

(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
2014 年 1 月 30 日(30.01.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/017520 A1

- (51) 国際特許分類:
G08G 1/16 (2006.01) **G06T 7/00** (2006.01)
G06T 1/00 (2006.01) **G06T 7/20** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/070009
- (22) 国際出願日: 2013 年 7 月 24 日(24.07.2013)
- (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 2012-166515 2012 年 7 月 27 日(27.07.2012) JP
- (71) 出願人: 日産自動車株式会社(NISSAN MOTOR CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2210023 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 早川 泰久(HAYAKAWA, Yasuhisa). 深田 修(FUKATA, Osamu).
- (74) 代理人: とこしえ特許業務法人(TOKOSHIE PATENT FIRM); 〒1600023 東京都新宿区西新宿 7 丁目 2 番 2 7 号 西新宿KNビル 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, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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.

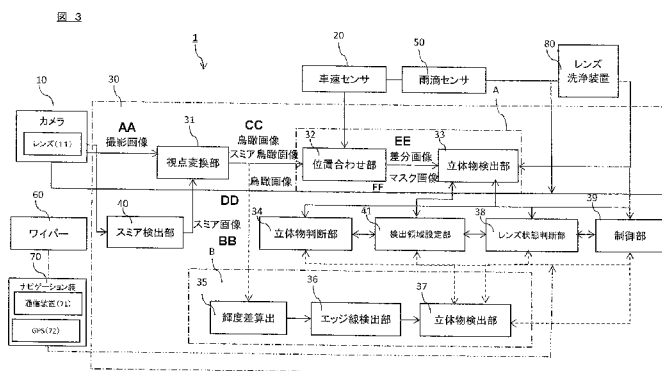
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロシヤ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 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))

(54) Title: THREE-DIMENSIONAL OBJECT DETECTION DEVICE, AND THREE-DIMENSIONAL OBJECT DETECTION METHOD

(54) 発明の名称: 立体物検出装置及び立体物検出方法



- | | |
|--|---|
| 10 Camera | 50 Water droplet sensor |
| 11 Lens | 60 Wiper |
| 20 Vehicle speed sensor | 70 Navigation device |
| 31 Point-of-view switching unit | 71 Communication device |
| 32 Position alignment unit | 72 GPS |
| 33, 37 Three-dimensional object detection unit | 80 Lens cleaning device |
| 34 Three-dimensional object determination unit | AA Captured image |
| 35 Luminance difference calculation | BB Smeared image |
| 36 Edge line detection unit | CC Bird's-eye image, smeared bird's-eye image |
| 38 Lens state detection unit | DD Bird's-eye image |
| 39 Control unit | EE Differential image |
| 40 Smear detection unit | FF Masked image |

(57) Abstract: The present invention is provided with a detection region setting unit (41) for setting a detection region on the right and left sides at the rear of a vehicle, three-dimensional object detection units (33, 37) for detecting a three-dimensional object located within the right side detection region (A1) or the left side detection region (A2) at the rear of the vehicle on the basis of the image information of the rear of the vehicle obtained from a camera (10), and a three-dimensional object determination unit (34) for determining whether the detected three-dimensional object is another vehicle (VX) located in the right side detection region (A1) or the left side detection region (A2), wherein when a state in which the lens is wet is detected, the detection region setting unit (41) sets a first detection region and a second detection region as the new detection regions (A1, A2), the first detection region being a region that was set first and the second detection region being a region that does not include the display region of the white line on the side of the traveling lane of a vehicle (V) from among the white lines of lanes that are adjacent to the lane in which the vehicle (V) is traveling.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/017520 A1

車両後方の右側及び左側のそれぞれに検出領域を設定する検出領域設定部 41 と、カメラ 10 の車両後方の画像情報に基づいて車両後方の右側検出領域 A1 又は左側検出領域 A2 に存在する立体物を検出する立体物検出部 33、37 と、検出された立体物が右側検出領域 A1 又は左側検出領域 A2 に存在する他車両 Vx であるか否かを判断する立体物判断部 34 と、を備え、検出領域設定部 41 は、レンズ湿潤状態が検出された場合には、先に設定された第 1 検出領域を、車両 V が走行する車線に隣接する隣接車線の白線のうち車両 V の走行車線側の白線の表示領域を含まない第 2 検出領域を新たな検出領域 A1、A2 として設定する。

明 細 書

発明の名称：立体物検出装置及び立体物検出方法

技術分野

[0001] 本発明は、立体物検出装置及び立体物検出方法に関するものである。

本出願は、2012年7月27日に提出された日本国特許出願の特願2012-166515に基づく優先権を主張するものであり、文献の参照による組み込みが認められる指定国については、上記の出願に記載された内容を参照により本出願に組み込み、本出願の記載の一部とする。

背景技術

[0002] 車両周囲を撮像した画像を俯瞰変換し、時間的に異なる二つの俯瞰変換画像の差分を用いて障害物を検出する障害物検出装置が知られている（特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2008-227646号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 車両後方を撮像した画像を用いて自車両の走行車線の隣の隣接車線を走行する他車両を障害物として検出する際に、レンズに水が付着して湿潤していると道路の走行レーン標識である白線の像が歪むため、歪んだ白線の像を誤って隣接車線を走行する他車両の映像として誤認するという問題がある。

[0005] 本発明が解決しようとする課題は、レンズが湿潤しているときに撮像した白線の像を自車両の走行車線の隣の隣接車線を走行する他車両として誤検出することを防止して、隣接車線を走行する他車両を高い精度で検出することができる立体物検出装置及び立体物検出方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明は、レンズが湿潤している状態であると判断された場合には、先に

検出領域として設定された第1検出領域を、車両が走行する車線に隣接する隣接車線の走行レーン標識のうち車両の走行車線側の走行レーン標識の表示領域が含まれないように位置を変更して、第2検出領域を設定することにより、上記課題を解決する。

発明の効果

[0007] 本発明は、レンズが湿潤している状態であると判断された場合には、既に設定された第1検出領域を、隣接車線の走行レーン標識の表示領域が含まれないように位置を変更して、第2検出領域を設定するので、隣接車線の走行レーン標識が検出領域に含まれることを防止し、湿潤したレンズを用いて撮像された歪んだ走行レーン標識を自車両の走行車線の隣の隣接車線を走行する他車両として誤検出することを防止することができる。この結果、自車両の走行車線の隣の隣接車線を走行する他車両を、高い精度で検出する立体物検出装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の立体物検出装置を適用した一実施の形態に係る車両の概略構成図である。

[図2]図1の車両の走行状態を示す平面図（差分波形情報による立体物検出）である。

[図3]図1の計算機の詳細を示すブロック図である。

[図4]図3の位置合わせ部の処理の概要を説明するための図であり、（a）は車両の移動状態を示す平面図、（b）は位置合わせの概要を示す画像である。

[図5]図3の立体物検出部による差分波形の生成の様子を示す概略図である。

[図6]図3の立体物検出部によって分割される小領域を示す図である。

[図7]図3の立体物検出部により得られるヒストグラムの一例を示す図である。

[図8]図3の立体物検出部による重み付けを示す図である。

[図9]図3のスミア検出部による処理及びそれによる差分波形の算出処理を示

す図である。

[図10]図3の立体物検出部により得られるヒストグラムその他の例を示す図である。

[図11]図3の視点変換部、位置合わせ部、スミア検出部及び立体物検出部により実行される差分波形情報を用いた立体物検出方法を示すフローチャート（その1）である。

[図12]図3の視点変換部、位置合わせ部、スミア検出部及び立体物検出部により実行される差分波形情報を用いた立体物検出方法を示すフローチャート（その2）である。

[図13]図1の車両の走行状態を示す図（エッジ情報による立体物検出）であり、（a）は検出領域等の位置関係を示す平面図、（b）は実空間における検出領域等の位置関係を示す斜視図である。

[図14]図3の輝度差算出部の動作を説明するための図であり、（a）は鳥瞰視画像における注目線、参照線、注目点及び参照点の位置関係を示す図、（b）は実空間における注目線、参照線、注目点及び参照点の位置関係を示す図である。

[図15]図3の輝度差算出部の詳細な動作を説明するための図であり、（a）は鳥瞰視画像における検出領域を示す図、（b）は鳥瞰視画像における注目線、参照線、注目点及び参照点の位置関係を示す図である。

[図16]エッジ線とエッジ線上の輝度分布を示す図であり、（a）は検出領域に立体物（車両）が存在している場合の輝度分布を示す図、（b）は検出領域に立体物が存在しない場合の輝度分布を示す図である。

[図17]図3の視点変換部、輝度差算出部、エッジ線検出部及び立体物検出部により実行されるエッジ情報を用いた立体物検出方法を示すフローチャート（その1）である。

[図18]図3の視点変換部、輝度差算出部、エッジ線検出部及び立体物検出部により実行されるエッジ情報を用いた立体物検出方法を示すフローチャート（その2）である。

[図19]エッジ検出動作を説明するための画像例を示す図である。

[図20]カメラの撮像画像の一例を示す図である。

[図21]白線が歪んだ場合に生成される情報を説明するための図である。

[図22]デフォルトの第1検出領域の一例を示す図である。

[図23]第2検出領域の第1の例を示す図である。

[図24]第2検出領域の第2の例を示す図である。

[図25]第2検出領域の第3の例を示す図である。

[図26]第2検出領域の第4の例を示す図である。

[図27]検出領域のずれ量と立体物の検出に用いられる閾値との関係の一例を示す図である。

[図28]本実施形態の立体物検出装置の制御手順を示す他の例のフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0009] 図1は、本発明の立体物検出装置1を適用した一実施の形態に係る車両の概略構成図であり、本例の立体物検出装置1は、自車両Vの運転者が運転中に注意を払うべき他車両、例えば、自車両Vが車線変更する際に接触の可能性がある他車両を障害物として検出する装置である。特に、本例の立体物検出装置1は自車両が走行する車線の隣の隣接車線（以下、単に隣接車線ともいう）を走行する他車両を検出する。また、本例の立体物検出装置1は、検出した他車両の移動距離、移動速度を算出することができる。このため、以下説明する一例は、立体物検出装置1を自車両Vに搭載し、自車両周囲において検出される立体物のうち、自車両Vが走行する車線の隣の隣接車線を走行する他車両を検出する例を示すこととする。同図に示すように、本例の立体物検出装置1は、カメラ10と、車速センサ20と、計算機30と、雨滴センサ50と、ワイパー60と、通信装置71及びGPS装置72を備えるナビゲーション装置70と、レンズ洗浄装置80とを備える。

[0010] カメラ10は、図1に示すように自車両Vの後方における高さhの箇所において、光軸が水平から下向きに角度 θ となるように自車両Vに取り付けら

れている。カメラ 10 は、この位置から自車両 V の周囲環境のうちの所定領域を撮像する。本実施形態において自車両 V の後方の立体物を検出するために設けられるカメラ 1 は一つであるが、他の用途のため、例えば車両周囲の画像を取得するための他のカメラを設けることもできる。車速センサ 20 は、自車両 V の走行速度を検出するものであって、例えば車輪に回転数を検知する車輪速センサで検出した車輪速から車速度を算出する。計算機 30 は、車両後方の立体物を検出するとともに、本例ではその立体物について移動距離及び移動速度を算出する。雨滴センサ 50 と、ワイパー 60 と、ナビゲーション装置 70、レンズ洗浄装置 80 は、自車両 V に付着する雨滴の有無、雨滴の量、レンズ 11 に付着する洗浄液の有無、洗浄液の量を検出し、その検出結果を後述するレンズ状態判断部 38 へ送出する。各装置については後に詳述する。

[0011] 図 2 は、図 1 の自車両 V の走行状態を示す平面図である。同図に示すように、カメラ 10 は、所定の画角 α で車両後方側を撮像する。このとき、カメラ 10 の画角 α は、自車両 V が走行する車線に加えて、その左右の車線についても撮像可能な画角に設定されている。撮像可能な領域には、自車両 V の後方であり、自車両 V の走行車線の左右隣の隣接車線上の検出対象領域 A1、A2 を含む。なお、本実施形態における車両後方には、車両の真後ろだけではなく、車両の後ろ側の側方をも含む。撮像される車両後方の領域は、カメラ 10 の画角に応じて設定される。一例ではあるが、車長方向に沿う車両の真後ろをゼロ度とした場合に、真後ろ方向から左右 0 度～90 度、好ましくは 0 度～70 度等の領域を含むように設定できる。

[0012] 図 3 は、図 1 の計算機 30 の詳細を示すブロック図である。なお、図 3 においては、接続関係を明確とするためにカメラ 10 及び車速センサ 20、雨滴センサ 50、ワイパー 60、ナビゲーション装置 70、レンズ洗浄装置 80 についても図示する。車速センサ 20、雨滴センサ 50、ワイパー 60、ナビゲーション装置 70、レンズ洗浄装置 80 は、車両に搭載され、CAN (Controller Area Network) などの車載通信ネットワークを介して計算機 3

0と情報の授受が可能である。

[0013] 図3に示すように、計算機30は、視点変換部31と、位置合わせ部32と、立体物検出部33と、立体物判断部34と、レンズ状態判断部38と、検出領域設定部41と、制御部39と、スミア検出部40とを備える。本実施形態の計算部30は、差分波形情報を利用した立体物の検出ブロックに関する構成である。本実施形態の計算部30は、エッジ情報を利用した立体物の検出ブロックに関する構成とすることもできる。この場合は、図3に示す構成のうち、位置合わせ部32と、立体物検出部33から構成されるブロック構成Aを、破線で囲んだ輝度差算出部35と、エッジ線検出部36と、立体物検出部37から構成されるブロック構成Bと置き換えて構成することができる。もちろん、ブロック構成A及びブロック構成Bの両方を備え、差分波形情報を利用した立体物の検出を行うとともに、エッジ情報を利用した立体物の検出も行うことができるようにすることができる。ブロック構成A及びブロック構成Bを備える場合には、例えば明るさなどの環境要因に応じてブロック構成A又はブロック構成Bのいずれかを動作させることができる。以下、各構成について説明する。

[0014] 《差分波形情報による立体物の検出》

本実施形態の立体物検出装置1は、車両後方を撮像する単眼のカメラ1により得られた画像情報に基づいて車両後方の右側隣接車線の検出領域A1又は左側隣接車線の検出領域A2に存在する立体物を検出する。検出領域設定部41は、撮像された画像情報内であって、自車両Vの後方の右側及び左側のそれぞれに検出領域A1、A2を設定するとともに、その位置を変更する。この検出領域A2、A2の位置は特に限定されず、また、処理条件に応じて適宜に設定することができる。特に、本実施形態の検出領域設定部41は、後述するレンズ状態判断部38によりレンズ11が湿潤している状態であると判断された場合には、先に検出領域A1、A2として設定された第1検出領域A11、A21を、車両V走行する車線に隣接する隣接車線の白線のうち車両Vの走行車線側の白線の表示領域が含まれない位置に、第2検出領

域 A_{12} 、 A_{22} を新たな検出領域 A_1 、 A_2 として設定する。新たな第2検出領域 A_{12} 、 A_{22} の設定については後に詳述する。

[0015] 次に、視点変換部について説明する。視点変換部 31 は、カメラ 10 による撮像にて得られた所定領域の撮像画像データを入力し、入力した撮像画像データを鳥瞰視される状態の鳥瞰画像データに視点変換する。鳥瞰視される状態とは、上空から例えば鉛直下向きに見下ろす仮想カメラの視点から見た状態である。この視点変換は、例えば特開 2008-219063 号公報に記載されるようにして実行することができる。撮像画像データを鳥瞰視画像データに視点変換するのは、立体物に特有の鉛直エッジは鳥瞰視画像データへの視点変換により特定の定点を通る直線群に変換されるという原理に基づき、これを利用すれば平面物と立体物とを識別できるからである。なお、視点変換部 31 による画像変換処理の結果は、後述するエッジ情報による立体物の検出においても利用される。

[0016] 位置合わせ部 32 は、視点変換部 31 の視点変換により得られた鳥瞰画像データを順次入力し、入力した異なる時刻の鳥瞰画像データの位置を合わせる。図 4 は、位置合わせ部 32 の処理の概要を説明するための図であり、(a) は自車両 V の移動状態を示す平面図、(b) は位置合わせの概要を示す画像である。

[0017] 図 4 (a) に示すように、現時刻の自車両 V が V_1 に位置し、一時刻前の自車両 V が V_2 に位置していたとする。また、自車両 V の後側方向に他車両 V_X が位置して自車両 V と並走状態にあり、現時刻の他車両 V_X が V_3 に位置し、一時刻前の他車両 V_X が V_4 に位置していたとする。さらに、自車両 V は、一時刻で距離 d 移動したものとする。なお、一時刻前とは、現時刻から予め定められた時間（例えば 1 制御周期）だけ過去の時刻であってもよいし、任意の時間だけ過去の時刻であってもよい。

[0018] このような状態において、現時刻における鳥瞰画像 $P B_t$ は図 4 (b) に示すようになる。この鳥瞰画像 $P B_t$ では、路面上に描かれる白線については矩形状となり、比較的正確に平面視された状態となるが、位置 V_3 にある他車

両 VX の位置については倒れ込みが発生する。また、一時刻前における鳥瞰画像 PB_{t-1} についても同様に、路面上に描かれる白線については矩形状となり、比較的正確に平面視された状態となるが、位置 $V4$ にある他車両 VX については倒れ込みが発生する。既述したとおり、立体物の鉛直エッジ（厳密な意味の鉛直エッジ以外にも路面から三次元空間に立ち上がったエッジを含む）は、鳥瞰視画像データへの視点変換処理によって倒れ込み方向に沿った直線群として現れるのに対し、路面上の平面画像は鉛直エッジを含まないので、視点変換してもそのような倒れ込みが生じないからである。

[0019] 位置合わせ部 32 は、上記のような鳥瞰画像 PB_t 、 PB_{t-1} の位置合わせをデータ上で実行する。この際、位置合わせ部 32 は、一時刻前における鳥瞰画像 PB_{t-1} をオフセットさせ、現時刻における鳥瞰画像 PB_t と位置を一致させる。図 4（b）の左側の画像と中央の画像は、移動距離 d' だけオフセットした状態を示す。このオフセット量 d' は、図 4（a）に示した自車両 V の実際の移動距離 d に対応する鳥瞰視画像データ上の移動量であり、車速センサ 20 からの信号と一時刻前から現時刻までの時間に基づいて決定される。

[0020] また、位置合わせ後において位置合わせ部 32 は、鳥瞰画像 PB_t 、 PB_{t-1} の差分をとり、差分画像 PD_t のデータを生成する。ここで、差分画像 PD_t の画素値は、鳥瞰画像 PB_t 、 PB_{t-1} の画素値の差を絶対値化したものでもよいし、照度環境の変化に対応するために当該絶対値が所定の閾値 p を超えたときに「1」とし、超えないときに「0」としてもよい。図 4（b）の右側の画像が、差分画像 PD_t である。

[0021] 図 3 に戻り、立体物検出部 33 は、図 4（b）に示す差分画像 PD_t のデータに基づいて立体物を検出する。この際、本例の立体物検出部 33 は、実空間上における立体物の移動距離についても算出する。立体物の検出及び移動距離の算出にあたり、立体物検出部 33 は、まず差分波形を生成する。なお、立体物の時間あたりの移動距離は、立体物の移動速度の算出に用いられる。そして、立体物の移動速度は、立体物が車両であるか否かの判断に用いる

ことができる。

[0022] 差分波形の生成にあたって本実施形態の立体物検出部 33 は、差分画像 $P D_t$ において検出領域を設定する。本例の立体物検出装置 1 は、自車両 V の運転手が注意を払う他車両であり、特に、自車両 V が車線変更する際に接触の可能性がある自車両 V が走行する車線の隣の車線を走行する他車両を検出対象物として検出する。このため、画像情報に基づいて立体物を検出する本例では、カメラ 1 により得られた画像のうち、自車両 V の右側及び左側に二つの検出領域を設定する。具体的に、本実施形態では、図 2 に示すように自車両 V の後方の左側及び右側に矩形状の検出領域 A_1 、 A_2 を設定する。この検出領域 A_1 、 A_2 において検出された他車両は、自車両 V が走行する車線の隣の隣接車線を走行する障害物として検出される。なお、このような検出領域 A_1 、 A_2 は、自車両 V に対する相対位置から設定してもよいし、白線の位置を基準に設定してもよい。白線の位置を基準に設定する場合に、移動距離検出装置 1 は、例えば既存の白線認識技術等を利用するとよい。

[0023] また、立体物検出部 33 は、設定した検出領域 A_1 、 A_2 の自車両 V 側における辺（走行方向に沿う辺）を接地線 L_1 、 L_2 （図 2）として認識する。一般に接地線は立体物が地面に接触する線を意味するが、本実施形態では地面に接触する線でなく上記の如くに設定される。なおこの場合であっても、経験上、本実施形態に係る接地線と、本来の他車両 V_X の位置から求められる接地線との差は大きくならず、実用上は問題が無い。

[0024] 図 5 は、図 3 に示す立体物検出部 33 による差分波形の生成の様子を示す概略図である。図 5 に示すように、立体物検出部 33 は、位置合わせ部 32 で算出した差分画像 $P D_t$ （図 4（b）の右図）のうち検出領域 A_1 、 A_2 に相当する部分から、差分波形 $D W_t$ を生成する。この際、立体物検出部 33 は、視点変換により立体物が倒れ込む方向に沿って、差分波形 $D W_t$ を生成する。なお、図 5 に示す例では、便宜上検出領域 A_1 のみを用いて説明するが、検出領域 A_2 についても同様の手順で差分波形 $D W_t$ を生成する。

[0025] 具体的に説明すると、立体物検出部 33 は、差分画像 $D W_t$ のデータ上にお

いて立体物が倒れ込む方向上の線 L_a を定義する。そして、立体物検出部 33 は、線 L_a 上において所定の差分を示す差分画素 DP の数をカウントする。ここで、所定の差分を示す差分画素 DP は、差分画像 DW_t の画素値が鳥瞰画像 PB_t 、 PB_{t-1} の画素値の差を絶対値化したものである場合は、所定の閾値を超える画素であり、差分画像 DW_t の画素値が「0」「1」で表現されている場合は、「1」を示す画素である。

[0026] 立体物検出部 33 は、差分画素 DP の数をカウントした後、線 L_a と接地線 L_1 との交点 CP を求める。そして、立体物検出部 33 は、交点 CP とカウント数とを対応付け、交点 CP の位置に基づいて横軸位置、すなわち図 5 右図の上下方向軸における位置を決定するとともに、カウント数から縦軸位置、すなわち図 5 右図の左右方向軸における位置を決定し、交点 CP におけるカウント数としてプロットする。

[0027] 以下同様に、立体物検出部 33 は、立体物が倒れ込む方向上の線 L_b 、 $L_c \dots$ を定義して、差分画素 DP の数をカウントし、各交点 CP の位置に基づいて横軸位置を決定し、カウント数（差分画素 DP の数）から縦軸位置を決定しプロットする。立体物検出部 33 は、上記を順次繰り返して度数分布化することで、図 5 右図に示すように差分波形 DW_t を生成する。

[0028] なお、図 5 左図に示すように、立体物が倒れ込む方向上の線 L_a と線 L_b とは検出領域 A_1 と重複する距離が異なっている。このため、検出領域 A_1 が差分画素 DP で満たされているとすると、線 L_b 上よりも線 L_a 上の方が差分画素 DP の数が多くなる。このため、立体物検出部 33 は、差分画素 DP のカウント数から縦軸位置を決定する場合に、立体物が倒れ込む方向上の線 L_a 、 L_b と検出領域 A_1 とが重複する距離に基づいて正規化する。具体例を挙げると、図 5 左図において線 L_a 上の差分画素 DP は 6 つあり、線 L_b 上の差分画素 DP は 5 つである。このため、図 5 においてカウント数から縦軸位置を決定するにあたり、立体物検出部 33 は、カウント数を重複距離で除算するなどして正規化する。これにより、差分波形 DW_t に示すように、立体物が倒れ込む方向上の線 L_a 、 L_b に対応する差分波形 DW_t の値はほぼ

同じとなっている。

[0029] 差分波形 DW_t の生成後、立体物検出部33は一時刻前の差分波形 DW_{t-1} との対比により移動距離を算出する。すなわち、立体物検出部33は、差分波形 DW_t 、 DW_{t-1} の時間変化から移動距離を算出する。

[0030] 詳細に説明すると、立体物検出部33は、図6に示すように差分波形 DW_t を複数の小領域 $DW_{t1} \sim DW_{tn}$ (n は2以上の任意の整数)に分割する。図6は、立体物検出部33によって分割される小領域 $DW_{t1} \sim DW_{tn}$ を示す図である。小領域 $DW_{t1} \sim DW_{tn}$ は、例えば図6に示すように、互いに重複するようにして分割される。例えば小領域 DW_{t1} と小領域 DW_{t2} とは重複し、小領域 DW_{t2} と小領域 DW_{t3} とは重複する。

[0031] 次いで、立体物検出部33は、小領域 $DW_{t1} \sim DW_{tn}$ 毎にオフセット量（差分波形の横軸方向（図6の上下方向）の移動量）を求める。ここで、オフセット量は、一時刻前における差分波形 DW_{t-1} と現時刻における差分波形 DW_t との差（横軸方向の距離）から求められる。この際、立体物検出部33は、小領域 $DW_{t1} \sim DW_{tn}$ 毎に、一時刻前における差分波形 DW_{t-1} を横軸方向に移動させた際に、現時刻における差分波形 DW_t との誤差が最小となる位置（横軸方向の位置）を判定し、差分波形 DW_{t-1} の元の位置と誤差が最小となる位置との横軸方向の移動量をオフセット量として求める。そして、立体物検出部33は、小領域 $DW_{t1} \sim DW_{tn}$ 毎に求めたオフセット量をカウントしてヒストグラム化する。

[0032] 図7は、立体物検出部33により得られるヒストグラムの一例を示す図である。図7に示すように、各小領域 $DW_{t1} \sim DW_{tn}$ と一時刻前における差分波形 DW_{t-1} との誤差が最小となる移動量であるオフセット量には、多少のバラつきが生じる。このため、立体物検出部33は、バラつきを含んだオフセット量をヒストグラム化し、ヒストグラムから移動距離を算出する。この際、立体物検出部33は、ヒストグラムの極大値から立体物の移動距離を算出する。すなわち、図7に示す例において立体物検出部33は、ヒストグラムの極大値を示すオフセット量を移動距離 τ^* と算出する。なおこの移動距離 τ

は、自車両Vに対する他車両V Xの相対移動距離である。このため、立体物検出部33は、絶対移動距離を算出する場合には、得られた移動距離 τ^ と車速センサ20からの信号とに基づいて、絶対移動距離を算出することとなる。

[0033] なお、ヒストグラム化にあたり立体物検出部33は、複数の小領域 $DW_{t1} \sim DW_{tn}$ 毎に重み付けをし、小領域 $DW_{t1} \sim DW_{tn}$ 毎に求めたオフセット量を重みに応じてカウントしてヒストグラム化してもよい。図8は、立体物検出部33による重み付けを示す図である。

[0034] 図8に示すように、小領域 DW_m (m は1以上 $n-1$ 以下の整数)は平坦となっている。すなわち、小領域 DW_m は所定の差分を示す画素数のカウントの最大値と最小値との差が小さくなっている。立体物検出部33は、このような小領域 DW_m について重みを小さくする。平坦な小領域 DW_m については、特徴がなくオフセット量の算出にあたり誤差が大きくなる可能性が高いからである。

[0035] 一方、小領域 DW_{m+k} (k は $n-m$ 以下の整数)は起伏に富んでいる。すなわち、小領域 DW_m は所定の差分を示す画素数のカウントの最大値と最小値との差が大きくなっている。立体物検出部33は、このような小領域 DW_m について重みを大きくする。起伏に富む小領域 DW_{m+k} については、特徴的でありオフセット量の算出を正確に行える可能性が高いからである。このように重み付けすることにより、移動距離の算出精度を向上することができる。

[0036] なお、移動距離の算出精度を向上するために上記実施形態では差分波形 DW_t を複数の小領域 $DW_{t1} \sim DW_{tn}$ に分割したが、移動距離の算出精度がさほど要求されない場合は小領域 $DW_{t1} \sim DW_{tn}$ に分割しなくてもよい。この場合に、立体物検出部33は、差分波形 DW_t と差分波形 DW_{t-1} との誤差が最小となるときの差分波形 DW_t のオフセット量から移動距離を算出することとなる。すなわち、一時刻前における差分波形 DW_{t-1} と現時刻における差分波形 DW_t とのオフセット量を求める方法は上記内容に限定されない。

[0037] 図3に戻り、計算機30はスミア検出部40を備える。スミア検出部40

は、カメラ 10 による撮像によって得られた撮像画像のデータからスミアの発生領域を検出する。なお、スミアは CCD イメージセンサ等に生じる白飛び現象であることから、こうしたスミアが生じない CMOS イメージセンサ等を用いたカメラ 10 を採用する場合にはスミア検出部 40 を省略してもよい。

[0038] 図 9 は、スミア検出部 40 による処理及びそれによる差分波形 DW_t の算出処理を説明するための画像図である。まずスミア検出部 40 にスミア S が存在する撮像画像 P のデータが入力されたとする。このとき、スミア検出部 40 は、撮像画像 P からスミア S を検出する。スミア S の検出方法は様々であるが、例えば一般的な CCD (Charge-Coupled Device) カメラの場合、光源から画像下方向にだけスミア S が発生する。このため、本実施形態では画像下側から画像上方に向かって所定値以上の輝度値を持ち、且つ、縦方向に連続した領域を検索し、これをスミア S の発生領域と特定する。

[0039] また、スミア検出部 40 は、スミア S の発生箇所について画素値を「1」とし、それ以外の箇所を「0」とするスミア画像 SP のデータを生成する。生成後、スミア検出部 40 はスミア画像 SP のデータを視点変換部 31 に送信する。また、スミア画像 SP のデータを入力した視点変換部 31 は、このデータを鳥瞰視される状態に視点変換する。これにより、視点変換部 31 はスミア鳥瞰画像 SB_t のデータを生成する。生成後、視点変換部 31 はスミア鳥瞰画像 SB_t のデータを位置合わせ部 33 に送信する。また、視点変換部 31 は一時刻前のスミア鳥瞰画像 SB_{t-1} のデータを位置合わせ部 33 に送信する。

[0040] 位置合わせ部 32 は、スミア鳥瞰画像 SB_t 、 SB_{t-1} の位置合わせをデータ上で実行する。具体的な位置合わせについては、鳥瞰画像 PB_t 、 PB_{t-1} の位置合わせをデータ上で実行する場合と同様である。また、位置合わせ後、位置合わせ部 32 は、各スミア鳥瞰画像 SB_t 、 SB_{t-1} のスミア S の発生領域について論理和をとる。これにより、位置合わせ部 32 は、マスク画像 MP のデータを生成する。生成後、位置合わせ部 32 は、マスク画像 MP の

データを立体物検出部33に送信する。

[0041] 立体物検出部33は、マスク画像MPのうちスミアSの発生領域に該当する箇所について、度数分布のカウント数をゼロとする。すなわち、図9に示すような差分波形 DW_t が生成されていた場合に、立体物検出部33は、スミアSによるカウント数SCをゼロとし、補正された差分波形 DW_t' を生成することとなる。

[0042] なお、本実施形態において立体物検出部33は、車両V（カメラ10）の移動速度を求め、求めた移動速度から静止物についてのオフセット量を求める。静止物のオフセット量を求めた後、立体物検出部33は、ヒストグラムの極大値のうち静止物に該当するオフセット量を無視したうえで、立体物の移動距離を算出する。

[0043] 図10は、立体物検出部33により得られるヒストグラムのお例を示す図である。カメラ10の画角内に他車両VXの他に静止物が存在する場合に、得られるヒストグラムには2つの極大値 τ_1 、 τ_2 が現れる。この場合、2つの極大値 τ_1 、 τ_2 のうち、いずれか一方は静止物のオフセット量である。このため、立体物検出部33は、移動速度から静止物についてのオフセット量を求め、そのオフセット量に該当する極大値について無視し、残り一方の極大値を採用して立体物の移動距離を算出する。

[0044] なお、静止物に該当するオフセット量を無視したとしても、極大値が複数存在する場合、カメラ10の画角内に他車両VXが複数台存在すると想定される。しかし、検出領域A1、A2内に複数の他車両VXが存在することは極めて稀である。このため、立体物検出部33は、移動距離の算出を中止する。

[0045] 次に差分波形情報による立体物検出手順を説明する。図11及び図12は、本実施形態の立体物検出手順を示すフローチャートである。図11に示すように、先ずステップS0において、計算機30は所定のルールに基づいて検出領域を設定する。この検出領域の設定手法については後に詳述する。そして、計算機30は、カメラ10による撮像画像Pのデータを入力し、スミ

ア検出部40によりスミア画像SPを生成する(S1)。次いで、視点変換部31は、カメラ10からの撮像画像Pのデータから鳥瞰画像PB_tのデータを生成すると共に、スミア画像SPのデータからスミア鳥瞰画像SB_tのデータを生成する(S2)。

[0046] そして、位置合わせ部33は、鳥瞰画像PB_tのデータと、一時刻前の鳥瞰画像PB_{t-1}のデータとを位置合わせすると共に、スミア鳥瞰画像SB_tのデータと、一時刻前のスミア鳥瞰画像SB_{t-1}のデータとを位置合わせする(S3)。この位置合わせ後、位置合わせ部33は、差分画像PD_tのデータを生成すると共に、マスク画像MPのデータを生成する(S4)。その後、立体物検出部33は、差分画像PD_tのデータと、一時刻前の差分画像PD_{t-1}のデータとから、差分波形DW_tを生成する(S5)。差分波形DW_tを生成後、立体物検出部33は、差分波形DW_tのうち、スミアSの発生領域に該当するカウント数をゼロとし、スミアSによる影響を抑制する(S6)。

[0047] その後、立体物検出部33は、差分波形DW_tのピークが第1閾値 α 以上であるか否かを判断する(S7)。ここで、差分波形DW_tのピークが第1閾値 α 以上でない場合、すなわち差分が殆どない場合には、撮像画像P内には立体物が存在しないと考えられる。このため、差分波形DW_tのピークが第1閾値 α 以上でないと判断した場合には(S7:NO)、立体物検出部33は、立体物が存在せず、障害物としての他車両が存在しないと判断する(図12:S16)。そして、図11及び図12に示す処理を終了する。

[0048] 一方、差分波形DW_tのピークが第1閾値 α 以上であると判断した場合には(S7:YES)、立体物検出部33は、立体物が存在すると判断し、差分波形DW_tを複数の小領域DW_{t1}~DW_{tn}に分割する(S8)。次いで、立体物検出部33は、小領域DW_{t1}~DW_{tn}毎に重み付けを行う(S9)。その後、立体物検出部33は、小領域DW_{t1}~DW_{tn}毎のオフセット量を算出し(S10)、重みを加味してヒストグラムを生成する(S11)。

[0049] そして、立体物検出部33は、ヒストグラムに基づいて自車両Vに対する立体物の移動距離である相対移動距離を算出する(S12)。次に、立体物

検出部 33 は、相対移動距離から立体物の絶対移動速度を算出する (S 13)。このとき、立体物検出部 33 は、相対移動距離を時間微分して相対移動速度を算出すると共に、車速センサ 20 で検出された自車速を加算して、絶対移動速度を算出する。

[0050] その後、立体物検出部 33 は、立体物の絶対移動速度が 10 km/h 以上、且つ、立体物の自車両 V に対する相対移動速度が $+60 \text{ km/h}$ 以下であるか否かを判断する (S 14)。双方を満たす場合には (S 14 : YES)、立体物検出部 33 は、立体物が他車両 V X であると判断する (S 15)。そして、図 11 及び図 12 に示す処理を終了する。一方、いずれか一方でも満たさない場合には (S 14 : NO)、立体物検出部 33 は、他車両が存在しないと判断する (S 16)。そして、図 11 及び図 12 に示す処理を終了する。

[0051] なお、本実施形態では自車両 V の後側方を検出領域 A1, A2 とし、自車両 V が走行中に注意を払うべきである自車両の走行車線の隣を走行する隣接車線を走行する他車両 V X を検出すること、特に、自車両 V が車線変更した場合に接触する可能性がある否かに重点を置いている。自車両 V が車線変更した場合に、自車両の走行車線の隣の隣接車線を走行する他車両 V X と接触する可能性がある否かを判断するためである。このため、ステップ S 14 の処理が実行されている。すなわち、本実施形態にけるシステムを高速道路で作動させることを前提とすると、立体物の速度が 10 km/h 未満である場合、たとえ他車両 V X が存在したとしても、車線変更する際には自車両 V の遠く後方に位置するため問題となることが少ない。同様に、立体物の自車両 V に対する相対移動速度が $+60 \text{ km/h}$ を超える場合 (すなわち、立体物が自車両 V の速度よりも 60 km/h より大きな速度で移動している場合)、車線変更する際には自車両 V の前方に移動しているため問題となることが少ない。このため、ステップ S 14 では車線変更の際に問題となる他車両 V X を判断しているともいえる。

[0052] また、ステップ S 14 において立体物の絶対移動速度が 10 km/h 以上

、且つ、立体物の自車両Vに対する相対移動速度が $+60\text{ km/h}$ 以下であるかを判断することにより、以下の効果がある。例えば、カメラ10の取り付け誤差によっては、静止物の絶対移動速度を数 km/h であると検出してしまう場合があり得る。よって、 10 km/h 以上であるかを判断することにより、静止物を他車両VXであると判断してしまう可能性を低減することができる。また、ノイズによっては立体物の自車両Vに対する相対速度を $+60\text{ km/h}$ を超える速度に検出してしまうことがあり得る。よって、相対速度が $+60\text{ km/h}$ 以下であるかを判断することにより、ノイズによる誤検出の可能性を低減できる。

[0053] さらに、ステップS14の処理に代えて、絶対移動速度がマイナスでないことや、 0 km/h でないことを判断してもよい。また、本実施形態では自車両Vが車線変更した場合に接触する可能性がある否かに重点を置いているため、ステップS15において他車両VXが検出された場合に、自車両の運転者に警告音を発したり、所定の表示装置により警告相当の表示を行ったりしてもよい。

[0054] このように、本例の差分波形情報による立体物の検出手順によれば、視点変換により立体物が倒れ込む方向に沿って、差分画像 PD_t のデータ上において所定の差分を示す画素数をカウントして度数分布化することで差分波形 DW_t を生成する。ここで、差分画像 PD_t のデータ上において所定の差分を示す画素とは、異なる時刻の画像において変化があった画素であり、言い換えれば立体物が存在した箇所であるといえる。このため、立体物が存在した箇所において、立体物が倒れ込む方向に沿って画素数をカウントして度数分布化することで差分波形 DW_t を生成することとなる。特に、立体物が倒れ込む方向に沿って画素数をカウントすることから、立体物に対して高さ方向の情報から差分波形 DW_t を生成することとなる。そして、高さ方向の情報を含む差分波形 DW_t の時間変化から立体物の移動距離を算出する。このため、単に1点の移動のみに着目するような場合と比較して、時間変化前の検出箇所と時間変化後の検出箇所とは高さ方向の情報を含んで特定されるため立体物に

において同じ箇所となり易く、同じ箇所の時間変化から移動距離を算出することとなり、移動距離の算出精度を向上させることができる。

[0055] また、差分波形 DW_t のうちスミア S の発生領域に該当する箇所について、度数分布のカウント数をゼロとする。これにより、差分波形 DW_t のうちスミア S によって生じる波形部位を除去することとなり、スミア S を立体物と誤認してしまう事態を防止することができる。

[0056] また、異なる時刻に生成された差分波形 DW_t の誤差が最小となるときの差分波形 DW_t のオフセット量から立体物の移動距離を算出する。このため、波形という1次元の情報のオフセット量から移動距離を算出することとなり、移動距離の算出にあたり計算コストを抑制することができる。

[0057] また、異なる時刻に生成された差分波形 DW_t を複数の小領域 $DW_{t1} \sim DW_{tn}$ に分割する。このように複数の小領域 $DW_{t1} \sim DW_{tn}$ に分割することによって、立体物のそれぞれの箇所を表わした波形を複数得ることとなる。また、小領域 $DW_{t1} \sim DW_{tn}$ 毎にそれぞれの波形の誤差が最小となるときのオフセット量を求め、小領域 $DW_{t1} \sim DW_{tn}$ 毎に求めたオフセット量をカウントしてヒストグラム化することにより、立体物の移動距離を算出する。このため、立体物のそれぞれの箇所毎にオフセット量を求めることとなり、複数のオフセット量から移動距離を求めることとなり、移動距離の算出精度を向上させることができる。

[0058] また、複数の小領域 $DW_{t1} \sim DW_{tn}$ 毎に重み付けをし、小領域 $DW_{t1} \sim DW_{tn}$ 毎に求めたオフセット量を重みに応じてカウントしてヒストグラム化する。このため、特徴的な領域については重みを大きくし、特徴的でない領域については重みを小さくすることにより、一層適切に移動距離を算出することができる。従って、移動距離の算出精度を一層向上させることができる。

[0059] また、差分波形 DW_t の各小領域 $DW_{t1} \sim DW_{tn}$ について、所定の差分を示す画素数のカウントの最大値と最小値との差が大きいほど、重みを大きくする。このため、最大値と最小値との差が大きい特徴的な起伏の領域ほど重みが大きくなり、起伏が小さい平坦な領域については重みが小さくなる。ここ

で、平坦な領域よりも起伏の大きい領域の方が形状的にオフセット量を正確に求めやすいため、最大値と最小値との差が大きい領域ほど重みを大きくすることにより、移動距離の算出精度を一層向上させることができる。

[0060] また、小領域 $DW_{t1} \sim DW_{tn}$ 毎に求めたオフセット量をカウントして得られたヒストグラムの極大値から、立体物の移動距離を算出する。このため、オフセット量にバラつきがあったとしても、その極大値から、より正確性の高い移動距離を算出することができる。

[0061] また、静止物についてのオフセット量を求め、このオフセット量を無視するため、静止物により立体物の移動距離の算出精度が低下してしまう事態を防止することができる。また、静止物に該当するオフセット量を無視したうえで、極大値が複数ある場合、立体物の移動距離の算出を中止する。このため、極大値が複数あるような誤った移動距離を算出してしまう事態を防止することができる。

[0062] なお上記実施形態において、自車両Vの車速を車速センサ20からの信号に基づいて判断しているが、これに限らず、異なる時刻の複数の画像から速度を推定するようにしてもよい。この場合、車速センサが不要となり、構成の簡素化を図ることができる。

[0063] また、上記実施形態においては撮像した現時刻の画像と一時刻前の画像とを鳥瞰図に変換し、変換した鳥瞰図の位置合わせを行ったうえで差分画像 PD_t を生成し、生成した差分画像 PD_t を倒れ込み方向（撮像した画像を鳥瞰図に変換した際の立体物の倒れ込み方向）に沿って評価して差分波形 DW_t を生成しているが、これに限定されない。例えば、一時刻前の画像のみを鳥瞰図に変換し、変換した鳥瞰図を位置合わせした後に再び撮像した画像相当に変換し、この画像と現時刻の画像とで差分画像を生成し、生成した差分画像を倒れ込み方向に相当する方向（すなわち、倒れ込み方向を撮像画像上の方向に変換した方向）に沿って評価することによって差分波形 DW_t を生成してもよい。すなわち、現時刻の画像と一時刻前の画像との位置合わせを行い、位置合わせを行った両画像の差分から差分画像 PD_t を生成し、差分画像 PD

t を鳥瞰図に変換した際の立体物の倒れ込み方向に沿って評価できれば、必ずしも明確に鳥瞰図を生成しなくともよい。

[0064] 《エッジ情報による立体物の検出》

次に、図3に示すブロックAに代えて動作させることが可能である、輝度差算出部35、エッジ線検出部36及び立体物検出部37で構成されるエッジ情報を利用した立体物の検出ブロックBについて説明する。図13は、図3のカメラ10の撮像範囲等を示す図であり、図13(a)は平面図、図13(b)は、自車両Vから後側方における実空間上の斜視図を示す。図13(a)に示すように、カメラ10は所定の画角 α とされ、この所定の画角 α に含まれる自車両Vから後側方を撮像する。カメラ10の画角 α は、図2に示す場合と同様に、カメラ10の撮像範囲に自車両Vが走行する車線に加えて、隣接する車線も含まれるように設定されている。

[0065] 本例の検出領域A1、A2は、平面視（鳥瞰視された状態）において台形状とされ、これら検出領域A1、A2の位置、大きさ及び形状は、距離 $d_1 \sim d_4$ に基づいて決定される。なお、同図に示す例の検出領域A1、A2は台形状に限らず、図2に示すように鳥瞰視された状態で矩形など他の形状であってもよい。なお、本実施形態における検出領域設定部41も、先述した手法により検出領域A1、A2を設定することができる。

[0066] ここで、距離 d_1 は、自車両Vから接地線L1、L2までの距離である。接地線L1、L2は、自車両Vが走行する車線に隣接する車線に存在する立体物が地面に接触する線を意味する。本実施形態においては、自車両Vの後側方において自車両Vの車線に隣接する左右の車線を走行する他車両VX等（2輪車等を含む）を検出することが目的である。このため、自車両Vから白線Wまでの距離 d_{11} 及び白線Wから他車両VXが走行すると予測される位置までの距離 d_{12} から、他車両VXの接地線L1、L2となる位置である距離 d_1 を略固定的に決定しておくことができる。

[0067] また、距離 d_1 については、固定的に決定されている場合に限らず、可変としてもよい。この場合に、計算機30は、白線認識等の技術により自車両

Vに対する白線Wの位置を認識し、認識した白線Wの位置に基づいて距離 d_{11} を決定する。これにより、距離 d_1 は、決定された距離 d_{11} を用いて可変的に設定される。以下の本実施形態においては、他車両VXが走行する位置（白線Wからの距離 d_{12} ）及び自車両Vが走行する位置（白線Wからの距離 d_{11} ）は大体決まっていることから、距離 d_1 は固定的に決定されているものとする。

[0068] 距離 d_2 は、自車両Vの後端部から車両進行方向に伸びる距離である。この距離 d_2 は、検出領域A1, A2が少なくともカメラ10の画角 α 内に収まるように決定されている。特に本実施形態において、距離 d_2 は、画角 α に区分される範囲に接するよう設定されている。距離 d_3 は、検出領域A1, A2の車両進行方向における長さを示す距離である。この距離 d_3 は、検出対象となる立体物の大きさに基づいて決定される。本実施形態においては、検出対象が他車両VX等であるため、距離 d_3 は、他車両VXを含む長さに設定される。

[0069] 距離 d_4 は、図13(b)に示すように、実空間において他車両VX等のタイヤを含むように設定された高さを示す距離である。距離 d_4 は、鳥瞰視画像においては図13(a)に示す長さとしてされる。なお、距離 d_4 は、鳥瞰視画像において左右の隣接車線よりも更に隣接する車線（すなわち2車線隣の車線）を含まない長さとすることもできる。自車両Vの車線から2車線隣の車線を含んでしまうと、自車両Vが走行している車線である自車線の左右の隣接車線に他車両VXが存在するのか、2車線隣の車線に他車両VXが存在するのかについて、区別が付かなくなってしまうためである。

[0070] 以上のように、距離 d_1 ～距離 d_4 が決定され、これにより検出領域A1, A2の位置、大きさ及び形状が決定される。具体的に説明すると、距離 d_1 により、台形をなす検出領域A1, A2の上辺 b_1 の位置が決定される。距離 d_2 により、上辺 b_1 の始点位置C1が決定される。距離 d_3 により、上辺 b_1 の終点位置C2が決定される。カメラ10から始点位置C1に向かって伸びる直線L3により、台形をなす検出領域A1, A2の側辺 b_2 が決

定される。同様に、カメラ10から終点位置C2に向かって伸びる直線L4により、台形をなす検出領域A1、A2の側辺b3が決定される。距離d4により、台形をなす検出領域A1、A2の下辺b4の位置が決定される。このように、各辺b1～b4により囲まれる領域が検出領域A1、A2とされる。この検出領域A1、A2は、図13(b)に示すように、自車両Vから後側方における実空間上では真四角(長方形)となる。

[0071] 図3に戻り、視点変換部31は、カメラ10による撮像にて得られた所定領域の撮像画像データを入力する。視点変換部31は、入力した撮像画像データに対して、鳥瞰視される状態の鳥瞰画像データに視点変換処理を行う。鳥瞰視される状態とは、上空から例えば鉛直下向き(又は、やや斜め下向き)に見下ろす仮想カメラの視点から見た状態である。この視点変換処理は、例えば特開2008-219063号公報に記載された技術によって実現することができる。

[0072] 輝度差算出部35は、鳥瞰視画像に含まれる立体物のエッジを検出するために、視点変換部31により視点変換された鳥瞰視画像データに対して、輝度差の算出を行う。輝度差算出部35は、実空間における鉛直方向に伸びる鉛直仮想線に沿った複数の位置ごとに、当該各位置の近傍の2つの画素間の輝度差を算出する。輝度差算出部35は、実空間における鉛直方向に伸びる鉛直仮想線を1本だけ設定する手法と、鉛直仮想線を2本設定する手法との何れかによって輝度差を算出することができる。

[0073] 鉛直仮想線を2本設定する具体的な手法について説明する。輝度差算出部35は、視点変換された鳥瞰視画像に対して、実空間で鉛直方向に伸びる線分に該当する第1鉛直仮想線と、第1鉛直仮想線と異なり実空間で鉛直方向に伸びる線分に該当する第2鉛直仮想線とを設定する。輝度差算出部35は、第1鉛直仮想線上の点と第2鉛直仮想線上の点との輝度差を、第1鉛直仮想線及び第2鉛直仮想線に沿って連続的に求める。以下、この輝度差算出部35の動作について詳細に説明する。

[0074] 輝度差算出部35は、図14(a)に示すように、実空間で鉛直方向に伸

びる線分に該当し、且つ、検出領域 A 1 を通過する第 1 鉛直仮想線 L a（以下、注目線 L a という）を設定する。また輝度差算出部 3 5 は、注目線 L a と異なり、実空間で鉛直方向に伸びる線分に該当し、且つ、検出領域 A 1 を通過する第 2 鉛直仮想線 L r（以下、参照線 L r という）を設定する。ここで参照線 L r は、実空間における所定距離だけ注目線 L a から離間する位置に設定される。なお、実空間で鉛直方向に伸びる線分に該当する線とは、鳥瞰視画像においてはカメラ 1 0 の位置 P s から放射状に広がる線となる。この放射状に広がる線は、鳥瞰視に変換した際に立体物が倒れ込む方向に沿う線である。

[0075] 輝度差算出部 3 5 は、注目線 L a 上に注目点 P a（第 1 鉛直仮想線上の点）を設定する。また輝度差算出部 3 5 は、参照線 L r 上に参照点 P r（第 2 鉛直仮想線上の点）を設定する。これら注目線 L a、注目点 P a、参照線 L r、参照点 P r は、実空間上において図 1 4（b）に示す関係となる。図 1 4（b）から明らかなように、注目線 L a 及び参照線 L r は、実空間上において鉛直方向に伸びた線であり、注目点 P a と参照点 P r とは、実空間上において略同じ高さに設定される点である。なお、注目点 P a と参照点 P r とは必ずしも厳密に同じ高さである必要はなく、注目点 P a と参照点 P r とが同じ高さとみなせる程度の誤差は許容される。

[0076] 輝度差算出部 3 5 は、注目点 P a と参照点 P r との輝度差を求める。仮に、注目点 P a と参照点 P r との輝度差が大きいと、注目点 P a と参照点 P r との間にエッジが存在すると考えられる。このため、図 3 に示したエッジ線検出部 3 6 は、注目点 P a と参照点 P r との輝度差に基づいてエッジ線を検出する。

[0077] この点をより詳細に説明する。図 1 5 は、輝度差算出部 3 5 の詳細動作を示す図であり、図 1 5（a）は鳥瞰視された状態の鳥瞰視画像を示し、図 1 5（b）は、図 1 5（a）に示した鳥瞰視画像の一部 B 1 を拡大した図である。なお図 1 5 についても検出領域 A 1 のみを図示して説明するが、検出領域 A 2 についても同様の手順で輝度差を算出する。

[0078] カメラ10が撮像した撮像画像内に他車両V Xが映っていた場合に、図15(a)に示すように、鳥瞰視画像内の検出領域A 1に他車両V Xが現れる。図15(b)に図15(a)中の領域B 1の拡大図を示すように、鳥瞰視画像上において、他車両V Xのタイヤのゴム部分上に注目線L aが設定されていたとする。この状態において、輝度差算出部35は、先ず参照線L rを設定する。参照線L rは、注目線L aから実空間上において所定の距離だけ離れた位置に、鉛直方向に沿って設定される。具体的には、本実施形態に係る立体物検出装置1において、参照線L rは、注目線L aから実空間上において10cmだけ離れた位置に設定される。これにより、参照線L rは、鳥瞰視画像上において、例えば他車両V Xのタイヤのゴムから10cm相当だけ離れた他車両V Xのタイヤのホイール上に設定される。

[0079] 次に、輝度差算出部35は、注目線L a上に複数の注目点P a 1～P a Nを設定する。図15(b)においては、説明の便宜上、6つの注目点P a 1～P a 6（以下、任意の点を示す場合には単に注目点P a iという）を設定している。なお、注目線L a上に設定する注目点P aの数は任意でよい。以下の説明では、N個の注目点P aが注目線L a上に設定されたものとして説明する。

[0080] 次に、輝度差算出部35は、実空間上において各注目点P a 1～P a Nと同じ高さとなるように各参照点P r 1～P r Nを設定する。そして、輝度差算出部35は、同じ高さ同士の注目点P aと参照点P rとの輝度差を算出する。これにより、輝度差算出部35は、実空間における鉛直方向に伸びる鉛直仮想線に沿った複数の位置（1～N）ごとに、2つの画素の輝度差を算出する。輝度差算出部35は、例えば第1注目点P a 1とは、第1参照点P r 1との間で輝度差を算出し、第2注目点P a 2とは、第2参照点P r 2との間で輝度差を算出することとなる。これにより、輝度差算出部35は、注目線L a及び参照線L rに沿って、連続的に輝度差を求める。すなわち、輝度差算出部35は、第3～第N注目点P a 3～P a Nと第3～第N参照点P r 3～P r Nとの輝度差を順次求めていくこととなる。

[0081] 輝度差算出部35は、検出領域A1内において注目線L_aをずらしながら、上記の参照線L_rの設定、注目点P_a及び参照点P_rの設定、輝度差の算出といった処理を繰り返し実行する。すなわち、輝度差算出部35は、注目線L_a及び参照線L_rのそれぞれを、実空間上において接地線L₁の延在方向に同一距離だけ位置を変えながら上記の処理を繰り返し実行する。輝度差算出部35は、例えば、前回処理において参照線L_rとなっていた線を注目線L_aに設定し、この注目線L_aに対して参照線L_rを設定して、順次輝度差を求めていくことになる。

[0082] 図3に戻り、エッジ線検出部36は、輝度差算出部35により算出された連続的な輝度差から、エッジ線を検出する。例えば、図15(b)に示す場合、第1注目点P_{a1}と第1参照点P_{r1}とは、同じタイヤ部分に位置するために、輝度差は、小さい。一方、第2～第6注目点P_{a2}～P_{a6}はタイヤのゴム部分に位置し、第2～第6参照点P_{r2}～P_{r6}はタイヤのホイール部分に位置する。したがって、第2～第6注目点P_{a2}～P_{a6}と第2～第6参照点P_{r2}～P_{r6}との輝度差は大きくなる。このため、エッジ線検出部36は、輝度差が大きい第2～第6注目点P_{a2}～P_{a6}と第2～第6参照点P_{r2}～P_{r6}との間にエッジ線が存在することを検出することができる。

[0083] 具体的には、エッジ線検出部36は、エッジ線を検出するにあたり、先ず下記の数式1に従って、i番目の注目点P_{ai}(座標(x_i, y_i))とi番目の参照点P_{ri}(座標(x_i', y_i'))との輝度差から、i番目の注目点P_{ai}に属性付けを行う。

[数1]

$$I(x_i, y_i) > I(x_i', y_i') + t \text{ のとき}$$

$$s(x_i, y_i) = 1$$

$$I(x_i, y_i) < I(x_i', y_i') - t \text{ のとき}$$

$$s(x_i, y_i) = -1$$

上記以外するとき

$$s(x_i, y_i) = 0$$

[0084] 上記数式1において、 t は閾値を示し、 $l(x_i, y_i)$ は i 番目の注目点 P_{ai} の輝度値を示し、 $l(x_i', y_i')$ は i 番目の参照点 P_{ri} の輝度値を示す。上記数式1によれば、注目点 P_{ai} の輝度値が、参照点 P_{ri} に閾値 t を加えた輝度値よりも高い場合には、当該注目点 P_{ai} の属性 $s(x_i, y_i)$ は‘1’となる。一方、注目点 P_{ai} の輝度値が、参照点 P_{ri} から閾値 t を減じた輝度値よりも低い場合には、当該注目点 P_{ai} の属性 $s(x_i, y_i)$ は‘-1’となる。注目点 P_{ai} の輝度値と参照点 P_{ri} の輝度値とがそれ以外の関係である場合には、注目点 P_{ai} の属性 $s(x_i, y_i)$ は‘0’となる。

[0085] 次にエッジ線検出部36は、下記数式2に基づいて、注目線 L_a に沿った属性 s の連続性 $c(x_i, y_i)$ から、注目線 L_a がエッジ線であるか否かを判定する。

[数2]

$$s(x_i, y_i) = s(x_{i+1}, y_{i+1}) \text{ のとき (且つ } 0 = 0 \text{ を除く)}$$

、

$$c(x_i, y_i) = 1$$

上記以外のとき、

$$c(x_i, y_i) = 0$$

[0086] 注目点 P_{ai} の属性 $s(x_i, y_i)$ と隣接する注目点 P_{ai+1} の属性 $s(x_{i+1}, y_{i+1})$ とが同じである場合には、連続性 $c(x_i, y_i)$ は‘1’となる。注目点 P_{ai} の属性 $s(x_i, y_i)$ と隣接する注目点 P_{ai+1} の属性 $s(x_{i+1}, y_{i+1})$ とが同じではない場合には、連続性 $c(x_i, y_i)$ は‘0’となる。

[0087] 次にエッジ線検出部36は、注目線 L_a 上の全ての注目点 P_a の連続性 c について総和を求める。エッジ線検出部36は、求めた連続性 c の総和を注目点 P_a の数 N で割ることにより、連続性 c を正規化する。エッジ線検出部36は、正規化した値が閾値 θ を超えた場合に、注目線 L_a をエッジ線と判

断する。なお、閾値 θ は、予め実験等によって設定された値である。

[0088] すなわち、エッジ線検出部 36 は、下記数式 3 に基づいて注目線 L_a がエッジ線であるか否かを判断する。そして、エッジ線検出部 36 は、検出領域 A_1 上に描かれた注目線 L_a の全てについてエッジ線であるか否かを判断する。

[数 3]

$$\sum c(x_i, y_i) / N > \theta$$

[0089] 図 3 に戻り、立体物検出部 37 は、エッジ線検出部 36 により検出されたエッジ線の量に基づいて立体物を検出する。上述したように、本実施形態に係る立体物検出装置 1 は、実空間上において鉛直方向に伸びるエッジ線を検出する。鉛直方向に伸びるエッジ線が多く検出されるということは、検出領域 A_1 、 A_2 に立体物が存在する可能性が高いということである。このため、立体物検出部 37 は、エッジ線検出部 36 により検出されたエッジ線の量に基づいて立体物を検出する。さらに、立体物検出部 37 は、立体物を検出するに先立って、エッジ線検出部 36 により検出されたエッジ線が正しいものであるか否かを判定する。立体物検出部 37 は、エッジ線上の鳥瞰視画像のエッジ線に沿った輝度変化が所定の閾値よりも大きいか否かを判定する。エッジ線上の鳥瞰視画像の輝度変化が閾値よりも大きい場合には、当該エッジ線が誤判定により検出されたものと判断する。一方、エッジ線上の鳥瞰視画像の輝度変化が閾値よりも大きくない場合には、当該エッジ線が正しいものと判定する。なお、この閾値は、実験等により予め設定された値である。

[0090] 図 16 は、エッジ線の輝度分布を示す図であり、図 16 (a) は検出領域 A_1 に立体物としての他車両 V_X が存在した場合のエッジ線及び輝度分布を示し、図 16 (b) は検出領域 A_1 に立体物が存在しない場合のエッジ線及び輝度分布を示す。

[0091] 図 16 (a) に示すように、鳥瞰視画像において他車両 V_X のタイヤゴム部分に設定された注目線 L_a がエッジ線であると判断されていたとする。この場合、注目線 L_a 上の鳥瞰視画像の輝度変化はなだらかなものとなる。こ

れは、カメラ 10 により撮像された画像が鳥瞰視画像に視点変換されたことにより、他車両 V X のタイヤが鳥瞰視画像内で引き延ばされたことによる。一方、図 16 (b) に示すように、鳥瞰視画像において路面に描かれた「50」という白色文字部分に設定された注目線 L a がエッジ線であると誤判定されていたとする。この場合、注目線 L a 上の鳥瞰視画像の輝度変化は起伏の大きいものとなる。これは、エッジ線上に、白色文字における輝度が高い部分と、路面等の輝度が低い部分とが混在しているからである。

[0092] 以上のような注目線 L a 上の輝度分布の相違に基づいて、立体物検出部 37 は、エッジ線が誤判定により検出されたものか否かを判定する。立体物検出部 37 は、エッジ線に沿った輝度変化が所定の閾値よりも大きい場合には、当該エッジ線が誤判定により検出されたものであると判定する。そして、当該エッジ線は、立体物の検出には使用しない。これにより、路面上の「50」といった白色文字や路肩の雑草等がエッジ線として判定されてしまい、立体物の検出精度が低下することを抑制する。

[0093] 具体的には、立体物検出部 37 は、下記数式 4、5 の何れかにより、エッジ線の輝度変化を算出する。このエッジ線の輝度変化は、実空間上における鉛直方向の評価値に相当する。下記数式 4 は、注目線 L a 上の i 番目の輝度値 $I(x_i, y_i)$ と、隣接する $i+1$ 番目の輝度値 $I(x_{i+1}, y_{i+1})$ との差分の二乗の合計値によって輝度分布を評価する。下記数式 5 は、注目線 L a 上の i 番目の輝度値 $I(x_i, y_i)$ と、隣接する $i+1$ 番目の輝度値 $I(x_{i+1}, y_{i+1})$ との差分の絶対値の合計値によって輝度分布を評価する。

[数 4]

鉛直相当方向の評価値 = $\sum [\{ I(x_i, y_i) - I(x_{i+1}, y_{i+1}) \}^2]$

[数 5]

鉛直相当方向の評価値 = $\sum | I(x_i, y_i) - I(x_{i+1}, y_{i+1}) |$

[0094] なお、数式 5 に限らず、下記数式 6 のように、閾値 t_2 を用いて隣接する輝度値の属性 b を二値化して、当該二値化した属性 b を全ての注目点 P_a について総和してもよい。

[数 6]

鉛直相当方向の評価値 $= \sum b(x_i, y_i)$

但し、 $|I(x_i, y_i) - I(x_{i+1}, y_{i+1})| > t_2$ のとき、

$$b(x_i, y_i) = 1$$

上記以外の場合、

$$b(x_i, y_i) = 0$$

[0095] 注目点 P_{ai} の輝度値と参照点 P_{ri} の輝度値との輝度差の絶対値が閾値 t_2 よりも大きい場合、当該注目点 $P_a(x_i, y_i)$ の属性 $b(x_i, y_i)$ は '1' となる。それ以外の関係である場合には、注目点 P_{ai} の属性 $b(x_i, y_i)$ は '0' となる。この閾値 t_2 は、注目線 L_a が同じ立体物上にないことを判定するために実験等によって予め設定されている。そして、立体物検出部 37 は、注目線 L_a 上の全注目点 P_a についての属性 b を総和して、鉛直相当方向の評価値を求めて、エッジ線が正しいものかを判定する。

[0096] 次に、本実施形態に係るエッジ情報を利用した立体物検出方法について説明する。図 17 及び図 18 は、本実施形態に係る立体物検出方法の詳細を示すフローチャートである。なお、図 17 及び図 18 においては、便宜上、検出領域 A_1 を対象とする処理について説明するが、検出領域 A_2 についても同様の処理が実行される。

[0097] 図 17 に示すように、まず、先ずステップ S20 において、計算機 30 は所定のルールに基づいて検出領域を設定する。この検出領域の設定・変更手法については後に詳述する。そして、ステップ S21 において、カメラ 10 は、画角 α 及び取付位置によって特定された所定領域を撮像する。次に視点変換部 31 は、ステップ S22 において、ステップ S21 にてカメラ 10 により撮像された撮像画像データを入力し、視点変換を行って鳥瞰視画像デー

タを生成する。

[0098] 次に輝度差算出部35は、ステップS23において、検出領域A1上に注目線L_aを設定する。このとき、輝度差算出部35は、実空間上において鉛直方向に伸びる線に相当する線を注目線L_aとして設定する。次に輝度差算出部35は、ステップS24において、検出領域A1上に参照線L_rを設定する。このとき、輝度差算出部35は、実空間上において鉛直方向に伸びる線分に該当し、且つ、注目線L_aと実空間上において所定距離離れた線を参照線L_rとして設定する。

[0099] 次に輝度差算出部35は、ステップS25において、注目線L_a上に複数の注目点P_aを設定する。この際に、輝度差算出部35は、エッジ線検出部36によるエッジ検出時に問題とならない程度の数の注目点P_aを設定する。また、輝度差算出部35は、ステップS26において、実空間上において注目点P_aと参照点P_rとが略同じ高さとなるように、参照点P_rを設定する。これにより、注目点P_aと参照点P_rとが略水平方向に並ぶこととなり、実空間上において鉛直方向に伸びるエッジ線を検出しやすくなる。

[0100] 次に輝度差算出部35は、ステップS27において、実空間上において同じ高さとなる注目点P_aと参照点P_rとの輝度差を算出する。次にエッジ線検出部36は、上記の数式1に従って、各注目点P_aの属性sを算出する。次にエッジ線検出部36は、ステップS28において、上記の数式2に従って、各注目点P_aの属性sの連続性cを算出する。次にエッジ線検出部36は、ステップS29において、上記数式3に従って、連続性cの総和を正規化した値が閾値 θ より大きいかな否かを判定する。正規化した値が閾値 θ より大きいと判断した場合（S29：YES）、エッジ線検出部36は、ステップS30において、当該注目線L_aをエッジ線として検出する。そして、処理はステップS31に移行する。正規化した値が閾値 θ より大きくないと判断した場合（S29：NO）、エッジ線検出部36は、当該注目線L_aをエッジ線として検出せず、処理はステップS31に移行する。

[0101] ステップS31において、計算機30は、検出領域A1上に設定可能な注

目線 L_a の全てについて上記のステップ S_{23} ～ステップ S_{30} の処理を実行したか否かを判断する。全ての注目線 L_a について上記処理をしていないと判断した場合 (S_{31} : NO)、ステップ S_{23} に処理を戻して、新たに注目線 L_a を設定して、ステップ S_{31} までの処理を繰り返す。一方、全ての注目線 L_a について上記処理をしたと判断した場合 (S_{31} : YES)、処理は図 18 のステップ S_{32} に移行する。

[0102] 図 18 のステップ S_{32} において、立体物検出部 37 は、図 17 のステップ S_{30} において検出された各エッジ線について、当該エッジ線に沿った輝度変化を算出する。立体物検出部 37 は、上記数式 4, 5, 6 の何れかの式に従って、エッジ線の輝度変化を算出する。次に立体物検出部 37 は、ステップ S_{33} において、エッジ線のうち、輝度変化が所定の閾値よりも大きいエッジ線を除外する。すなわち、輝度変化の大きいエッジ線は正しいエッジ線ではないと判定し、エッジ線を立体物の検出には使用しない。これは、上述したように、検出領域 A_1 に含まれる路面上の文字や路肩の雑草等がエッジ線として検出されてしまうことを抑制するためである。したがって、所定の閾値とは、予め実験等によって求められた、路面上の文字や路肩の雑草等によって発生する輝度変化に基づいて設定された値となる。

[0103] 次に立体物検出部 37 は、ステップ S_{34} において、エッジ線の量が第 2 閾値 β 以上であるか否かを判断する。例えば、検出対象の立体物として四輪車を設定した場合、当該第 2 閾値 β は、予め実験等によって検出領域 A_1 内において出現した四輪車のエッジ線の数に基づいて設定される。エッジ線の量が第 2 閾値 β 以上であると判定した場合 (S_{34} : YES)、立体物検出部 37 は、ステップ S_{35} において、検出領域 A_1 内に立体物が存在すると検出する。一方、エッジ線の量が第 2 閾値 β 以上ではないと判定した場合 (S_{34} : NO)、立体物検出部 37 は、検出領域 A_1 内に立体物が存在しないと判断する。その後、図 17 及び図 18 に示す処理は終了する。検出された立体物は、自車両 V が走行する車線の隣の隣接車線を走行する他車両 V_X であると判断してもよいし、検出した立体物の自車両 V に対する相対速度を

考慮して隣接車線を走行する他車両V Xであるか否かを判断してもよい。

[0104] 以上のように、本実施形態のエッジ情報を利用した立体物の検出方法によれば、検出領域A 1, A 2に存在する立体物を検出するために、鳥瞰視画像に対して実空間において鉛直方向に伸びる線分としての鉛直仮想線を設定する。そして、鉛直仮想線に沿った複数の位置ごとに、当該各位置の近傍の2つの画素の輝度差を算出し、当該輝度差の連続性に基づいて立体物の有無を判定することができる。

[0105] 具体的には、鳥瞰視画像における検出領域A 1, A 2に対して、実空間において鉛直方向に伸びる線分に該当する注目線L aと、注目線L aとは異なる参照線L rとを設定する。そして、注目線L a上の注目点P aと参照線L r上の参照点P rとの輝度差を注目線L a及び参照線L aに沿って連続的に求める。このように、点同士の輝度差を連続的に求めることにより、注目線L aと参照線L rとの輝度差を求める。注目線L aと参照線L rとの輝度差が高い場合には、注目線L aの設定箇所に立体物のエッジがある可能性が高い。これによって、連続的な輝度差に基づいて立体物を検出することができる。特に、実空間において鉛直方向に伸びる鉛直仮想線同士との輝度比較を行うために、鳥瞰視画像に変換することによって立体物が路面からの高さに応じて引き伸ばされてしまっても、立体物の検出処理が影響されることはない。したがって、本例の方法によれば、立体物の検出精度を向上させることができる。

[0106] また、本例では、鉛直仮想線付近の略同じ高さの2つの点の輝度差を求める。具体的には、実空間上で略同じ高さとなる注目線L a上の注目点P aと参照線L r上の参照点P rとから輝度差を求めるので、鉛直方向に伸びるエッジが存在する場合における輝度差を明確に検出することができる。

[0107] 更に、本例では、注目線L a上の注目点P aと参照線L r上の参照点P rとの輝度差に基づいて注目点P aに属性付けを行い、注目線L aに沿った属性の連続性cに基づいて当該注目線L aがエッジ線であるかを判断するので、輝度の高い領域と輝度の低い領域との境界をエッジ線として検出し、人間

の自然な感覚に沿ったエッジ検出を行うことができる。この効果について詳細に説明する。図 19 は、エッジ線検出部 36 の処理を説明する画像例を示す図である。この画像例は、輝度の高い領域と輝度の低い領域とが繰り返される縞模様を示す第 1 縞模様 101 と、輝度の低い領域と輝度の高い領域とが繰り返される縞模様を示す第 2 縞模様 102 とが隣接した画像である。また、この画像例は、第 1 縞模様 101 の輝度が高い領域と第 2 縞模様 102 の輝度の低い領域とが隣接すると共に、第 1 縞模様 101 の輝度が低い領域と第 2 縞模様 102 の輝度が高い領域とが隣接している。この第 1 縞模様 101 と第 2 縞模様 102 との境界に位置する部位 103 は、人間の感覚によってはエッジとは知覚されない傾向にある。

[0108] これに対し、輝度の低い領域と輝度が高い領域とが隣接しているために、輝度差のみでエッジを検出すると、当該部位 103 はエッジとして認識されてしまう。しかし、エッジ線検出部 36 は、部位 103 における輝度差に加えて、当該輝度差の属性に連続性がある場合にのみ部位 103 をエッジ線として判定するので、エッジ線検出部 36 は、人間の感覚としてエッジ線として認識しない部位 103 をエッジ線として認識してしまう誤判定を抑制でき、人間の感覚に沿ったエッジ検出を行うことができる。

[0109] さらに、本例では、エッジ線検出部 36 により検出されたエッジ線の輝度変化が所定の閾値よりも大きい場合には、当該エッジ線が誤判定により検出されたものと判断する。カメラ 10 により取得された撮像画像を鳥瞰視画像に変換した場合、当該撮像画像に含まれる立体物は、引き伸ばされた状態で鳥瞰視画像に現れる傾向がある。例えば、上述したように他車両 V X のタイヤが引き伸ばされた場合に、タイヤという 1 つの部位が引き伸ばされるため、引き伸ばされた方向における鳥瞰視画像の輝度変化は小さい傾向となる。これに対し、路面に描かれた文字等をエッジ線として誤判定した場合に、鳥瞰視画像には、文字部分といった輝度が高い領域と路面部分といった輝度が低い領域とが混合されて含まれる。この場合に、鳥瞰視画像において、引き伸ばされた方向の輝度変化は大きくなる傾向がある。したがって、本例のよ

うにエッジ線に沿った鳥瞰視画像の輝度変化を判定することによって、誤判定により検出されたエッジ線を認識することができ、立体物の検出精度を高めることができる。

[0110] 《立体物の最終判断》

図3に戻り、本例の立体物検出装置1は、上述した2つの立体物検出部33（又は立体物検出部37）と、立体物判断部34と、レンズ状態判断部38と、検出領域設定部41と、制御部39とを備える。立体物判断部34は、立体物検出部33（又は立体物検出部37）の検出結果に基づいて、検出された立体物が最終的に検出領域A1、A2に他車両VXであるか否かを判断する。検出領域設定部41により位置が変更された第2検出領域A12、A22が設定された場合には、その変更後の第2検出領域A12、A22に他車両VXであるか否かを判断する。また、本実施形態の立体物検出装置1の制御部39は、検出領域設定部41により位置が変更された第2検出領域A12、A22と元の第1検出領域A11、A21の検出結果に基づいて、立体物検出部33（又は立体物検出部37）及び／又は立体物判断部34の処理内容を制御する。

[0111] ここで、本実施形態の検出領域設定部41の処理を具体的に説明する。本実施形態の検出領域設定部41は、レンズ状態判断部38によりレンズ11が湿潤している状態であると判断された場合には、元の第1検出領域A11、A21とは異なる位置に第2検出領域A12、A22を設定する。

[0112] まず、レンズ11の状態を判断するレンズ状態判断部38について説明する。

[0113] 本実施形態のレンズ状態判断部38は、レンズ11が雨滴や洗浄液で湿潤する状態を検出する。具体的に、レンズ状態判断部38は、雨滴センサ50、ワイパー60及びナビゲーション装置70の装置のうち、何れか一つ以上の装置から取得した情報に基づいて、降雨状態を判断し自車両Vのボディ外側、特にカメラ10のレンズ11に雨滴が付着している状態、さらにレンズ11に付着する雨滴の量（降雨量）を検出する。また、レンズ状態判断部3

8は、洗浄液を供給するポンプと当該供給された洗浄液をレンズ11上に噴射するノズルを備え、所定のレンズ洗浄工程に従う所定のタイミングでレンズ11上に洗浄液を噴射してカメラ10のレンズ11を洗浄するレンズ洗浄装置80が洗浄処理工程において洗浄液をレンズ11条に噴射するタイミングに基づいて、レンズ11に洗浄液が付着している状態、さらにはレンズ11に付着する洗浄液の量を検出する。

[0114] 本実施形態における雨滴センサ50は、雨滴が付着可能であり、ガラスなどの透光性を備える材質から構成されたステージと、このステージに赤外光を照射する発光部と、発光部から照射した光の反射光を受光する受光部とを備える。ステージの露出面に雨滴が付着していない場合には、発光部が照射した光はステージ(ガラス)の表面に全反射するため、受光部は照射光とほぼ同じ強さの反射光を受光する。他方、ステージの露出面に雨滴が付着している場合には、発光部が照射した光はステージ(ガラス)に付着した雨滴を介して外部に透過するため、受光部は照射光よりも減衰した強さの反射光を受光する。発光部が照射する照射光と受光部が受光する反射光とを比較することにより、ステージの露出面(一方主面)に雨滴が付着しているか否かを判断することができる。また、照射光の減衰量に基づいて雨滴量を判断する。雨滴の有無及び雨滴の量に関する情報は、後述する計算機30のレンズ状態判断部38へ送出される。なお、雨滴センサ50の構成はこれに限定されず、出願時に知られた他の雨滴センサ50を適宜に利用することができる。レンズ状態判断部38は、雨滴センサ50の出力結果(雨滴の有無、所定量以上の雨滴の存在)に基づいて、レンズ11が湿潤状態であるか否かを判断する。

[0115] ワイパー60は、自車両Vのフロントガラス、リアガラスに付着した雨滴を除去する装置である。手動、自動の設定にかかわらず、雨滴の付着量が多いほど、ワイパー60の雨滴除去動作の頻度は高くなる。これを利用して、ワイパー60の駆動頻度(駆動強度)が高いほど雨滴の量が多い(降雨量が多い)と判断し、ワイパー60の駆動頻度(駆動強度)が低いほど雨滴の量が少ない(降雨量が少ない)と判断することができる。レンズ状態判断部3

8は、ワイパー60の動作情報(動作中である旨の情報、所定量以上の駆動頻度での動作)に基づいて、レンズ11が湿潤状態であるか否かを判断する。

[0116] ナビゲーション装置70は、外部との情報授受を行う通信装置71を備え、出願時において知られる一般的なナビゲーション装置と同様に、経路探索のみならず、情報提供サーバから位置情報に対応づけられた降雨情報を含む天気情報を含む各種情報の提供装置として機能する。取得する降雨情報は、降雨の有無及び降雨量の多少を含む。ナビゲーション装置70は、GPS装置72を用いて自車両Vの現在位置を検出し、現在位置における降雨情報を含む天気情報を取得する。これにより、降雨(雨滴付着)の有無、降雨量の多少について外部から情報を取得することができる。

[0117] レンズ洗浄装置80は、洗浄液を供給するポンプと当該供給された洗浄液をレンズ11上に噴射するノズルを備え、所定のレンズ洗浄工程に従う所定のタイミングでレンズ11上に洗浄液を噴射してカメラ10のレンズ11を洗浄する。このレンズ洗浄工程において、レンズ洗浄装置80は、レンズ11の表面を湿潤させるために洗浄液Wをレンズ11に滴下する「レンズ湿潤工程A」、滴下された洗浄液をレンズ11の表面全体にいきわたらせるために、所定間隔で複数回にわたって気体をレンズ11に間欠的に吹き付ける「第1エア吹き付け工程B」、洗浄液Wをレンズ11に吹き付けてレンズ11表面の汚れを洗い流す「洗浄工程C」、洗浄液Wを蒸発させてレンズ11の表面を乾燥させる「第2エア吹き付け工程D」を含むレンズ洗浄工程に従いレンズ11の表面を洗浄する。レンズ状態判断部38は、レンズ洗浄工程を参照し、レンズ洗浄工程開始後の経過時間に基づいて、洗浄液がレンズ11に滴下される「レンズ湿潤工程A」及び洗浄液がレンズ11に吹き付けられる「洗浄工程C」が実行されている間は、レンズ11が湿潤していると判断する。

[0118] 以上のように、レンズ状態判断部38は、雨滴センサ50、ワイパー60、ナビゲーション装置70、又はレンズ洗浄装置80から取得した情報に基づいて、レンズ11が湿潤しているか否かを判断し、その結果を検知領域設

定部 4 1 へ出力する。

[0119] 検出領域設定部 4 1 は、レンズ状態判断部 3 8 によりレンズ 1 1 が湿潤している状態であると判断された場合には、先に検出領域 A 1, A 2 として設定された第 1 検出領域 A 1 1, A 2 1 を、自車両 V が走行する車線に隣接する隣接車線の白線のうち自車両 V の走行車線側の白線の表示領域を除くように位置を変更し、第 2 検出領域 A 1 2, A 2 2 を検出領域 A 1, A 2 として設定する。

[0120] ところで、水や洗浄液などの液体がレンズ 1 1 に付着し、レンズ 1 1 が湿潤状態にあると、レンズ 1 1 により結像される像が歪む。湿潤したレンズ 1 1 を介して取得した画像情報 K の一例を図 2 0 に示す。ちなみに、図 2 0 の下側の映像はライセンスプレート L P の像であり、上側の薄墨の部分はカメラ 1 0 のケース C の像である。ライセンスプレート L P とケース C の間の領域の画像が、自車両 V の移動とともに刻々変化する。図 2 0 に示すように、ライセンスプレート L P とケース C の間の領域の画像情報 K は、自車両 V が走行する道路の路面 R D の像と、この路面 R D の上に広がる後方の空 S K の像とを含む。

[0121] 図 2 0 に示すような湿潤したレンズ 1 1 を介して撮像された画像情報 K を用いて画像変換処理を行うと、レンズ 1 1 を覆う水膜の影響を受けて、平面物のエッジが立体物のエッジの特徴を備える場合がある。このような画像情報に基づいて上述した手法で差分波形情報又はエッジ情報を算出し、立体物検出処理を行うと道路の白線(走行レーン標識)のような平面物を他車両 V X などの立体物の像と誤認識する場合がある。

[0122] 具体的に図 2 1 の左側の図に示すように、湿潤していないレンズ 1 1 を用いて、白線 Q 1 が描かれた検知領域 A 1 a を撮像し、この撮像画像に基づいて差分波形情報(エッジ情報)を求めると、G 1 a のように平面物である白線 Q 1 の特徴は抽出されない。他方、図 2 1 の右側の図に示すように、湿潤したレンズ 1 1 を用いて、白線 Q 2 が描かれた検知領域 A 1 b を撮像すると白線 Q 2 が歪むので、この撮像画像に基づいて差分波形情報(エッジ情報)を求

めると、撮像された対象物は平面物だけであるにもかかわらず、G 1 b に示すように立体物の特徴 Z は抽出される場合がある。この抽出結果に基づいて立体物検出処理を進めると、白線の像に基づいて他車両 V X の検出結果が導出されてしまう場合がある。

[0123] このような誤検出を未然に防止するために、本実施形態の立体物検出装置 1 は、レンズ 1 1 が湿潤している状態が検出された場合には、デフォルトの第 1 検出領域 A 1 1, A 2 1 とは異なる位置に第 2 検出領域 A 1 2, A 2 2 を設定する。この第 2 検出領域 A 1 2, A 2 2 は、車両 V が走行する車線に隣接する隣接車線の白線のうち自車両 V の走行車線側の白線の表示領域が含まれないように、位置を変更して設定されるため、湿潤したレンズ 1 1 によって撮像された歪んだ白線画像の影響を排除することができる。この結果、レンズ 1 1 が湿潤することによって検出結果の精度が低下することを防止し、検出領域を走行する他車両を高い精度で検出する立体物検出装置 1 を提供することができる。

[0124] 以下、図 2 2 ~ 図 2 5 に基づいて、具体的な第 2 検出領域 A 1 2, A 2 2 の設定手法を説明する。

[0125] 図 2 2 は、先に検出領域 A 1, A 2 として設定された第 1 検出領域 A 1 1, A 2 1 を示す。第 1 検出領域 A 1 1, A 2 1 は、隣接車線の走行レーンを走行する他車両 V X と、隣接車線の走行レーンの位置を示す白線とを含む位置に設定される。第 1 検出領域 A 1 1, A 2 1 の位置は、定常的な処理を行う位置（デフォルト位置）として定義することができる。

[0126] 図 2 3 に示すように、本実施形態の検知領域設定部 4 1 は、レンズ状態判断部 3 8 によりレンズ 1 1 が湿潤している状態であると判断された場合には、先に検出領域 A 1, A 2 として設定された第 1 検出領域 A 1 1, A 2 1 を、カメラ 1 0 の設置位置を通り、自車両 V の車長方向 y に沿う基準線 P から第 1 所定距離 W 1 だけ離隔させた位置に変更し、変更後の位置に第 2 検出領域 A 1 2, A 2 2 を新たな検出領域 A 1, A 2 として設定する。このように、第 1 検出領域 A 1 1, A 2 1 を自車両 V の走行車線の中央から左右両側へ

距離 W_1 だけ離隔させることにより、第2検出領域 A_{12} 、 A_{22} 内に、車両が走行する車線に隣接する隣接車線の走行レーン標識のうち車両 V の走行車線側の走行レーン標識(白線)の表示領域が含まれないようにすることができるので、湿潤したレンズ11によって撮像された歪んだ白線画像の影響を排除することができる。他車両 V_X が検出対象領域 A_1 、 A_2 に存在するときには、主に、走行レーン標識のうち車両 V の走行車線側の走行レーン標識(白線)しか撮像されない。このため、本実施形態では、車両が走行する車線に隣接する隣接車線の走行レーン標識のうち車両 V の走行車線側の走行レーン標識(白線)の表示領域が含まれないように(除かれるように)、位置を変更して第2検出領域 A_{12} 、 A_{22} を設定する。

[0127] 図24に示すように、本実施形態の検知領域設定部41は、レンズ状態判断部38によりレンズ11が湿潤している状態であると判断された場合には、先に検出領域 A_1 、 A_2 として設定された第1検出領域 A_{11} 、 A_{21} のうち、カメラ10の設置位置を通り、自車両 V の車長方向 y に沿う基準線 P から第2所定距離 W_2 未満の領域 A_{13} 、 A_{23} を欠損させた領域に、第2検出領域 A_{12} 、 A_{22} の位置を変更して新たな検出領域 A_1 、 A_2 として設定する。このように、第1検出領域 A_{11} 、 A_{21} のうち自車両 V の走行車線の中央から左右両側の距離 W_2 未満の領域を検出領域から外すことにより、第2検出領域 A_{12} 、 A_{22} 内に隣接車線の白線(走行レーン標識)が含まれないようにすることができるので、湿潤したレンズ11によって撮像された歪んだ白線画像の影響を排除することができる。

[0128] 図25に示すように、本実施形態の検知領域設定部41は、レンズ状態判断部38によりレンズ11が湿潤している状態であると判断された場合には、先に検出領域 A_1 、 A_2 として設定された第1検出領域 A_{11} 、 A_{21} のうち、カメラ10の設置位置を通り、自車両 V の車長方向 y に沿う基準線 P から第3所定距離 W_3 未満の領域 A_{14} 、 A_{24} がマスク(除外)された第2検出領域 A_{12} 、 A_{22} を新たな検出領域 A_1 、 A_2 として設定する。このように、第1検出領域 A_{11} 、 A_{21} のうち自車両 V の走行車線の中央か

ら左右両側の距離 $W3$ 未満の領域を検出領域として機能しないようにする(マスクする)ことにより、第2検出領域 $A12$ 、 $A22$ 内において隣接車線の白線(走行レーン標識)が検出されないようにすることができるので、湿潤したレンズ11によって撮像された歪んだ白線画像の影響を排除することができる。

[0129] 所定距離 $W1 \sim W4$ は、予め設定し、計算機30に記憶させておいてもよいし、ナビゲーション装置70が記憶する地図情報中に各道路情報(各位置情報)に対応づけて記憶させておき、ナビゲーション装置70のGPSにより検出された位置情報に基づいて、その位置情報が属する各道路情報と対応する所定距離 $W1 \sim W4$ を逐次読み出してもよい。各所定距離は、同じ距離であっても異なる距離であってもよい。白線(走行レーン幅)が15cm程度である場合には、所定距離 $W1 \sim W4$ は25cm $\sim$ 300cm程度とすることができる。

[0130] 本実施形態の検知領域設定部41は、カメラ10が撮像した画像に基づいて道路上において白線(走行レーン標識)が表示された表示領域を検出し、レンズ状態判断部38によりレンズ11が湿潤している状態であると判断された場合には、先に検出領域 $A1$ 、 $A2$ として設定された第1検出領域 $A11$ 、 $A21$ のうち、その表示領域が除かれるように(表示領域を含まないように)位置を変更して、第2検出領域 $A12$ 、 $A22$ を新たな検出領域 $A1$ 、 $A2$ として設定する。このように、第1検出領域 $A11$ 、 $A21$ のうち白線の表示領域を除くことにより、第2検出領域 $A12$ 、 $A22$ 内において隣接車線の白線(走行レーン標識)が検出されないようにすることができるので、湿潤したレンズ11によって撮像された歪んだ白線画像の影響を排除することができる。なお、路面に含まれる白線を識別し、識別された白線を含む領域を抽出する手法は特に限定されず、出願時に知られた画像処理手法を適宜に適用することができる。

[0131] また、白線(走行レーン標識)のコントラストが高い撮像環境においては、平面物である白線の像から立体物の像の特徴が抽出される傾向が高くなる

。このような状況においては隣接車線の白線の標識が検出領域 A 1, A 2 に含まれないようにすることが好ましい。このため、本実施形態の検知領域設定部 4 1 は、カメラ 1 0 が撮像した画像に基づいて道路上に表示された白線のコントラストの高さを算出し、算出された白線のコントラストの高さが所定閾値以上である場合には、第 2 検出領域 A 1 2, A 2 2 を新たな検出領域 A 1, A 2 として設定する。このように、白線（走行レーン標識）のコントラストが高い場合には、隣接車線の白線（走行レーン標識）が検出されないように設定された第 2 検出領域 A 1 2, A 2 2 を設定するので、湿潤したレンズ 1 1 によって撮像された歪んだ白線画像の影響を排除することができる。

[0132] ところで、上述の各手法に基づいて第 1 検出領域 A 1 1, A 2 1 を基準線 P から外側に大きく移動させると、他車両 V X が検出領域 A 1, A 2 に存在しない場合に、隣接車線の外側の白線（走行レーン標識）が検出領域 A 1, A 2 に含まれる場合がある。この場合において、レンズ 1 1 が湿潤していると、隣接車線の外側の白線が歪んで撮像され、誤検出の原因となる場合がある。このため、本実施形態の検知領域設定部 4 1 は、図 2 6 に示すように、第 2 検出領域 A 1 2, A 2 2 と第 1 検出領域 A 1 1, A 2 1 との距離 ΔW ($W 1 - W 0$) が所定値以上であると判断された場合には、設定された第 2 検出領域 A 1 2, A 2 2 のうち、カメラ 1 0 の設置位置を通り、自車両 V の車長方向 y に沿う基準線 P から第 4 所定距離 W 4 以上離隔した領域 A 2 5 を除くように、これらを欠損させ又はマスクした第 2 検出領域 A 1 2, A 2 2 を新たな検出領域 A 1, A 2 として設定する。このように、第 2 検出領域 A 1 2, A 2 2 と第 1 検出領域 A 1 1, A 2 1 との距離 ΔW ($W 1 - W 0$) が所定値以上である場合には、隣接車線の外側の（自車両 V の走行車線から遠い方の）白線（走行レーン標識）が検出されないように設定された第 2 検出領域 A 1 2, A 2 2 を設定するので、湿潤したレンズ 1 1 によって撮像された歪んだ白線画像の影響を排除することができる。

[0133] 以下、本実施形態の立体物検出装置 1 の制御部 3 9 について説明する。本

実施形態の制御部 39 は、検出領域設定部 41 により設定された第 2 検出領域 A 1 2, A 2 2 と第 1 検出領域 A 1 1, A 2 1 との距離が大きくなるにつれて、立体物検出部 33, 37 により検出された立体物が立体物判断手段 34 により右側検出領域 A 1 又は左側検出領域 A 2 に存在する他車両 V X であると判断されることを抑制する。

[0134] デフォルトの検出領域 A 1, A 2 (第 1 検出領域 A 1 1, A 2 1) は通常時においては適切に他車両 V X を検出できる位置に設定しているのであるから、検出領域 A 1, A 2 を変更して、通常と同じ条件・手法で立体物を検出すると、他車両 V X を誤検出する場合がある。このため、本実施形態では、第 2 検出領域 A 1 2, A 2 2 と第 1 検出領域 A 1 1, A 2 1 との距離が大きくなるにつれて、他車両 V X の検出が抑制されるように（検出しにくくなるように）、差分波形情報を生成する際の画素値の差分に関する閾値を高く変更する。

[0135] 図 27 には、他車両 V X の検出処理に用いられる各閾値と、第 2 検出領域 A 1 2, A 2 2 と第 1 検出領域 A 1 1, A 2 1 との距離 ΔW との関係の一例を示す。図 27 に示すように、 ΔW が増えるほど各閾値が高く設定される。このように、第 2 検出領域 A 1 2, A 2 2 と第 1 検出領域 A 1 1, A 2 1 との距離 ΔW ($W1 - W0$) が大きくなるにつれて、立体物が検出され、検出された立体物が他車両 V X であると判断されることを抑制するので、検出領域 A 1, A 2 をずらしたことによって生じる誤検出を防止することができる。

[0136] また、本実施形態の制御部 39 は、第 2 検出領域 A 1 2, A 2 2 と第 1 検出領域 A 1 1, A 2 1 との距離が大きくなるにつれて、鳥瞰視画像の差分画像上において所定の差分を示す画素数をカウントして度数分布化された値を低く出力する制御命令を立体物検出部 33 に出力することができる。鳥瞰視画像の差分画像上において所定の差分を示す画素数をカウントして度数分布化された値とは、図 11 のステップ S5 において生成される差分波形 DW_t の縦軸の値である。このように、出力値を低くすることにより、自車両 V の

走行車線の隣を走行する他車両V Xが検出されにくいように検出感度が調整されるため、他車両V Xを誤検出することを防止することができる。

[0137] 次に、エッジ情報に基づいて立体物を検出する場合の制御命令について説明する。本実施形態の制御部39は、第2検出領域A12、A22と第1検出領域A11、A21との距離が大きくなるにつれて、エッジ情報を検出する際に用いられる輝度に関する所定閾値を高くする制御命令を立体物検出部37に出力する。エッジ情報を検出する際に用いられる輝度に関する所定閾値とは、図17のステップS29における各注目点P aの属性の連続性cの総和を正規化した値を判断する閾値 θ 、又は図18のステップ34におけるエッジ線の量を評価する第2閾値 β である。このように、判断の閾値を高く変更することにより、自車両Vの走行車線の隣を走行する他車両V Xが検出されにくいように検出感度が調整されるため、他車両V Xを誤検出することを防止することができる。

[0138] また、本実施形態の制御部39は、第2検出領域A12、A22と第1検出領域A11、A21との距離が大きくなるにつれて、検出したエッジ情報の量を低く出力する制御命令を立体物検出部37に出力する。検出したエッジ情報の量とは、図17のステップS29における各注目点P aの属性の連続性cの総和を正規化した値、又は図18のステップ34におけるエッジ線の量である。このように、出力値を低くすることにより、自車両Vの走行車線の隣を走行する他車両V Xが検出されにくいように出力値を小さくすることで検出感度が調整されるため、隣の車線を走行する他車両V Xを誤検出することを防止することができる。

[0139] また、本実施形態の検出領域設定部38は、設定された第2検出領域A12、A22と第1検出領域A11、A21との距離 ΔW が所定値以上であると判断された場合には、位置を変更し、設定された第2検出領域A12、A22のうち、カメラ10の設置位置を通り、車両の車長方向yに沿う基準線Pから第5所定距離W5以上離隔した領域に、第3検出領域A25を設定する（図26を援用）。そして、制御部39は、この第3検出領域A25に対

応する画像に基づく情報から検出される立体物が他車両V Xであると判断されることを抑制する。具体的に、第3検出領域A 2 5に対応する画像に基づいて立体物を検出し、検出された立体物が他車両V Xであるか否かを判断する処理において、適用する第1閾値 α 、第2閾値 β 、 θ を高く変更する。

[0140] このように、第2検出領域A 1 2、A 2 2と第1検出領域A 1 1、A 2 1との距離 ΔW ($W 1 - W 0$) が大きい場合には、車両の車長方向yに沿う基準線Pから第5所定距離W 5以上離隔した領域に対応する画像情報から立体物が検出され、検出された立体物が他車両V Xであると判断されることを抑制するので、検出領域A 1、A 2をずらしたことによって生じる誤検出を防止することができる。

[0141] 図28は、本実施形態に係る立体物検出装置1の制御手順である。

ステップS 4 1においてレンズ状態判断手段38は、雨滴センサ50、ワイパー60、ナビゲーション装置70、又はレンズ洗浄装置80から取得した各種情報に基づいてレンズ11が湿潤した状態であるか否かを判断する。レンズ11が湿潤状態でなければ、ステップS 4 2へ進み、デフォルトの第1検出領域A 1 1、A 2 1を検出領域A 1、A 2として設定する。他方、レンズ11が湿潤状態であると判断された場合にはステップS 4 3へ進む。

[0142] ステップS 4 3において、検出領域設定部41は、白線として検出された像のエッジ内外の輝度差であるコントラストが所定値以上であるか否かを判断し、コントラストが所定値未満であればステップS 4 2へ進み、デフォルトの第1検出領域A 1 1、A 2 1を検出領域A 1、A 2として設定する。他方、コントラストが所定値以上であればステップS 4 4へ進み、位置が変更された新たな第2検出領域A 1 2、A 2 2を設定する。検出領域設定部41は先述した複数の設定手法のうち、いずれかの手法により新たな第2検出領域A 1 2、A 2 2を設定する。

[0143] ステップS 4 5において、デフォルトの第1検出領域A 1 1、A 2 1の設定位置に対して、新たな第2検出領域A 1 2、A 2 2の設定位置のずれ量 ΔW が所定値以上でない場合には、ステップS 4 6へ進み、制御部39は、立

立体物の検出を抑制するように、ずれ量 ΔW が大きくなるにつれて、立体物の検出及び他車両判断に適用される第1閾値 α 、閾値 θ 、第2閾値 β などの各閾値のいずれか一つを高く設定する。この高く設定された閾値は、新たな第2検出領域A12, A22から取得された画像情報の処理に適用される。

[0144] ステップS45において、デフォルトの第1検出領域A11, A21の設定位置に対して、新たな第2検出領域A12, A22の設定位置のずれ量 ΔW が所定値以上である場合には、ステップS47へ進み、検出領域設定部41は自車両Vの車長方向yに沿う基準線Pから第5所定距離W5以上離隔した第3検出領域A25（図26参照）を設定する。そして、制御部39はこの第3検出領域A25に対応する画像に基づく情報から検出される立体物が他車両VXであると判断されることを抑制する。つまり、第3検出領域A25に対応する画像を処理する際に適用される第1閾値 α 、閾値 θ 、第2閾値 β などの各閾値のいずれか一つを高く設定する。

[0145] 立体物検出部33、37により立体物が検出されること又は立体物判断部37により立体物が他車両であると判断されることを抑制するために、制御部39は各処理に用いられる各閾値を初期値、標準値その他の設定値よりも高く（検出がされ難くなるように）変更し、又は各閾値と比較される出力値を低く（検出がされ難くなるように）変更する。

[0146] 具体的な処理の内容は、以下のとおりである。

[0147] 差分波形情報を用いて立体物を検出する立体物検出部33が、差分波形情報が所定の第1閾値 α 以上であるときに立体物を検出する場合において、制御部39は、立体物が検出され難いように第1閾値 α を高く変更する制御命令を生成し、この制御命令を立体物検出部33に出力する。

[0148] 同じく、立体物検出部33が、差分波形情報が所定の第1閾値 α 以上であるときに立体物を検出する場合において、制御部39は、鳥瞰視画像の差分画像上において所定の差分を示す画素数をカウントして度数分布化された値を低く変更して出力させる制御命令を生成し、この制御命令を立体物検出部38に出力する。

- [0149] また、差分波形情報を用いて立体物を検出する立体物検出部 33 が閾値 p 以上の画素値を示す画素数を所定の差分を示す画素数として抽出する場合において、制御部 39 は、立体物が検出され難いように閾値 p を高く変更する制御命令を生成し、この制御命令を立体物検出手部 38 に出力する。
- [0150] 同じく、立体物検出部 33 が閾値 p 以上の画素値を示す画素数を所定の差分を示す画素数として抽出する場合において、制御部 39 は、鳥瞰視画像を視点変換した際に立体物が倒れ込む方向に沿って、差分画像上において抽出される画素数を低く変更して出力する制御命令を生成し、この制御命令を立体物検出部 38 に出力する。
- [0151] エッジ情報を用いて立体物を検出する立体物検出部 37 が所定閾値 t 以上の輝度差を示す画素に基づいてエッジ線を抽出する場合において、制御部 39 は、立体物が検出され難いように所定閾値 t を高く変更する制御命令を生成し、この制御命令を立体物検出部 37 に出力する。
- [0152] 同じく、エッジ情報を用いて立体物を検出する立体物検出部 37 が所定閾値 t 以上の輝度差を示す画素に基づいてエッジ線を抽出する場合において、制御部 39 は画素の輝度値を低く変更して出力する制御命令を生成し、この制御命令を立体物検出部 37 に出力する。
- [0153] エッジ情報を用いて立体物を検出する立体物検出部 37 がエッジ情報に含まれる閾値 θ 以上の長さを有するエッジ線に基づいて立体物を検出する場合において、制御部 39 は、立体物が検出され難いように閾値 θ を高く変更する制御命令を生成し、この制御命令を立体物検出部 37 に出力する。
- [0154] 同じく、エッジ情報を用いて立体物を検出する立体物検出部 37 がエッジ情報に含まれる閾値 θ 以上の長さを有するエッジ線に基づいて立体物を検出する場合において、制御部 39 は、検出したエッジ情報のエッジ線の長さの値を低く変更して出力させる制御命令を生成し、この制御命令を立体物検出部 37 に出力する。
- [0155] エッジ情報を用いて立体物を検出する立体物検出部 37 がエッジ情報に含まれる所定長さ以上のエッジ線、例えば閾値 θ 以上の長さを有するエッジ線

の本数が第2閾値 β 以上であるか否かの判断に基づいて立体物を検出する場合において、制御部39は、立体物が検出され難いように第2閾値 β を高く変更する制御命令を生成し、この制御命令を立体物検出部37に出力する。

[0156] エッジ情報を用いて立体物を検出する立体物検出部37がエッジ情報に含まれる所定長さ以上のエッジ線、例えば閾値 θ 以上の長さを有するエッジ線の本数が第2閾値 β 以上であるか否かの判断に基づいて立体物を検出する場合において、制御部39は、検出した所定長さ以上のエッジ線の本数を低く出力する制御命令を生成し、この制御命令を立体物検出部37に出力する。

[0157] また、立体物判断部34は、検出された立体物の移動速度が予め設定された所定速度以上であるときに、この立体物を他車両であると判断する場合において、制御部39は、立体物が検出され難いように立体物を他車両であると判断する際の下限となる所定速度を高く変更する制御命令を生成し、この制御命令を立体物判断部34に出力する。

[0158] 同じく、立体物判断部34は、検出された立体物の移動速度が予め設定された所定速度以上であるときに、この立体物を他車両であると判断する場合において、制御部39は、立体物を他車両であると判断する際の下限となる所定速度と比較される立体物の移動速度を低く変更して出力する制御命令を生成し、当該制御命令を立体物判断部34に出力する。

[0159] また、立体物判断部34が、検出された立体物の移動速度が予め設定された所定速度未満であるときに、この立体物を他車両であると判断する場合において、制御部39は、立体物を他車両であると判断する際の上限となる所定速度を低く変更する制御命令を生成し、この制御命令を立体物判断部34に出力する。

[0160] 同じく、立体物判断部34が検出された立体物の移動速度が予め設定された所定速度未満であるときに、この立体物を他車両であると判断する場合において、制御部39は、立体物を他車両であると判断する際の上限となる所定速度と比較される立体物の移動速度を高く変更する制御命令を生成し、この制御命令を立体物判断部34に出力する。

[0161] なお、ここで「移動速度」は、立体物の絶対速度、および自車両に対する立体物の相対速度を含む。立体物の絶対速度は立体物の相対速度から算出してもよいし、立体物の相対速度は立体物の絶対速度から算出してもよい。

[0162] ちなみに、第1閾値 α は、図11のステップS7において、差分波形 DW_t のピークを判断するための閾値である。閾値 p は所定の画素値を有する画素を抽出するための閾値である。所定閾値 t は所定の輝度差を有する画素又はエッジ成分を抽出するための閾値である。閾値 θ は、図17のステップS29における各注目点 P_a の属性の連続性 c の総和を正規化した値（エッジの長さ）を判断する閾値であり、第2閾値 β は、図18のステップ34におけるエッジ線の量（本数）を評価する閾値である。このように、判断の閾値を高く変更することにより、自車両 V の走行車線の隣を走行する他車両 V_X が検出されにくいように検出感度が調整されるため、他車両 V_X の誤検出することを防止することができる。

[0163] 本実施形態の制御部39は、鳥瞰視画像の差分画像上において所定の差分を示す画素数をカウントして度数分布化された値を低く出力する制御命令を立体物検出部33に出力する。鳥瞰視画像の差分画像上において所定の差分を示す画素数をカウントして度数分布化された値とは、図11のステップS5において生成される差分波形 DW_t の縦軸の値である。また、本実施形態の制御部39は、検出したエッジ情報を低く出力する制御命令を立体物検出部37に出力する。検出したエッジ情報とは、図17のステップS29における各注目点 P_a の属性の連続性 c の総和を正規化した値であるエッジ線の長さのほか、図18のステップ34におけるエッジ線の量である。制御部39は、次の処理においては立体物が検出されにくいように、各注目点 P_a の属性の連続性 c の総和を正規化した値又はエッジ線の量を低く変更する。このように、出力値を低くすることにより、自車両 V の走行車線の隣を走行する他車両 V_X が検出されにくいように検出感度を調整できるため、隣の車線を走行する他車両 V_X の誤検出を防止することができる。

[0164] 第2検出領域 A_{12} 、 A_{22} が設定され、各閾値が設定されたら、ステッ

プS 4 8に進み、立体物の検出処理を行う。この立体物の検出処理は上述した立体物検出部3 3による図1 1、図1 2の差分波形情報を用いた処理、又は立体物検出部3 7による図1 7、図1 8のエッジ情報を用いた処理に従って行われる。そして、ステップ4 3において、この立体物検出部3 3、3 7により検出領域A 1、A 2に立体物が検出された場合にはステップS 4 9に進み、検出された立体物が他車両V Xであると判断する。他方、立体物検出部3 3、3 7により検出領域A 1、A 2に立体物が検出されない場合にはステップS 5 1に進み、検出領域A 1、A 2に他車両V Xは存在しないと判断する。

[0165] 以上のとおり構成され、動作する本発明の本実施形態に係る立体物検出装置1によれば、以下の効果を奏する。

(1) 本実施形態の立体物検出装置1によれば、レンズ1 1が湿潤している状態が検出された場合には、デフォルトの第1検出領域A 1 1、A 2 1とは異なる、第2検出領域A 1 2、A 2 2を設定する。この第2検出領域A 1 2、A 2 2は、車両Vが走行する車線に隣接する隣接車線の白線のうち自車両Vの走行車線側の白線の表示領域が含まれない位置に設定されるため、湿潤したレンズ1 1によって撮像された歪んだ白線画像の影響を排除することができる。この結果、レンズ1 1が湿潤することによって検出結果の精度が低下することを防止し、検出領域を走行する他車両を高い精度で検出する立体物検出装置1を提供することができる。この効果は、差分波形情報に基づいて他車両V Xを検出する場合であっても、エッジ情報に基づいて他車両V Xを検出する場合であっても同様に奏する。

[0166] (2) 本実施形態の立体物検出装置1によれば、第1検出領域A 1 1、A 2 1を自車両Vの走行車線の中央から左右両側へ距離W 1だけ離隔させることにより、第2検出領域A 1 2、A 2 2内に隣接車線の白線（走行レーン標識）が含まれないようにすることができるので、湿潤したレンズ1 1によって撮像された歪んだ白線画像の影響を排除することができる。

[0167] (3) 本実施形態の立体物検出装置1によれば、第1検出領域A 1 1、A

2 1 のうち自車両 V の走行車線の中央から左右両側の距離 $W 2$ 未満の領域を検出領域から外すことにより、第 2 検出領域 $A 1 2$ 、 $A 2 2$ 内に隣接車線の白線（走行レーン標識）が含まれないようにすることができるので、湿潤したレンズ 1 1 によって撮像された歪んだ白線画像の影響を排除することができる。

[0168] （４）本実施形態の立体物検出装置 1 によれば、第 1 検出領域 $A 1 1$ 、 $A 2 1$ のうち自車両 V の走行車線の中央から左右両側の距離 $W 3$ 未満の領域を検出領域として機能しないようにする（マスクする）ことにより、第 2 検出領域 $A 1 2$ 、 $A 2 2$ 内において隣接車線の白線（走行レーン標識）が検出されないようにすることができるので、湿潤したレンズ 1 1 によって撮像された歪んだ白線画像の影響を排除することができる。

[0169] （５）本実施形態の立体物検出装置 1 によれば、第 1 検出領域 $A 1 1$ 、 $A 2 1$ のうち白線の表示領域を除くことにより、第 2 検出領域 $A 1 2$ 、 $A 2 2$ 内において隣接車線の白線（走行レーン標識）が検出されないようにすることができるので、湿潤したレンズ 1 1 によって撮像された歪んだ白線画像の影響を排除することができる。

[0170] （６）白線（走行レーン標識）のコントラストが高く出る状況においては、歪んだ白線画像によって誤検出が生じる可能性が高い。本実施形態の立体物検出装置 1 によれば、白線（走行レーン標識）のコントラストが高い場合には、隣接車線の白線（走行レーン標識）が検出されないように設定された第 2 検出領域 $A 1 2$ 、 $A 2 2$ を設定するので、湿潤したレンズ 1 1 によって撮像された歪んだ白線画像の影響を排除することができる。

[0171] （７）本実施形態の立体物検出装置 1 によれば、第 2 検出領域 $A 1 2$ 、 $A 2 2$ と第 1 検出領域 $A 1 1$ 、 $A 2 1$ との距離 ΔW ($W 1 - W 0$) が所定値以上である場合には、隣接車線の外側の（自車両 V の走行車線から遠い方の）白線（走行レーン標識）が検出されないように設定された第 2 検出領域 $A 1 2$ 、 $A 2 2$ を設定するので、湿潤したレンズ 1 1 によって撮像された歪んだ白線画像の影響を排除することができる。

- [0172] (8) 本実施形態の立体物検出装置 1 によれば、第 2 検出領域 A 1 2, A 2 2 と第 1 検出領域 A 1 1, A 2 1 との距離 ΔW ($W 1 - W 0$) が大きくなるにつれて、立体物が検出され、検出された立体物が他車両 V X であると判断されることを抑制するので、検出領域 A 1, A 2 をずらしたことによって生じる誤検出を防止することができる。
- [0173] (9) 本実施形態の立体物検出装置 1 によれば、第 2 検出領域 A 1 2, A 2 2 と第 1 検出領域 A 1 1, A 2 1 との距離 ΔW ($W 1 - W 0$) が大きい場合には、車両の車長方向 y に沿う基準線 P から第 5 所定距離 W 5 以上離隔した領域に対応する画像情報から立体物が検出され、検出された立体物が他車両 V X であると判断されることを抑制するので、検出領域 A 1, A 2 をずらしたことによって生じる誤検出を防止することができる。
- [0174] 上記カメラ 1 0 は本発明に係る撮像手段に相当し、上記視点変換部 3 1 は本発明に係る画像変換手段に相当し、上記位置合わせ部 3 2 及び立体物検出部 3 3 は本発明に係る立体物検出手段に相当し、上記輝度差算出部 3 5, エッジ線検出部 3 6 及び立体物検出部 3 7 は本発明に係る立体物検出手段に相当し、上記立体物判断部 3 4 は立体物判断手段に相当し、上記レンズ状態判断部 3 8 はレンズ状態判断手段に相当し、上記検出領域設定部 4 1 は検出領域設定手段に相当し、上記車速センサ 2 0 は車速センサに相当する。
- [0175] 本実施形態における位置合わせ部 2 1 は、異なる時刻の鳥瞰視画像の位置を鳥瞰視上で位置合わせし、その位置合わせされた鳥瞰視画像を得るが、この「位置合わせ」処理は、検出対象の種別や要求される検出精度に応じた精度で行うことができる。同一時刻及び同一位置を基準に位置を合わせるといった厳密な位置合わせ処理であってもよいし、各鳥瞰視画像の座標を把握するという程度の緩い位置合わせ処理であってもよい。

符号の説明

- [0176] 1 … 立体物検出装置
1 0 … カメラ
1 1 … レンズ洗浄装置

20…車速センサ
30…計算機
31…視点変換部
32…位置合わせ部
33, 37…立体物検出部
34…立体物判断部
35…輝度差算出部
36…エッジ検出部
38…レンズ状態判断部
39…制御部
40…スミア検出部
41…検出領域設定部
50…雨滴センサ
60…ワイパー
70…ナビゲーション装置
80…レンズ洗浄装置
a…画角
A1, A2…検出領域
CP…交点
DP…差分画素
 DW_t, DW_t' …差分波形
 $DW_{t1} \sim DW_m, DW_{m+k} \sim DW_{tn}$ …小領域
L1, L2…接地線
La, Lb…立体物が倒れ込む方向上の線
P…撮像画像
 PB_t …鳥瞰視画像
 PD_t …差分画像
MP…マスク画像

S…スミア

S P…スミア画像

S B_t…スミア鳥瞰視画像

V…自車両

V X…他車両

請求の範囲

[請求項1]

車両後方の映像を結像させるレンズを備えた撮像手段と、
前記車両後方に検出領域を設定する検出領域設定手段と、
前記撮像手段により取得された画像に基づいて、前記検出領域に存在する立体物を検出する立体物検出手段と、

前記レンズが湿潤している状態であるか否かを検出するレンズ状態判断手段と、を備え、

前記検出領域設定手段は、前記レンズ状態判断手段により前記レンズが湿潤している状態であると判断された場合には、先に前記検出領域として設定された第1検出領域を、前記車両が走行する車線に隣接する隣接車線の走行レーン標識のうち前記車両の走行車線側の走行レーン標識の表示領域が除かれた第2検出領域に変更することを特徴とする立体物検出装置。

[請求項2]

前記撮像手段により得られた画像を鳥瞰視画像に視点変換する画像変換手段と、

前記立体物検出手段により検出された立体物が他車両であるか否かを判断する立体物判断手段と、をさらに備え、

前記検出領域設定手段は、前記車両後方の右側及び左側のそれぞれに検出領域を設定し、

前記立体物検出手段は、前記画像変換手段により得られた異なる時刻の鳥瞰視画像の位置を鳥瞰視上で位置合わせし、当該位置合わせされた鳥瞰視画像の差分画像上において、前記鳥瞰視画像を視点変換した際に立体物が倒れ込む方向に沿って、前記差分画像上において所定の差分を示す画素数をカウントして度数分布化することで差分波形情報を生成し、当該差分波形情報に基づいて、前記検出領域に存在する立体物を検出し、

前記立体物判断手段は、前記立体物検出手段により検出された立体物が前記右側検出領域又は左側検出領域に存在する他車両であるか否

かを判断することを特徴とする請求項 1 に記載の立体物検出装置。

[請求項3] 前記撮像手段により得られた画像を鳥瞰視画像に視点変換する画像変換手段と、

前記立体物検出手段により検出された立体物が他車両であるか否かを判断する立体物判断手段と、をさらに備え、

前記検出領域設定手段は、前記車両後方の右側及び左側のそれぞれに検出領域を設定し、

前記立体物検出手段は、前記画像変換手段により得られた鳥瞰視画像において、鳥瞰視画像に視点変換した際に立体物が倒れ込む方向に沿って、互いに隣接する画像領域の輝度差が所定閾値以上であるエッジ情報を検出し、当該エッジ情報に基づいて立体物を検出し、

前記立体物判断手段は、前記立体物検出手段により検出された立体物が前記右側検出領域又は左側検出領域に存在する他車両であるか否かを判断することを特徴とする請求項 1 に記載の立体物検出装置。

[請求項4] 前記検出領域設定手段は、前記レンズ状態判断手段により前記レンズが湿潤している状態であると判断された場合には、先に前記検出領域として設定された第 1 検出領域を、前記カメラの設置位置を通り、前記車両の車長方向に沿う基準線から第 1 所定距離だけ離隔させた位置に、前記第 2 検出領域を前記検出領域として設定することを特徴とする請求項 1 ～ 3 の何れか一項に記載の立体物検出装置。

[請求項5] 前記検出領域設定手段は、前記レンズ状態判断手段により前記レンズが湿潤している状態であると判断された場合には、先に前記検出領域として設定された第 1 検出領域のうち、前記カメラの設置位置を通り、前記車両の車長方向に沿う基準線から第 2 所定距離未満の領域を欠損させた領域に、前記第 2 検出領域を前記検出領域として設定することを特徴とする請求項 1 ～ 3 の何れか一項に記載の立体物検出装置。

[請求項6] 前記検出領域設定手段は、前記レンズ状態判断手段により前記レン

ズが湿潤している状態であると判断された場合には、先に前記検出領域として設定された第1検出領域のうち、前記カメラの設置位置を通り、前記車両の車長方向に沿う基準線から第3所定距離未満の領域がマスクされた第2検出領域を前記検出領域として設定することを特徴とする請求項1～3の何れか一項に記載の立体物検出装置。

[請求項7] 前記検出領域設定手段は、前記カメラが撮像した画像に基づいて道路上において走行レーン標識が表示された領域を検出する走行レーン標識の表示領域を抽出し、
前記レンズ状態判断手段により前記レンズが湿潤している状態であると判断された場合には、先に前記検出領域として設定された第1検出領域のうち、前記表示領域を含まない第2検出領域を前記検出領域として設定することを特徴とする請求項1～3の何れか一項に記載の立体物検出装置。

[請求項8] 前記検出領域設定手段は、前記カメラが撮像した画像に基づいて道路上に表示された走行レーン標識のコントラストの高さを算出し、前記算出された走行レーン標識のコントラストの高さが所定閾値以上である場合には、前記第2検出領域を前記検出領域として設定することを特徴とする請求項1～7の何れか一項に記載の立体物検出装置。

[請求項9] 前記検出領域設定手段は、前記設定された前記第2検出領域と前記第1検出領域との距離が所定値以上であると判断された場合には、設定された第2検出領域のうち、前記カメラの設置位置を通り、前記車両の車長方向に沿う基準線から第4所定距離以上離隔した領域を欠損させることを特徴とする請求項1～8の何れか一項に記載の立体物検出装置。

[請求項10] 前記検出領域設定手段により設定された前記第2検出領域と前記第1検出領域との距離が大きくなるにつれて、前記立体物検出手段により検出された立体物が前記立体物判断手段により前記右側検出領域又は左側検出領域に存在する他車両であると判断されることを抑制する

制御手段をさらに備える請求項 1 ～ 9 の何れか一項に記載の立体物検出装置。

[請求項11] 前記検出領域設定手段は、前記設定された前記第 2 検出領域と前記第 1 検出領域との距離が所定値以上であると判断された場合には、設定された第 2 検出領域のうち、前記カメラの設置位置を通り、前記車両の車長方向に沿う基準線から第 5 所定距離以上離隔した領域に、第 3 検出領域を設定し、

前記第 3 検出領域に対応する画像に基づく情報から前記検出される立体物が前記他車両であると判断されることを抑制する制御手段をさらに備えることを特徴とする請求項 1 ～ 9 の何れか一項に記載の立体物検出装置。

[請求項12] 前記レンズ状態判断手段は、前記車両に搭載された雨滴センサ、ワイパー、ナビゲーション装置又は前記レンズの洗浄装置の何れか一つ以上から取得した情報に基づいて、前記レンズが湿潤している状態であるか否かを判断することを特徴とする請求項 1 ～ 11 の何れか一項に記載の立体物検出装置。

[請求項13] 車両に搭載され、車両後方の映像を結像させるレンズを備えた撮像手段により得られた画像を鳥瞰視画像に視点変換するステップと、

前記車両後方の右側及び左側のそれぞれに検出領域を設定するステップと、

前記得られた異なる時刻の鳥瞰視画像の位置を鳥瞰視上で位置合わせし、当該位置合わせされた鳥瞰視画像の差分画像上において、前記鳥瞰視画像を視点変換した際に立体物が倒れ込む方向に沿って、前記差分画像上において所定の差分を示す画素数をカウントして度数分布化することで差分波形情報を生成し、当該差分波形情報に基づいて、前記検出領域に存在する立体物を検出するステップと、

前記検出された立体物が前記右側検出領域又は左側検出領域に存在する他車両であるか否かを判断するステップと、

前記レンズが湿潤している状態であるか否かを検出するステップと、を有し、

前記検出領域を設定するステップは、前記レンズが湿潤している状態であると判断された場合には、先に前記検出領域として設定された第1検出領域を、前記車両が走行する車線に隣接する隣接車線の走行レーン標識のうち前記車両の走行車線側の走行レーン標識の表示領域が除かれた第2検出領域に変更することを特徴とする立体物検出方法。

[請求項14]

車両に搭載され、車両後方の映像を結像させるレンズを備えた撮像手段により得られた画像を鳥瞰視画像に視点変換するステップと、

前記車両後方の右側及び左側のそれぞれに検出領域を設定するステップと、

前記画像変換手段により得られた鳥瞰視画像において、鳥瞰視画像に視点変換した際に立体物が倒れ込む方向に沿って、互いに隣接する画像領域の輝度差が所定閾値以上であるエッジ情報を検出し、当該エッジ情報に基づいて立体物を検出するステップと、

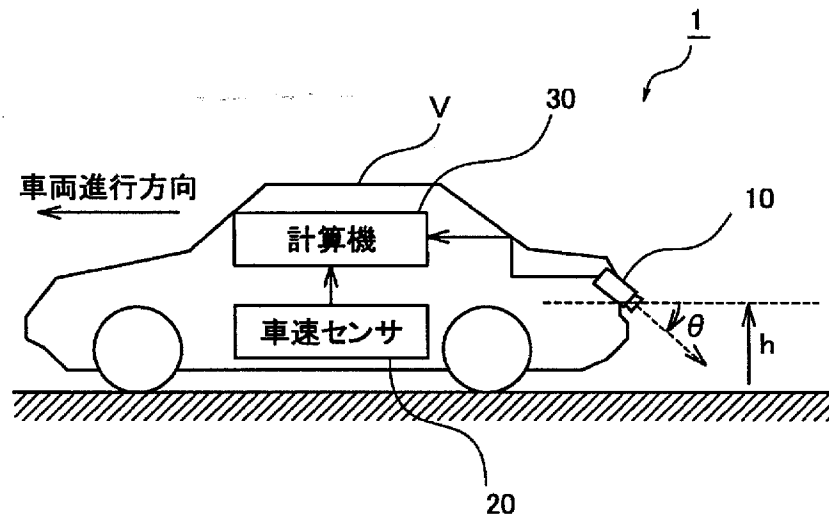
前記検出された立体物が前記右側検出領域又は左側検出領域に存在する他車両であるか否かを判断するステップと、

前記レンズが湿潤している状態であるか否かを検出するステップと、を有し、

前記検出領域を設定するステップは、前記レンズが湿潤している状態であると判断された場合には、先に前記検出領域として設定された第1検出領域を、前記車両が走行する車線に隣接する隣接車線の走行レーン標識のうち前記車両の走行車線側の走行レーン標識の表示領域が除かれた第2検出領域に変更することを特徴とする立体物検出方法。

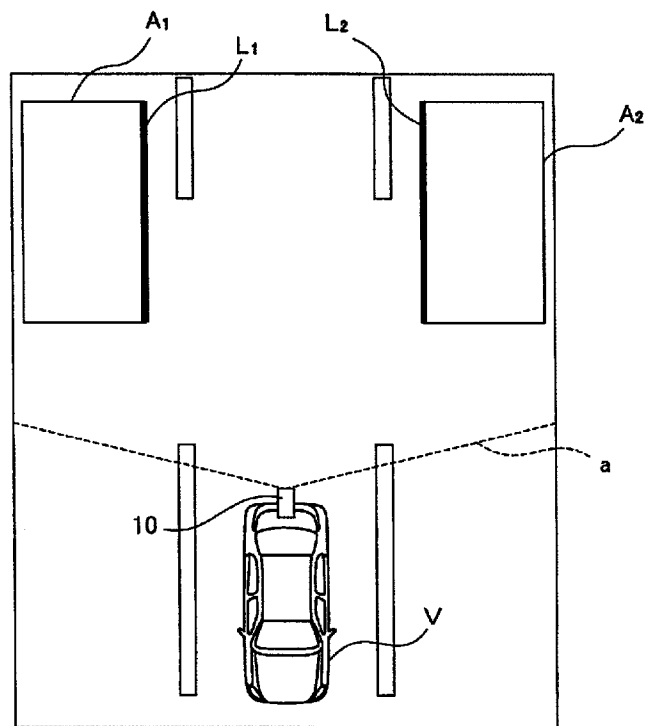
[図1]

図 1

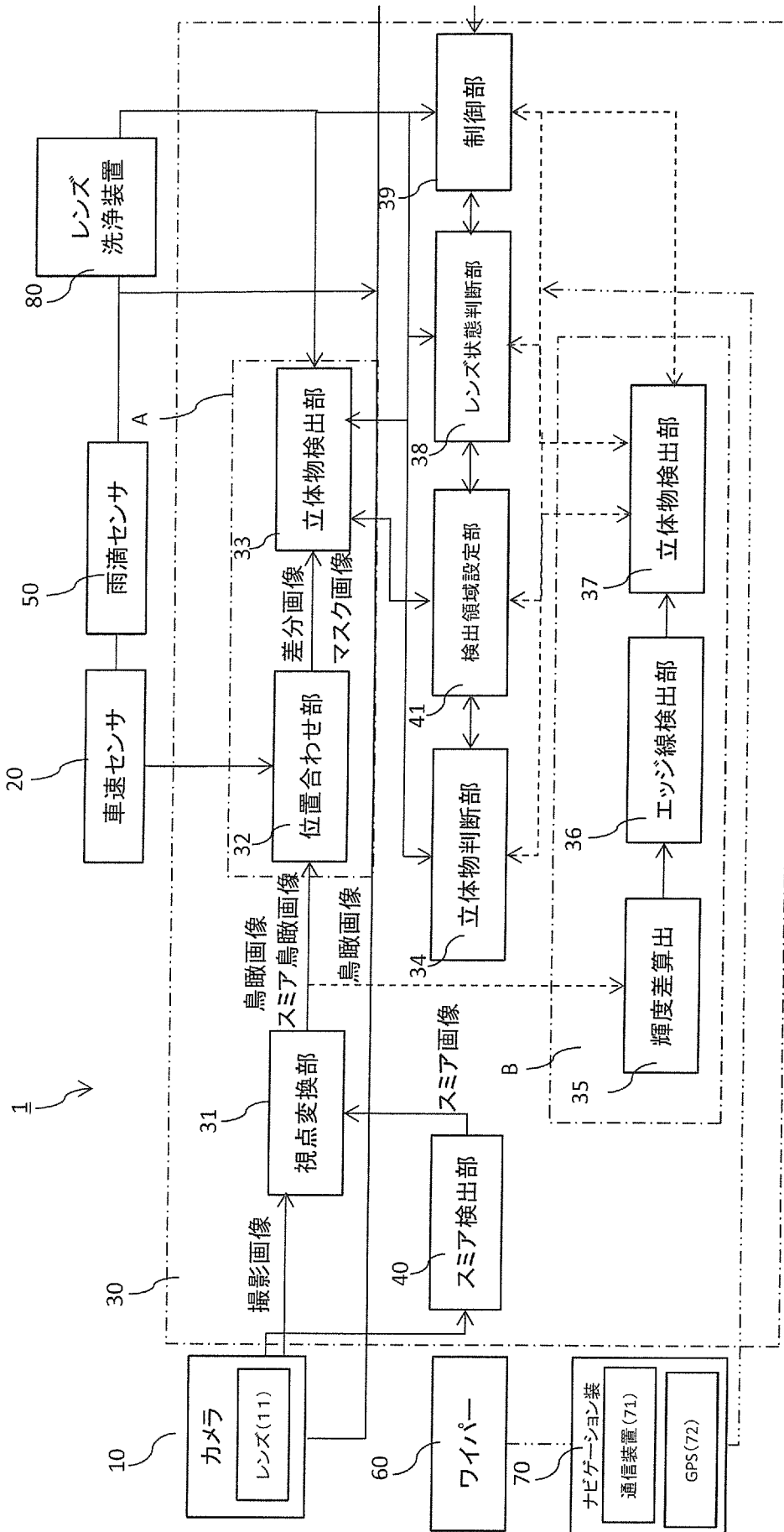


[図2]

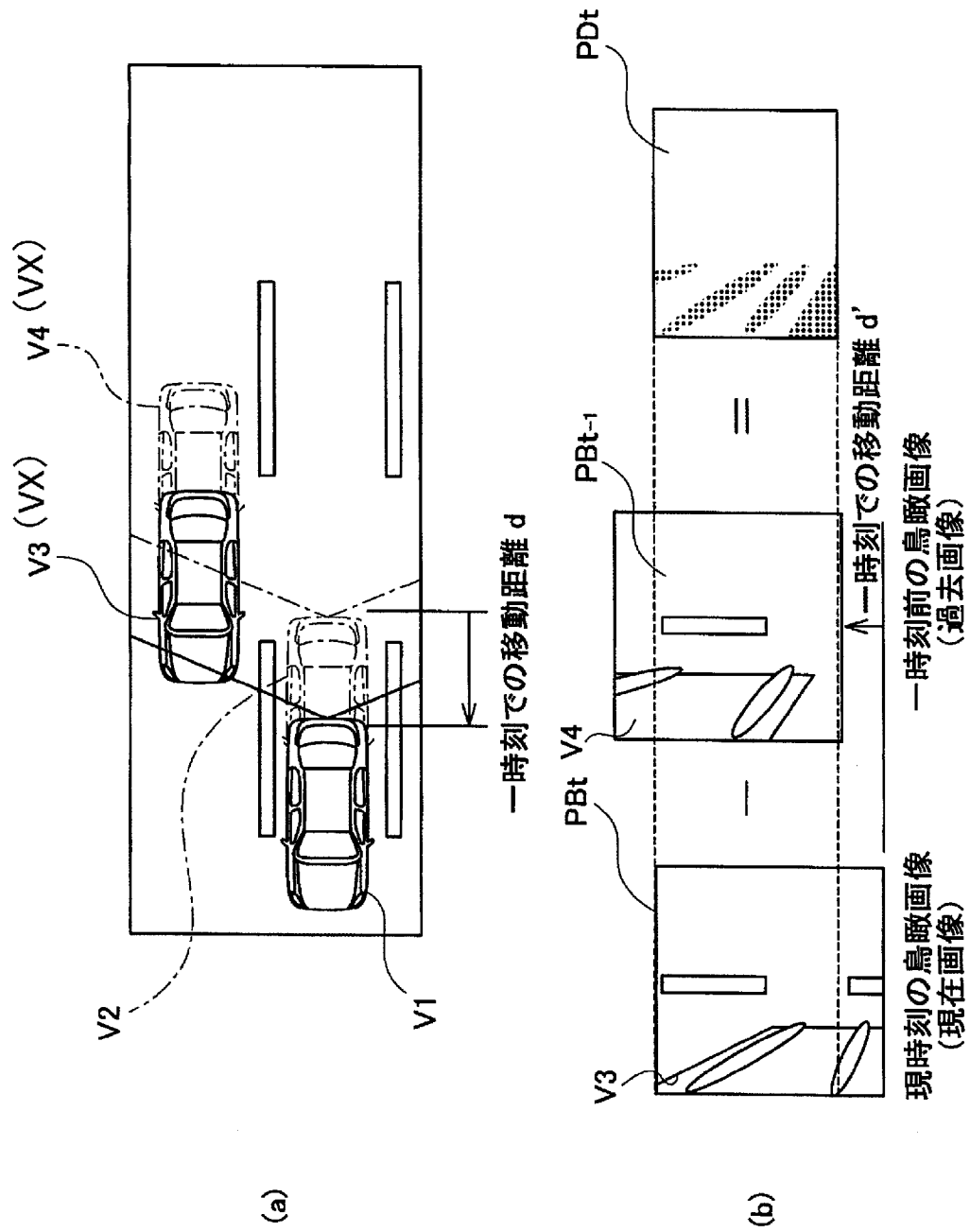
図 2



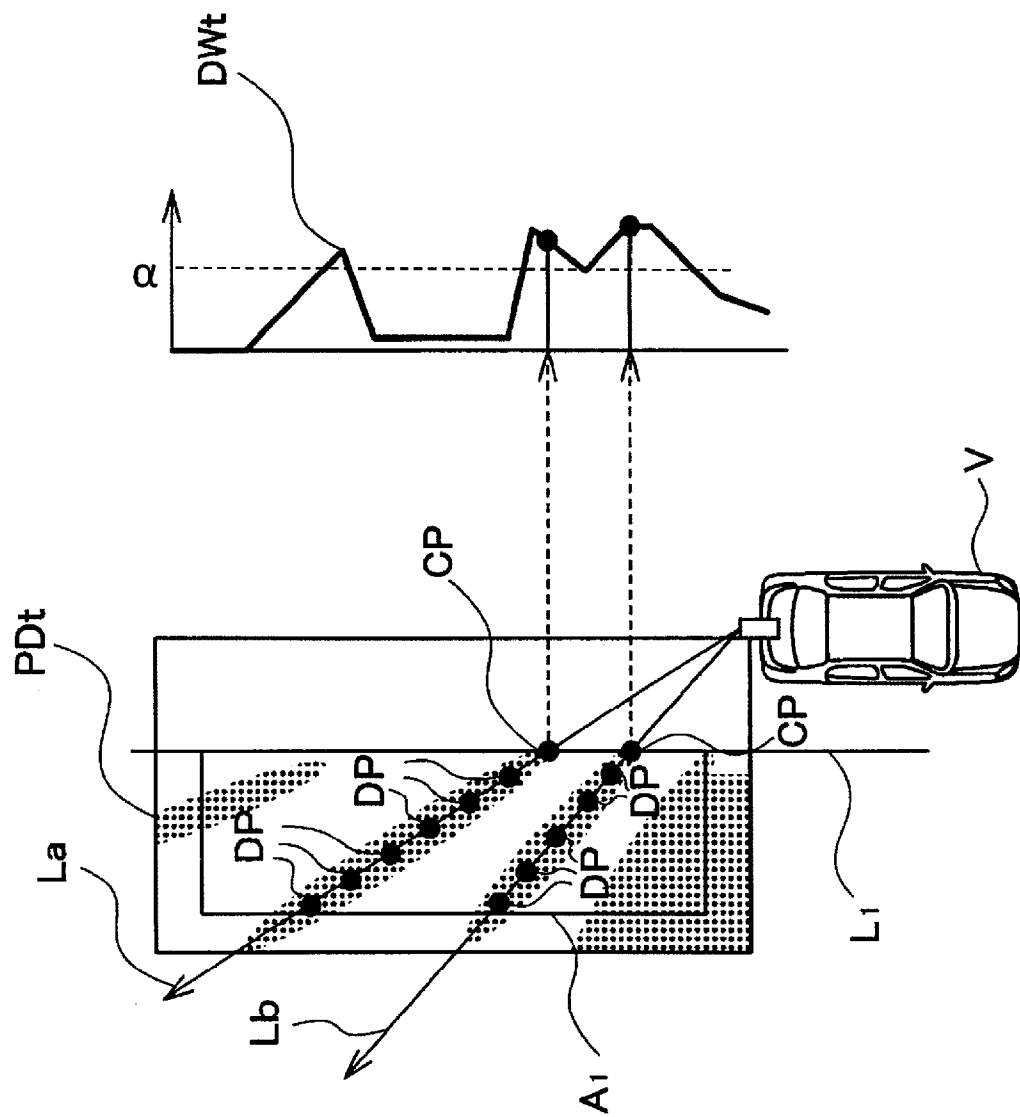
【図3】



[図4]

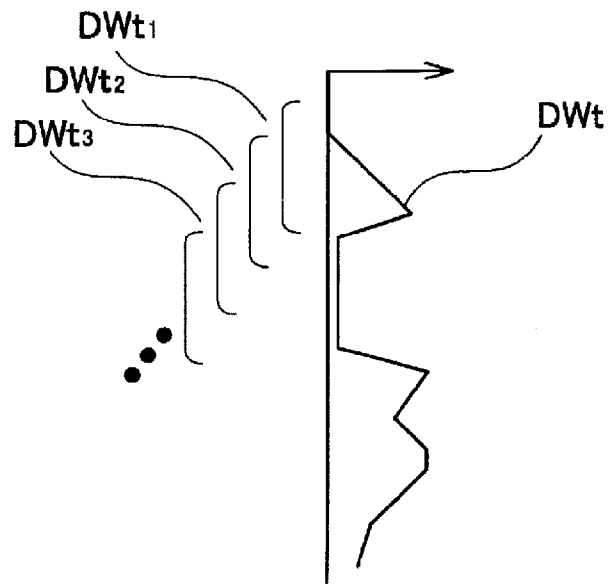


[図5]



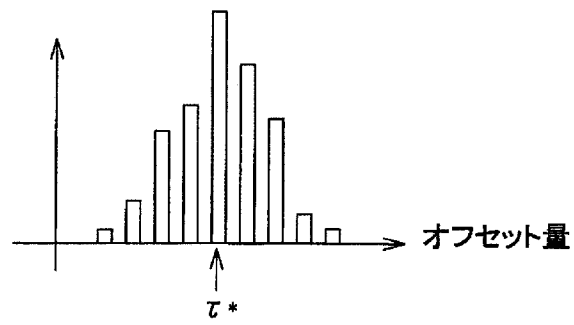
[図6]

図 6

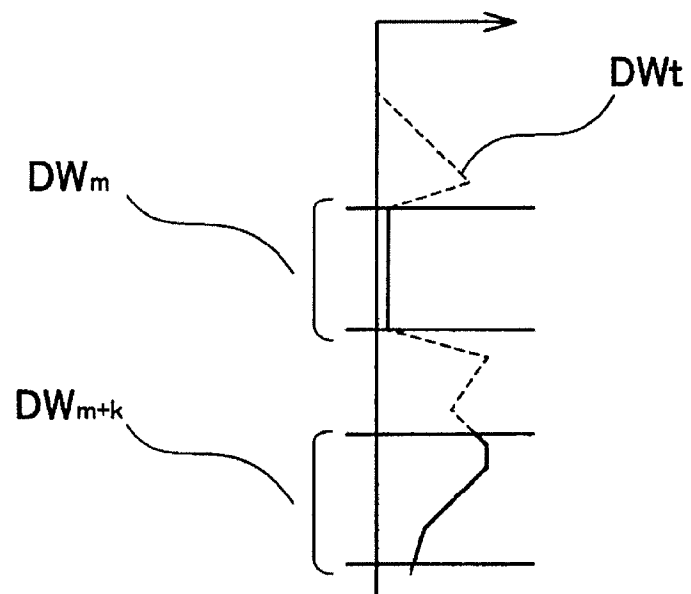


[図7]

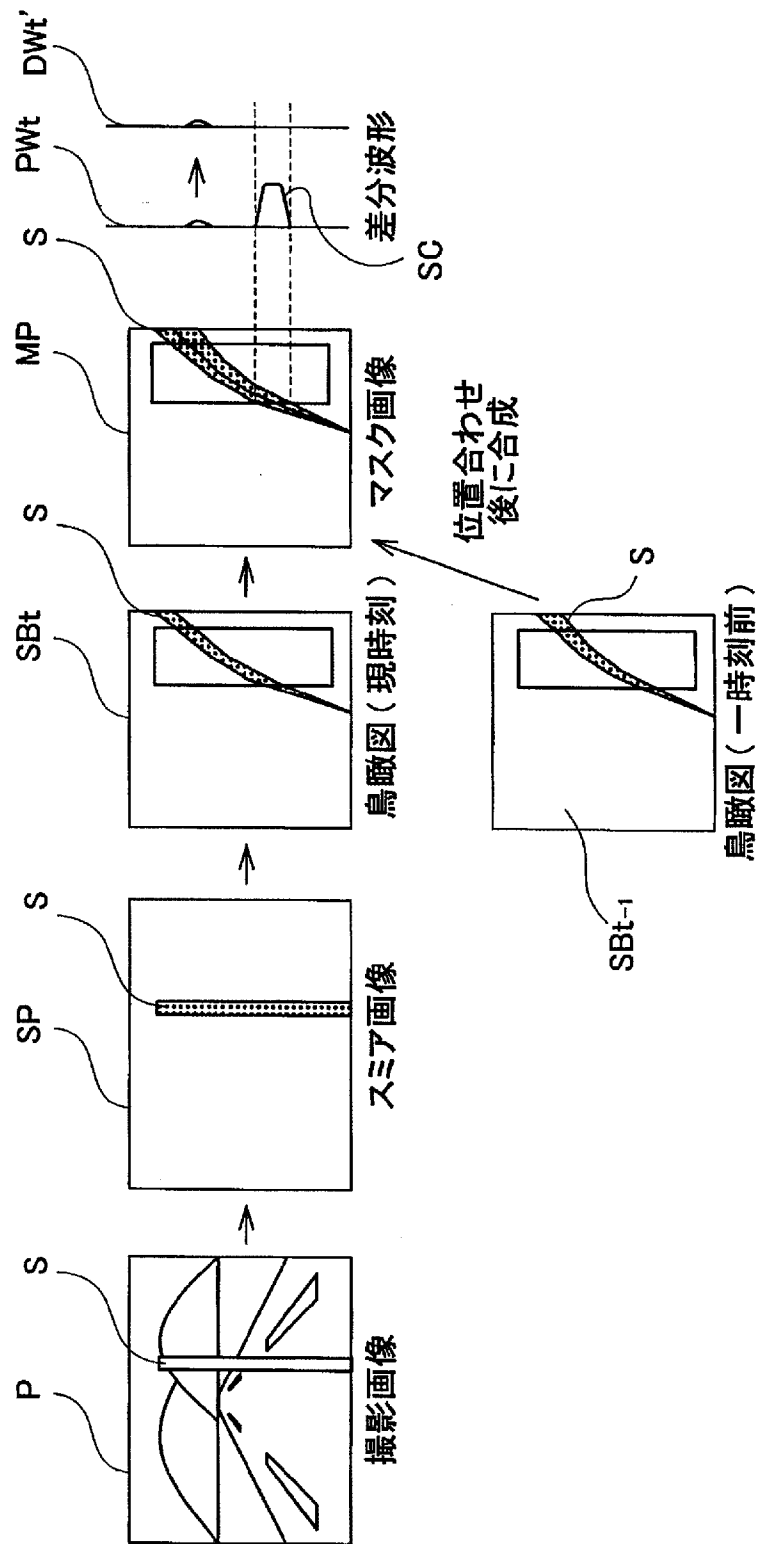
図 7



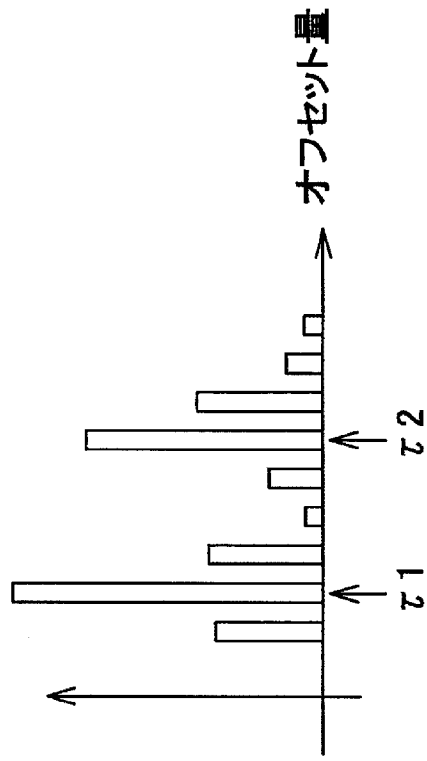
[図8]

図 8

[図9]

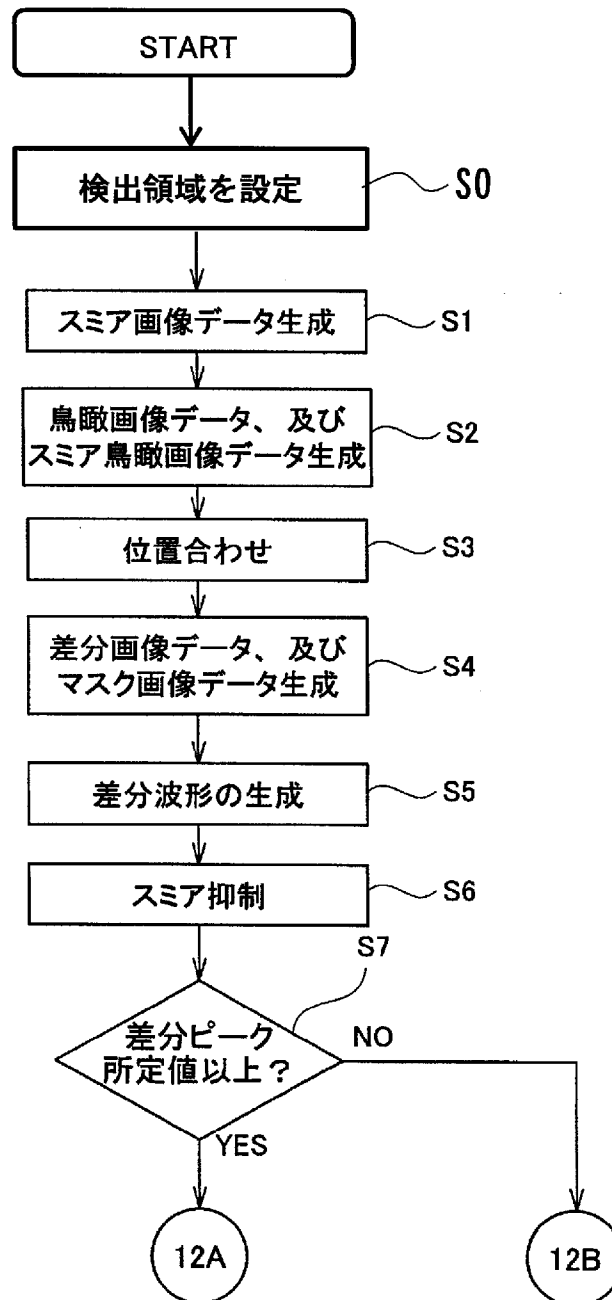


[図10]



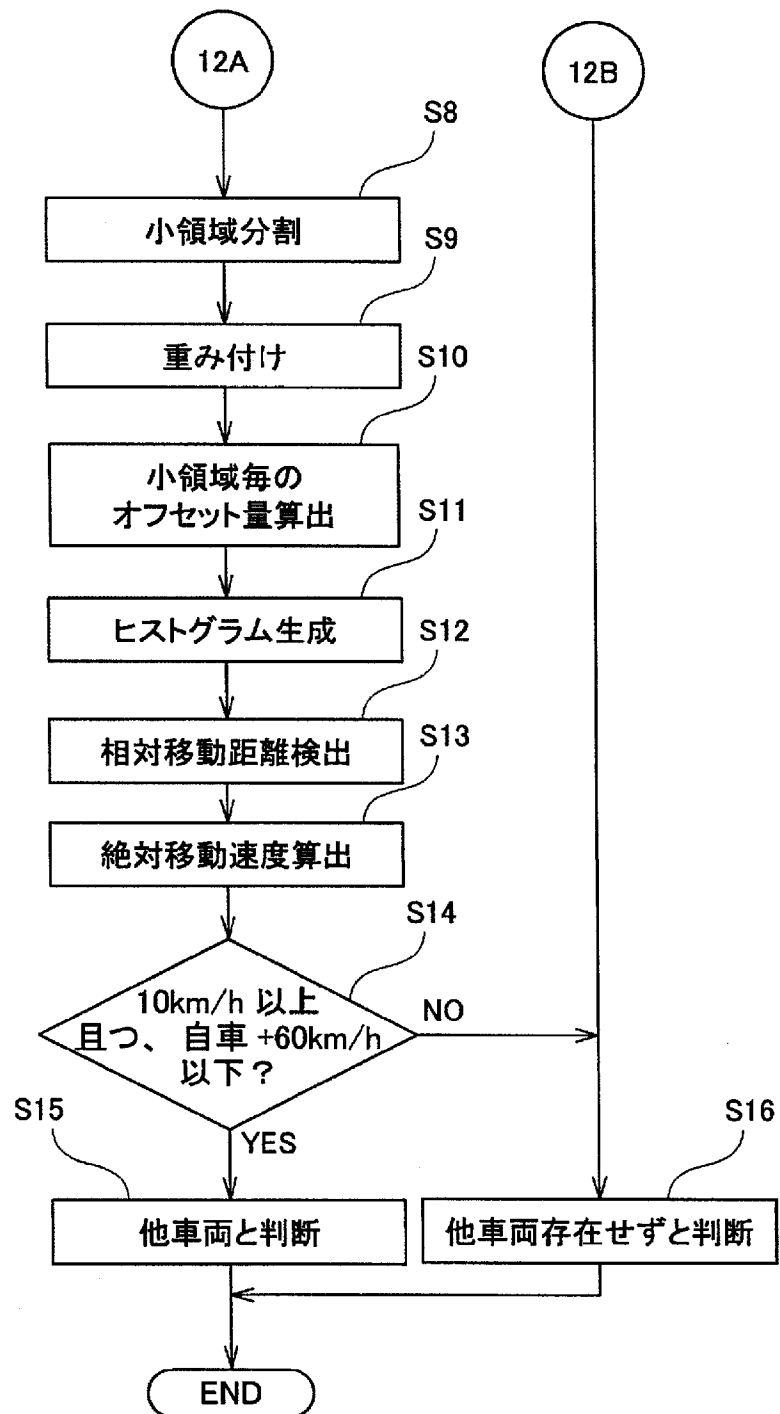
[図11]

図 11

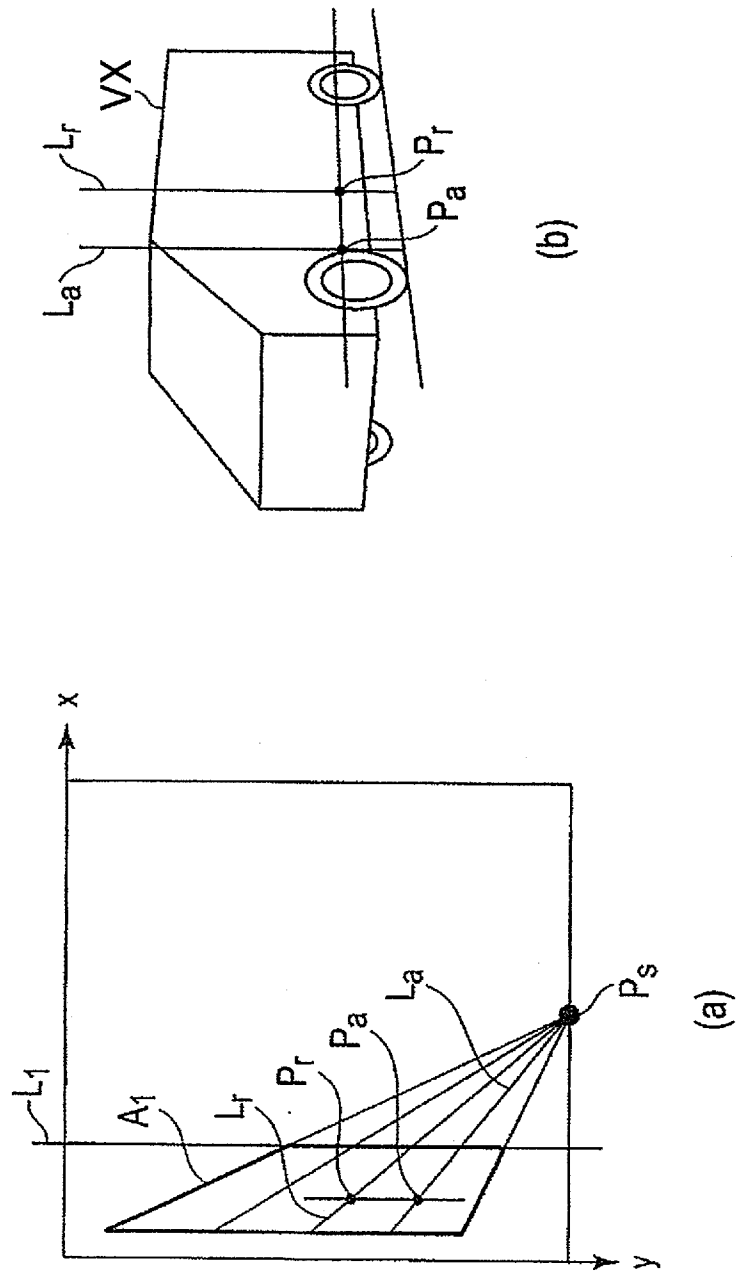


[図12]

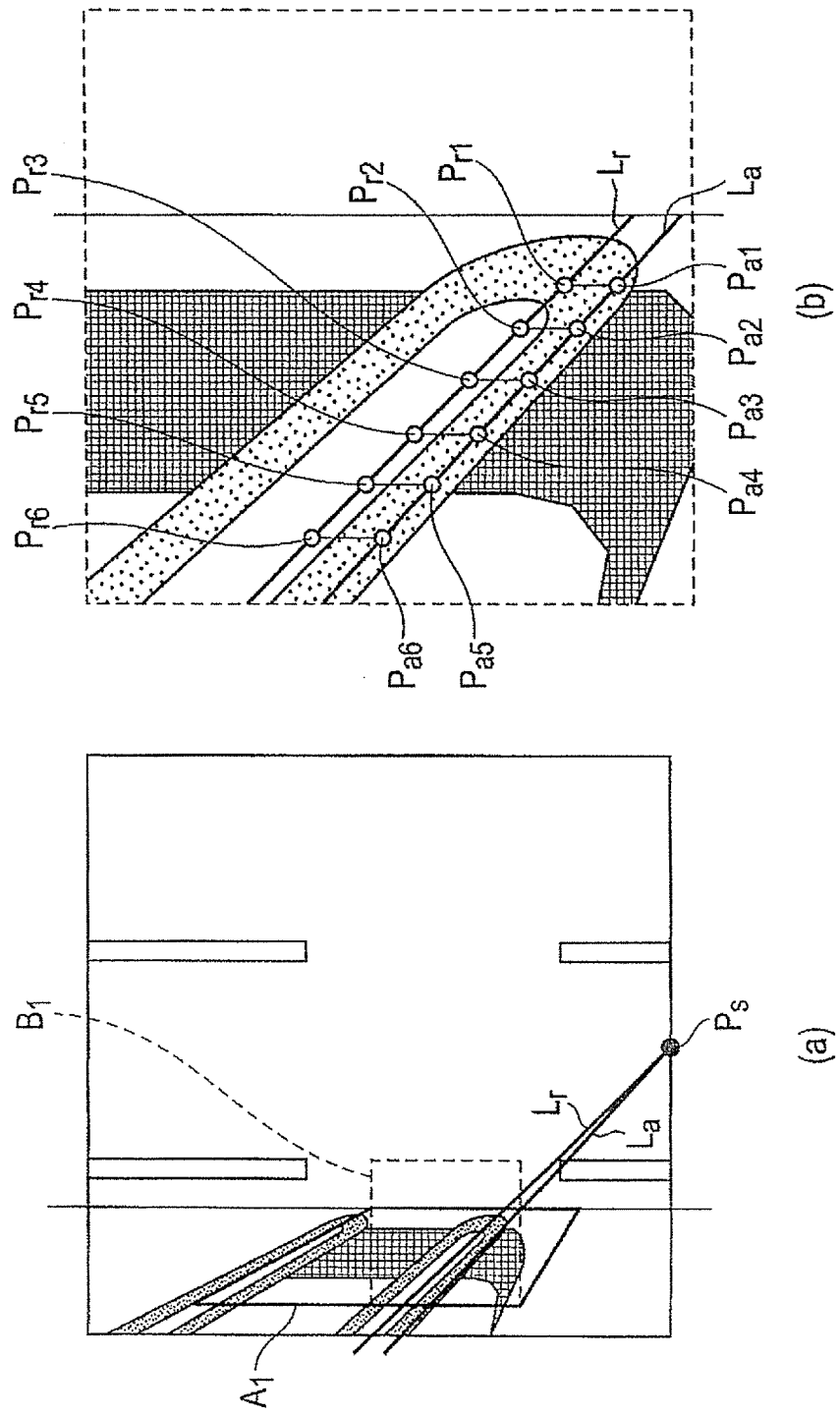
図 1 2



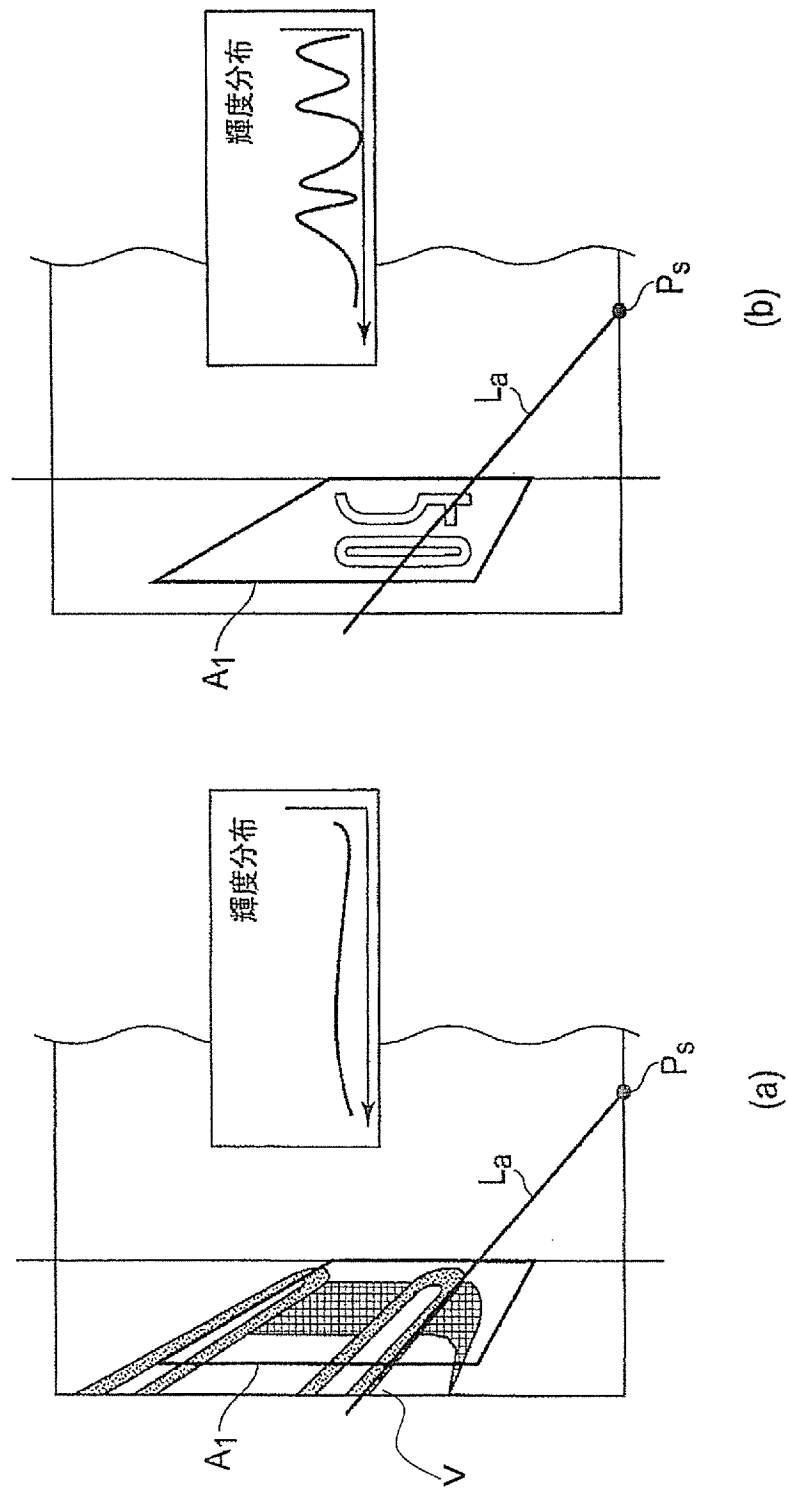
[図14]



[図15]

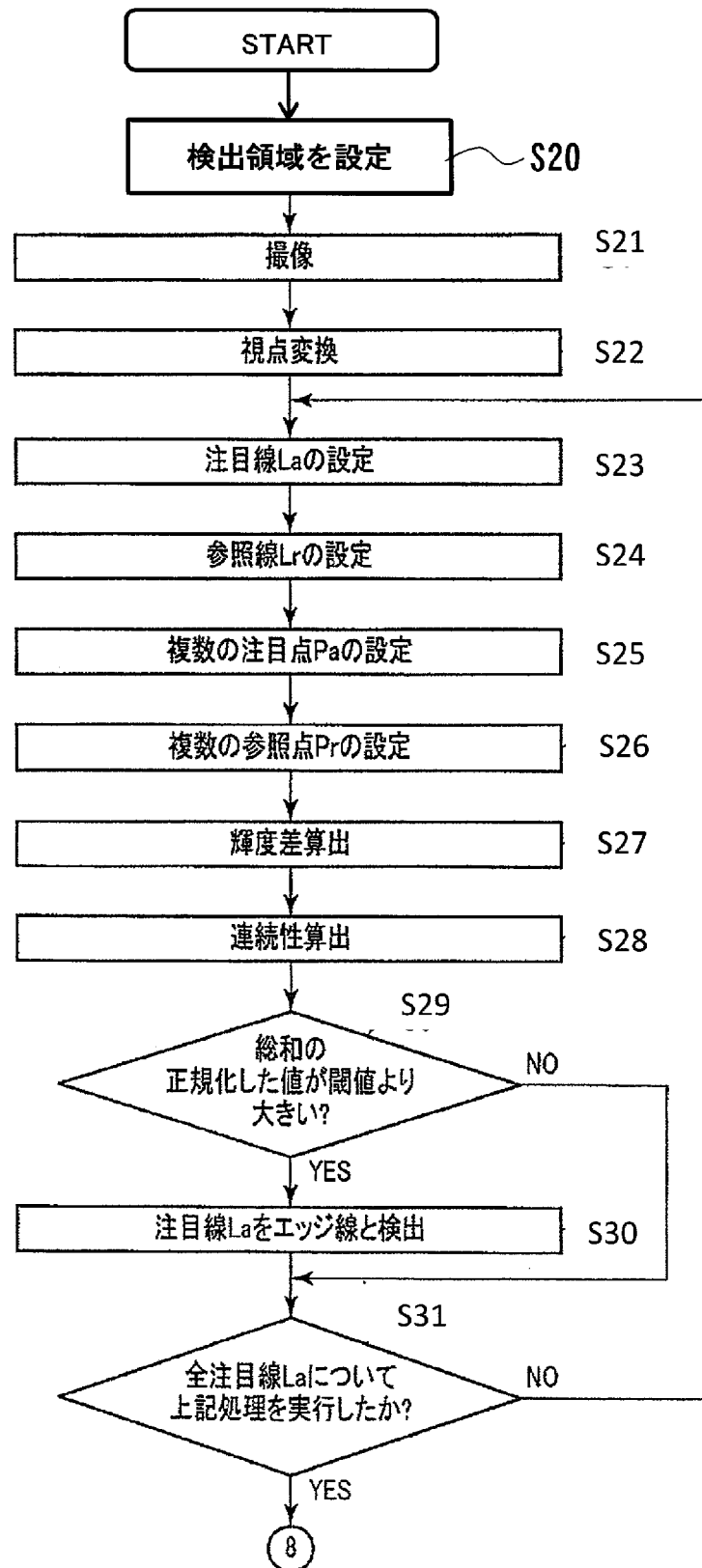


[図16]



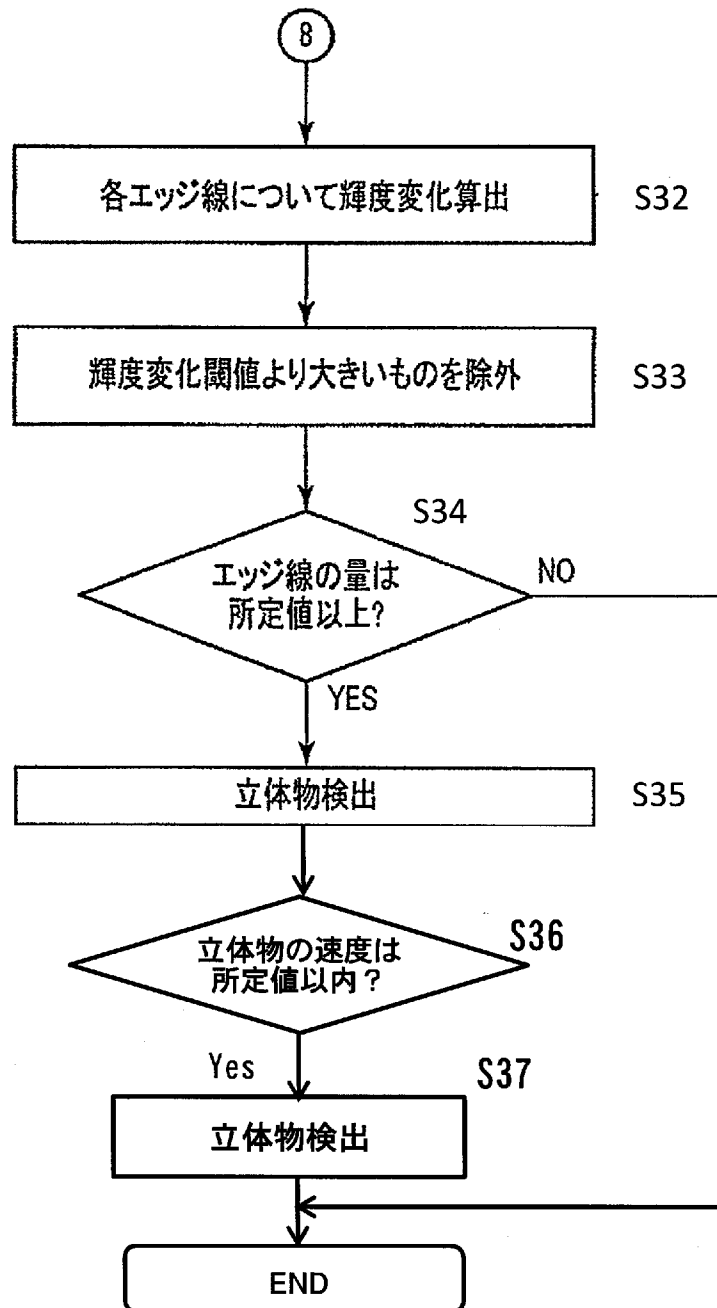
[図17]

図 17



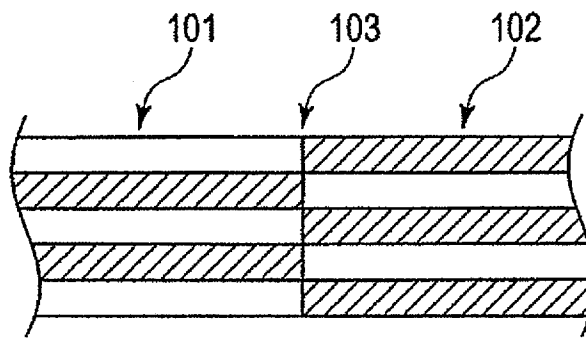
[図18]

図 18

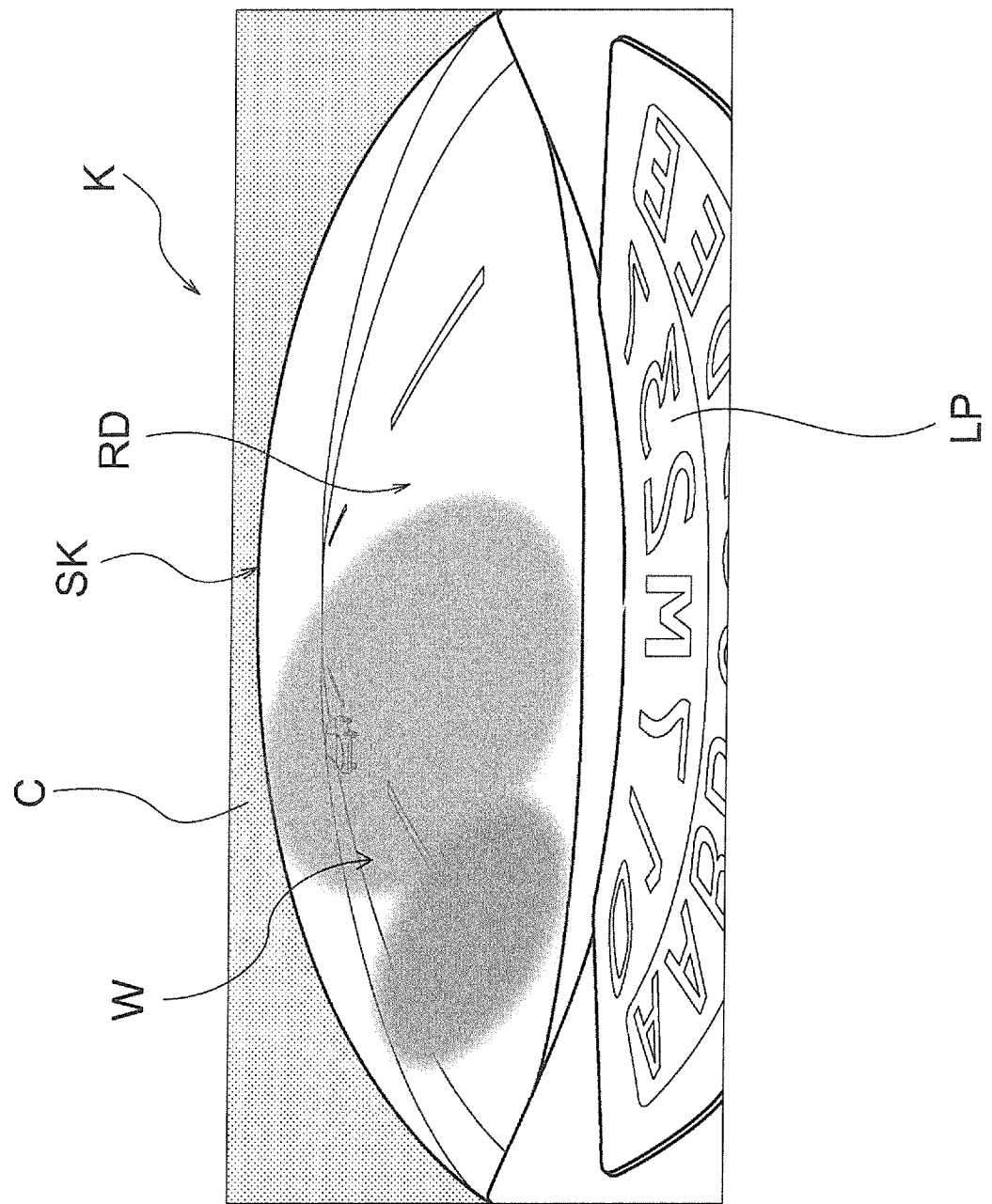


[図19]

図 19



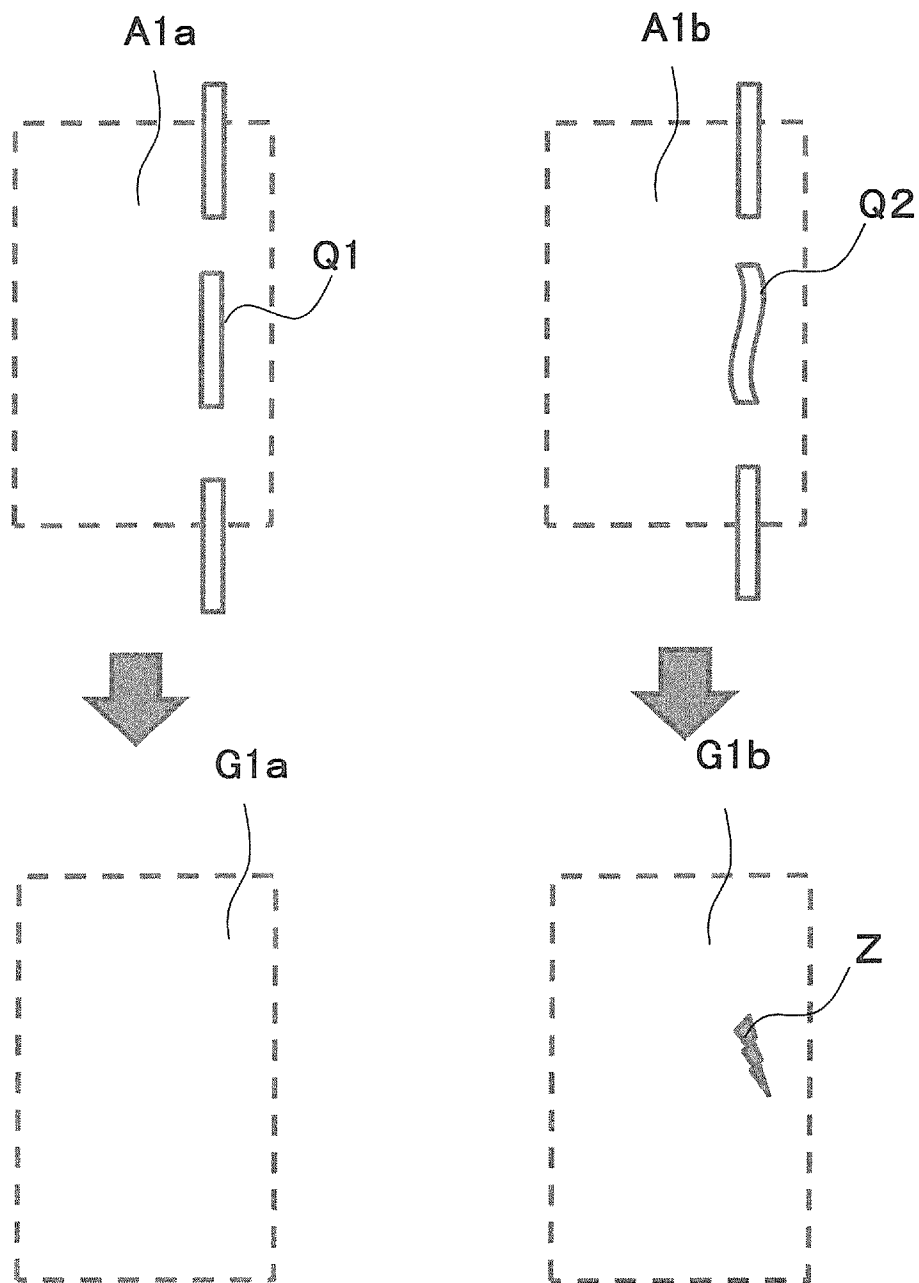
[図20]



[図20]

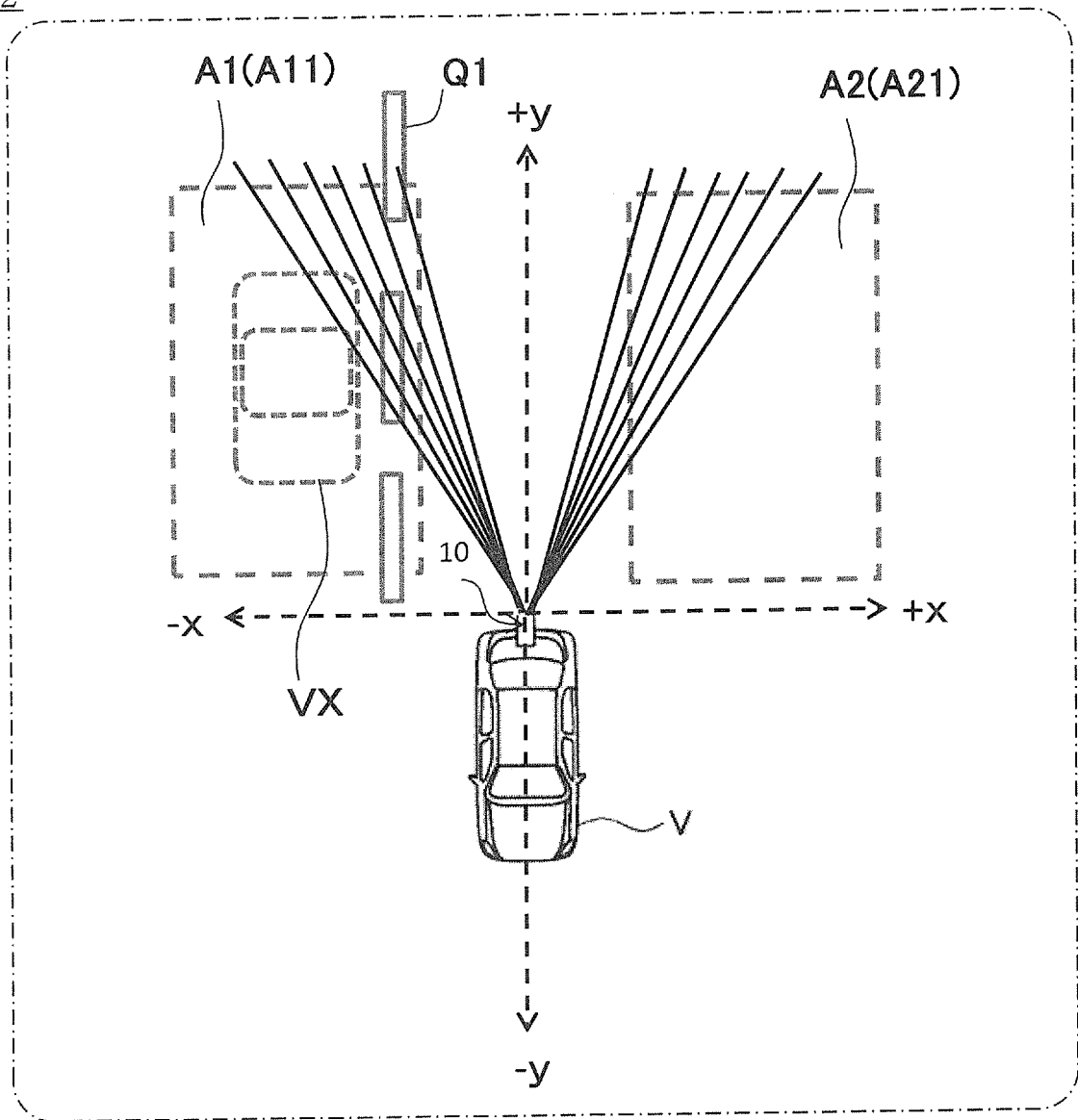
[図21]

図21



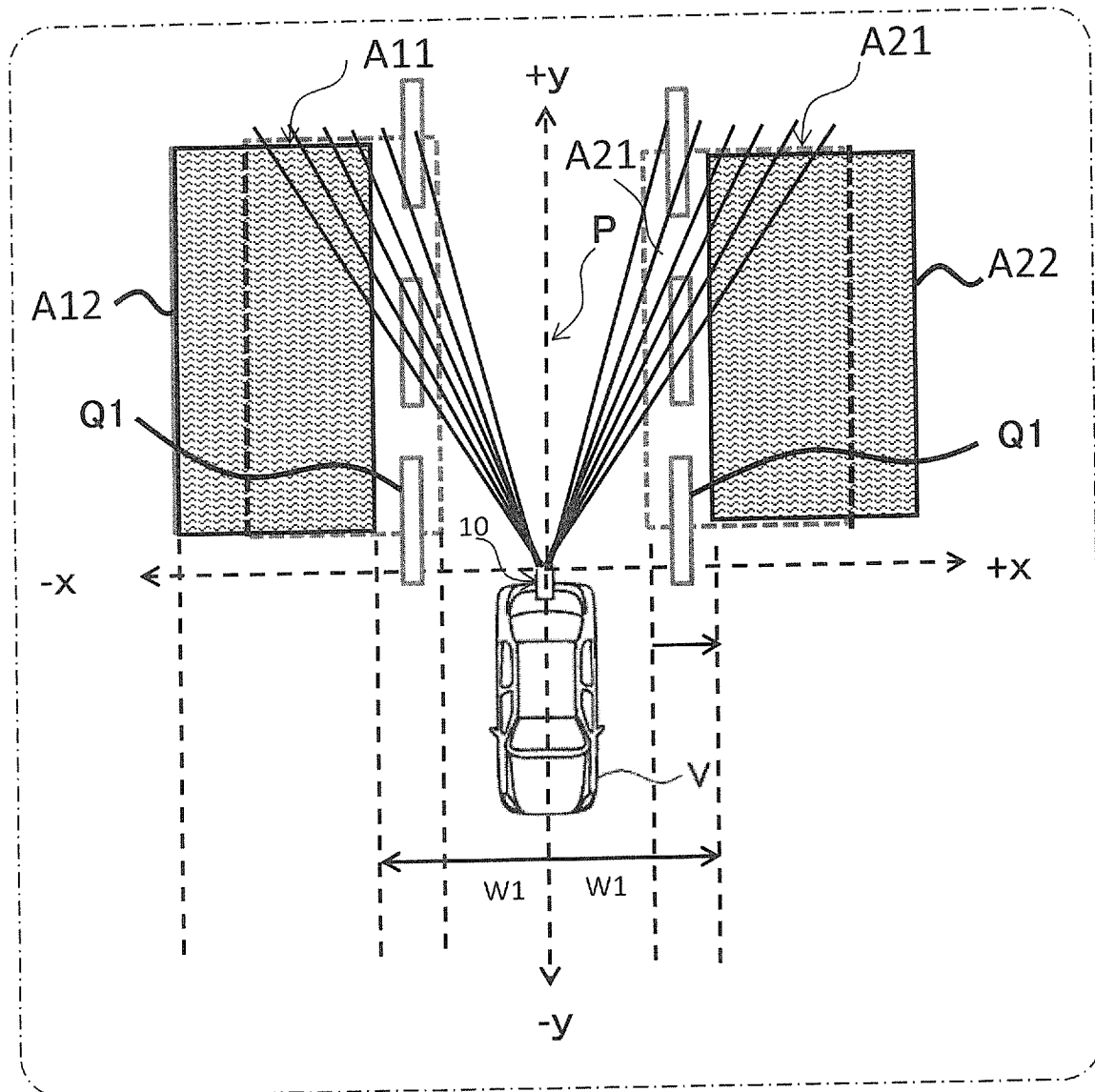
[図22]

22



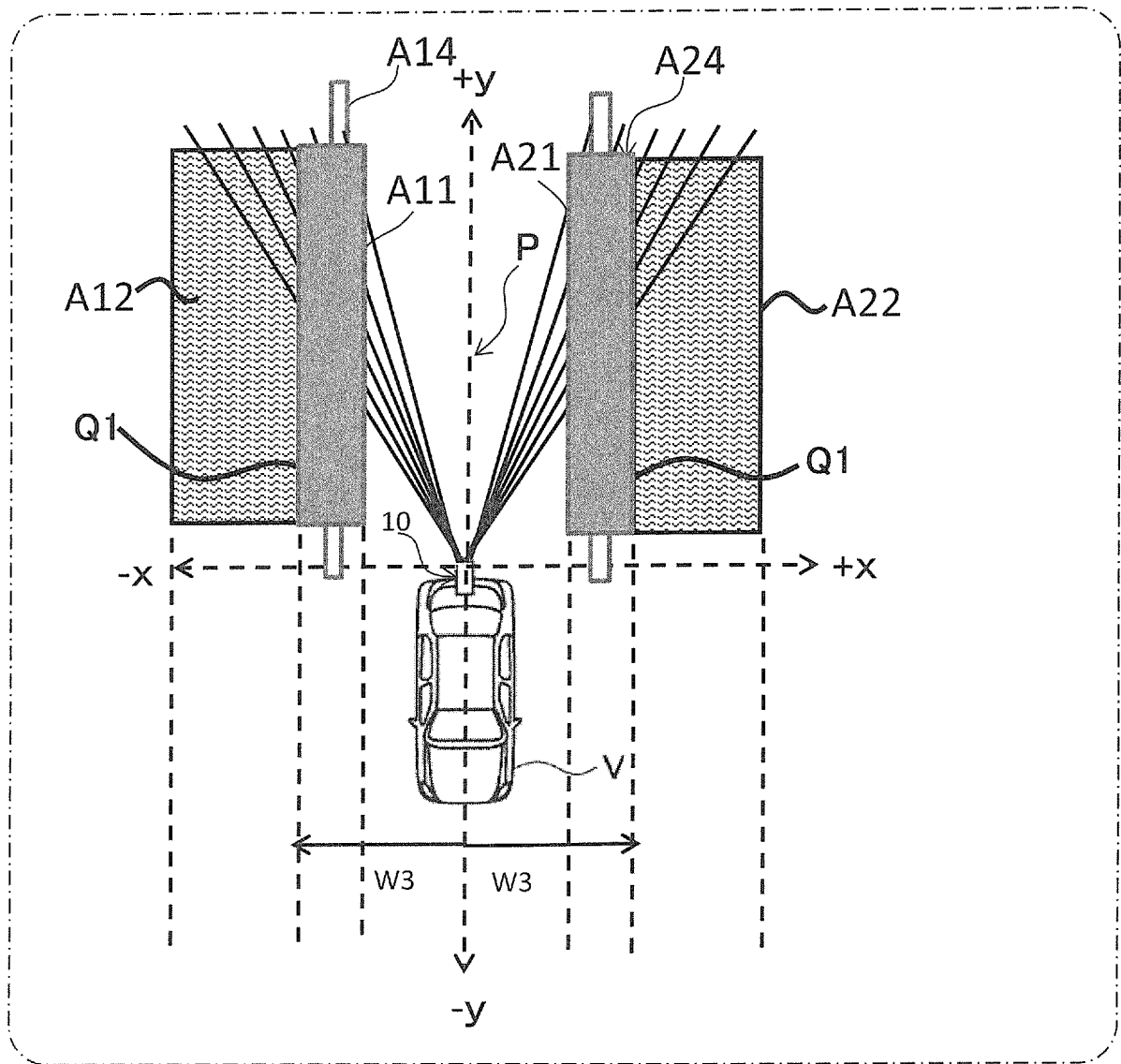
[図23]

図 23



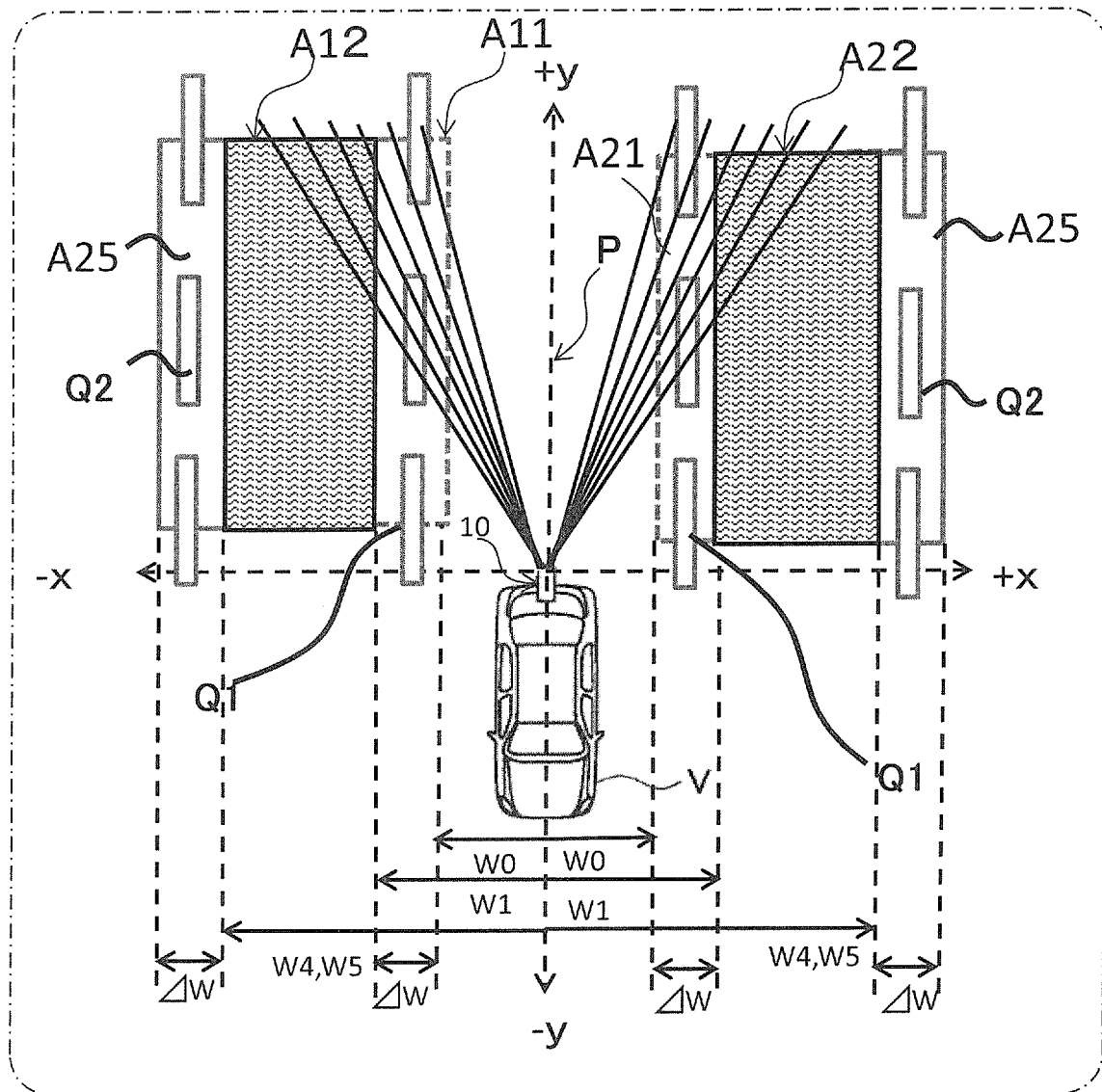
[図25]

図 25



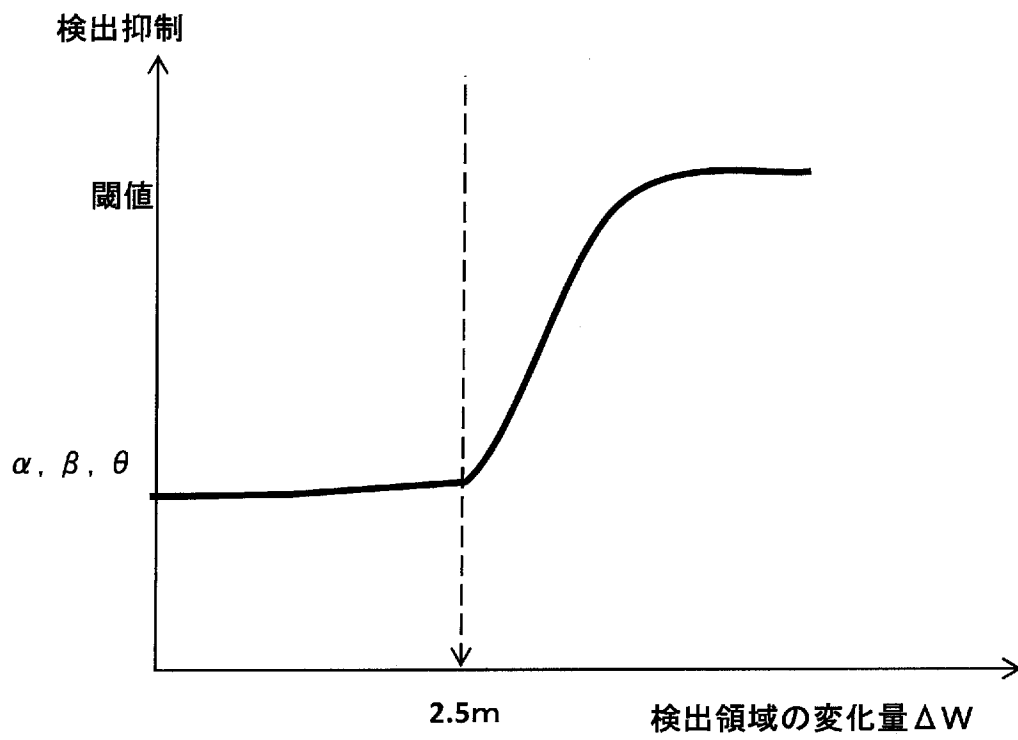
[図26]

図 26



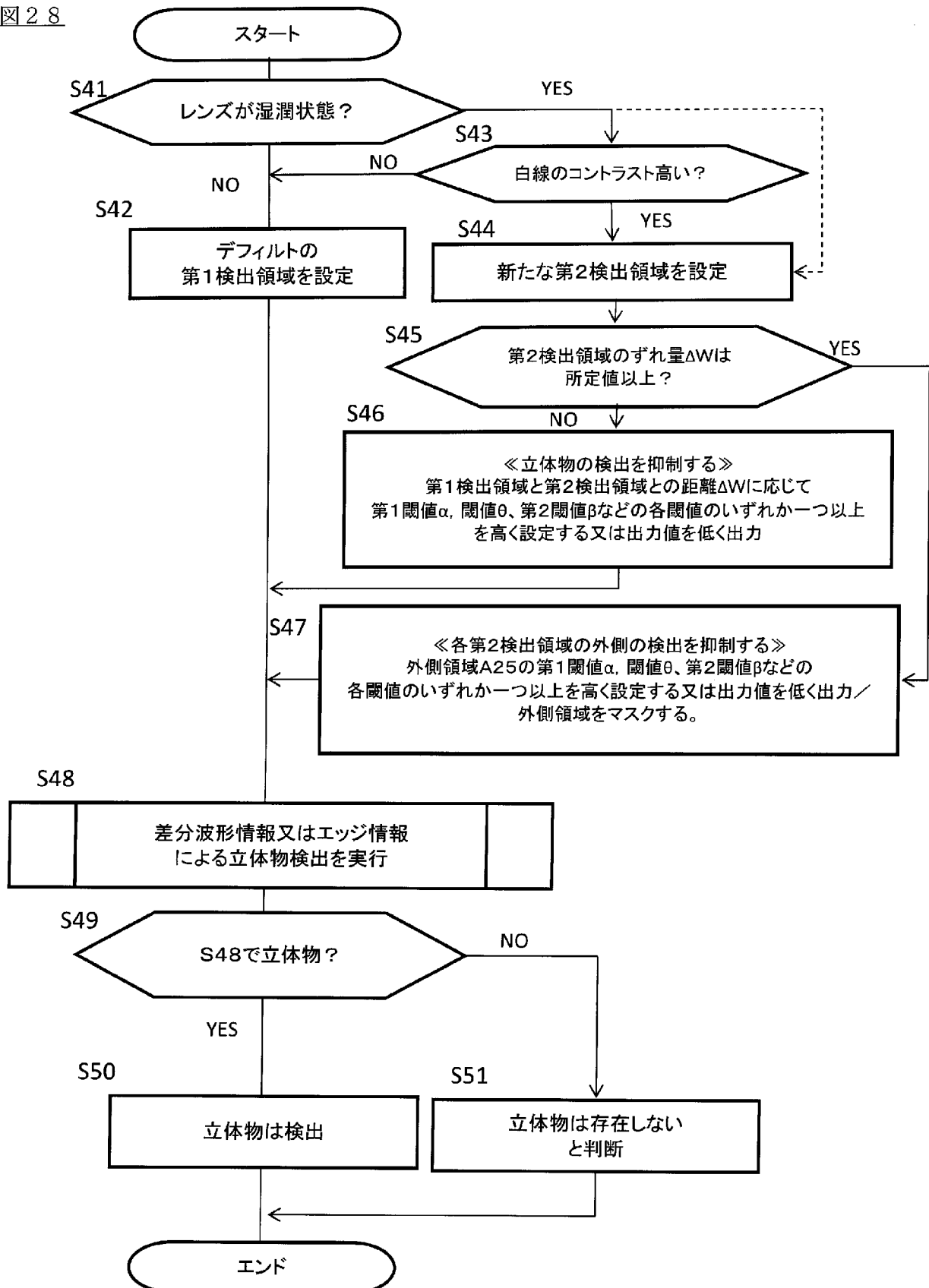
[図27]

図27



[図28]

図 28



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/070009

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G08G1/16(2006.01)i, G06T1/00(2006.01)i, G06T7/00(2006.01)i, G06T7/20(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, G06T1/00, G06T7/00, G06T7/20

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2008-197863 A (Hitachi, Ltd.), 28 August 2008 (28.08.2008), paragraphs [0012] to [0120]; all drawings & US 2008/0192984 A1 & US 2012/0224747 A1 & EP 1962254 A2	1-3, 12-14 4-11
Y A	JP 2012-003662 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 05 January 2012 (05.01.2012), paragraphs [0013] to [0067] & US 2011/0310245 A1 & EP 2400315 A1	1-3, 12-14 4-11
Y A	JP 2010-256995 A (Daihatsu Motor Co., Ltd.), 11 November 2010 (11.11.2010), paragraphs [0016] to [0051] (Family: none)	3, 12, 14 4-11

☐ 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
08 October, 2013 (08.10.13)

Date of mailing of the international search report
15 October, 2013 (15.10.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/070009

In claims 13 and 14, a main body (hardware resource) for performing each step has not been specified. The probability of being excluded from international search is high; however, in view of the existence of the guidelines for "PCT International Search and Preliminary Examination Guidelines," Part III, Chapter 9, Section 9.18, this search has been performed by treating each hardware resource described in claims 1 to 3 as existing as a hardware resource.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G08G1/16(2006.01)i, G06T1/00(2006.01)i, G06T7/00(2006.01)i, G06T7/20(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（I P C）） Int.Cl. G08G1/16, G06T1/00, G06T7/00, G06T7/20		
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 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 1 3 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 3 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 3 年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2008-197863 A（株式会社日立製作所）2008.08.28, 段落【0 0 1 2】－【0 1 2 0】、全図 & US 2008/0192984 A1 & US 2012/0224747 A1 & EP 1962254 A2	1－3、1 2－1 4
A		4－1 1
Y	JP 2012-003662 A（日産自動車株式会社）2012.01.05, 段落【0 0 1 3】－【0 0 6 7】 & US 2011/0310245 A1 & EP 2400315 A1	1－3、1 2－1 4
A		4－1 1
Y	JP 2010-256995 A（ダイハツ工業株式会社）2010.11.11, 段落【0 0 1 6】－【0 0 5 1】（ファミリーなし）	3、1 2、1 4
A		4－1 1
☐ 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 0 8 . 1 0 . 2 0 1 3	国際調査報告の発送日 1 5 . 1 0 . 2 0 1 3	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5 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） 島倉 理 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 1 6	3 H 4 1 3 1

請求項 1 3、1 4 には、各ステップを行う主体（ハードウェア資源）が特定されておらず、国際調査から除外される対象である蓋然性が高いものの、「P C T 国際調査及び予備審査ガイドライン」第Ⅲ部第 9 章 9. 1 8 の指針の存在に鑑み、ハードウェア資源として、請求項 1－3 に記載の各ハードウェア資源が存在するものとして調査を実施した。