(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 4 月 28 日(28.04.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/063687 A1

(51) 国際特許分類:
G08G 1/16 (2006.01) *B60W 40/04* (2006.01)
B60R 21/00 (2006.01) *G01S 13/93* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/077487

(22) 国際出願日: 2015 年 9 月 29 日(29.09.2015)

(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 2014-217277 2014 年 10 月 24 日(24.10.2014) JP

(71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 Aichi (JP).

(72) 発明者: 清水 直継 (SHIMIZU, Naotsugu); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 鈴木 幸一郎 (SUZUKI, Koichiro); 〒1500002 東京都渋谷区渋谷２－１５－１ 渋谷クロスタワー２８Ｆ 株式会社デンソーアイティーラボラトリ内 Tokyo (JP).

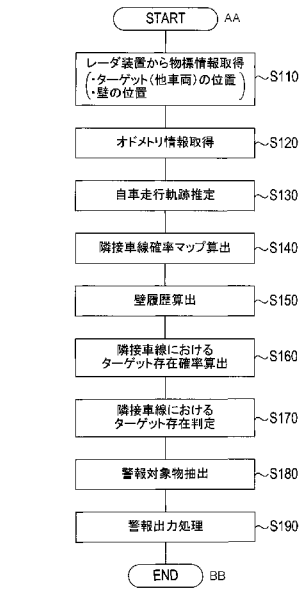
(74) 代理人: 菊地 保宏 (KIKUCHI, Yasuhiro); 〒1600003 東京都新宿区本塩町１８番地４ ＭＹＫ四ツ谷 ２階 よつや国際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,

[続葉有]

(54) **Title**: ADJACENT LANE MONITORING DEVICE

(54) 発明の名称 : 隣接車線監視装置



S110 Acquire target information from radar device
- Position of target (other vehicle)
- Position of wall
S120 Acquire odometry information
S130 Estimate traveling path of host vehicle
S140 Calculate adjacent lane probability map
S150 Calculate wall history
S160 Calculate probability of presence of target in adjacent lanes
S170 Determine presence of target in adjacent lanes
S180 Extract dangerous object
S190 Output alarm
AA START
BB END

(57) **Abstract**: In this adjacent lane monitoring device (1), a traveling path calculation unit (102, S130) calculates a host vehicle traveling path on the basis of odometry information, and an adjacent lane estimation unit (103, S140) estimates an adjacent lane area on the basis of the host vehicle traveling path. A vehicle determination unit (106, S170) determines whether or not a target (another vehicle) is in the adjacent lane on the basis of the position of the target detected by a vehicle detection unit (3) and the estimated adjacent lane area.

(57) 要約: 隣接車線監視装置（１）において、走行軌跡算出部（１０２、Ｓ１３０）は、オドメトリ情報に基づいて自車走行軌跡を算出し、隣接車線推定部（１０３、Ｓ１４０）は、その自車走行軌跡に基づいて、隣接車線領域を推定する。他車判断部（１０６、Ｓ１７０）は、他車検出部（３）により検出されたターゲット（他車両）の位置と、推定した隣接車線領域とに基づいて、ターゲットが隣接車線内に存在しているか否かを判断する。

WO 2016/063687 A1

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 隣接車線監視装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、２０１４年１０月２４日に出願された日本出願番号２０１４－２１７２７７号に基づくもので、ここにその記載内容を援用する。

技術分野

[0002] 本発明は、自車両が存在している車線とは異なる車線における他車両の存在を監視する隣接車線監視装置に関する。

背景技術

[0003] 走行路に対する自車位置を検出する技術が種々提案されている。特許文献１には、ＧＰＳ装置やカメラなどの外界観測用のセンサを用いず、車速やヨー角、操舵角などの自車両のオドメトリ情報を用いて、走行路に対する自車位置を推定する技術が記載されている。走行路に対する自車位置を推定できれば、例えば車線逸脱警報システムや車線維持システムなどの、走行の安全性を高めるための各種システムに利用できる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１３－１５９２４６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ドライバーの安全運転をより高いレベルでアシストするためには、自車位置だけでなく、走行路に対する他車の位置も推定できると便利である。例えば、自車両が車線変更する際に、変更しようとしている隣接車線の後ろ側方に他の車両が走行しているかどうかを検出できると便利である。

[0006] 他車両の検知技術に関しては、例えば、車両後方にレーダ装置を設け、レーダにより他車両の存在（自車両を基準とした他車両の方向及び距離）を検出する技術は既に実用化されている。しかし、レーダ装置を用いた他車両の

検出技術では、他車両が、自車両の走行車線の隣接車線を走行しているのか否かといったことまで検出することは困難である。

[0007] 本発明は、上記課題に鑑みなされたものであり、自車両が走行している車線の隣の車線に他車両が存在しているか否かを適切に推定できる隣接車線監視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

[0008] 本発明の一態様による、車両に搭載される隣接車線監視装置は、他車検出部と、オドメトリ取得部と、走行軌跡算出部と、隣接車線推定部と、他車判断部とを備える。

[0009] 他車検出部は、当該隣接車線監視装置が搭載された車両である自車両に対する、その自車両の周囲に存在する他車両の位置を示す他車位置情報を検出する。オドメトリ取得部は、自車両の動作状態を示すオドメトリ情報を取得する。走行軌跡算出部は、オドメトリ取得部により取得されたオドメトリ情報に基づいて自車両の走行軌跡である自車走行軌跡を算出する。隣接車線推定部は、走行軌跡算出部により算出された自車走行軌跡に基づいて、自車両が存在している車線とは別の車線である隣接車線が存在する隣接車線領域を推定する。他車判断部は、他車検出部により検出された他車位置情報と隣接車線推定部により推定された隣接車線領域とに基づいて、他車両が隣接車線内に存在しているか否かを判断する。

[0010] 上記構成の隣接車線監視装置では、オドメトリ情報に基づいて自車走行軌跡が算出され、その自車走行軌跡に基づいて隣接車線領域が推定される。一方、他車検出部によって他車位置情報も検出される。そして、隣接車線領域と他車位置情報とに基づいて、他車両が隣接車線内に存在しているか否かが判断される。

[0011] 従って、上記構成の隣接車線監視装置によれば、自車両が走行している車線の隣の車線に他車両が存在しているか否かを適切に推定することができる。

本発明の上述およびその他の目的、特徴、および利点は、好ましい実施形

態に関する以下の詳細な説明を添付の図面と共に読めば、容易に明らかになり、十分に理解できるであろう。

図面の簡単な説明

[0012] [図1A]本発明の実施形態による車載システムの構成を示すブロック図である。

[図1B]運転支援ＥＣＵにおける制御ユニットの機能ブロック図である。

[図2]隣接車線監視処理のフローチャートである。

[図3]自車走行軌跡の推定方法を説明するための説明図である。

[図4]隣接車線確率マップの算出方法の概要を説明するための説明図である。

[図5]隣接車線の確率分布を説明するための説明図である。

[図6]隣接車線確率マップの具体例を示す説明図である。

[図7]壁履歴の算出方法を説明するための説明図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本発明の実施形態を、添付図面を参照しながら、より詳細に説明する。しかし、本発明は、多くの異なる形態で実施されてもよく、本明細書で説明される実施形態に限定されると解釈されるべきではない。むしろ、これらの実施形態は、この発明の開示を徹底的でかつ完全にし、本発明の範囲を当業者に完全に伝えるために、提供される。尚、類似の符号は、図面全体にわたって類似の構成要素を示す。

[0014] （１）車載システムの構成

図１Ａに示す本実施例の車載システム１は、運転支援ＥＣＵ２と、レーダシステム３と、警報装置４と、他の制御システム５とを備える。この車載システム１は、本実施形態では、４輪自動車である車両７１（図７参照）に搭載されている。なお、車載システム１が搭載された車両７１を、以下、「自車両」ともいう。

[0015] レーダシステム３は、複数のレーダ装置２１，２２・・・を備える。本実施形態では、レーダ装置として、少なくとも、車両７１の後部右側面に設置された右後側レーダ装置２１と、車両７１の後部左側面に設置された左後側

レーダ装置２２とを備える。右後側レーダ装置２１は、車両７１の右側（右後ろ側も含む）に存在している物体に関する情報を取得する。左後側レーダ装置２２は、車両７１の左側（左後ろ側も含む）に存在している物体に関する情報を取得する。なお、１つのレーダ装置を用いて車両７１の後方全体（左後ろ及び左後ろ側の所定領域を含む）の物標情報を取得可能である場合は、上記２つのレーダ装置２１，２２に代えてその１つのレーダ装置を用いてもよい。

[0016] レーダシステム３を構成する複数のレーダ装置２１，２２・・・は、いずれも、基本的には同じ構成・機能を有している。そのため、以下の説明では、代表として、右後側レーダ装置２１を対象として説明する。

[0017] 右後側レーダ装置２１は、レーダ波を発射して、その反射波を受信し、その受信信号に基づいて、レーダ波を反射した物体である物標に関する物標情報を演算して、運転支援ＥＣＵ２に入力する。右後側レーダ装置２１が演算する物標情報としては、自車両７１から物標までの距離Ｄ、自車両７１に対する物標の相対速度Ｖ、及び、自車両７１を基準とした物標の方位角φがある。

[0018] なお、レーダ装置において採用される物標の検知方式は、例えばＦＭＣＷ方式や二周波ＣＷ方式など、種々の検知方式が知られているが、本実施形態の右後側レーダ装置２１は、一例として、ＦＭＣＷ方式のいわゆる「ミリ波レーダ」として構成されているものとして説明する。

[0019] ＦＭＣＷ方式のミリ波レーダにおける物標の検知方法はよく知られているため、ここではその概要のみ簡単に説明する。右後側レーダ装置２１では、三角波形状の送信信号がレーダ波として送信アンテナから放射される。具体的に、送信信号は、周波数が漸増していく一定の上り期間と、その上り期間の終了時（周波数が最大のタイミング）から周波数が漸減していく一定の下り期間とを１周期として、これが周期的に繰り返される。なお、送信信号は、分配器にて主に２系統に分配され、一方は送信アンテナに伝送されてレーダ波といて放射され、他方はローカル信号として受信信号の処理に用いられ

る。

[0020] 送信アンテナから放射されて物標に反射して戻ってきた反射波は、複数の受信アンテナにて受信される。各受信アンテナで受信された受信信号には、それぞれ、ローカル信号が混合され、これにより、受信アンテナ毎にビート信号が生成される。信号処理回路が、各ビート信号に基づき、既知の信号処理方法を用いて物標情報Ｄ，Ｖ，φ演算する。右後側レーダ装置２１は、このようにして演算した物標情報Ｄ，Ｖ，φを、運転支援ＥＣＵ２へ出力する。

[0021] 他の制御システム５は、車両７１に搭載されている、運転支援ＥＣＵ２以外の他の複数のＥＣＵを包含したものである。つまり、本実施形態では、説明の簡素化のため、運転支援ＥＣＵ２以外の他の複数のＥＣＵをまとめて、他の制御システム５と称している。

[0022] 運転支援ＥＣＵ２は、他の制御システム５と、ネットワーク６を介してデータ通信可能に接続されている。ネットワーク６は、本実施形態では、車載ネットワークとして周知のＣＡＮである。

[0023] ネットワーク６には、他の制御システム５から定期的に各種のオドメトリ情報が送出されている。運転支援ＥＣＵ２は、ネットワーク６に定期送出されるオドメトリ情報を取得することができる。ネットワーク６に定期送出されるオドメトリ情報には、車両７１の速度（以下「車速」という）ｖ、車両７１のヨーレートω、車両７１の舵角、車両７１の旋回半径Ｒ、などが含まれる。

[0024] 車速ｖについては、不図示の車速センサからの検出信号に基づいて他の制御システム５が車速ｖを演算し、その演算結果（車速データ）が定期的にネットワーク６に送出される。ヨーレートωについては、不図示のヨーレートセンサからの検出信号に基づいて他の制御システム５がヨーレートωを演算し、その演算結果（ヨーレートデータ）が定期的にネットワーク６に送出される。舵角については、不図示の舵角センサからの検出信号に基づいて他の制御システム５が舵角（ステアリングの操舵量）を演算し、その演算結果（

舵角データ）が定期的にネットワーク６に送出される。旋回半径Ｒについては、他の制御システム５が舵角に基づく所定のＲ演算方法にて演算し、その演算結果（Ｒデータ）が定期的にネットワーク６に送出される。Ｒ演算方法は種々考えられ、例えば、舵角と旋回半径Ｒとの対応関係をテーブル化しておいてそのテーブルを用いて演算する方法が考えられる。なお、旋回半径Ｒは、運転支援ＥＣＵ２が、ネットワーク６経由で取得した舵角に基づいてテーブルを用いて演算するようにしてもよい。

[0025] 運転支援ＥＣＵ２は、制御ユニット１０と、入力ユニット１６と、ネットワークインタフェース（以下「ネットワークＩ／Ｆ」と略す）１７とを備える。入力ユニット１６は、レーダシステム３を構成する各レーダ装置２１，２２・・・から入力される物標情報を制御ユニット１０へ出力する。ネットワークＩ／Ｆ１７は、制御ユニット１０がネットワーク６を介して他の制御システム５とデータ通信を行うための通信Ｉ／Ｆである。

[0026] 制御ユニット１０は、レーダシステム３を構成する各レーダ装置２１，２２・・・からそれぞれ入力ユニット１６を介して入力される、各レーダ装置２１，２２・・・ごとの物標情報Ｄ，Ｖ，φに基づく各種処理を行う。

[0027] また、制御ユニット１０は、隣接車線監視機能を備えている。隣接車線監視機能とは、自車両の走行車線に隣接する隣接車線を他車両が走行しているか否か判断し、他車両が走行していて且つその走行状態が特定の条件を満たしている場合に警報装置４を作動させて警報を出力させる機能である。この隣接車線監視機能の実現には、他の制御システム５からネットワーク６経由で取得されるオドメトリ情報や、レーダシステム３（主に右後側レーダ装置２１及び左後側レーダ装置２２）から取得される物標情報なども用いられる。

[0028] 制御ユニット１０は、各種プログラムに従う処理を実行するＣＰＵ１１と、これら各種プログラムを記憶するＲＯＭ１２と、ＣＰＵ１１による処理実行時に作業領域として使用されるＲＡＭ１３とを備える。ＲＯＭ１２としては、例えば、フラッシュメモリ等の電気的にデータ書換可能な不揮発性メモ

リを採用可能である。上述の隣接車線監視機能を実現するための隣接車線監視処理のプログラムは、ＲＯＭ１２に記憶されている。隣接車線監視機能は、ＣＰＵ１１が隣接車線監視処理プログラムを実行することにより実現される。

[0029] （２）隣接車線監視処理の概要

次に、制御ユニット１０が実行する隣接車線監視処理について、その概要を、図２を用いて説明する。なお、制御ユニットは、実際には、自車両の左右両側それぞれについて隣接車線を監視するのであるが、図２の隣接車線監視処理を説明するにあたっては、説明の簡素化のため、自車両の右側の隣接車線が監視対象であるものとして説明する。従って、以下に説明する、自車両の右側を対象とした隣接車線監視処理は、自車両の左側についても同様に行われる。

[0030] 制御ユニット１０のＣＰＵ１１は、起動後、ＲＯＭ１２から図２の隣接車線監視処理のプログラムを読み込み、所定の制御周期Ｔで繰り返し実行する。制御ユニット１０のＣＰＵ１１は、図２の隣接車線監視処理を開始すると、Ｓ１１０で、レーダ装置（ここでは右後側レーダ装置２１）から入力ユニット１６経由で物標情報を取得する。ここで取得する物標情報には、ターゲットである他車両の位置（自車両に対する相対位置）と、壁の位置が含まれる。なお、壁の位置とは、自車両の右側に、壁に相当する物標が検出された場合におけるその物標の位置（自車両に対する相対位置であり、例えば、自車両を原点としたときの座標）である。壁の位置を取得することで、制御周期毎に、自車両に対する壁の方向と距離Ｗを算出することができる。

[0031] Ｓ１２０では、他の制御システム５からネットワーク６経由でオドメトリ情報を取得する。ここで取得するオドメトリ情報には、既述の通り、少なくとも車速ｖ、ヨーレートω、舵角、旋回半径Ｒが含まれる。

[0032] Ｓ１３０では、自車走行軌跡を推定する。具体的には、制御周期Ｔの所定サイクル（例えばＮサイクル。Ｎは２以上の自然数。）前から現在までの、自車両の走行軌跡を推定する。本実施形態では、後述するように、現在位置

を基準とした、１サイクル前からＮサイクル前までの各制御タイミングにおける自車位置の推定値である自車推定位置を、Ｓ１２０で取得したオドメトリ情報（Ｎサイクル前までの各制御タイミングでの取得値）を用いて算出する。そして、現在位置と、算出した各サイクルの自車推定位置とを結んだ線を、自車走行軌跡として推定する。

[0033] なお、Ｓ１２０で取得される車速ｖやヨーレートωなどのオドメトリ情報には、車速センサやヨーレートセンサによる検出誤差やノイズ等の種々の要因で、誤差が含まれている。そのため、Ｓ１３０の処理では、Ｎサイクル前までの過去の制御タイミングでの各自車推定位置について、オドメトリ情報の誤差を考慮した、自車推定位置の推定存在範囲も算出する。推定存在範囲は、自車推定位置を基準とした誤差分散として表すことができる。さらに、その誤差分散を車線幅方向（即ち進行方向に垂直な方向）に射影することで、自車推定位置の車線幅方向の存在確率を、自車推定位置を中心とした所定の確率分布として表すことができる。

[0034] 本実施形態では、オドメトリ情報の誤差要因に起因する自車推定位置の誤差分散を、正規分布（ガウス分布）としてモデル化している。つまり、オドメトリ情報を用いて算出した自車推定位置の存在確率が、正規分布における確率の最も高いピーク値となり、自車推定位置から車線幅方向に離れるほど、正規分布に従って、存在確率が減少していく。

[0035] Ｓ１４０では、隣接車線確率マップを算出する。具体的には、Ｎサイクル前までの各自車推定位置毎に、隣接車線の位置（具体的には車線幅方向の両端位置）を規定する。そして、その規定した隣接車線の位置に、自車推定位置における誤差分散を射影して、隣接車線の確率分布を算出する。

[0036] 具体的に、隣接車線を区分する２つの車線区分線（隣接車線の両側の各車線区分線）の位置、即ち、自車両に近い側の車線区分線（内側区分線）の位置（内側区分位置）の推定値である内側推定区分位置と、自車両から遠い側の車線区分線（外側区分線）の位置（外側区分位置）の推定値である外側推定区分位置とを規定する。そして、各推定区分位置に対し、自車推定位置の

誤差分散をそのまま射影することで、各区分位置の、車線幅方向の確率分布を設定する。

[0037] つまり、内側区分位置については、内側推定区分位置が正規分布のピーク値となり、その内側推定区分位置から離れていくと、正規分布に従って、内側区分位置の存在確率は減少していく。外側区分位置についても、外側推定区分位置が正規分布のピーク値となり、その外側推定区分位置から離れていくと、正規分布に従って、外側区分位置の存在確率は減少していく。

[0038] そして、Ｎサイクル前までの各制御タイミングにおける、内側区分位置の存在確率が等しい点（例えば所定確率Ｐ０の点）を結ぶと共に、外側区分位置の存在確率が等しい点（内側と同じく所定確率Ｐ０の点）を結ぶことで、隣接車線確率マップを算出する。この隣接車線確率マップは、隣接車線が存在する確率がＰ０である領域を示すマップであり、換言すれば、その隣接車線確率マップで表される領域内にターゲットが存在している場合はそのターゲットが隣接車線に存在している確率がＰ０であることを示すマップであるとも言える。

[0039] Ｓ１５０では、壁履歴を算出する。具体的には、現在からＮサイクル前までの各制御タイミングにおいてＳ１１０で得られた壁の位置に基づいて、壁が存在している位置の軌跡である壁履歴を算出する。

[0040] Ｓ１６０では、隣接車線におけるターゲットの存在確率を算出する。具体的には、Ｓ１４０で算出した隣接車線確率マップに、Ｓ１５０で算出した壁履歴を加味して、ターゲットの存在確率分布を算出する。即ち、基本的には、隣接車線確率マップに従ってターゲットの存在確率を算出するのであるが、壁が存在している場合には、隣接車線確率マップにおける、その壁の外側の領域については、一律に、隣接車線の存在確率を０とし、その領域についてはターゲットの存在確率は０とする。

[0041] Ｓ１７０では、隣接車線におけるターゲットの存在の有無を判定する。具体的には、Ｓ１６０で算出したターゲット存在確率と、レーダ装置にて検出されたターゲットの位置情報に基づいて、ターゲットが隣接車線に存在して

いるか否かを判定する。例えば、ターゲット存在確率が７０％以上の領域にターゲットが存在している場合には、そのターゲットは隣接車線に存在していると判定する。逆に、ターゲット存在領域が７０％未満の領域にターゲットが存在している場合には、そのターゲットは隣接車線には存在していないと判定する。

[0042] また、後述する図５の例のように、隣接車線の存在確率をＰ１，Ｐ２，Ｐ３（Ｐ１＞Ｐ２＞Ｐ３）の三種類に分け、それによりターゲットの存在確率がＰ１の領域とＰ２の領域とＰ３の領域を有する場合には、例えば、存在確率がＰ１以上の領域にターゲットが存在している場合にターゲットが隣接車線に存在していると判定してもよい。

[0043] Ｓ１８０では、自車両に対して特定の状態にある警報対象物を抽出する。具体的には、Ｓ１７０で隣接車線にターゲットが存在していると判定した場合に、そのターゲットと自車両との位置関係を確認する。そして、両者の位置関係が所定の条件を満たしている場合に、そのターゲットを警報対象物として抽出する。所定の条件としては、例えば、自車両とターゲットとの距離である相対距離が所定距離以下であることや、相対距離の減少率が所定値の減少率閾値以上である（つまりターゲットが自車両に急接近している）こと、或いはこれら両者を共に満たしていること、などが挙げられる。

[0044] Ｓ１９０では、警報出力処理を実行する。具体的には、Ｓ１８０で警報対象物を抽出した場合に、特定の処理として、その警報対象物の存在を示す警報を警報装置４から出力させる。

[0045] （３）隣接車線監視処理の詳細

次に、図２を用いて説明した隣接車線監視処理の具体的な処理内容について、より詳しく説明する。

[0046] なお、以下の説明では、種々の数式を用いて各種処理の内容を説明するが、それら数式で用いられる、時刻（タイミング）ｔ、ヨーレートω（ｔ）、車速ｖ（ｔ）、姿勢角θ（ｔ）、姿勢角変化量Δθ（ｔ）、及び旋回半径Ｒを、次式（１）～（６）のように規定する。

[0047] [数1]

$$t=[0,-T,-2T,\cdots] \quad \cdots(1)$$

$$\omega(t)=[\omega(0),\omega(-T),\omega(-2T),\cdots] \quad \cdots(2)$$

$$v(t)=[v(0),v(-T),v(-2T),\cdots] \quad \cdots(3)$$

$$\theta(t)=[0,-\omega(0)T,-(\omega(0)+\omega(-T))T,\cdots] \quad \cdots(4)$$

$$\Delta\theta(t)=\omega(t)\cdot T \quad \cdots(5)$$

$$R(t)=v(t)/\omega(t) \quad \cdots(6)$$

なお、本実施形態では、既述の通り、Ｎサイクル前（つまりｔ＝－ＮＴ）までの過去の各制御タイミング毎の自車推定位置に基づいて各種の演算が行われる。また、旋回半径Ｒについては、ここでの説明では上記式（６）を用いて演算するものとして説明するが、本実施形態では、旋回半径Ｒは他の制御システム５からネットワーク６経由で取得することもできるため、その旋回半径Ｒを用いてもよい。

[0048] （３－１）自車走行軌跡推定（Ｓ１３０）について

Ｓ１３０では、制御タイミング毎に、現在の自車位置を基準（原点）として、Ｎサイクル前までの各制御タイミングでの自車推定位置ｘを、次式（７）で演算する。

[0049] [数2]

$$\mathbf{x}(-(n+1)T)=\mathbf{Rot}_{-\Delta\theta}\mathbf{x}(-nT)+(\mathbf{Rot}_{-\Delta\theta}-\mathbf{I})[R,0]^T \quad \cdots(7)$$

ただし、$\mathbf{x}(0)=\mathbf{0}$

即ち、図３に例示するように、時刻ｔ１の制御タイミングでは、そのときの自車両の現在位置（自車位置）を原点として、１サイクル前からＮサイクル前までの各制御タイミングでの自車推定位置を上記式（７）を用いて演算する。そして、演算された各自車推定位置を結んだ線が、自車走行軌跡３１となる。

[0050] さらに、演算した各自車推定位置毎に、オドメトリ情報の誤差を考慮した

、推定存在範囲（誤差分散）３１ａ，３１ｂ，３１ｃ，・・・を算出する。具体的に、まず、ヨーレートωの誤差分布、及び車速ｖの誤差分布を、それぞれ次式（８），（９）のように規定する。

[0051] [数3]

$$\tilde{\omega} \sim N(0, \sigma_{\omega}^2) \quad \cdots (8)$$

$$\tilde{v} \sim N(0, \sigma_{V}^2) \quad \cdots (9)$$

すると、姿勢角変化量Δθの推定値（誤差分散を考慮した値）は、次式（１０）のように表せる。

[0052] [数4]

$$\Delta\hat{\theta} = \hat{\omega}T = (\omega + \tilde{\omega})T \quad \cdots (10)$$

よって、上記式（７）中の右辺各項は、オドメトリ情報の誤差を考慮すると、それぞれ次式（１１）、（１２）のように表せる。

[0053] [数5]

$$(\mathbf{Rot}_{-\Delta\hat{\theta}} - \mathbf{I})[\hat{R}, 0]^T \cong \begin{bmatrix} 0 & \Delta\hat{\theta} \\ -\Delta\hat{\theta} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{v}T / \Delta\hat{\theta} \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ -\hat{v}T \end{bmatrix} \quad \cdots (11)$$

$$\mathbf{Rot}_{-\Delta\hat{\theta}}\hat{\mathbf{x}}(-nT) \cong \left(\mathbf{Rot}_{-\Delta\theta} - \Delta\tilde{\theta}\begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}\right)\left(\mathbf{x}(-nT) + \tilde{\mathbf{x}}(-nT)\right)$$

$$\cong \mathbf{Rot}_{-\Delta\theta}\mathbf{x}(-nT) + \mathbf{Rot}_{-\Delta\theta}\tilde{\mathbf{x}}(-nT) - \Delta\tilde{\theta}\begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}\mathbf{x}(-nT) \quad \cdots (12)$$

従って、１サイクル前からＮサイクル前までの各制御タイミングでの自車推定位置は、オドメトリ情報の誤差を考慮すると、次式（１３）のように表せる。

[0054]

[数6]

$$\hat{\mathbf{x}}(-(n+1)T) \cong \mathbf{x}(-(n+1)T) + \mathbf{Rot}_{-\Delta\theta}\tilde{\mathbf{x}}(-nT) - \Delta\tilde{\theta}\begin{bmatrix}0 & -1\\ 1 & 0\end{bmatrix}\mathbf{x}(-nT) + \begin{bmatrix}0\\ -\hat{v}T\end{bmatrix}$$

$$= \mathbf{x}(-(n+1)T) + \mathbf{Rot}_{-\Delta\theta}\tilde{\mathbf{x}}(-nT) + T\left[\begin{bmatrix}0\\ -\hat{v}\end{bmatrix} - \begin{bmatrix}0 & -1\\ 1 & 0\end{bmatrix}\mathbf{x}(-nT)\right]\begin{bmatrix}\tilde{v}\\ \tilde{\omega}\end{bmatrix}$$

$$= \mathbf{x}(-(n+1)T) + \mathbf{Rot}_{-\Delta\theta}\tilde{\mathbf{x}}(-nT) + [\mathbf{c}_{\tilde{v}}, \mathbf{c}_{\omega}][\tilde{v}, \tilde{\omega}]^T \quad \cdots(13)$$

ただし、 $[\mathbf{c}_{\tilde{v}}, \mathbf{c}_{\tilde{\omega}}] = T\left[\begin{bmatrix}0\\ -\hat{v}\end{bmatrix} - \begin{bmatrix}0 & -1\\ 1 & 0\end{bmatrix}\mathbf{x}(-nT)\right]$

よって、自車推定位置は、誤差分散を考慮すると、次式（１４）のような確率分布（本実施形態では正規分布）として表せる。

[0055] [数7]

$$\mathbf{x}(-(n+1)T) \sim N\left(\mathbf{x}(-(n+1)T), \mathbf{P}_{-(n+1)T}\right) \quad \cdots(14)$$

ただし、 $\mathbf{P}_{-(n+1)T} = \mathbf{Rot}_{-\Delta\hat{\theta}}\mathbf{P}_{-nT}\mathbf{Rot}^{T}{}_{-\Delta\hat{\theta}} + [\mathbf{c}_{\tilde{v}}, \mathbf{c}_{\tilde{\omega}}]diag([\sigma_v^2, \sigma_\omega^2])[\mathbf{c}_{\tilde{v}}, \mathbf{c}_{\tilde{\omega}}]^T$

このように、図３に例示する時刻ｔ１の制御タイミングでは、上記のように、Ｎサイクル前までの各制御タイミングでの自車推定位置とその誤差分散（確率分布）、及び自車走行軌跡３１を算出する。そして、Ｔ秒後の次の制御タイミングである時刻ｔ２になると、再び、そのときの自車両の現在位置を原点として、時刻ｔ１のときと全く同じように、Ｎサイクル前までの各制御タイミングでの自車推定位置とその誤差分散（確率分布）、及び自車走行軌跡３１を算出する。このようにして、制御タイミング毎に、自車推定位置とその誤差分散、及び自車走行軌跡を更新していく。

[0056] （３－２）隣接車線確率マップ算出（Ｓ１４０）について

Ｓ１４０では、隣接車線確率マップを算出する。ここではまず、図４（ａ）を用いて、ある制御タイミング（時刻ｔ＝０）より１サイクル前の時刻ｔ＝－Ｔでの自車推定位置に基づいて隣接車線を規定する方法について説明する。なお、本実施形態では、車線の幅が例えば３．５ｍであるものとして説

明する。

[0057] 図４（ａ）の上段に示すように、まず、時刻ｔ＝－Ｔでの自車推定位置に対し、その自車推定位置を通る直線であって、その自車推定位置から先の自車走行軌跡３１と直交する直線を、車幅方向ライン３６と規定する。そして、その車幅方向ライン３６上において、自車推定位置から所定距離（例えば車線幅の半分の１．７５ｍ）離れた位置を、内側推定区分位置４１とする。さらに、その内側推定区分位置４１から車幅分（３．５ｍ）離れた位置を外側推定区分位置４２とする。

[0058] これにより、１サイクル前から現在までの１サイクル分の隣接車線は、車幅方向ライン３６に垂直で内側推定区分位置４１を通る内側推定区分線４３と、車幅方向ライン３６に垂直で外側推定区分位置４２を通る外側推定区分線４４とによって挟まれた領域として推定できる。

[0059] 次に、図４（ａ）の中段に示すように、自車推定位置に対し、オドメトリ情報の誤差を考慮した、車線幅方向の自車確率分布３８を算出する。具体的には、自車推定位置の誤差分散（推定存在範囲）３１ａを車線幅方向に射影することで、自車確率分布３８を算出する。つまり、自車推定位置の、車線幅方向のぶれを推定する。

[0060] そして、図４（ａ）の下段に示すように、自車確率分布３８を、各推定区分位置４１，４２の確率分布でもあると仮定して、各推定区分位置４１，４２に対し、自車確率分布３８をそのまま当てはめる。具体的に、内側推定区分位置４１に対しては、その内側推定区分位置４１がピーク値となるように自車確率分布３８を当てはめる（換言すれば、自車確率分布３８を車線幅方向に平行移動させる）ことで、内側確率分布４６を算出する。また、外側推定区分位置４２に対しては、その外側推定区分位置４２がピーク値となるように自車確率分布３８を当てはめることで、外側確率分布４７を算出する。

[0061] なお、オドメトリ情報を検出するセンサの観測誤差などに起因して、確率値が前回（１サイクル前）の制御タイミングから急変してしまう可能性がある。そこで、本実施形態では、各自車推定位置毎に、その位置における確率

値を、その位置よりも過去の制御タイミングにおける確率値を用いてなますようにしている。

[0062] 具体的には、本実施形態では、１サイクル前の確率値を用いて、下記式（１５）を用いて、確率値の平滑化処理を行っている。下記式（１５）において、αは忘却係数である。

[0063] [数8]

$$\hat{P}(t)=(1-\alpha)\hat{P}(t-1)+\alpha P(t),\quad 0\le\alpha\le 1 \quad \cdots(15)$$

このように確率値の平滑化処理を行うことで、センサの観測誤差等に基づく確率値の急変の影響を抑制することができる。

[0064] なお、本実施形態では、内側確率分布４６のうち実際に意味のある分布領域（以後の演算で用いる領域）は、ピーク値から左側（自車走行軌跡３１側）の領域である。そのため、以下の説明で、内側確率分布４６というときは、ピーク値から左側の領域を示しているものとする。外側確率分布４７については、実際に意味のある分布領域（以後の演算で用いる領域）は、ピーク値から右側（自車走行軌跡３１側とは反対側）の領域である。そのため、以下の説明で、外側確率分布４７というときは、ピーク値から右側の領域を示しているものとする。

[0065] そして、内側推定区分位置４１の存在確率が特定の確率Ｐ１である内側特定分散位置５１と、外側推定区分位置４２の存在確率が確率Ｐ１である外側特定確率位置５６とを規定する。なお、内側特定分散位置５１は、存在確率が異なる複数の位置を規定してもよい。その場合、外側特定確率位置５６についても同様に複数の位置を規定してもよい。

[0066] ここまでの処理を、Ｎサイクル前までの各制御タイミングでの自車推定位置毎に、同じように行う。

そして、図４（ｂ）に示すように、Ｎサイクル前までの各制御タイミングにおける、存在確率が同じ確率Ｐ１である内側特定分散位置５１を結ぶことで、内側区分線マップ６１を算出する。同様に、Ｎサイクル前までの各制御

タイミングにおける、存在確率が同じ確率Ｐ１である外側特定確率位置５６を結ぶことで、外側区分線マップ６６を算出する。これにより、隣接車線確率マップが算出されたことになる。即ち、内側区分線マップ６１と外側区分線マップ６６とで挟まれた領域が、隣接車線の存在確率がＰ１である領域、即ち、存在確率がＰ１の隣接車線確率マップである。

[0067] 存在確率がＰ１の隣接車線確率マップが図４（ｂ）に例示するように算出された場合に、同図に例示するように、その隣接車線確率マップ中に、レーダ装置によって検出されたターゲット７３が存在している場合は、そのターゲットが隣接車線に存在している確率がＰ１以上であると判断できる。逆に、レーダ装置によって検出されたターゲットが確率Ｐ１の隣接車線確率マップの領域よりも外側に存在している場合は、そのターゲットが隣接車線に存在している確率はＰ１より低いと判断できる。

[0068] ここで、各推定区分位置４１，４２の存在確率を複数設定し、その複数の存在確率毎に各区分線マップを算出（ひいては隣接車線確率マップを算出）すれば、ターゲットが隣接車線に存在している確率をより細かい分解率で算出することができる。

[0069] 図５に、現在よりも数サイクル前の制御タイミングにおける、自車推定位置４０に対する隣接車線の確率分布を示す。図５に示すように、内側推定区分線４３については、その確率分布である内側確率分布４６が、内側推定区分位置４１を中心に設定されている。外側推定区分線４４についても、その確率分布である外側確率分布４７が、外側推定区分位置４２を中心に設定されている。

[0070] このような確率分布により、内側推定区分線４３の存在確率が最も高い位置は、当然ながら、内側推定区分位置４１である。そして、内側推定区分位置４１から離れるほど、内側推定区分線４３の存在確率は低くなる。本実施形態では、車幅方向ライン３６上に、確率分布における異なる３つの確率に対応した位置をそれぞれ規定する。具体的に、本実施形態では、正規分布における１σに相当する確率Ｐ１の位置を内側第１分散位置５１とし、正規分

布における２σに相当する確率Ｐ２の位置を内側第２分散位置５２とし、正規分布における３σに相当する確率Ｐ３の位置を内側第３分散位置５３としてそれぞれ規定する。なお、確率Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３の大小関係は、Ｐ１＞Ｐ２＞Ｐ３、である。

[0071] 外側推定区分線４４についても、その存在確率が最も高い位置は、当然ながら、外側推定区分位置４２である。そして、外側推定区分位置４２から離れるほど、外側推定区分線４４の存在確率は低くなる。そして、内側確率分布４６と同様、外側確率分布４７についても、車幅方向ライン３６上に、異なる３つの確率（内側確率分布４６における上記３つの確率と同じ）に対応した位置をそれぞれ規定する。具体的に、正規分布における１σに相当する確率Ｐ１の位置を外側第１分散位置５６とし、正規分布における２σに相当する確率Ｐ２の位置を外側第２分散位置５７とし、正規分布における３σに相当する確率Ｐ３の位置を外側第３分散位置５８としてそれぞれ規定する。

[0072] そして、図６に例示するように、現在からＮサイクル前までの各制御タイミングにおける内側第１分散位置５１をそれぞれ結んでいくことで、確率Ｐ１に対応した第１内側区分線マップ６１が算出される。また、現在からＮサイクル前までの各制御タイミングにおける内側第２分散位置５２をそれぞれ結んでいくことで、確率Ｐ２に対応した第２内側区分線マップ６２が算出される。また、現在からＮサイクル前までの各制御タイミングにおける内側第３分散位置５３をそれぞれ結んでいくことで、確率Ｐ３に対応した第３内側区分線マップ６３が算出される。

[0073] 外側区分線マップについても、現在からＮサイクル前までの各制御タイミングにおける外側第１分散位置５６をそれぞれ結んでいくことで、確率Ｐ１に対応した第１外側区分線マップ６６が算出される。また、現在からＮサイクル前までの各制御タイミングにおける外側第２分散位置５７をそれぞれ結んでいくことで、確率Ｐ２に対応した第２外側区分線マップ６７が算出される。また、現在からＮサイクル前までの各制御タイミングにおける外側第３分散位置５８をそれぞれ結んでいくことで、確率Ｐ３に対応した第３外側区

分線マップ６８が算出される。

[0074] そして、確率Ｐ１に対応した各区分線マップ６１，６６に挟まれた領域が、確率Ｐ１の隣接車線確率マップとなる。そして、レーダ装置で検出されたターゲットの位置がこの領域内にある場合には、そのターゲットが隣接車線に存在している確率がＰ１であると判断できる。

[0075] また、確率Ｐ２に対応した各区分線マップ６２，６７に挟まれた領域は、確率Ｐ２の隣接車線確率マップとなる。そして、レーダ装置で検出されたターゲットの位置がこの領域内にあって且つ確率Ｐ１の隣接車線確率マップの領域内にはない場合には、そのターゲットが隣接車線に存在している確率がＰ２であると判断できる。

[0076] また、確率Ｐ３に対応した各区分線マップ６３，６８に挟まれた領域は、確率Ｐ３の隣接車線確率マップとなる。そして、レーダ装置で検出されたターゲットの位置がこの領域内にあって且つ確率Ｐ１及びＰ２の各隣接車線確率マップの領域内のいずれにもない場合には、そのターゲットが隣接車線に存在している確率がＰ３であると判断できる。

[0077] 図６の例では、ターゲット７３が、確率Ｐ２の隣接車線確率マップの領域の外に位置していて且つ確率Ｐ３の隣接車線確率マップの領域内に位置している。そのため、この例では、ターゲット７３が隣接車線に存在している確率はＰ３であると判断できる。

[0078] ターゲット７３が隣接車線確率マップの領域内に存在しているか否かを判断する方法は種々考えられるが、簡易的な方法として、次の方法を採用できる。即ち、Ｎサイクル前までの各制御タイミング毎の各車幅方向ライン３６のうち、ターゲット７３の位置から最も近い車幅方向ライン３６を特定する。そして、図５に示すように、ターゲット７３からその特定した車幅方向ライン３６へ垂線を引き、車幅方向ライン３６におけるその垂線が交わる（直交する）位置であるターゲット相当位置６０を算出する。

[0079] そして、そのターゲット相当位置６０が、車幅方向ライン３６における各第１分散位置５１，５６の間（即ち確率Ｐ１に対応した隣接車線確率マップ

の領域内に対応）にある場合は、ターゲット７３が隣接車線に存在している確率がＰ１であると判断する。

[0080] 一方、ターゲット相当位置６０が、車幅方向ライン３６における各第２分散位置５２，５７の間（即ち確率Ｐ２に対応した隣接車線確率マップの領域内に対応）にあって且つ各第１分散位置５１，５６の間にはない場合は、ターゲット７３が隣接車線に存在している確率がＰ２であると判断する。また、ターゲット相当位置６０が、車幅方向ライン３６における各第３分散位置５３，５８の間（即ち確率Ｐ３に対応した隣接車線確率マップの領域内に対応）にあって且つ各第２分散位置５２，５７の間にはない場合は、ターゲット７３が隣接車線に存在している確率がＰ３であると判断する。

[0081] （３－３）壁履歴算出（Ｓ１５０）について

Ｓ１５０の壁履歴算出処理では、レーダ装置２１から得られた壁の位置に基づき、自車両（車両７１）とその真横の壁との距離を算出する。具体的には、図７に例示するように、１サイクル前の自車推定位置から現在の自車位置８０までの自車走行軌跡と直交する方向（車幅方向）に壁８１を検出した場合に、自車位置８０からその壁８１までの距離（自車走行軌跡と直交する方向の距離）Ｗ（０）を算出する。

[0082] なお、上記の壁８１の検出及びその壁８１までの距離Wの算出は、制御周期毎に行われる。そのため、制御ユニット１０には、少なくともＮサイクル前までの各制御タイミングでの、壁８１の有無、及び壁８１が検出された場合におけるその壁８１までの距離Wが、累積記憶されている。

[0083] そこで、現在の制御タイミングにおける自車位置８０、及び１サイクル前からＮサイクル前までの各制御タイミングにおける各自車推定位置４０を、それぞれ、その制御タイミングにおいて取得された壁８１の位置に基づいてその壁８１の方向へその壁８１までの距離Wだけオフセットさせることで、Ｎサイクル前から現在までの制御タイミング毎の壁８１の位置を算出する。そして、Ｎサイクル前から現在までの各制御タイミングでの壁８１の位置を結んだ線を、壁履歴８２（即ち、現在からＮサイクル前までの期間の壁の軌

跡）として算出する。

[0084] このようにして壁履歴８２が算出された場合は、その壁履歴８２よりも外側の領域については、隣接車線の存在確率は０と判断され、その領域内にターゲット７３が存在している場合はそのターゲット７３が隣接車線内に存在している確率は０と判断される。

[0085] ターゲット７３が壁履歴８２よりも外側の領域に存在しているか否かを判断する方法は種々考えられるが、簡易的な方法として、図５を用いて説明した、ターゲット７３が隣接車線確率マップの領域内に存在しているか否かを判断する際の簡易的方法と同じ方法を採用できる。

[0086] 即ち、図７に例示するように、Ｎサイクル前までの各制御タイミング毎の各車幅方向ライン３６のうち、ターゲット７３の位置から最も近い車幅方向ライン３６を特定する。そして、ターゲットからその特定した車幅方向ライン３６へ垂線を引き、車幅方向ライン３６におけるその垂線が交わる（直交する）ターゲット相当位置６０を算出する。

[0087] そして、そのターゲット相当位置６０が、車幅方向ライン３６における、壁履歴８２よりも外側にある場合は、ターゲット７３が隣接車線内に存在する確率は０と判断する。一方、ターゲット相当位置６０が、車幅方向ライン３６における、壁履歴８２よりも内側にある場合は、ターゲット７３が隣接車線内に存在する確率は、図４及び図５を用いて説明したように、隣接車線確率マップに従って算出する。

[0088] つまり、隣接車線におけるターゲット存在確率は、基本的には、図４及び図５を用いて説明したように隣接車線確率マップに基づいて定まるが、壁８１が検出されて壁履歴８２が算出された場合は、壁履歴８２の外側の領域については、隣接車線確率マップに関係なくターゲット存在確率は０として扱われる。

[0089] 上記実施形態において車載システム１は本発明でいう隣接車線監視装置に相当する。図１Ｂは、プロセッサ、ソフトウェア、またはこれらの組み合わせによって実現される制御ユニット１０の機能を表す機能ブロックを示して

いる。制御ユニット１０は、オドメトリ取得部１０１、走行軌跡算出部１０２、隣接車線推定部１０３、他車判断部１０６、特定処理部１０７、及び他車状態判断部１０８を有する。オドメトリ取得部１０１は、ステップＳ１２０の処理を実行する。走行軌跡算出部１０２は、ステップＳ１３０の処理を実行する。隣接車線推定部１０３は、ステップＳ１４０の処理を実行する。他車判断部１０６は、ステップＳ１６０～Ｓ１７０の処理を実行する。特定処理部１０７は、ステップＳ１９０の処理を実行する。他車状態判断部１０８は、ステップＳ１８０の処理を実行する。また、隣接車線推定部１０３は、ステップＳ１４０の処理の一部をそれぞれ実行する確率分布算出部１０４と領域推定部１０５とを含む。

[0090] （４）効果

以上説明した本実施形態の車載システム１によれば、走行軌跡算出部１０２において、オドメトリ取得部１０１によって取得されたオドメトリ情報に基づいて自車走行軌跡が算出され、隣接車線推定部１０３において、その自車走行軌跡に基づいて隣接車線の存在領域が算出される。一方、ターゲット（他車両）の位置は、他車検出部としてのレーダ装置３によって検知される。そして、他車判断部１０６において、ターゲットの位置と隣接車線の存在領域とに基づいて、他車両が隣接車線内に存在しているか否かが判断される。そのため、隣接車線に他車両が存在しているか否かを適切に推定することができる。

[0091] また、本実施形態では、制御タイミング毎に、現在の制御タイミングよりも１サイクル前の制御タイミングからＮサイクル前の制御タイミングまでの各制御タイミングにおける自車推定位置を推定する。そして、過去の各制御タイミング毎の自車推定位置に基づいて、自車走行軌跡を算出する。そのため、Ｎサイクル前から現在までの期間の自車走行軌跡を適切に算出することができる。

[0092] また、過去の各制御タイミング毎の各自車推定位置について、それぞれ、オドメトリ情報の誤差要因を考慮して、自車推定位置の誤差分散を算出する

。そして、その誤差分散を車線幅方向に射影することで、車線幅方向における自車推定位置の確率分布（自車確率分布）として算出する。

[0093] 一方、確率分布算出部１０４において、過去の各制御タイミング毎の各自車推定位置をそれぞれ車線幅方向にシフトすることで、隣接車線を区分する車線区分線の位置（内側推定区分位置４１及び外側推定区分位置４２）を算出する。そして、各推定区分位置４１，４２に対し、上記の自車確率分布をそのまま適用することで、各推定区分位置４１，４２の確率分布（内側確率分布４６及び外側確率分布４７）を算出する。これにより、過去の各制御タイミング毎に隣接車線の確率分布が算出される。そして、領域推定部１０５において、過去の各制御タイミング毎の隣接車線確率分布に基づいて、隣接車線確率マップ（隣接車線の存在確率が特定の確率である領域を示すマップ）が算出される。

[0094] つまり、隣接車線の存在領域は、オドメトリ情報の誤差を考慮して、確率分布に応じたマップとして算出される。そして、他車判断部１０６において、ターゲットが隣接車線に存在しているか否かは、隣接車線確率マップに基づいて、確率値として算出される。そのため、オドメトリ情報に誤差が含まれていても、ターゲットが隣接車線に存在している確率に基づき、ターゲットが隣接車線に存在しているか否かの最終的な確定判断を適切に行うことができる。

[0095] また、本実施形態では、ターゲットが隣接車線に存在していると判断した場合であっても、ターゲットと自車両との位置関係によっては、警報を出力しない。即ち、ターゲットが隣接車線に存在していると判断した場合に、さらに、ターゲットと自車両との位置関係が所定の条件を満たしている場合に、警報を出力する。そのため、適切なタイミング（必要なタイミング）で警報を出力させることができる。

[0096] （他の実施形態）

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されることなく、種々の形態を採り得る。

[0097] （１）上記実施形態では、ターゲットが隣接車線に存在している確率を、簡易的な方法で算出したが、他の方法を用いて算出してもよい。即ち、上記実施形態では、ターゲットの位置から最も近い車幅方向ライン３６へ垂線を引き、その垂線と車幅方向ライン３６との交点をターゲット相当位置６０として、隣接車線確率分布におけるそのターゲット相当位置６０の確率を、ターゲットの隣接車線存在確率として算出したが、この算出方法とは異なる方法でターゲットの隣接車線存在確率を算出するようにしてもよい。

[0098] （２）特定の１つの確率（例えばＰ１）に対応した隣接車線確率マップのみを算出して、その隣接車線確率マップに基づいて、ターゲットが隣接車線に存在しているか否かを判断するようにしてもよい。

[0099] （３）上記実施形態では、自車走行軌跡の算出に用いるオドメトリ情報として、車速ｖ、ヨーレートω、及び旋回半径Ｒを採用したが、これらはあくまでも一例であり、オドメトリ情報として何を採用するかについては適宜決めることができる。

[0100] （４）ターゲットが隣接車線に存在していると判断した場合は、ターゲットとの距離やターゲットとの距離の減少率にかかわらず警報を出力するようにしてもよい。

[0101] （５）その他、上記実施形態における１つの構成要素が有する機能を複数の構成要素として分散させたり、複数の構成要素が有する機能を１つの構成要素に統合させたりしてもよい。また、上記実施形態の構成の少なくとも一部を、同様の機能を有する公知の構成に置き換えてもよい。また、上記実施形態の構成の一部を省略してもよい。また、上記実施形態の構成の少なくとも一部を、他の上記実施形態の構成に対して付加又は置換してもよい。なお、特許請求の範囲に記載した文言のみによって特定される技術思想に含まれるあらゆる態様が本発明の実施形態である。

請求の範囲

[請求項1] 車両（７１）に搭載される隣接車線監視装置（１）であって、

当該隣接車線監視装置が搭載された前記車両である自車両に対する、その自車両の周囲に存在する他車両（７３）の位置を示す他車位置情報を検出する他車検出部（３）と、

前記自車両の動作状態を示すオドメトリ情報を取得するオドメトリ取得部（１０１、Ｓ１２０）と、

前記オドメトリ取得部（１０１、Ｓ１２０）により取得された前記オドメトリ情報に基づいて前記自車両の走行軌跡である自車走行軌跡（３１）を算出する走行軌跡算出部（１０２、Ｓ１３０）と、

前記走行軌跡算出部（１０２、Ｓ１３０）により算出された前記自車走行軌跡（３１）に基づいて、前記自車両が存在している車線とは別の車線である隣接車線が存在する隣接車線領域を推定する隣接車線推定部（１０３、Ｓ１４０）と、

前記他車検出部（３）により検出された他車位置情報と前記隣接車線推定部（１０３、Ｓ１４０）により推定された前記隣接車線領域とに基づいて、前記他車両が前記隣接車線内に存在しているか否かを判断する他車判断部（１０６、Ｓ１６０～Ｓ１７０）と、

を備えることを特徴とする隣接車線監視装置（１）。

[請求項2] 請求項１に記載の隣接車線監視装置（１）であって、

前記隣接車線推定部（１０３、Ｓ１４０）は、

前記オドメトリ取得部（１０１、Ｓ１２０）により取得された前記オドメトリ情報が有する誤差要因に基づいて、前記隣接車線領域の存在確率の分布を示す隣接車線確率分布（４６，４７）を算出する確率分布算出部（１０４、Ｓ１４０）と、

前記確率分布算出部（１０４、Ｓ１４０）により算出された前記隣接車線確率分布に基づき、特定の少なくとも１つの確率値を対象として、前記確率値毎に、前記隣接車線領域の存在確率がその確率値であ

る領域をその確率値に対応した前記隣接車線領域として推定する領域推定部（１０５、Ｓ１４０）と、

を有し、

前記他車判断部（１０６、Ｓ１６０～Ｓ１７０）は、前記他車検出部（３）により検出された他車位置情報が示す前記他車両の位置が、前記領域推定部（１０５、Ｓ１４０）により推定された前記確率値毎の前記隣接車線領域のうちどの領域内に存在しているかを判断し、その判断結果に基づいて、前記他車両が前記隣接車線内に存在しているか否かを判断する

ことを特徴とする隣接車線監視装置（１）。

[請求項3] 請求項２に記載の隣接車線監視装置（１）であって、

前記確率分布算出部（１０４、Ｓ１４０）は、前記隣接車線の車線幅方向に対して、その車線幅方向における前記隣接車線確率分布を算出する

ことを特徴とする隣接車線監視装置（１）。

[請求項4] 請求項３に記載の隣接車線監視装置（１）であって、

前記確率分布算出部（１０４、Ｓ１４０）は、前記隣接車線確率分布を、正規分布に従った確率分布として算出する

ことを特徴とする隣接車線監視装置（１）。

[請求項5] 請求項１～請求項４の何れか１項に記載の隣接車線監視装置（１）であって、

前記走行軌跡算出部（１０２、Ｓ１３０）は、所定の制御周期の制御タイミング毎に、現在の前記自車両の位置を基準とした、所定周期前の前記制御タイミングから前回の制御タイミングまでの過去の各制御タイミングにおける前記自車両の位置である過去位置を算出し、その算出した過去位置と現在の位置とに基づいて前記自車走行軌跡を算出する

ことを特徴とする隣接車線監視装置（１）。

[請求項6] 請求項１～請求項５の何れか１項に記載の隣接車線監視装置（１）であって、

前記他車判断部（１０６、Ｓ１６０～Ｓ１７０）により前記他車両が前記隣接車線内に存在していると判断された場合に特定の処理を行う特定処理部（１０７、Ｓ１９０）を備える

ことを特徴とする隣接車線監視装置（１）。

[請求項7] 請求項６に記載の隣接車線監視装置（１）であって、

前記他車判断部（１０６、Ｓ１６０～Ｓ１７０）により前記他車両が前記隣接車線内に存在していると判断された場合に、前記他車両が前記自車両に対して特定の状態にあるか否かを判断する他車状態判断部（１０８、Ｓ１８０）を備え、

前記特定処理部（１０７、Ｓ１９０）は、前記他車判断部により前記他車両が前記隣接車線内に存在していると判断された場合であって、且つ前記他車状態判断部により前記他車両が前記特定の状態にあると判断された場合に、前記特定の処理を行う

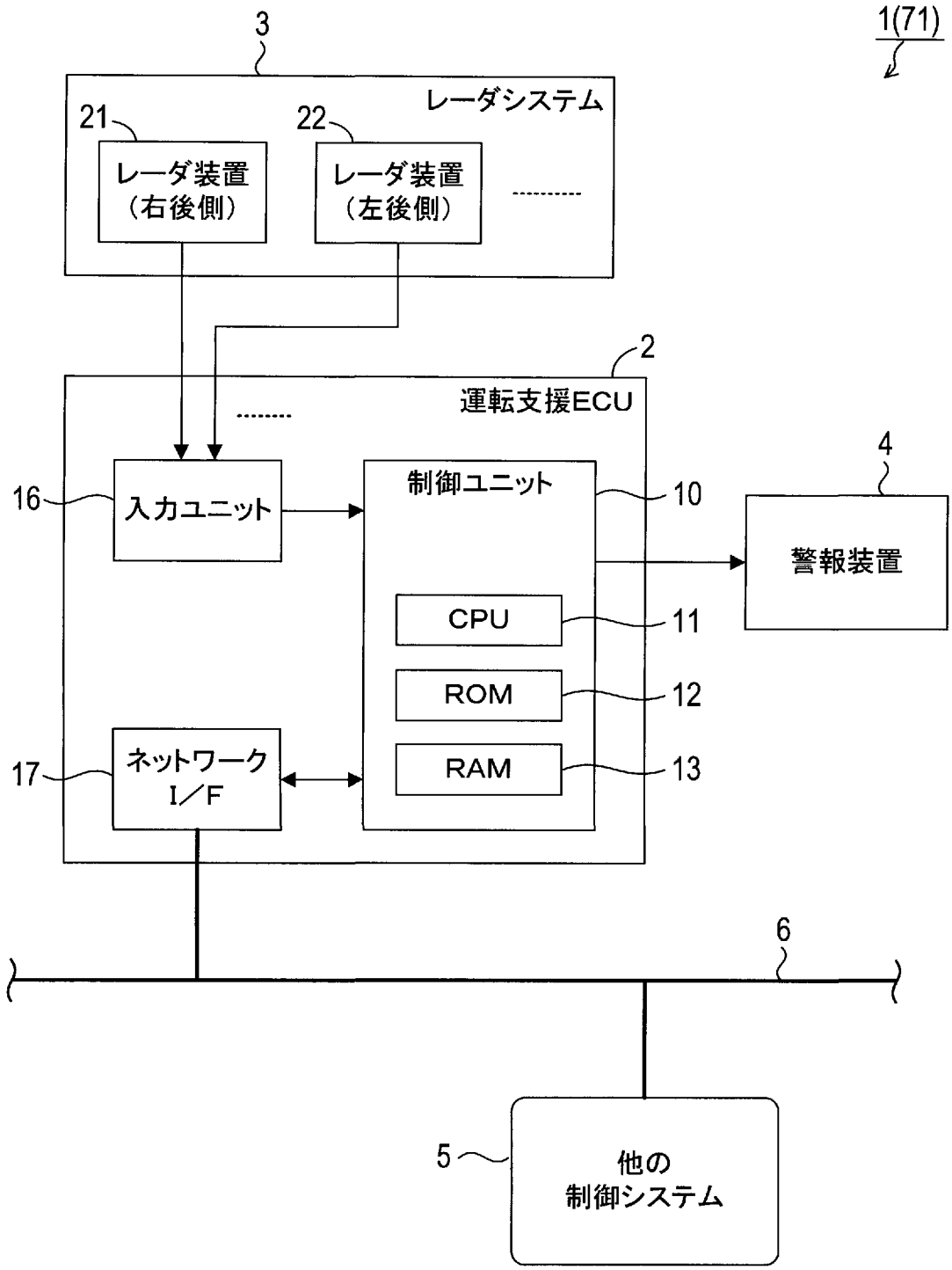
ことを特徴とする隣接車線監視装置（１）。

[請求項8] 請求項７に記載の隣接車線監視装置（１）であって、

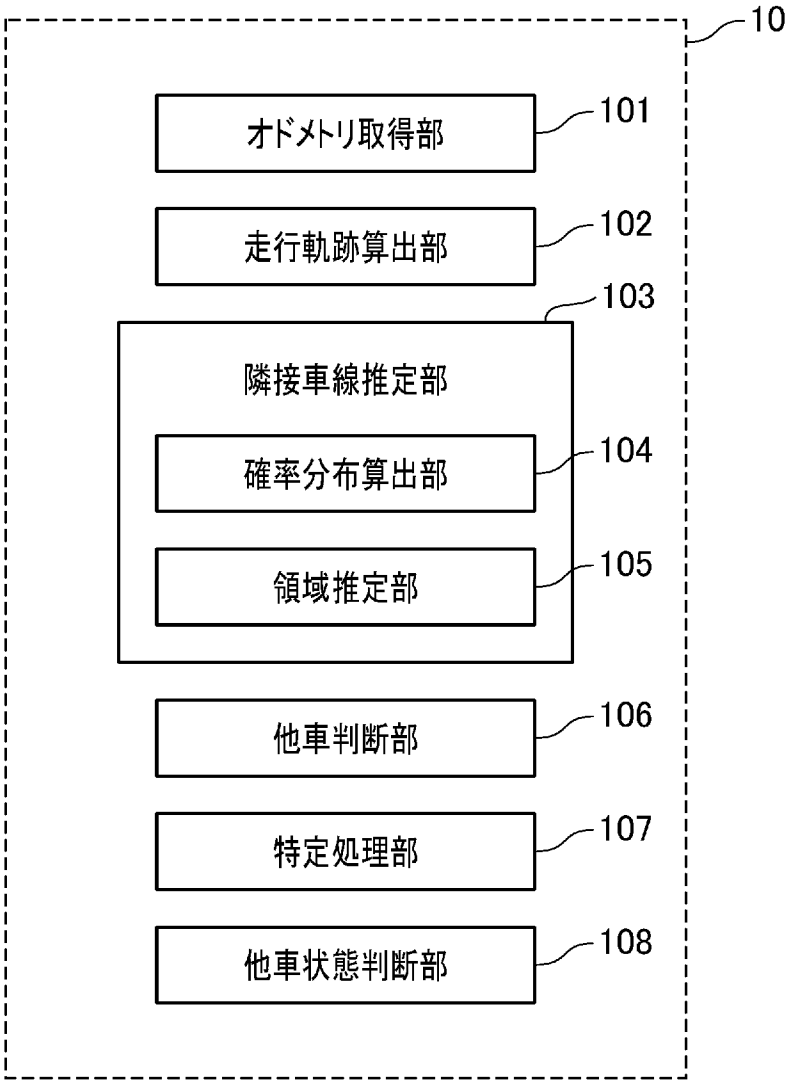
前記特定の状態は、前記他車両と前記自車両との距離である相対距離が所定の距離以下である状態、及び前記相対距離の減少率が所定の減少率閾値以上である状態、の少なくとも一方である

ことを特徴とする隣接車線監視装置（１）。

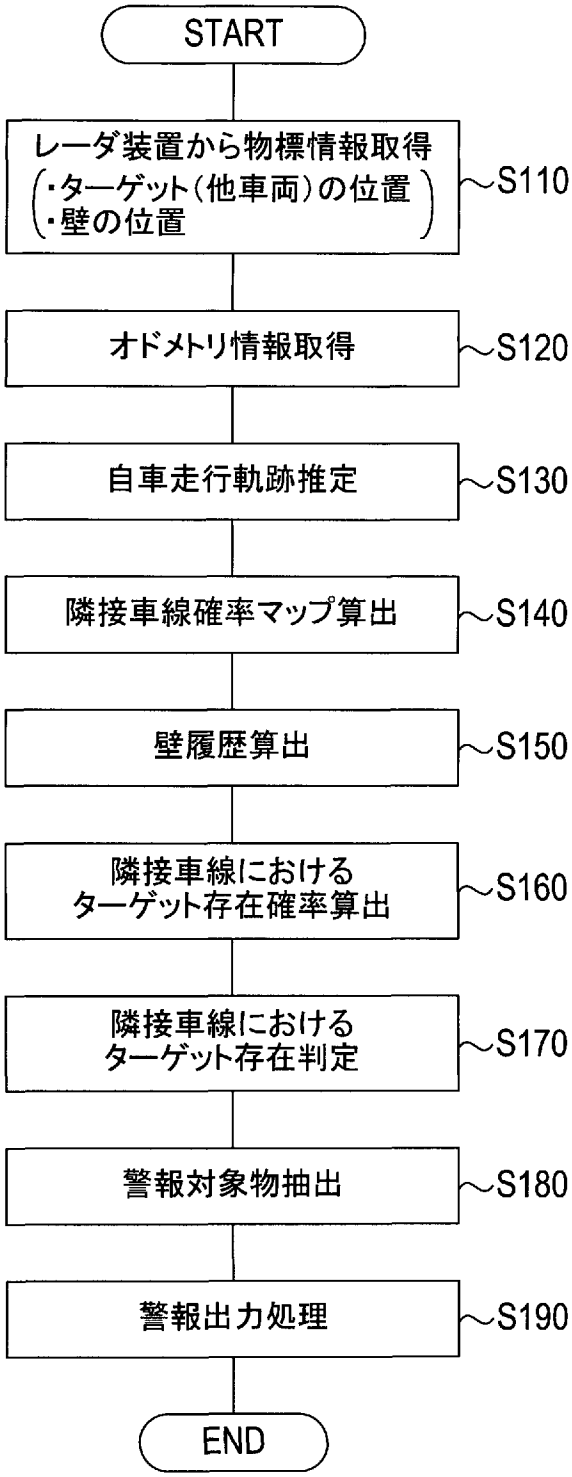
[図1A]


1(71)
3
レーダシステム
21
レーダ装置
（右後側）
22
レーダ装置
（左後側）
2
運転支援ECU
16
入力ユニット
制御ユニット
10
4
警報装置
CPU
11
ROM
12
RAM
13
17
ネットワーク
I／F
6
5
他の
制御システム

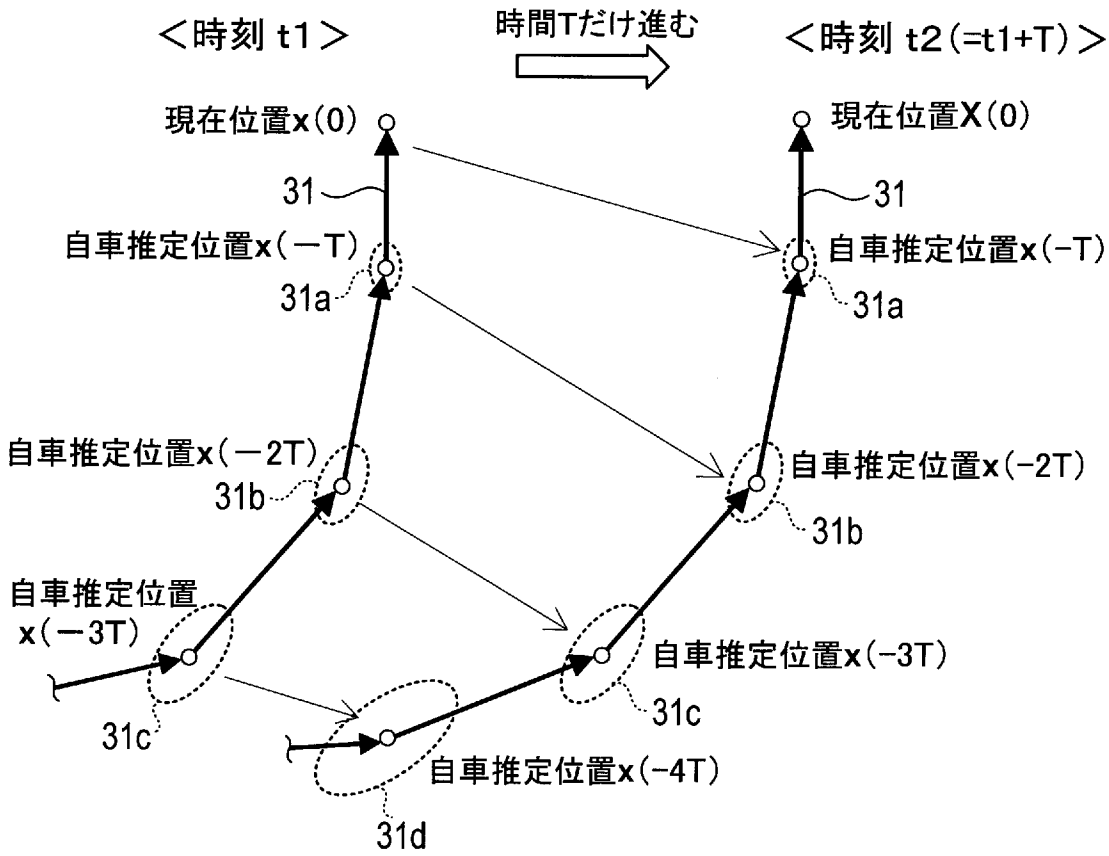
[図1B]


10
オドメトリ取得部
101
走行軌跡算出部
102
103
隣接車線推定部
確率分布算出部
104
領域推定部
105
他車判断部
106
特定処理部
107
他車状態判断部
108

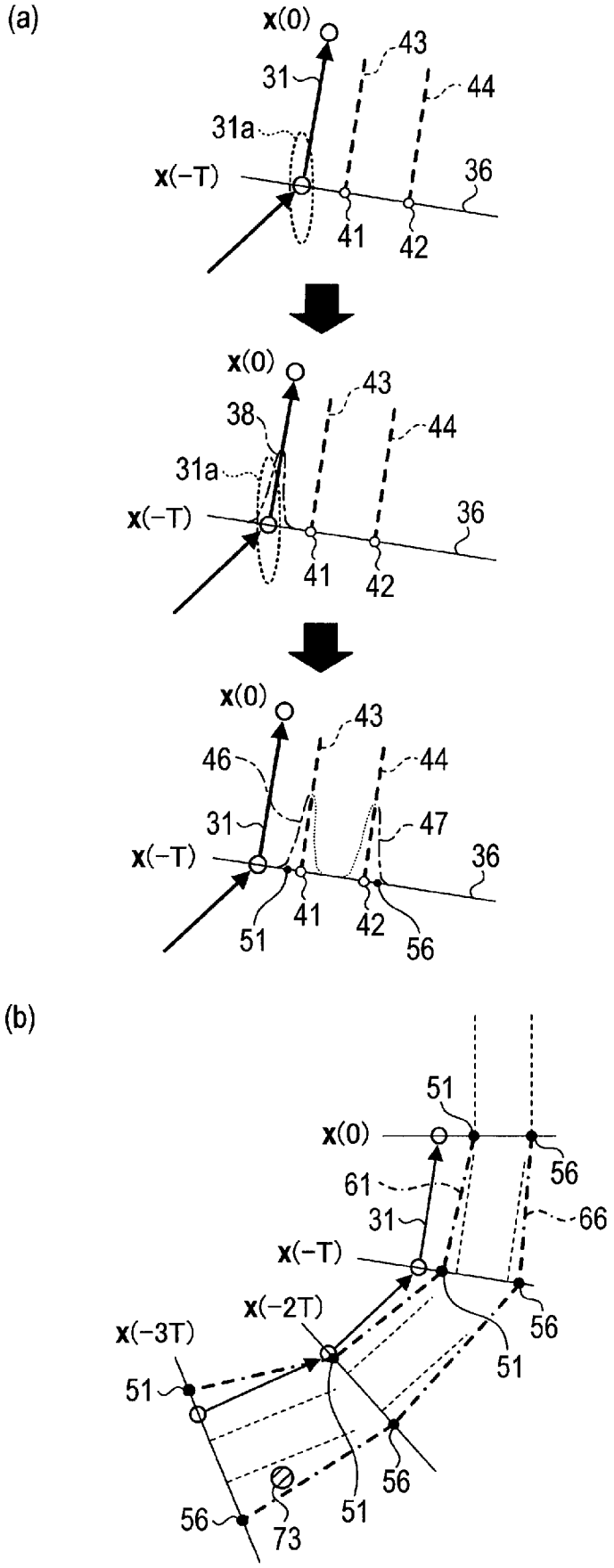
[図2]


START
レーダ装置から物標情報取得
(・ターゲット(他車両)の位置
・壁の位置)
S110
オドメトリ情報取得
S120
自車走行軌跡推定
S130
隣接車線確率マップ算出
S140
壁履歴算出
S150
隣接車線における
ターゲット存在確率算出
S160
隣接車線における
ターゲット存在判定
S170
警報対象物抽出
S180
警報出力処理
S190
END

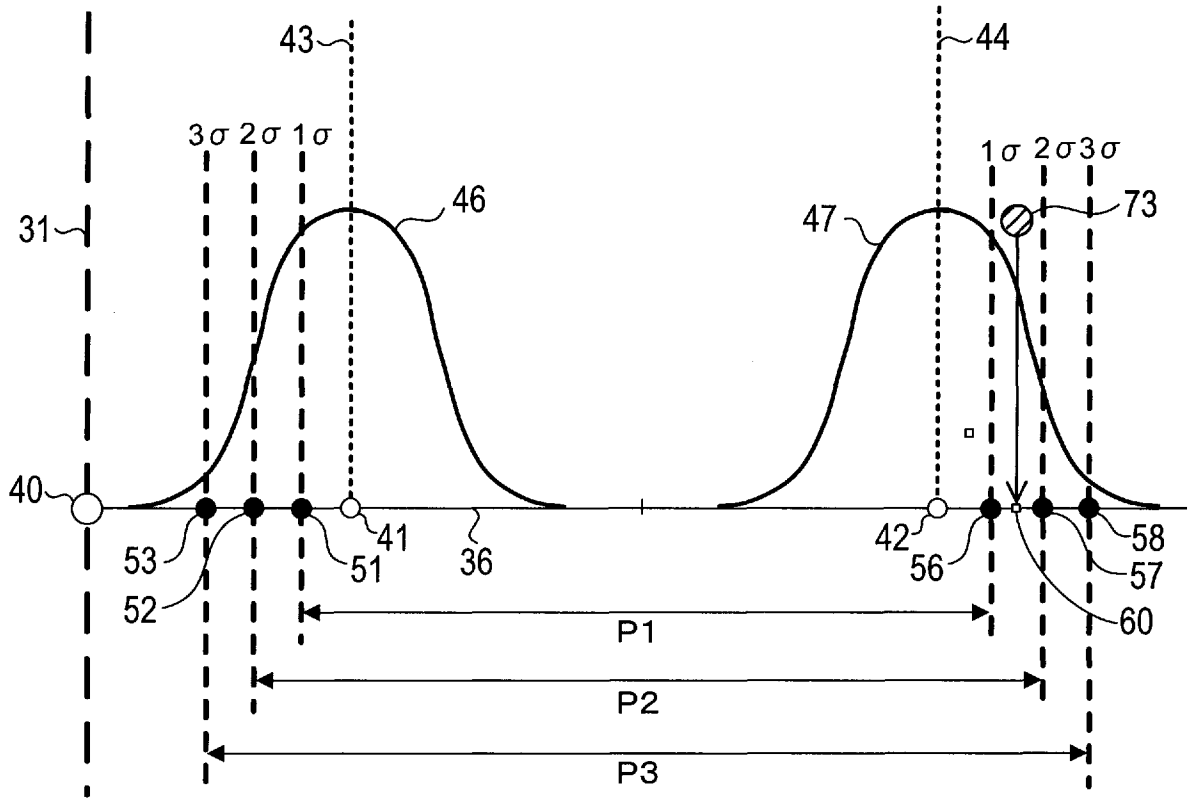
[図3]


＜時刻 t1＞
時間Tだけ進む
＜時刻 t2(=t1+T)＞
現在位置x(0)
31
自車推定位置x(－T)
31a
自車推定位置x(－2T)
31b
自車推定位置
x(－3T)
31c
31d
自車推定位置x(-4T)
自車推定位置x(-3T)
31c
自車推定位置x(-2T)
31b
現在位置X(0)
31
自車推定位置x(-T)
31a

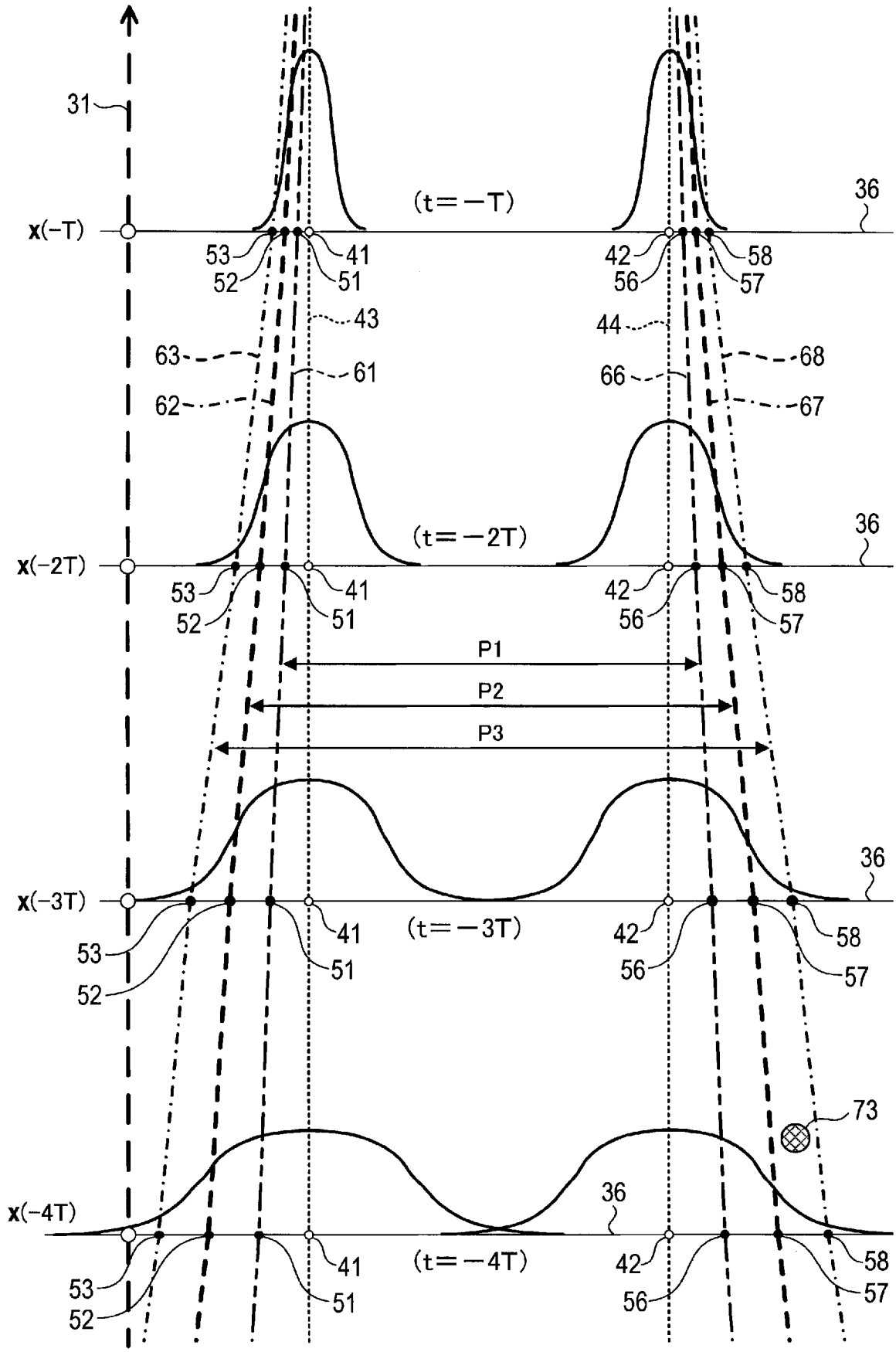
[図4]


(a)
x(0)
43
31
44
31a
x(−T)
36
41
42
x(0)
43
38
44
31a
x(−T)
36
41
42
x(0)
43
46
44
31
47
x(−T)
36
51
41
42
56
(b)
51
x(0)
56
61
66
31
x(−T)
x(−2T)
56
x(−3T)
51
51
56
56
51
73

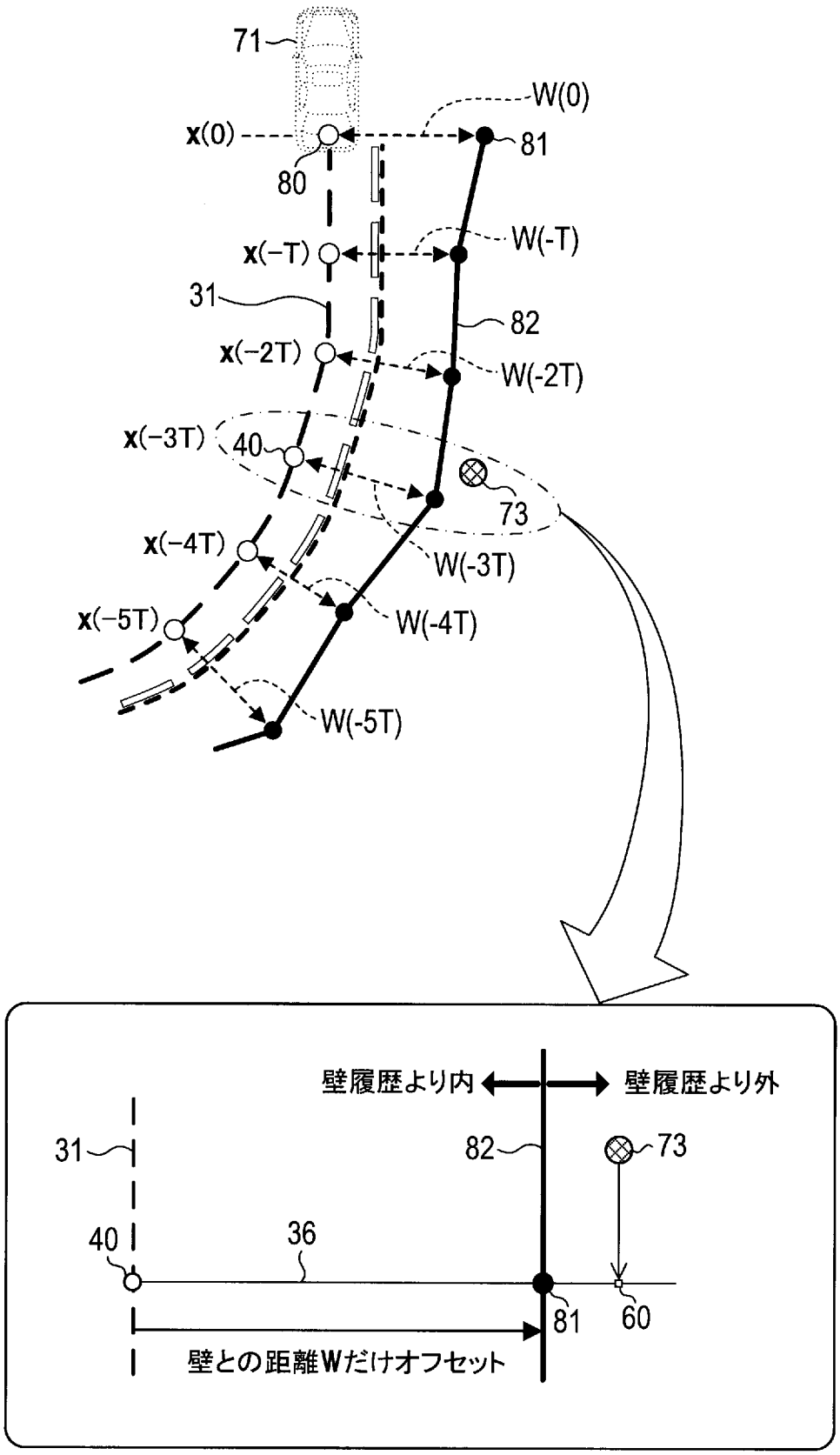
[図5]


43
44
3σ 2σ 1σ
1σ 2σ 3σ
31
46
47
73
40
53
52
51
41
36
42
56
58
57
60
P1
P2
P3

[図6]


31
x(−T)
(t=−T)
36
53
52
41
51
42
56
58
57
43
44
63
61
62
66
68
67
x(−2T)
(t=−2T)
P1
P2
P3
x(−3T)
(t=−3T)
73
x(−4T)
(t=−4T)

[図7]


71
W(0)
x(0)
81
80
W(-T)
x(−T)
31
82
x(−2T)
W(-2T)
x(−3T)
40
73
W(-3T)
x(−4T)
W(-4T)
x(−5T)
W(-5T)
壁履歴より内
壁履歴より外
31
82
73
40
36
81
60
壁との距離Wだけオフセット

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/077487

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G08G1/16(2006.01)i, *B60R21/00*(2006.01)i, *B60W40/04*(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)
G08G1/16, B60R21/00, B60W40/04, G01S13/93

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 A	JP 2011-48641 A (Toyota Motor Corp.), 10 March 2011 (10.03.2011), paragraphs [0031] to [0074]; all drawings (Family: none)	1,5-8 2-4
X A	JP 2005-257314 A (Honda Motor Co., Ltd.), 22 September 2005 (22.09.2005), paragraphs [0024] to [0040]; all drawings (Family: none)	1,5 2-4,6-8
P,X A	JP 2015-161967 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 07 September 2015 (07.09.2015), paragraphs [0009] to [0038]; all drawings (Family: none)	1,5-8 2-4

☐ 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	Date of mailing of the international search report
14 December 2015 (14.12.15)	28 December 2015 (28.12.15)

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

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０７７４８７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G08G1/16(2006.01)i, B60R21/00(2006.01)i, B60W40/04(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.　G08G1/16, B60R21/00, B60W40/04, G01S13/93

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	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５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 Ａ	JP 2011-48641 A（トヨタ自動車株式会社）2011.03.10, 段落［００３１］－［００７４］, 全図（ファミリーなし）	１，５－８ ２－４
Ｘ Ａ	JP 2005-257314 A（本田技研工業株式会社）2005.09.22, 段落［００２４］－［００４０］, 全図（ファミリーなし）	１，５ ２－４，６－８
Ｐ，Ｘ Ａ	JP 2015-161967 A（日産自動車株式会社）2015.09.07, 段落［０００９］－［００３８］, 全図（ファミリーなし）	１，５－８ ２－４

☐　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	国際調査報告の発送日
１４．１２．２０１５	２８．１２．２０１５

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｈ　４１３１
島倉　理
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３１６