]-[0044], fig. 1-4 (Family: none)	1-10



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
16.10.2019

Date of mailing of the international search report
29.10.2019

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/JP2019/030402

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2014/0347206 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 27 November 2014, paragraphs [0037]-[0050], fig. 2-4 & DE 102013209494 A1 & FR 3006057 A1 & CN 104181512 A	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01S7/40(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. G01S7/00-7/64, G01S13/00-17/95

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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
A	JP 2019-7934 A（株式会社デンソー）2019.01.17, 段落 [0013]-[0041], 図 1-8 & WO 2019/003631 A1	1-10
A	JP 2014-153211 A（古河電気工業株式会社）2014.08.25, 段落 [0019]-[0041], 図 1-6 （ファミリーなし）	1-10

☒ 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

16.10.2019

国際調査報告の発送日

29.10.2019

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）

藤田 都志行

2S

3014

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
A	WO 2007/015288 A1 (三菱電機株式会社) 2007. 02. 08, 段落 [0014]-[0043], 図 1-4 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2016-211992 A (古河電気工業株式会社) 2016. 12. 15, 段落 [0022]-[0044], 図 1-4 (ファミリーなし)	1-10
A	US 2014/0347206 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 2014. 11. 27, 段落 [0037]-[0050], 図 2-4 & DE 102013209494 A1 & FR 3006057 A1 & CN 104181512 A	1-10