(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
2025年1月9日(09.01.2025)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2025/009255 A1

(51) 国際特許分類:
G01S 13/91 (2006.01) *G08G 1/01* (2006.01)
G01S 13/58 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2024/016343

(22) 国際出願日： 2024年4月25日(25.04.2024)

(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 2023-109960 2023年7月4日(04.07.2023) JP

(71) 出願人: 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 加藤 弘規 (KATO, Hiroki); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).

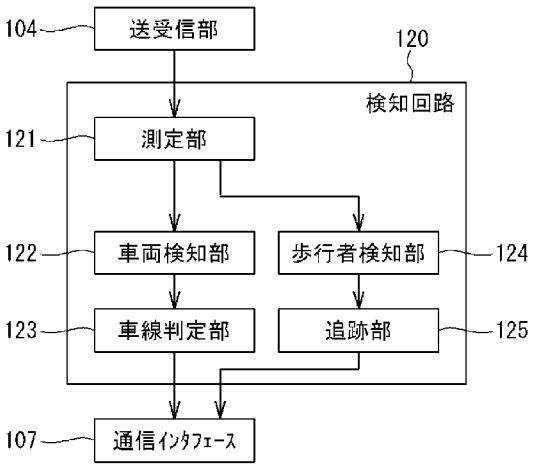
(74) 代理人: 弁理士法人サンクレスト国際特許事務所 (SUNCREST PATENT AND TRADEMARK ATTORNEYS); 〒6500023 兵庫県神戸市中央区栄町通四丁目１番１１号 Hyogo (JP).

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,

(54) **Title:** RADIO WAVE SENSOR, DETECTION METHOD, AND DETECTION PROGRAM

(54) 発明の名称： 電波センサ、検知方法、及び検知プログラム

図４



104 Transmission/reception unit
107 Communication interface
120 Detection circuit
121 Measurement unit
122 Vehicle detection unit
123 Lane determination unit
124 Pedestrian detection unit
125 Tracking unit

(57) **Abstract:** This radio wave sensor detects an object in a radio wave irradiation area including at least a part of a crosswalk by irradiating the radio wave irradiation area with radio waves, the radio wave sensor comprising a transmission antenna that irradiates the radio wave irradiation area with radio waves, a reception antenna that receives a reflected wave from the object of the radio waves radiated from the transmission antenna, a measurement unit that measures a sight line speed of the object which is a speed in a linear direction connecting the radio wave sensor and the object on the basis of the radio waves radiated from the transmission antenna and the reflected wave received by the reception antenna, and a vehicle detection unit that detects a vehicle traveling on a roadway crossing the crosswalk by identifying an object for which the sight line speed measured by the measurement unit is zero.

WO 2025/009255 A1

［続葉有］

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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

(57) 要約:電波センサは、横断歩道の少なくとも一部を含む電波照射エリアに電波を照射することにより、前記電波照射エリアにおける物体を検知する電波センサであって、前記電波照射エリアに電波を照射する送信アンテナと、前記送信アンテナから照射された電波の前記物体による反射波を受信する受信アンテナと、前記送信アンテナから照射された前記電波と、前記受信アンテナによって受信された反射波とに基づいて、前記電波センサと前記物体とを結ぶ直線方向の速度である前記物体の視線速度を測定する測定部と、前記測定部によって測定された前記視線速度がゼロになる物体を特定することにより、前記横断歩道を横切る車道を走行する車両を検知する車両検知部と、を備える。

明　細　書

発明の名称 ： 電波センサ、検知方法、及び検知プログラム

技術分野

[0001]　本開示は、電波センサ、検知方法、及び検知プログラムに関する。本出願は、２０２３年７月４日出願の日本出願第２０２３－１０９９６０号に基づく優先権を主張し、前記日本出願に記載された全ての内容を援用するものである。

背景技術

[0002]　特許文献１には、３次元座標軸における目標と誤検出との密度分布の差異によるクラスタ分析により、誤検出を抑圧し、目標のみを抽出するレーダ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２０１８－２０５１７４号公報

発明の概要

[0004]　本開示の一態様に係る電波センサは、横断歩道を含む電波照射エリアに電波を照射することにより、前記電波照射エリアにおける物体を検知する電波センサであって、前記電波照射エリアに電波を照射する送信アンテナと、前記送信アンテナから照射された電波の前記物体による反射波を受信する受信アンテナと、前記送信アンテナから照射された前記電波と、前記受信アンテナによって受信された反射波とに基づいて、前記電波センサと前記物体とを結ぶ直線方向の速度である前記物体の視線速度を測定する測定部と、前記測定部によって測定された前記視線速度がゼロになる物体を特定することにより、前記横断歩道を横切る車道を走行する車両を検知する車両検知部と、を備える。

図面の簡単な説明

[0005] [図1]図１は、実施形態に係るインフラ電波センサの使用例を示す図である。

[図2]図２は、実施形態に係るインフラ電波センサの外観構成の一例を示す斜視図である。

[図3]図３は、実施形態に係るインフラ電波センサのハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

[図4]図４は、実施形態に係るインフラ電波センサの機能の一例を示す機能ブロック図である。

[図5A]図５Ａは、実施形態に係るインフラ電波センサの設置の第１例を示す図である。

[図5B]図５Ｂは、実施形態に係るインフラ電波センサの設置の第２例を示す図である。

[図5C]図５Ｃは、実施形態に係るインフラ電波センサの設置の第３例を示す図である。

[図6]図６は、実施形態に係るインフラ電波センサによる車両検知を説明するための図である。

[図7]図７は、インフラ電波センサと車線との距離の一例を示す図である。

[図8]図８は、車線の判定原理を説明するためのグラフである。

[図9]図９は、実施形態に係るインフラ電波センサの設置制限範囲の一例を示す図である。

[図10]図１０は、実施形態に係るインフラ電波センサ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

[0006] ＜本開示が解決しようとする課題＞

電波センサは、物体と電波センサとを結ぶ直線方向の物体の速度（以下、「視線速度」ともいう）を検知することができる。この速度の検知について、検知可能な速度の上限である最大検知速度と、速度分解能とはトレードオフの関係にある。したがって、例えば、車両と歩行者のような速度差が大きい２種類の物体を検知対象とする場合、速度の高い車両を検知するために最大検知速度を大きくすると、速度分解能が低下して、低速な歩行者の速度を

正確に検知できなくなる。一方、歩行者の速度を正確に検知するために速度分解能を高くすると、最大検知速度が低くなり車両の速度を正確に検知できなくなる。

[0007] ＜本開示の効果＞

本開示によれば、速度差が大きい複数種類の物体を電波センサの検知対象とすることができる。

[0008] ＜本開示の実施形態の概要＞

以下、本開示の実施形態の概要を列記して説明する。

[0009] （１） 本実施形態に係る電波センサは、横断歩道の少なくとも一部を含む電波照射エリアに電波を照射することにより、前記電波照射エリアにおける物体を検知する電波センサであって、前記電波照射エリアに電波を照射する送信アンテナと、前記送信アンテナから照射された電波の前記物体による反射波を受信する受信アンテナと、前記送信アンテナから照射された前記電波と、前記受信アンテナによって受信された反射波とに基づいて、前記電波センサと前記物体とを結ぶ直線方向の速度である前記物体の視線速度を測定する測定部と、前記測定部によって測定された前記視線速度がゼロになる物体を特定することにより、前記横断歩道を横切る車道を走行する車両を検知する車両検知部と、を備える。これにより、横断歩道を横切る車道を走行する車両の視線速度を走行速度よりも低くすることができる。したがって、最大検知速度を低く設定することができ、横断歩道の歩行者と車両とを電波センサの検知対象とすることができる。

[0010] （２） 上記（１）において、前記送信アンテナ及び前記受信アンテナの前方に配置され、前記電波照射エリアへ前記電波を照射し、前記反射波を受信する送受信面をさらに備え、前記送受信面の中心から前記送受信面の法線を鉛直方向へ地表に投影させた投影中心軸が、前記横断歩道に交差してもよい。これにより、横断歩道の多くの部分を電波照射エリアに含めることができる。

[0011] （３） 上記（２）において、前記電波照射エリア内において、前記横断

歩道を横切る前記車道の車線方向が、前記送受信面から照射される前記電波の照射方向の１つと直交してもよい。これにより、車道において、車線方向と電波の照射方向の１つとが直交する地点における車両の視線速度がゼロになり、車両の視線速度を抑制することができる。

[0012] （４） 上記（２）又は（３）において、前記投影中心軸と前記車道とが交差する地点における前記車両の前記視線速度が、前記車両の走行速度の５０％以下であってもよい。これにより、車両の視線速度を抑制することができる。

[0013] （５） 上記（１）から（４）のいずれか１つにおいて、前記車両検知部は、前記測定部によって測定された前記視線速度が正から負へ又は負から正へ推移する物体を特定することにより、前記車道を走行する前記車両を検知してもよい。これにより、車道を走行する車両を正確に検知することができる。

[0014] （６） 上記（１）から（５）のいずれか１つにおいて、前記測定部は、前記送信アンテナから照射された前記電波と、前記受信アンテナによって受信された反射波とに基づいて、前記電波センサから前記物体までの距離を測定し、前記電波センサは、前記視線速度が正から負へ又は負から正へ遷移するゼロクロス点における前記物体の距離に基づいて、前記車両が走行する車線を判定する車線判定部をさらに備えてもよい。これにより、複数の車線を含む車道において、電波センサとゼロクロス点との距離は車線毎に異なる。したがって、距離の測定結果を利用することにより、車両が走行する車線を判定することができる。

[0015] （７） 上記（１）から（６）のいずれか１つにおいて、前記横断歩道を横切る前記車道である第１車道に交差する第２車道を前記電波照射エリアに含まなくてもよい。これにより、第２車道を走行する車両を、第１車道を走行する車両と誤検知することを防止することができる。

[0016] （８） 上記（１）から（７）のいずれか１つにおいて、前記電波センサは、前記横断歩道を横切る前記車道である第１車道と、前記第１車道とは異

なる第２車道との交差点において、前記第１車道から前記第２車道へ又は前記第２車道から前記第１車道へつながる円弧状の車線の曲率中心から、前記車線の中心線の曲率半径の１０％以内の範囲に設置されなくてもよい。上記の範囲内に電波センサが設置されると、第１車道から第２車道へ又は第２車道から第１車道へ進入する（すなわち、交差点を右折又は左折する）車両の視線速度はゼロに近くなり、これらの車両を電波センサで検知することができなくなる。したがって、上記の範囲を除外して電波センサを設置することにより、交差点を右折又は左折する車両を電波センサにより検知することができる。

[0017] （９） 本実施形態に係る検知方法は、横断歩道を含む電波照射エリアに電波を照射することにより、前記電波照射エリアにおける物体を検知する電波センサによる検知方法であって、送信アンテナから前記電波照射エリアに電波を照射するステップと、前記送信アンテナから照射された電波の前記物体による反射波を受信アンテナにより受信するステップと、前記送信アンテナから照射された前記電波と、前記受信アンテナによって受信された反射波とに基づいて、前記電波センサと前記物体とを結ぶ直線方向の速度である前記物体の視線速度を測定するステップと、測定された前記視線速度がゼロになる物体を特定することにより、前記横断歩道を横切る車道を走行する車両を検知するステップと、を含む。これにより、横断歩道を横切る車道を走行する車両の視線速度を走行速度よりも低くすることができる。したがって、最大検知速度を低く設定することができ、横断歩道の歩行者と車両とを電波センサの検知対象とすることができる。

[0018] （１０） 本実施形態に係る検知プログラムは、横断歩道を含む電波照射エリアに電波を照射することにより、前記電波照射エリアにおける物体を検知する電波センサにおいて用いられる検知プログラムであって、コンピュータに、送信アンテナから前記電波照射エリアに照射された電波と、前記受信アンテナによって受信された、前記電波の前記物体による反射波とに基づいて測定された、前記電波センサと前記物体とを結ぶ直線方向の速度である前

記物体の視線速度を取得するステップと、取得された前記視線速度がゼロになる物体を特定することにより、前記横断歩道を横切る車道を走行する車両を検知するステップと、実行させる。これにより、横断歩道を横切る車道を走行する車両の視線速度を走行速度よりも低くすることができる。したがって、最大検知速度を低く設定することができ、横断歩道の歩行者と車両とを電波センサの検知対象とすることができる。

[0019] 本開示は、上記のような特徴的な構成を備える電波センサ、特徴的な処理をステップとする電波センサの検知方法、及び、電波センサに特徴的な処理を実行させるための検知プログラムとして実現することができるだけでなく、電波センサの一部を半導体集積回路として実現したり、電波センサを含むシステムとして実現したりすることができる。

[0020] ＜本開示の実施形態の詳細＞

以下、図面を参照しつつ、本発明の実施形態の詳細を説明する。なお、以下に記載する実施形態の少なくとも一部を任意に組み合わせてもよい。

[0021] ［１．インフラ電波センサ］

図１は、実施形態に係るインフラ電波センサの使用例を示す図である。本実施形態に係るインフラ電波センサ１０は、交通監視用の電波レーダであり、横断歩道２０における物体（歩行者、自転車（搭乗者含む）、車両）を検知する。インフラ電波センサ１０は、例えばミリ波レーダである。

[0022] インフラ電波センサ１０は、道路に設けられた構造物５０に取り付けられる。構造物５０は、数ｍの高さを有しており、インフラ電波センサ１０は地上数ｍの高さに設置される。構造物５０は、例えば、ポール５１と、ポール５１の上端付近に設けられたアーム５２とを含み、アーム５２にインフラ電波センサ１０が取り付けられる。

[0023] 一般的な交通監視用の電波センサは、車道を走行する車両を検知するために、車道の直上から車線方向（車両の走行方向）前方の車道上の一点にセンサ正面を向けるように設置される。これに対して、本実施形態に係るインフラ電波センサ１０は、横断歩道２０上に電波（ミリ波）を照射し、その反射

波を受信することで横断歩道２０上の物体（例えば、歩行者、自転車）と、横断歩道２０を横切る車道６０を走行する車両とを検知する。さらに具体的には、インフラ電波センサ１０は、インフラ電波センサ１０から物体までの距離、物体の速度（インフラ電波センサ１０と物体とを結ぶ直線方向の速度。以下「視線速度」ともいう。）、及びインフラ電波センサ１０の正面方向に対する物体が存在する位置の水平角度（方位角）を検知することができる。

[0024] インフラ電波センサ１０では、物体を検知するための道路上の範囲である検知エリア３０が設定される。検知エリア３０は、インフラ電波センサ１０の電波照射エリア４０の一部として設定される。つまり、電波照射エリア４０は検知エリア３０をカバーする。インフラ電波センサ１０が横断歩道２０全体の交通状況を監視するためには、横断歩道２０の全体を含む検知エリア３０が設定されることが好ましい。なお、電波照射エリア４０は、インフラ電波センサ１０が照射した電波を物体が反射し、物体からの反射波によってインフラ電波センサ１０が物体を検知可能な範囲であり、電波を照射可能であってもインフラ電波センサ１０が物体を検知することができない範囲は含まれない。ただし、電波照射エリア４０はこれに限られず、インフラ電波センサ１０が電波を照射可能な範囲全体であってもよい。

[0025] 例えば、横断歩道２０を通行する歩行者及び自転車（搭乗者含む。以下、歩行者及び自転車を単に「歩行者」という）の通行量の計測、又は、横断歩道２０に設置された交通信号機の制御に用いられるインフラ電波センサ１０では、横断歩道上の通行者だけでなく、横断歩道２０に隣接する歩道上で横断を待機する通行者も検知することが要求される。このため、例えば、検知エリア３０は、横断歩道２０のエリアだけでなく、歩道上で通行者が横断を待機するためのエリアを含む。すなわち、検知エリア３０は、横断歩道２０から、横断歩道２０の長手方向（歩行者が横断歩道上を通行する方向）の両側へ拡張されたエリアである。

[0026] ［２．インフラ電波センサのハードウェア構成］

図２は、実施形態に係るインフラ電波センサ１０の外観構成の一例を示す斜視図である。図２に示すように、インフラ電波センサ１０は、電波を送受信する送受信面１４０ａを一面に有する筐体１４０を含む。筐体１４０は、送受信部１０４及び検知回路１２０を収容する。送受信部１０４は、送信アンテナ１０５ａと複数（例えば４つ）の受信アンテナ１０６ａとを含む。インフラ電波センサ１０は、送信アンテナ１０５ａから送受信面１４０ａを通じて電波である変調波を送信する。変調波は物体に当たり反射し、受信アンテナ１０６ａが反射波を受信する。送受信部１０４及び検知回路１２０は、送信波信号及び受信波信号に対して信号処理を施し、物体までの距離、物体の視線速度、及び物体が存在する方位角を検知する。

[0027] 図３は、実施形態に係るインフラ電波センサのハードウェア構成の一例を示すブロック図である。インフラ電波センサ１０は、送受信部１０４と、検知回路１２０とを含む。

[0028] 検知回路１２０は、プロセッサ１０１と、不揮発性メモリ１０２と、揮発性メモリ１０３と、通信インタフェース１０７とを含む。

[0029] 送受信部１０４は、送信回路１０５と、受信回路１０６とを含む。

[0030] 送信回路１０５は、送信アンテナ１０５ａを含む。なお、送信アンテナ１０５ａの数は１つに限られず、複数であってもよい。送信回路１０５は、変調波を生成し、生成された変調波を送信アンテナ１０５ａから送信する。

[0031] 受信回路１０６は、受信アンテナ１０６ａを含む。物体の方位角を検知するために、複数（図では４つ）の受信アンテナ１０６ａが設けられる。受信回路１０６は、受信された反射波に対して信号処理を施す。信号処理によって生成された反射波データは、プロセッサ１０１に与えられる。プロセッサ１０１は、反射波データを解析し、物体の位置（距離及び方位角）並びに視線速度を検知する。

[0032] 揮発性メモリ１０３は、例えばＳＲＡＭ（Ｓｔａｔｉｃ　Ｒａｎｄｏｍ　Ａｃｃｅｓｓ　Ｍｅｍｏｒｙ）、ＤＲＡＭ（Ｄｙｎａｍｉｃ　Ｒａｎｄｏｍ　Ａｃｃｅｓｓ　Ｍｅｍｏｒｙ）等の半導体メモリである。不揮発性メモリ

１０２は、例えばフラッシュメモリ、ハードディスク、ＲＯＭ（Ｒｅａｄ Ｏｎｌｙ Ｍｅｍｏｒｙ）等である。不揮発性メモリ１０２には、コンピュータプログラムである検知プログラム１１０及び検知プログラム１１０の実行に使用されるデータが格納される。インフラ電波センサ１０の各機能は、検知プログラム１１０がプロセッサ１０１によって実行されることで発揮される。検知プログラム１１０は、フラッシュメモリ、ＲＯＭ、ＣＤ－ＲＯＭなどの記録媒体に記憶させることができる。プロセッサ１０１は、検知プログラム１１０によって、物体の位置（距離及び方位角）並びに視線速度を検知することができる。

[0033] プロセッサ１０１は、例えばＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ Ｕｎｉｔ）である。ただし、プロセッサ１０１は、ＣＰＵに限られない。プロセッサ１０１は、ＧＰＵ（Ｇｒａｐｈｉｃｓ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ Ｕｎｉｔ）であってもよい。プロセッサ１０１は、例えば、ＡＳＩＣ（Ａｐｐｌｉｃａｔｉｏｎ Ｓｐｅｃｉｆｉｃ Ｉｎｔｅｇｒａｔｅｄ Ｃｉｒｃｕｉｔ）であってもよいし、ＦＰＧＡ（Ｆｉｅｌｄ Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ Ｇａｔｅ Ａｒｒａｙ）等のプログラマブルロジックデバイスであってもよい。この場合、ＡＳＩＣ又はプログラマブルロジックデバイスは、検知プログラム１１０と同じ処理を実行可能に構成される。

[0034] 通信インタフェース１０７は外部の装置と通信することができる。例えば、通信インタフェース１０７は、無線通信インタフェースであり、道路交通情報センタ等によって運用されるサーバ、横断歩道２０を含む交差点に設置された交通信号機を制御するための制御装置、又は、インフラ電波センサ１０の周囲の車両（に搭載された車載装置）へ検知結果のデータ（以下、「検知データ」ともいう）を送信することができる。

[0035] ［３．インフラ電波センサの機能］

図４は、実施形態に係るインフラ電波センサの機能の一例を示す機能ブロック図である。プロセッサ１０１が検知プログラム１１０を実行することにより、インフラ電波センサ１０は、測定部１２１と、車両検知部１２２と、

車線判定部１２３と、歩行者検知部１２４と、追跡部１２５として機能する。

[0036] 測定部１２１は、送信アンテナ１０５ａから照射された電波と、受信アンテナ１０６ａによって受信された反射波とに基づいて、物体の視線速度を測定する。

[0037] 測定部１２１は、送信アンテナ１０５ａから照射された電波と、受信アンテナ１０６ａによって受信された反射波とに基づいて、インフラ電波センサ１０から物体までの距離を測定する。さらに測定部１２１は、送信アンテナ１０５ａから照射された電波と、受信アンテナ１０６ａによって受信された反射波とに基づいて、送受信面１０４ａの中心から送受信面１０４ａの法線を鉛直方向へ地表に投影させた直線（以下、「投影中心軸」ともいう）に対する物体の角度（方位角）を測定する。

[0038] 具体的には、測定部１２１は、反射波の信号レベルを含む情報を、電波が照射された位置毎に示す反射波データを生成する。送信回路１０５は、送信アンテナ１０５ａから変調波である送信信号を送信する。送信アンテナ１０５ａからの送信信号は物体に当たって反射する。受信アンテナ１０６ａは、物体からの反射波を受信する。測定部１２１は、送信回路１０５から出力される変調波信号と、受信回路１０６から出力される反射波信号とを合成し、中間周波数信号（以下、「ＩＦ信号」という）を生成する。測定部１２１は、ＩＦ信号に対して高速フーリエ変換（ＦＦＴ）を施し、距離、視線速度及び方位角の情報を取得する。

[0039] 具体的には、送信アンテナ１０５ａからは、送信信号（チャープ）が一定間隔で送信される。移動中の物体は、異なる２点において送信信号を反射し、受信アンテナ１０６ａは各反射波を受信する。測定部１２１は、移動中の物体から得られた複数のＩＦ信号の位相差から物体の視線速度を測定する。

[0040] 測定部１２１によって測定された視線速度は、測定部１２１から車両検知部１２２へ出力される。車両検知部１２２は、測定部１２１によって測定された視線速度がゼロになる物体を特定することにより、横断歩道２０を横切

る車道６０を走行する車両を検知する。

[0041] 図５Ａは、実施形態に係るインフラ電波センサの設置の第１例を示す図である。

[0042] 横断歩道２０を横切る車道６０の両側には、歩道７０Ａ，７０Ｂが設けられている。インフラ電波センサ１０は、投影中心軸４１が、横断歩道２０に交差する位置及び角度で歩道７０Ａに設置される。なお、ここでいう、「投影中心軸４１が横断歩道２０に交差する」とは、投影中心軸４１が横断歩道２０に重なっていることを意味する。

[0043] 図５Ａに示す例では、投影中心軸４１が、横断歩道２０の長手方向と平行であり、横断歩道２０の幅方向の概略中心を通る位置及び角度でインフラ電波センサ１０が設置されている。この第１例では、電波照射エリア４０に、横断歩道２０の全体が含まれている。

[0044] 横断歩道２０を横切る車道６０には、インフラ電波センサ１０に近い順に、車線６０Ａ，６０Ｂ，６０Ｃ，６０Ｄが設けられている。車線６０Ａ及び６０Ｂは、図において右から左へと車両８０が走行するための車線である。車線６０Ｃ及び６０Ｄは、図において左から右へと車両８０が走行するための車線である。

[0045] 電波照射エリア４０内において、横断歩道２０を横切る車道６０の車線方向が、送受信面１０４ａから照射される電波の照射方向の１つと直交するように、インフラ電波センサ１０は設置される。図５Ａに示す第１例では、電波の照射方向の１つＤ１に沿って延びる投影中心軸４１と、車道６０における車両８０の走行方向（すなわち、車道６０における車線方向）ＤＴ１とが車道６０上の地点Ｐ１１において直交する。

[0046] 図６は、実施形態に係るインフラ電波センサによる車両検知を説明するための図である。

[0047] 上述したように、測定部１２１は物体の視線速度を測定する。車両検知部１２２は、測定部１２１によって測定された視線速度に基づいて車両を検知する。図６において、車両８０は右から左へと速度Ｖで走行する。

[0048] 車両８０が、投影中心軸４１から右方に角度θ１の地点Ｐ１にあるとき、車両８０の視線速度の大きさはＶｃｏｓ（π／２－θ１）である。ここで、インフラ電波センサ１０に近づく方向の視線速度の符号を負とし、インフラ電波センサ１０から遠ざかる方向の視線速度の符号を正とする。この場合、地点Ｐ１における車両８０の視線速度は－Ｖｃｏｓ（π／２－θ１）である。

[0049] 投影中心軸４１上の地点Ｐ２では、投影中心軸４１と車両８０の走行方向とは直交する。したがって、車両８０が地点Ｐ２にあるとき、車両８０の視線速度はゼロである。

[0050] 車両８０が、投影中心軸４１から左方に角度θ２の地点Ｐ３にあるとき、車両８０の視線速度は＋Ｖｃｏｓ（π／２－θ２）である。

[0051] このように、車両８０が地点Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３の順で通過するように走行した場合、地点Ｐ２において車両８０の視線速度はゼロになる。車両検知部１２２は、このように視線速度がゼロになる物体を車両８０として検知する。

[0052] さらに具体的には、車両検知部１２２は、測定部１２１によって測定された視線速度が正から負へ又は負から正へ遷移する物体を特定することにより、車道６０を走行する車両８０を検知する。すなわち、車両検知部１２２は、視線速度の符号が正から負へ、又は負から正へ切り替わる物体を車両８０として検知する。

[0053] なお、視線速度が正から負へ遷移するか、負から正へ遷移するかは、視線速度の符号の割り当て方によって定まる。すなわち、本実施形態のように、インフラ電波センサ１０に近づく方向の視線速度の符号を負とし、インフラ電波センサ１０から遠ざかる方向の視線速度の符号を正とする場合、視線速度は負から正へと変化する。一方、インフラ電波センサ１０に近づく方向の視線速度の符号を正とし、インフラ電波センサ１０から遠ざかる方向の視線速度の符号を負とする場合、視線速度は正から負へと変化する。

[0054] 図５Ａに戻り、第１例では、地点Ｐ１１を含み、横断歩道２０の長手方向

（すなわち、車道６０の車線方向ＤＴ１に直行する方向。第１例では投影中心軸４１の方向Ｄ１）へ延びるエリアである視線速度ゼロエリア２１において、投影中心軸４１と、車道６０における車両８０の走行方向ＤＴ１とが直交する。つまり、視線速度ゼロエリア２１内のどの位置においても、方向ＤＴ１へ走行する車両８０の視線速度はゼロになる。

[0055] 例えば、車両検知部１２２は、視線速度が正から負へ（又は負から正へ）遷移した物体の数を計数することにより、車道６０を走行する車両を計数する。具体的な一例では、車両検知部１２２は、単位時間（例えば１分間）に車両８０を走行する車両を計数する。

[0056] 図５Ｂは、実施形態に係るインフラ電波センサの設置の第２例を示す図である。

[0057] 図５Ｂの例では、インフラ電波センサ１０は、横断歩道２０の長手方向に対して傾斜した角度で設置されている。第２例でも、投影中心軸４１は、横断歩道２０に交差している。第２例では、電波照射エリア４０に、横断歩道２０の全体が含まれている。

[0058] インフラ電波センサ１０の送受信面１０４ａからは、放射状に電波が照射される。第２例において、インフラ電波センサ１０からの電波照射方向は、横断歩道２０の長手方向Ｄ１を含んでいる。方向Ｄ１は、車両８０の走行方向ＤＴ１と直交する。したがって、第２例においても、インフラ電波センサ１０からの電波照射方向の１つＤ１と車両８０の走行方向ＤＴ１とが直交する地点Ｐ１２において、車両８０の視線速度はゼロになる。すなわち、車両８０がこの地点Ｐ１２に到達する時点を含む期間において、車両８０の視線速度は負から正へ推移する。このため、第２例においても、車両検知部１２２は車両８０を検知することができる。

[0059] 第２例では、地点Ｐ１２を含み、横断歩道２０の長手方向へ延びるエリアが視線速度ゼロエリア２１である。第２例において、視線速度ゼロエリア２１では、電波照射方向の１つであるＤ１と、車道６０における車両８０の走行方向ＤＴ１とが直交する。つまり、視線速度ゼロエリア２１内のどの位置

においても、方向ＤＴ１へ走行する車両８０の視線速度はゼロになる。

[0060] 図５Ｃは、実施形態に係るインフラ電波センサの設置の第３例を示す図である。

[0061] 図５Ｃの例では、インフラ電波センサ１０は、横断歩道２０の長手方向に対して傾斜した角度で設置されている。第３例でも、投影中心軸４１は、横断歩道２０に交差している。ただし、第３例では、電波照射エリア４０に、横断歩道２０の全体は含まれておらず、横断歩道２０の一部は電波照射エリア４０から外れている。

[0062] 第３例では、車道６０（第１車道）に交差する車道６１（第２車道）の一部が電波照射エリア４０に含まれている。さらに具体的には、インフラ電波センサ１０の電波照射方向の１つＤ２が、電波照射エリア４０に含まれる車道６１の地点Ｐ２０において、車線方向ＤＴ２と直交している。したがって、この地点Ｐ２を通過する車両８０についても、視線速度は正からゼロを経て負へと推移する。このため、第３例では、車両検知部１２２は、車道６０を走行する車両８０だけでなく、車道６１を走行する車両８０も検知する。

[0063] 第３例では、地点Ｐ１３を含み、横断歩道２０の長手方向へ延びるエリアが視線速度ゼロエリア２１である。第３例において、視線速度ゼロエリア２１では、電波照射方向の１つであるＤ１と、車道６０における車両８０の走行方向ＤＴ１とが直交する。つまり、視線速度ゼロエリア２１内のどの位置においても、方向ＤＴ１へ走行する車両８０の視線速度はゼロになる。

[0064] これに加えて、第３例では、地点Ｐ１３を含み、車道６１を横切る方向Ｄ２へ延びるエリア（ただし、電波照射エリア４０内に限る）である視線速度ゼロエリア２２において、電波照射方向の１つＤ２と、車道６１における車両８０の走行方向ＤＴ２とが直交する。つまり、視線速度ゼロエリア２２内のどの位置においても、方向ＤＴ２へ走行する車両８０の視線速度はゼロになる。

[0065] 例えば、車道６０を走行する車両８０を計数することが要求される場合、第３例では、車両検知部１２２は、車道６０を走行する車両８０だけでなく

、車道６１を走行する車両８０も計数してしまう。このため、第３例のような位置及び角度にインフラ電波センサ１０を設置することは不適切である。

[0066] その一方で、第１例及び第２例では、電波照射エリア４０内において、いずれの電波照射方向も車道６１の車線方向ＤＴ２に直交しない。特に、第１例では、電波照射エリア４０内に、車道６１が含まれない。このため、車道６１を走行する車両８０は検知されず、車道６１を走行する車両が計数されることはない。つまり、第１例及び第２例の場合、車両検知部１２２は、車道６０を走行する車両８０のみを計数することができる。このため、第１例及び第２例のような位置及び角度にインフラ電波センサ１０を設置することは適切である。

[0067] 車両８０の視線速度が低ければ、車両８０の視線速度と歩行者の移動速度との差が小さくなる。したがって、車両８０の視線速度が低くなる位置及び角度にインフラ電波センサ１０を設置することができれば、インフラ電波センサ１０の最大検知速度を小さくし、速度分解能を高めることができる。このため、車両８０の視線速度がゼロに近くなる位置及び角度にインフラ電波センサ１０を設置することが好ましい。

[0068] 例えば、投影中心軸４１と車道６０とが交差する地点における車両８０の視線速度が、車両８０の走行速度の５０％以下である位置及び角度に、インフラ電波センサ１０は設置される。車道６０の車線方向ＤＴ１と投影中心軸４１との間の角度が６０°以上９０°以下である場合、車道６０と投影中心軸４１とが交差する地点における車両８０の視線速度は、車両８０の走行速度の５０％以下である。したがって、インフラ電波センサ１０を、車道６０の車線方向ＤＴ１と投影中心軸４１との間の角度が６０°以上９０°以下となる位置及び角度に設置してもよい。

[0069] 図４に戻り、車線判定部１２３は、視線速度が正から負へ又は負から正へ遷移するゼロクロス点における物体の距離に基づいて、車両８０が走行する車線を判定する。

[0070] 図７は、インフラ電波センサと車線との距離の一例を示す図である。図７

には、投影中心軸４１が車道６０の車線方向ＤＴ１と直交する位置にインフラ電波センサ１０が設置されている例を示している。

[0071] 上述したように、視線速度ゼロエリア２１内のいずれの位置においても、車道６０を走行する車両８０の視線速度はゼロになる。すなわち、視線速度ゼロエリア２１は、ゼロクロス点の集合エリアである。視線速度ゼロエリア２１と車線６０Ａとが重なる地点Ｐ６０Ａにおいて、車線６０Ａを走行する車両８０の視線速度はゼロになる。視線速度ゼロエリア２１と車線６０Ｂとが重なる地点Ｐ６０Ｂにおいて、車線６０Ｂを走行する車両８０の視線速度はゼロになる。視線速度ゼロエリア２１と車線６０Ｃとが重なる地点Ｐ６０Ｃにおいて、車線６０Ｃを走行する車両８０の視線速度はゼロになる。視線速度ゼロエリア２１と車線６０Ｄとが重なる地点Ｐ６０Ｄにおいて、車線６０Ａを走行する車両８０の視線速度はゼロになる。

[0072] 図７において、インフラ電波センサ１０から地点Ｐ６０Ａまでの距離はＬ１である。インフラ電波センサ１０から地点Ｐ６０Ｂまでの距離はＬ２である。インフラ電波センサ１０から地点Ｐ６０Ｃまでの距離はＬ３である。インフラ電波センサ１０から地点Ｐ６０Ｄまでの距離はＬ４である。このように、車線６０Ａ，６０Ｂ，６０Ｃ，６０Ｄによって、車両８０の視線速度がゼロになる位置とインフラ電波センサ１０との距離は異なる。

[0073] 図８は、車線の判定原理を説明するためのグラフである。図８には、視線速度と距離との二次元スペクトルが示される。図８において、縦軸は視線速度であり、横軸は距離である。

[0074] 上述したように、車道６０を方向ＤＴ１へ走行する車両８０の視線速度は、正から負へと遷移する。この際、車両８０は、遠方からインフラ電波センサ１０へ近づき、視線速度のゼロクロス点においてインフラ電波センサ１０に最も近接し、その後インフラ電波センサ１０から遠ざかる。したがって、インフラ電波センサ１０と車両８０との距離は、視線速度が正の値からゼロに近づくにしたがって小さくなり、視線速度のゼロクロス点において最小値となり、視線速度がさらに減少する（負の値となる）にしたがって大きくな

る。

[0075] 視線速度のゼロクロス点における距離は、車両８０が車線６０Ａ，６０Ｂ，６０Ｃ，６０Ｄのいずれを走行するかによって定まる。車線判定部１２３は、視線速度のゼロクロス点における距離がＬ１である場合、検知された車両８０は車線６０Ａを走行していると判定する。車線判定部１２３は、視線速度のゼロクロス点における距離がＬ２である場合、検知された車両８０は車線６０Ｂを走行していると判定する。車線判定部１２３は、視線速度のゼロクロス点における距離がＬ３である場合、検知された車両８０は車線６０Ｃを走行していると判定する。車線判定部１２３は、視線速度のゼロクロス点における距離がＬ４である場合、検知された車両８０は車線６０Ｄを走行していると判定する。

[0076] 具体的には、同一車線を走行する車両の位置のゆらぎ、及び距離の測定誤差を許容するために、車線判定に用いられる距離範囲が定められる。例えば、車線６０Ａを判定するために、Ｌ１を中心とした所定幅の距離範囲が定められる。車線６０Ｂを判定するために、Ｌ２を中心とした所定幅の距離範囲が定められる。車線６０Ｃを判定するために、Ｌ３を中心とした所定幅の距離範囲が定められる。車線６０Ｄを判定するために、Ｌ４を中心とした所定幅の距離範囲が定められる。車線判定部１２３は、視線速度のゼロクロス点において、測定距離がいずれの距離範囲に入るかによって、車両８０が走行する車線を判定することができる。

[0077] 上述したように、実施形態に係るインフラ電波センサ１０は、視線速度の遷移によって車道６０を走行する車両８０を検知する。このため、車両８０の視線速度が正から負へ（又は負から正へ）変化する位置に、インフラ電波センサ１０が設置されている必要がある。

[0078] 車両８０の検知を確実にするため、インフラ電波センサ１０の設置位置を制限される範囲（以下、「設置制限範囲」ともいう）が設定されてもよい。図９は、実施形態に係るインフラ電波センサの設置制限範囲の一例を示す図である。

[0079] 複数の車道が交差する交差点において、右折又は左折する車両８０の走行軌跡は円弧状になる。この円弧の中心にインフラ電波センサ１０が設置された場合、車両８０が円弧に沿って走行している間、車両８０とインフラ電波センサ１０との距離は一定となり、車両８０の視線速度はゼロとなる。したがって、インフラ電波センサ１０は、交差点を右折又は左折する車両８０を検知できない。

[0080] このような車両８０の検知不良を生じさせないために、設置制限範囲が定められる。具体的な一例では、横断歩道２０を横切る車道６０（第１車道）と、車道６０とは異なる車道６１（第２車道）との交差点において、車道６１から車道６０へつながる円弧状の車線６２の曲率中心６２０から、車線６２の中心線６２Ｃの曲率半径Ｒの１０％以内の範囲を設置制限範囲１０Ｎとすることができる。なお、図９には、左側通行の道路における交差点の左折車線に対応した設置制限範囲の例を示したが、これに限定されない。左側通行道路における交差点の右折車線に対応した設置制限範囲を設定してもよいし、右側通行道路における交差点の右折車線に対応した設置制限範囲を設定してもよいし、右側通行道路における交差点の左折車線に対応した設置制限範囲を設定してもよい

[0081] 図４に戻り、測定部１２１は、取得した距離及び方位角の情報に基づいて反射波データを生成する。測定部１２１は、生成した反射波データを歩行者検知部１２４へ出力する。

[0082] 歩行者検知部１２４は、反射波データに含まれるピーク点である反射点を抽出する。反射波データには、距離についての反射波の波形を示すデータ及び角度についての反射波の波形を示すデータが含まれる。歩行者検知部１２４は、距離についての反射波の波形及び角度についての反射波の波形のそれぞれから、ピーク点を抽出する。歩行者検知部１２４は、距離についての反射波におけるピーク点と角度についての反射波におけるピーク点とを対応付けることによって、反射点を決定する。

[0083] インフラ電波センサ１０から照射される電波は、複数の物体によって同時

に反射される場合がある。歩行者検知部１２４は、検知エリア３０内の同一の物体における反射点をグループ化する。歩行者検知部１２４は、受信アンテナ１０６ａによって受信された反射波に基づいて物体（歩行者）の位置を特定する。物体の位置は、インフラ電波センサ１０の内部で定義された座標系における座標値として表される。具体的には、測定部１２１は、同一のグループに属する反射点の代表値を決定し、決定された代表値を物体の位置に設定する。例えば、代表値は重心である。ただし、物体の位置は複数の反射点の重心以外の代表値であってもよい。例えば、代表値は反射点の平均値であってもよいし、反射点の中央値であってもよい。

[0084] 追跡部１２５は、検知された物体（歩行者）を追跡する。具体的には、追跡部１２５は、歩行者検知部１２４によって検知された各物体にＩＤを付与する。歩行者検知部１２４からは、一定の時間間隔毎に物体の位置及び視線速度の検知結果が出力される。追跡部１２５は、今回検知された物体のうち、前回検知された物体と同じ物体を識別する。例えば、追跡部１２５は、前回の物体ａの移動方向及び速度に基づいて、物体ａの今回の位置を推定する。追跡部１２５は、今回検知された物体のうち、物体ａの前回の移動方向及び速度から推定した位置に最も近い位置の物体を、物体ａと識別する。前回検知された物体と同一と識別された物体は、前回検知された物体のＩＤを引き継ぐ。

[0085] 車線判定部１２３は、検知された車両の情報を出力する。具体的には、車線判定部１２３は、車線毎の車両数の計数結果（単位時間における計数値）を出力する。追跡部１２５は、検知された歩行者の情報を出力する。具体的には、追跡部１２５は、歩行者の位置（距離及び方位角）と、速度と、ＩＤとを出力する。車線判定部１２３及び追跡部１２５から出力された情報（検知データ）は、通信インタフェース１０７に与えられる。通信インタフェース１０７は、例えばサーバ、交通信号機の制御装置、又は周囲の車両に、検知データを送信する。

[0086] ［４．インフラ電波センサの物体検知動作］

以下、インフラ電波センサ１０の物体検知動作について説明する。

[0087] 図１０は、実施形態に係るインフラ電波センサの動作の一例を示すフローチャートである。

[0088] インフラ電波センサ１０は、送信アンテナ１０５ａから電波を照射する。電波照射エリア４０には、横断歩道２０及び横断歩道２０を横切る車道６０の一部が含まれる。送信アンテナ１０５ａから送信された電波は、横断歩道２０上の歩行者又は車道６０上の車両８０によって反射される。反射波は、受信アンテナ１０６ａによって受信される。

[0089] 送受信部１０４からは、送信アンテナ１０５ａからの送信信号（変調波信号）及び受信アンテナ１０６ａによる受信信号（反射波信号）が検知回路１２０へ出力される。プロセッサ１０１は、変調波信号と反射波信号とを合成し、ＩＦ信号を生成する。プロセッサ１０１は、反射波の波形から反射点を抽出する。プロセッサ１０１は、ＩＦ信号に対して高速フーリエ変換を施し、物体までの距離、物体の視線速度及び方位角を測定する（ステップＳ１０１）。

[0090] プロセッサ１０１は、各物体（反射点）の視線速度を監視し、視線速度が負から正へ遷移する物体を車道６０を走行する車両８０として検知する（ステップＳ１０２）。

[0091] プロセッサ１０１は、検知された車両８０までの距離に基づいて、車両８０が走行する車線を判定する（ステップＳ１０３）。

[0092] プロセッサ１０１は、単位時間に検知された車両を車線毎に計数する（ステップＳ１０４）。

[0093] プロセッサ１０１は、反射点をグループ化し、検知エリア３０内の反射点の各グループを歩行者として検知する（ステップＳ１０５）。

[0094] プロセッサ１０１は、検知された歩行者にＩＤを付与し、検知された歩行者の追跡処理を実行する（ステップＳ１０６）。追跡処理により歩行者の時系列の位置が特定される。

[0095] プロセッサ１０１は、車両８０の計数結果、歩行者の位置、歩行者の速度

、及び歩行者のＩＤを含む検知データを、通信インタフェース１０７に、外部装置（サーバ、交通信号機の制御装置、又は周囲の車両）へ送信させる（ステップＳ１０７）。検知データを送信すると、プロセッサ１０１はステップＳ１０１へ戻る。

[0096] ［５．変型例］

上述した実施形態では、物体の距離、視線速度、及び方位角の測定をプロセッサ１０１のソフトウェア処理によって行ったが、これに限定されない。変調波信号及び反射波信号の処理及び物体の距離、視線速度、及び方位角の測定を、ハードウェア、例えばプロセッサ１０１とは別に設けられた信号処理回路によって実行してもよい。

[0097] ［６．補記］

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって、制限的ではない。本発明の権利範囲は、上述の実施形態ではなく請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味及びその範囲内でのすべての変更が含まれる。

符号の説明

[0098] １０　インフラ電波センサ

１０Ｎ　設置制限範囲

２０　横断歩道

２１，２２　視線速度ゼロエリア

３０　検知エリア

４０　電波照射エリア

４１　投影中心軸

５０　構造物

５１　ポール

５２　アーム

６０　車道（第１車道）

６０Ａ，６０Ｂ，６０Ｃ，６０Ｄ　車線

６１　車道（第２車道）

６２　車線

６２Ｏ　曲率中心

６２Ｃ　中心線

７０Ａ，７０Ｂ　歩道

８０　車両

１０１　プロセッサ

１０２　不揮発性メモリ

１０３　揮発性メモリ

１０４　送受信部

１０４ａ　送受信面

１０５　送信回路

１０５ａ　送信アンテナ

１０６　受信回路

１０６ａ　受信アンテナ

１０７　通信インタフェース

１１０　検知プログラム

１２０　検知回路

１２１　測定部

１２２　車両検知部

１２３　車線判定部

１２４　歩行者検知部

１２５　追跡部

１４０　筐体

１４０ａ　送受信面

θ１，θ２　角度

Ｐ１１，Ｐ１２，Ｐ１３　地点

Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３　地点

Ｄ１，Ｄ２，ＤＴ１，ＤＴ２　方向

Ｐ２０　地点

Ｐ６０Ａ，Ｐ６０Ｂ，Ｐ６０Ｃ，Ｐ６０Ｄ　地点

請求の範囲

[請求項1] 横断歩道の少なくとも一部を含む電波照射エリアに電波を照射することにより、前記電波照射エリアにおける物体を検知する電波センサであって、

前記電波照射エリアに電波を照射する送信アンテナと、

前記送信アンテナから照射された電波の前記物体による反射波を受信する受信アンテナと、

前記送信アンテナから照射された前記電波と、前記受信アンテナによって受信された反射波とに基づいて、前記電波センサと前記物体とを結ぶ直線方向の速度である前記物体の視線速度を測定する測定部と、

前記測定部によって測定された前記視線速度がゼロになる物体を特定することにより、前記横断歩道を横切る車道を走行する車両を検知する車両検知部と、

を備える、

電波センサ。

[請求項2] 前記送信アンテナ及び前記受信アンテナの前方に配置され、前記電波照射エリアへ前記電波を照射し、前記反射波を受信する送受信面をさらに備え、

前記送受信面の中心から前記送受信面の法線を鉛直方向へ地表に投影させた投影中心軸が、前記横断歩道に交差する、

請求項１に記載の電波センサ。

[請求項3] 前記電波照射エリア内において、前記横断歩道を横切る前記車道の車線方向が、前記送受信面から照射される前記電波の照射方向の１つと直交する、

請求項２に記載の電波センサ。

[請求項4] 前記投影中心軸と前記車道とが交差する地点における前記車両の前記視線速度が、前記車両の走行速度の５０％以下である、

請求項２又は請求項３に記載の電波センサ。

[請求項5] 前記車両検知部は、前記測定部によって測定された前記視線速度が正から負へ又は負から正へ推移する物体を特定することにより、前記車道を走行する前記車両を検知する、

請求項１から請求項４のいずれか１項に記載の電波センサ。

[請求項6] 前記測定部は、前記送信アンテナから照射された前記電波と、前記受信アンテナによって受信された反射波とに基づいて、前記電波センサから前記物体までの距離を測定し、

前記電波センサは、前記視線速度が正から負へ又は負から正へ遷移するゼロクロス点における前記物体の距離に基づいて、前記車両が走行する車線を判定する車線判定部をさらに備える、

請求項１から請求項５のいずれか１項に記載の電波センサ。

[請求項7] 前記横断歩道を横切る前記車道である第１車道に交差する第２車道を前記電波照射エリアに含まない、

請求項１から請求項６のいずれか１項に記載の電波センサ。

[請求項8] 前記横断歩道を横切る前記車道である第１車道と、前記第１車道とは異なる第２車道との交差点において、前記第１車道から前記第２車道へ又は前記第２車道から前記第１車道へつながる円弧状の車線の曲率中心から、前記車線の中心線の曲率半径の１０％以内の範囲に設置されない、

請求項１から請求項７のいずれか１項に記載の電波センサ。

[請求項9] 横断歩道を含む電波照射エリアに電波を照射することにより、前記電波照射エリアにおける物体を検知する電波センサによる検知方法であって、

送信アンテナから前記電波照射エリアに電波を照射するステップと、

前記送信アンテナから照射された電波の前記物体による反射波を受信アンテナにより受信するステップと、

前記送信アンテナから照射された前記電波と、前記受信アンテナによって受信された反射波とに基づいて、前記電波センサと前記物体とを結ぶ直線方向の速度である前記物体の視線速度を測定するステップと、

測定された前記視線速度がゼロになる物体を特定することにより、前記横断歩道を横切る車道を走行する車両を検知するステップと、

を含む、

検知方法。

[請求項10] 横断歩道を含む電波照射エリアに電波を照射することにより、前記電波照射エリアにおける物体を検知する電波センサにおいて用いられる検知プログラムであって、

コンピュータに、

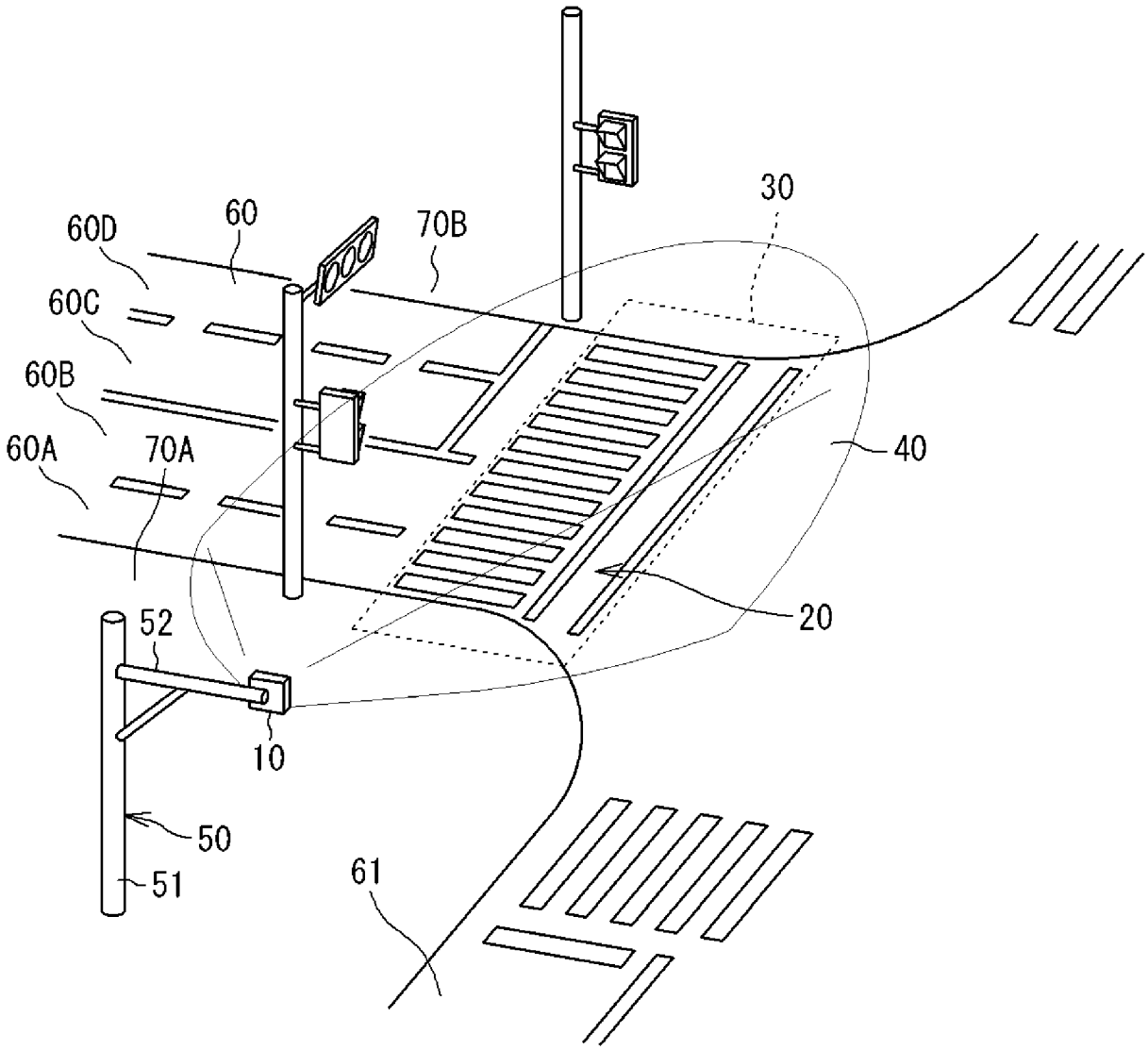
送信アンテナから前記電波照射エリアに照射された電波と、前記受信アンテナによって受信された、前記電波の前記物体による反射波とに基づいて測定された、前記電波センサと前記物体とを結ぶ直線方向の速度である前記物体の視線速度を取得するステップと、

取得された前記視線速度がゼロになる物体を特定することにより、前記横断歩道を横切る車道を走行する車両を検知するステップと、

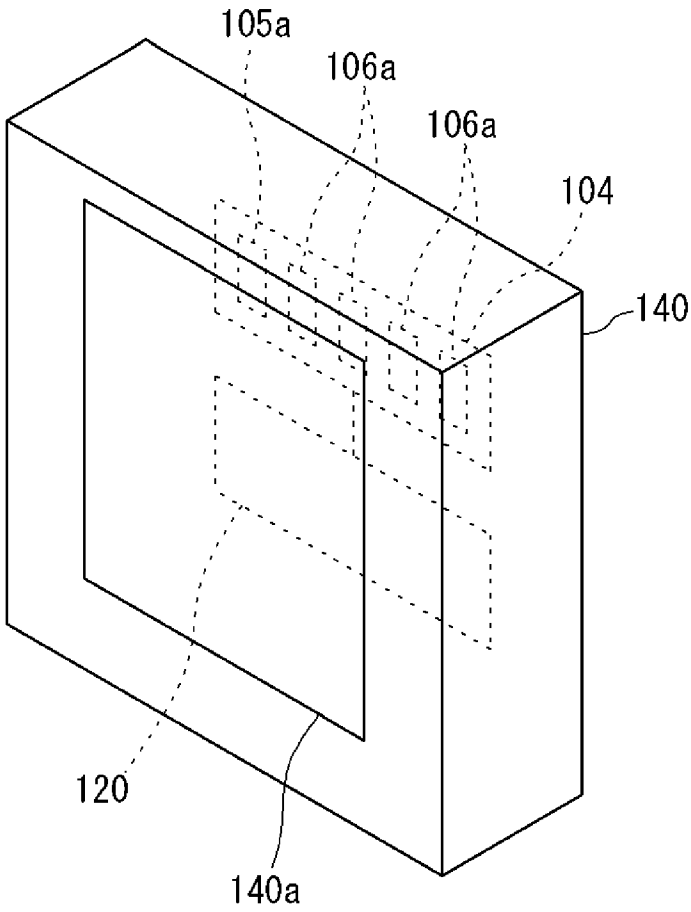
実行させるための、

検知プログラム。

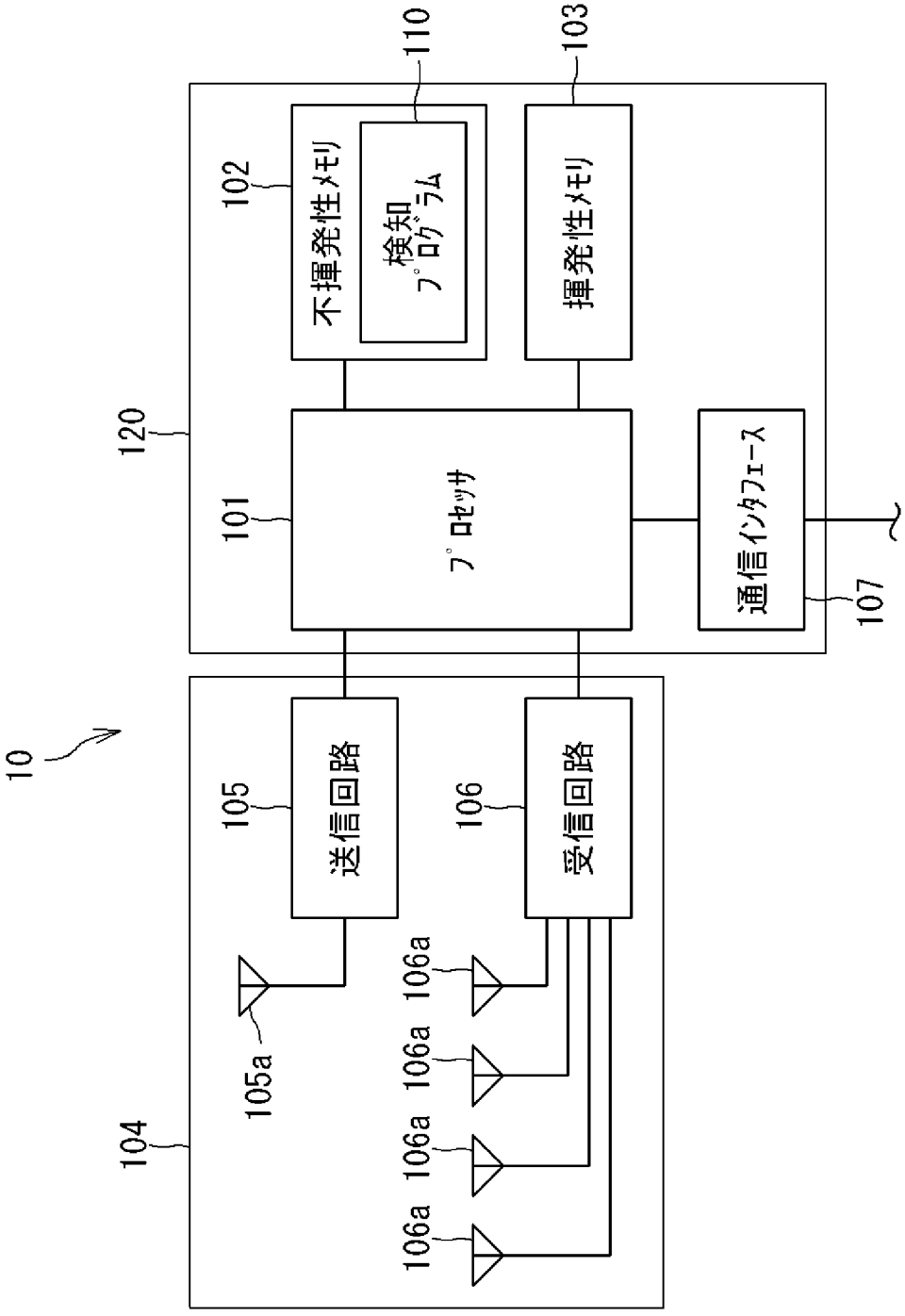
[図1]
図 1



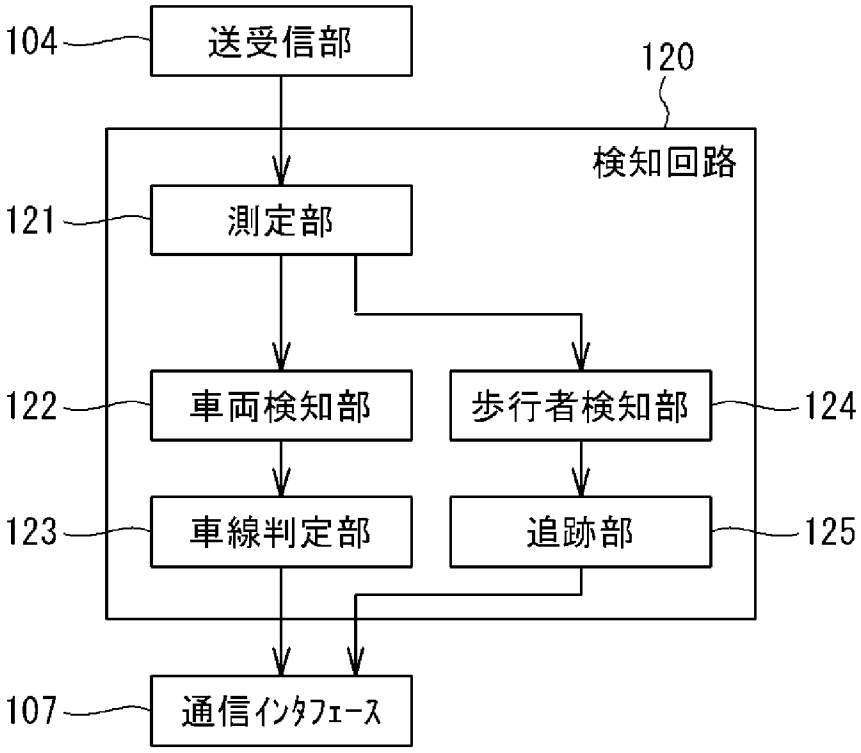
[図2]
図２



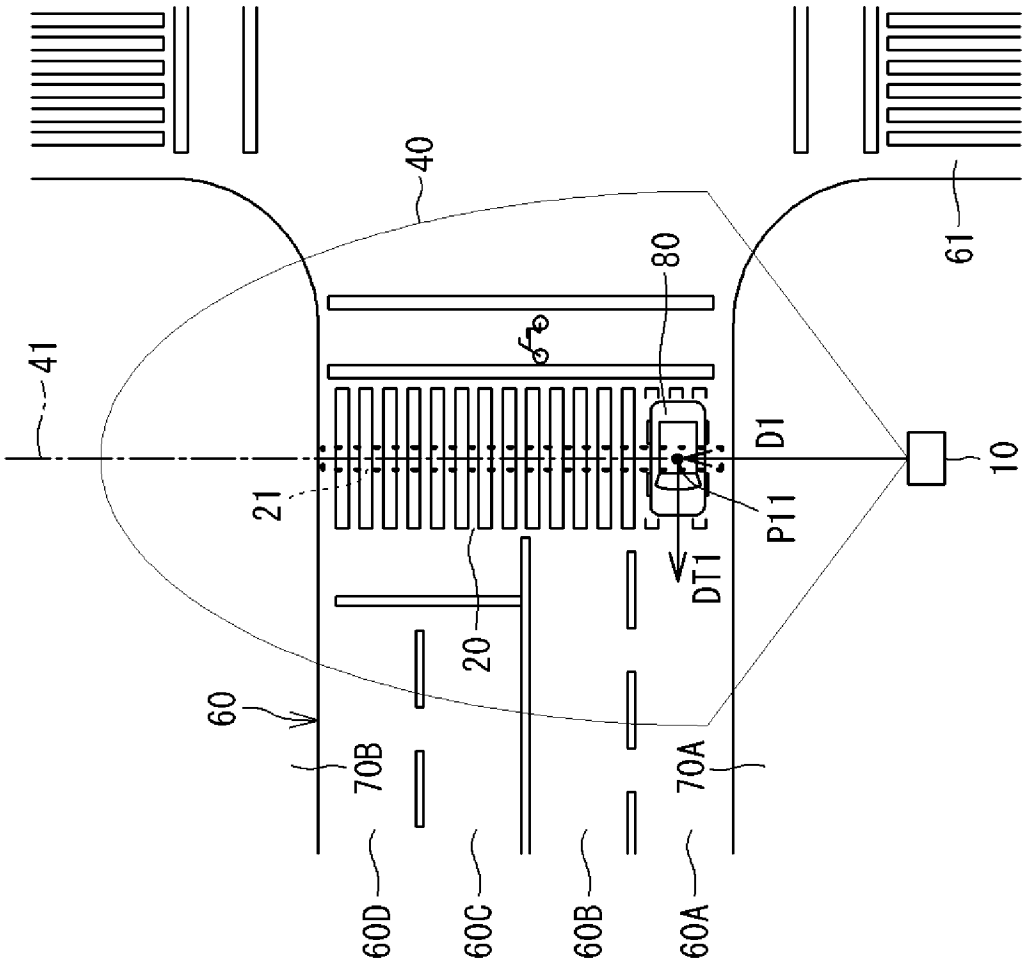
[図3]
図３


10
104
120
101
プロセッサ
102
不揮発性メモリ
検知プログラム
110
揮発性メモリ
103
通信インタフェース
107
105
送信回路
106
受信回路
105a
106a
106a
106a
106a

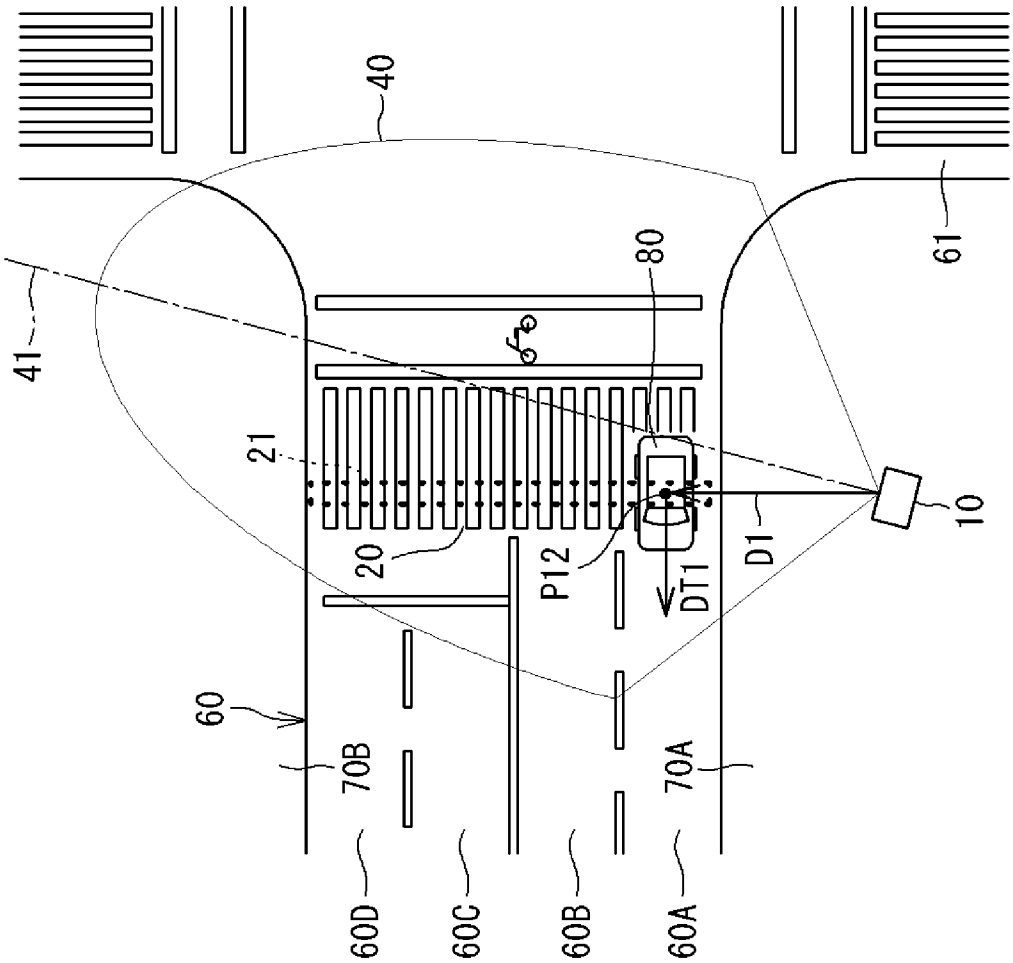
[図4]
図４


104
送受信部
120
検知回路
121
測定部
122
車両検知部
歩行者検知部
124
123
車線判定部
追跡部
125
107
通信ｲﾝﾀﾌｪｰｽ

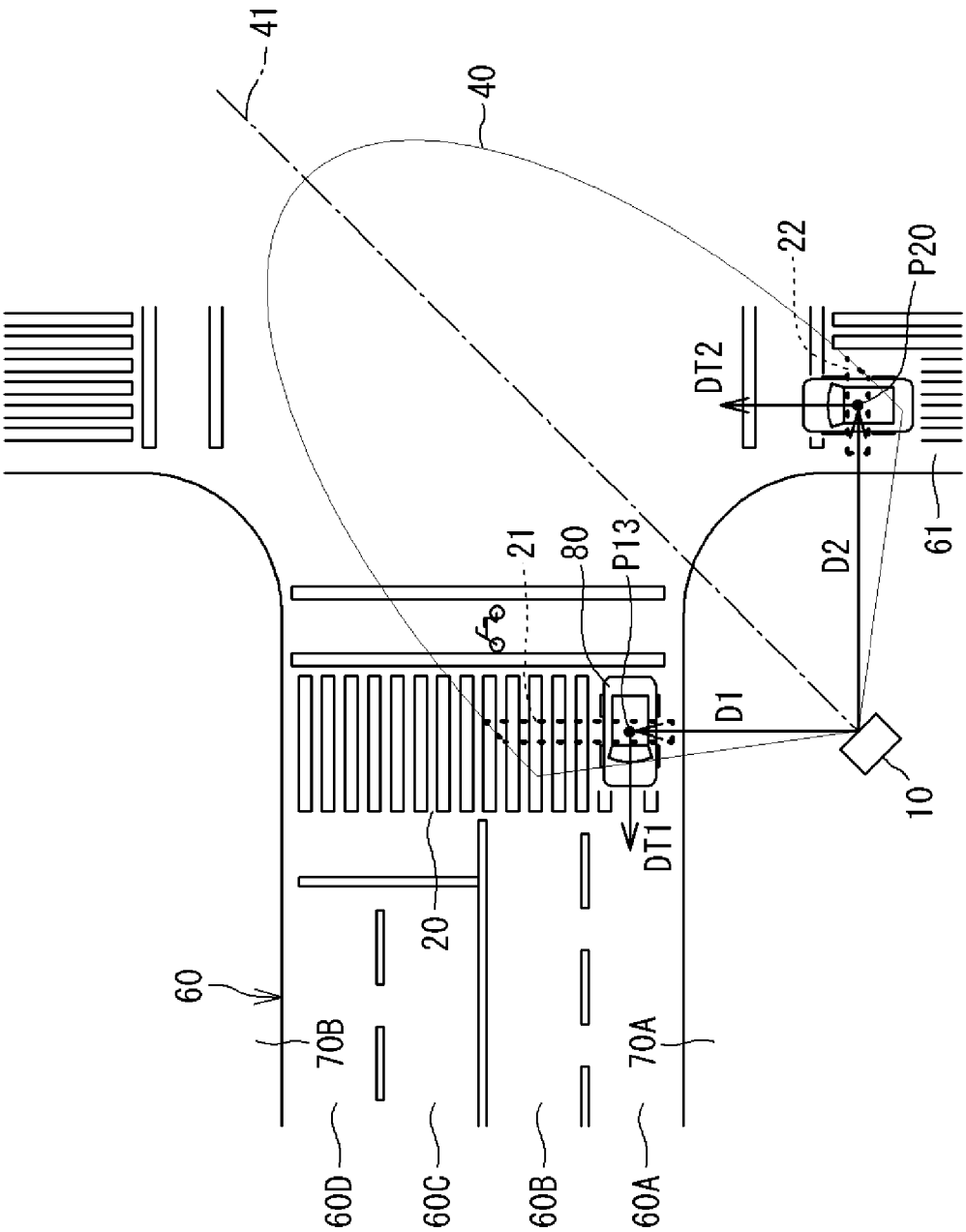
[図5A]
図５Ａ



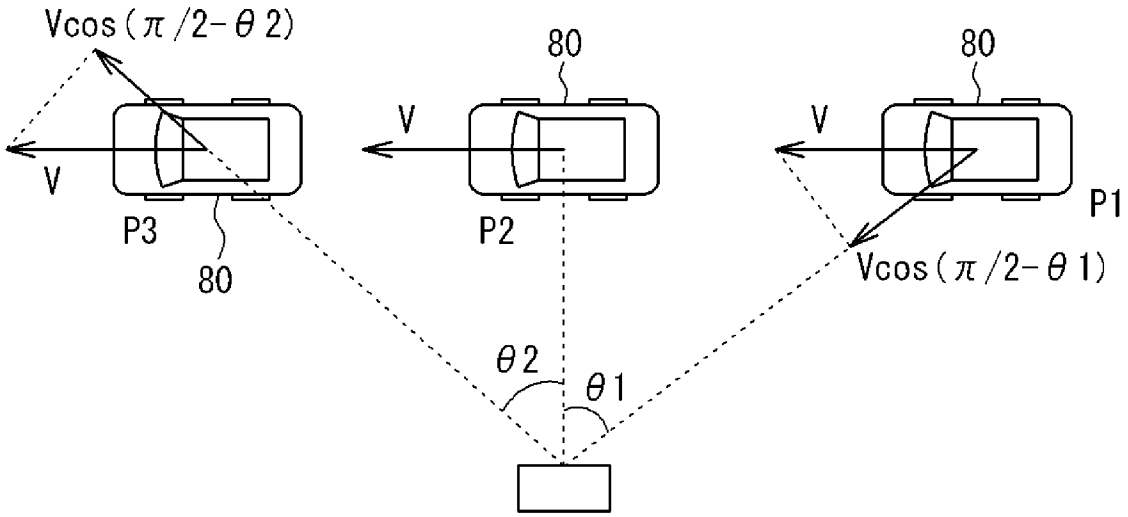
[図5B]
図５Ｂ



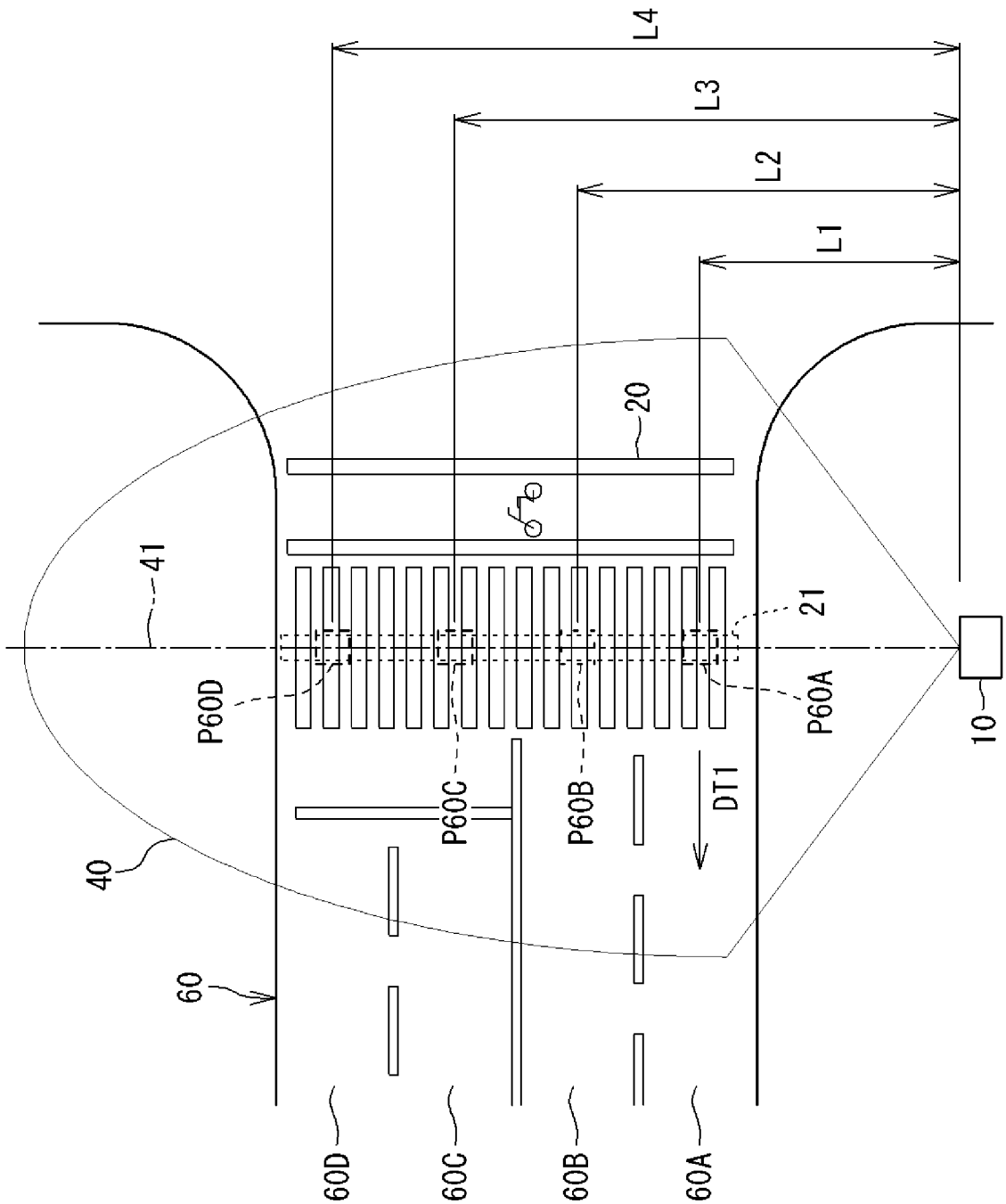
[図5C]
図５Ｃ


41
40
22
P20
DT2
61
D2
21
80
P13
D1
10
DT1
20
60
70B
70A
60D
60C
60B
60A

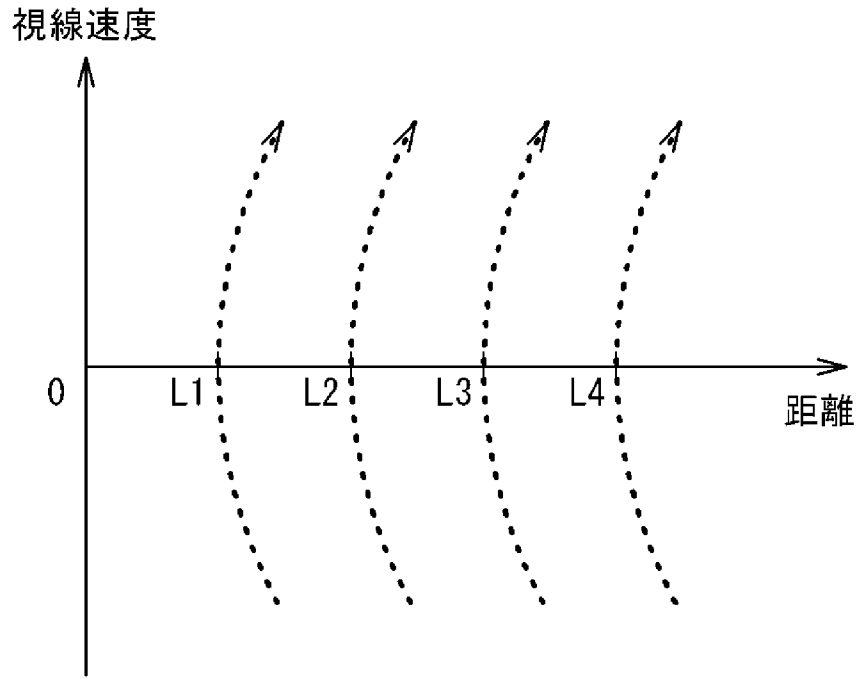
[図6]
図６



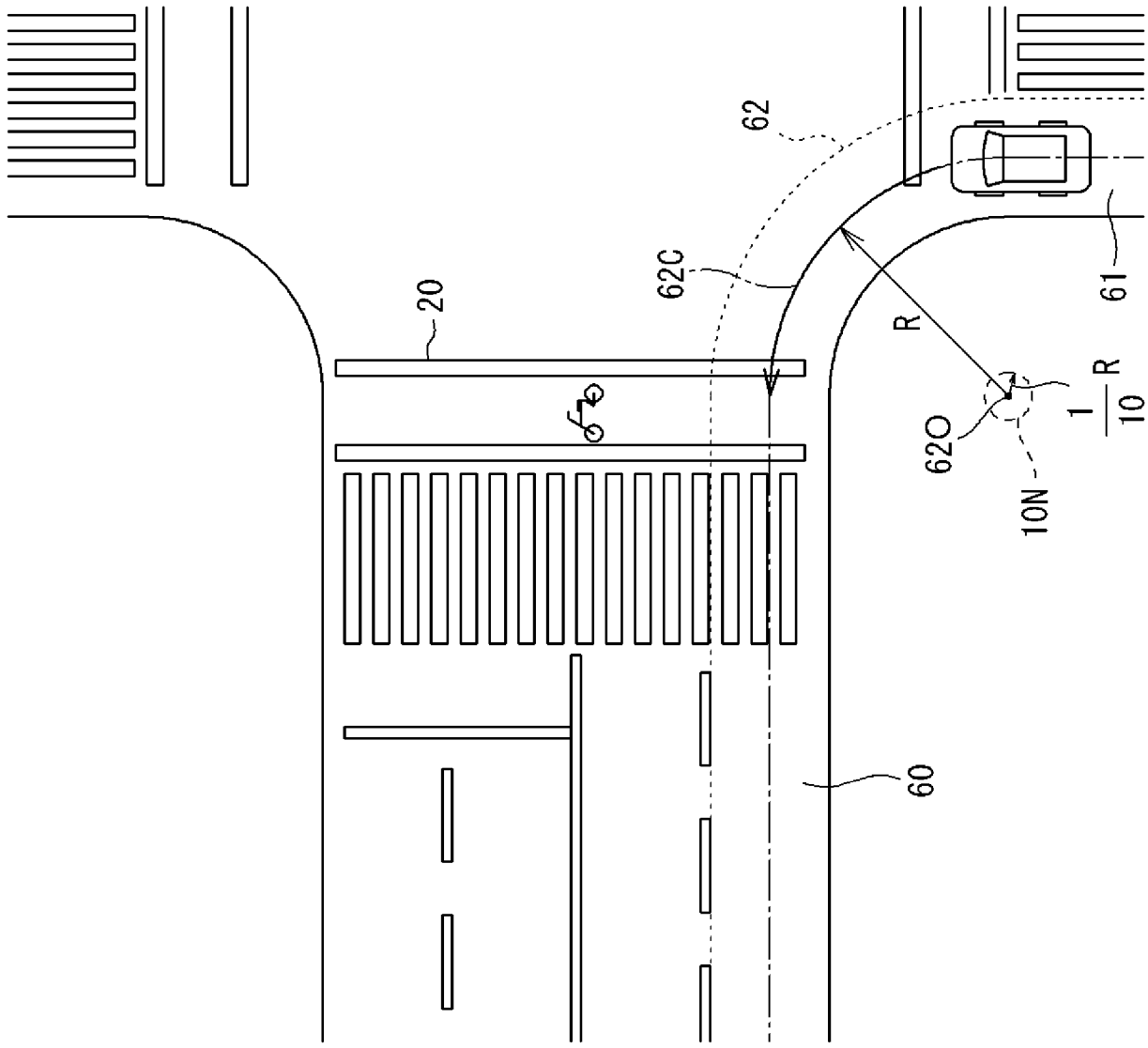
[図7]
図 7


L4
L3
L2
L1
20
θ
41
21
P60D
P60A
10
P60C
P60B
DT1
40
60
60D
60C
60B
60A

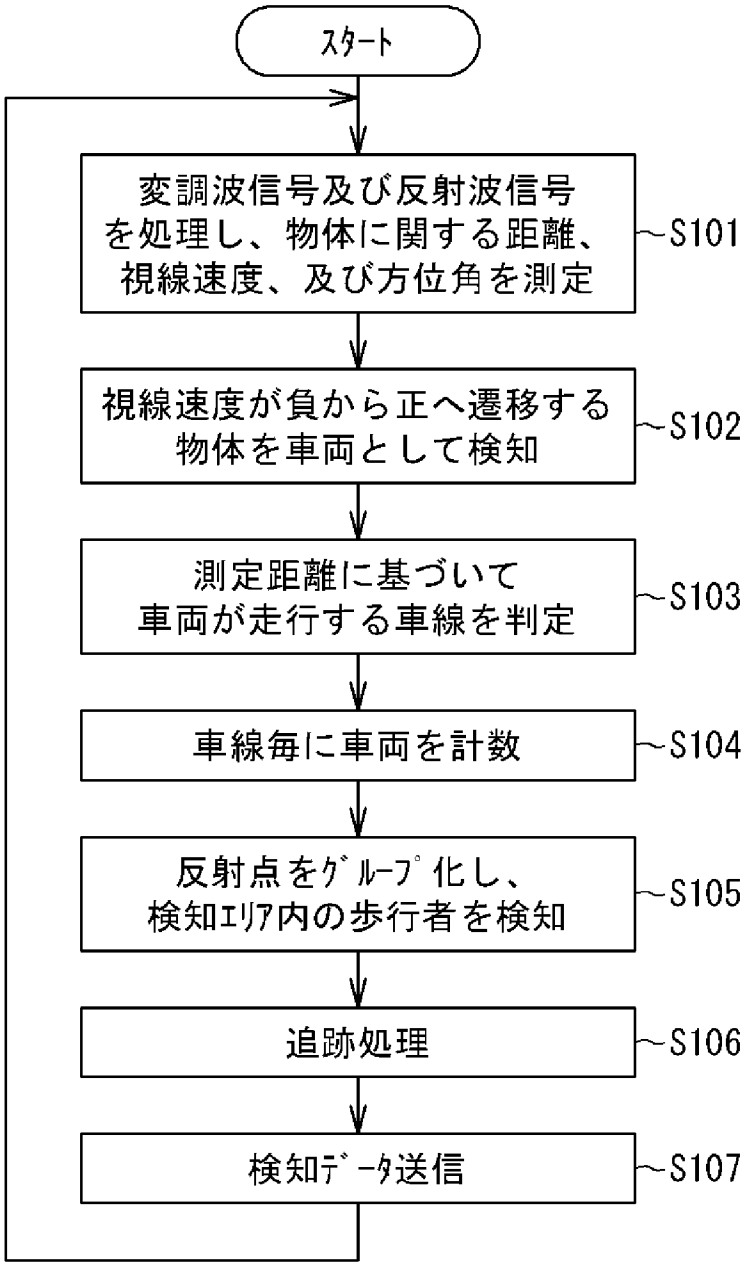
[図8]
図８



[図9]
図９



[図10]
図１０


ｽﾀｰﾄ
変調波信号及び反射波信号
を処理し、物体に関する距離、
視線速度、及び方位角を測定
S101
視線速度が負から正へ遷移する
物体を車両として検知
S102
測定距離に基づいて
車両が走行する車線を判定
S103
車線毎に車両を計数
S104
反射点をｸﾞﾙｰﾌﾟ化し、
検知ｴﾘｱ内の歩行者を検知
S105
追跡処理
S106
検知ﾃﾞｰﾀ送信
S107

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/016343

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S 13/91(2006.01)i; ***G01S 13/58***(2006.01)i; ***G08G 1/01***(2006.01)i
FI: G01S13/91; G08G1/01 K; G01S13/58 200

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)

G01S7/00 - 7/42, 13/00 - 13/95; G08G1/00 - 99/00

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 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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	JP 2015-224935 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 14 December 2015 (2015-12-14) paragraphs [0083]-[0086], [0090]-[0093], [0124], [0166], [0167], [0246], [0256], [0262], [0263], fig. 1-3	1-10
A	KR 10-1750008 B1 (HANDO MACHINERY CO., LTD.) 16 June 2017 (2017-06-16) entire text, all drawings	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
"D" document cited by the applicant in the international application
"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	Date of mailing of the international search report
31 May 2024	**11 June 2024**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/016343

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2015-224935 A	14 December 2015	(Family: none)	
KR 10-1750008 B1	16 June 2017	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/016343

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G01S 13/91(2006.01)i; G01S 13/58(2006.01)i; G08G 1/01(2006.01)i
FI: G01S13/91; G08G1/01 K; G01S13/58 200

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））

G01S7/00 - 7/42, 13/00 - 13/95; G08G1/00 - 99/00

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	１９７１－２０２４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２４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 2015-224935 A (住友電気工業株式会社) 14.12.2015 (2015-12-14) [0083]-[0086],[0090]-[0093],[0124],[0166],[0167],[0246],[0256],[0262].[0263],[図1]-[図3]	1-10
A	KR 10-1750008 B1 (HANDO MACHINERY CO., LTD.) 16.06.2017 (2017-06-16) 全文全図	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
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
31.05.2024	11.06.2024

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
藤脇　昌也 2M 4013
電話番号 03-3581-1101 内線 3216

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2024/016343

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2015-224935 A	14.12.2015	（ファミリーなし）	
KR 10-1750008 B1	16.06.2017	（ファミリーなし）	