

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-189422

(P2018-189422A)

(43) 公開日 平成30年11月29日(2018.11.29)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
GO1S	15/93	(2006.01)	GO1S	15/93				5H181
GO6T	7/00	(2017.01)	GO6T	7/00	650A			5J083
GO8G	1/16	(2006.01)	GO8G	1/16		C		5L096
GO1S	15/08	(2006.01)	GO1S	15/08				

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2017-89962(P2017-89962)
 (22) 出願日 平成29年4月28日(2017.4.28)

(71) 出願人 000004695
 株式会社SOKEN
 愛知県日進市米野木町南山500番地20
 (71) 出願人 000004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
 (74) 代理人 110001128
 特許業務法人ゆうあい特許事務所
 (72) 発明者 松浦 充保
 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社SOKEN内
 (72) 発明者 原田 岳人
 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社SOKEN内

最終頁に続く

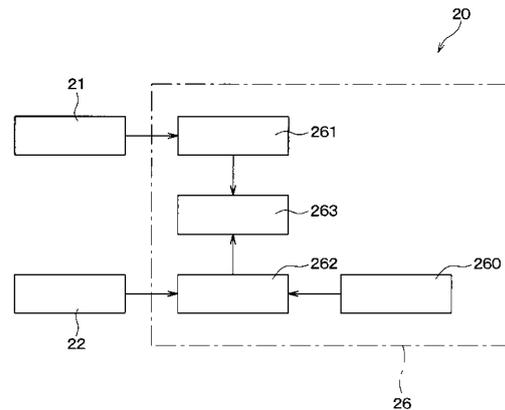
(54) 【発明の名称】 障害物検知装置

(57) 【要約】

【課題】 自車両の外側に存在する障害物の検知をより適切に行う。

【解決手段】 位置取得部261は、測距センサ21により受信された受信波に基づいて、自車両と障害物との相対位置情報を取得する。形状認識部262は、撮像部22により取得された画像情報に基づいて、障害物の形状認識を実行する。検知処理部263は、位置取得部261により取得された相対位置情報と、形状認識部262による形状認識結果とに基づいて、障害物を検知する。検知処理部263は、障害物の高さが所定高さ以上であるか否かを判定する。検知処理部263は、形状認識部262による形状認識結果にて障害物の高さが所定高さ未満である場合、当該障害物に対応する相対位置情報を破棄する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

自車両（10）に搭載されることで、前記自車両の外側に存在する障害物（B）を検知するように構成された、障害物検知装置（20）であって、

探査波を前記自車両の外側に向けて発信するとともに前記探査波の前記障害物による反射波を含む受信波を受信することで、前記障害物との距離に対応する信号を出力するように設けられた、少なくとも1個の測距センサ（21）と、

前記自車両の周囲の画像に対応する画像情報を取得するように設けられた、撮像部（22）と、

前記自車両の走行状態に対応する走行状態情報を取得するように設けられた、車両状態取得部（260）と、

前記測距センサの出力に基づいて、前記障害物の前記自車両に対する相対位置に対応する相対位置情報を取得するように設けられた、位置取得部（261）と、

前記撮像部により取得された前記画像情報と、前記車両状態取得部により取得された前記走行状態情報とに基づいて、前記障害物の形状認識を実行するように設けられた、形状認識部（262）と、

前記位置取得部により取得された前記相対位置情報と、前記形状認識部による形状認識結果とに基づいて、前記障害物を検知するように設けられた、検知処理部（263）と、
を備え、

前記検知処理部は、前記形状認識結果にて前記障害物の高さ寸法が所定寸法未満である場合、当該障害物に対応する前記相対位置情報を破棄するように構成された、

障害物検知装置。

【請求項 2】

少なくとも1個の前記測距センサは、互いに異なる位置に設けられた第一測距センサおよび第二測距センサを含み、

前記第一測距センサおよび前記第二測距センサは、相互に、一方が送信した前記探査波の前記障害物による前記反射波が他方における前記受信波として受信可能な位置関係に設けられ、

前記位置取得部は、前記第一測距センサが送信した前記探査波の前記障害物による前記反射波を前記第一測距センサおよび前記第二測距センサが前記受信波として受信した場合の、前記第一測距センサおよび前記第二測距センサの位置に基づく三角測量により、前記相対位置情報を取得するように設けられた、

請求項 1 に記載の障害物検知装置。

【請求項 3】

前記第一測距センサおよび前記第二測距センサは、前記自車両の進行方向側の面に設けられ、

前記検知処理部は、

前記形状認識結果にて前記障害物の前記高さ寸法が前記所定寸法以上であり、

且つ、

当該障害物に対応する前記相対位置情報が、

前記第一測距センサに受信される前記受信波であって前記第二測距センサから発信された前記探査波の当該障害物による前記反射波に起因する第一間接波ではなく、

前記第二測距センサに受信される前記受信波であって前記第一測距センサから発信された前記探査波の当該障害物による前記反射波に起因する第二間接波ではなく、

前記第一測距センサに受信される前記受信波であって前記第一測距センサから発信された前記探査波の当該障害物による前記反射波に起因する直接波に基づいて取得された場合に、

当該障害物が、前記自車両の車両中心軸線（VL）と交差する壁面（BW）を有し前記自車両の走行に伴って前記壁面が前記自車両に接近する可能性があるものと認識する、

請求項 2 に記載の障害物検知装置。

10

20

30

40

50

【請求項 4】

前記測距センサは、自己が送信した前記探査波の前記障害物による前記反射波を前記受信波として受信することで、当該障害物との距離に対応する信号を出力するように設けられ、

前記位置取得部は、前記自車両の走行中における異なる時点にて取得された前記測距センサの位置および前記障害物との距離に基づいて、三角測量により前記相対位置情報を取得するように設けられた、

請求項 1 に記載の障害物検知装置。

【請求項 5】

前記形状認識部は、前記車両状態取得部により取得された前記走行状態情報と、前記撮像部により前記自車両の移動に伴って時系列で取得された複数の前記画像情報とに基づいて、前記画像情報における複数の特徴点の三次元位置を取得することで、前記障害物の三次元形状を認識するように設けられた、

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 つに記載の障害物検知装置。

【請求項 6】

自車両 (1 0) に搭載されることで、前記自車両の外側に存在する障害物 (B) を検知するように構成された、障害物検知装置 (2 0) であって、

探査波を前記自車両の外側に向けて発信するとともに前記探査波の前記障害物による反射波を含む受信波を受信することで、前記障害物との距離に対応する信号を出力するように設けられた、少なくとも 1 個の測距センサ (2 1) と、

前記自車両の周囲の画像に対応する画像情報を取得するように設けられた、撮像部 (2 2) と、

前記測距センサの出力に基づいて、前記障害物の前記自車両からの距離に対応する距離情報を取得するように設けられた、距離取得部 (2 6 4) と、

前記撮像部により取得された前記画像情報に基づいて、前記障害物の形状認識を実行するように設けられた、形状認識部 (2 6 5) と、

前記形状認識部による形状認識結果にて前記障害物の高さ寸法が所定寸法未満である場合、当該障害物に対応する前記距離情報を、前記測距センサの車高方向における搭載位置に基づいて補正するように設けられた、距離補正部 (2 6 6) と、

を備えた障害物検知装置。

【請求項 7】

前記距離取得部は、前記測距センサが装着された前記自車両の端面 (V 1 、 V 2 、 V 3) から前記障害物までの水平距離を取得するように設けられ、

前記距離補正部は、前記形状認識結果にて前記障害物の前記高さ寸法が前記所定寸法未満である場合、

D C 0 を前記距離取得部によって取得され前記距離補正部によって補正される前の前記水平距離、D C を前記距離補正部による補正後の前記水平距離、S H を前記障害物の前記車高方向における基端部位置と前記搭載位置との前記車高方向における距離として、以下の式

$$D C = (D C 0 ^ 2 - S H ^ 2) ^ { 1 / 2 }$$

により、前記水平距離を補正するように設けられた、

請求項 6 に記載の障害物検知装置。

【請求項 8】

少なくとも 1 個の前記測距センサは、前記自車両の進行方向側に位置する前記自車両の前記端面である進行側端面にて互いに異なる位置に設けられた第一測距センサおよび第二測距センサを含み、

前記第一測距センサおよび前記第二測距センサは、相互に、一方が送信した前記探査波の前記障害物による前記反射波が他方における前記受信波として受信可能な位置関係に設けられ、

前記距離取得部は、前記第一測距センサが送信した前記探査波の前記障害物による前記

10

20

30

40

50

反射波を前記第一測距センサおよび前記第二測距センサが前記受信波として受信した場合の、前記第一測距センサおよび前記第二測距センサの位置に基づく三角測量により、前記水平距離としての、前記進行側端面から前記障害物までの、前記進行方向における距離である進行可能距離（DC）を取得するように設けられ、

前記距離補正部は、前記形状認識部による前記形状認識結果における前記障害物の前記高さ寸法が前記所定寸法未満である場合、前記進行可能距離を補正するように設けられた、

請求項 7 に記載の障害物検知装置。

【請求項 9】

前記自車両の走行状態に対応する走行状態情報を取得するように設けられた、車両状態取得部（24）をさらに備え、

前記形状認識部は、前記車両状態取得部により取得された前記走行状態情報と、前記撮像部により前記自車両の移動に伴って時系列で取得された複数の前記画像情報とに基づいて、前記画像情報における複数の特徴点の三次元位置を取得することで、前記障害物の三次元形状を認識するように設けられた、

請求項 6 ~ 8 のいずれか 1 つに記載の障害物検知装置。

【請求項 10】

前記形状認識部は、

前記画像情報にて、前記距離取得部により取得された前記距離情報に対応する直線エッジを抽出し、

前記直線エッジの周囲のテクスチャ画像に基づいて、前記障害物が、前記高さ寸法が前記所定寸法未満である段差であるか否かを認識し、

前記距離補正部は、前記形状認識部により前記障害物が前記段差であると認識した場合に、当該障害物に対応する前記距離情報を補正するように設けられた、

請求項 6 ~ 8 のいずれか 1 つに記載の障害物検知装置。

【請求項 11】

前記高さ寸法は、前記障害物の路面からの突出高さである、

請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 つに記載の障害物検知装置。

【請求項 12】

前記測距センサは超音波センサである、

請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 つに記載の障害物検知装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自車両に搭載されることで、前記自車両の外側に存在する障害物を検知するように構成された、障害物検知装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 に記載の装置は、照射部と受信部と位置検出部とを有するソナーと、物体判定部とを備える。ソナーは「測距センサ」とも称され得る。照射部は、超音波を自車両の外側に照射する。受信部は、物体からの反射波を受信する。位置検出部は、超音波の往復時間に基づいて、物体の存在位置を検出する。物体判定部は、反射波に基づいて特定した物体の、検出状態の変化から、物体の高さに関する特徴を判定する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2014 - 58247 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

10

20

30

40

50

上記のように、この種の装置においては、障害物による探査波の反射波に基づいて、測距センサまたはこれを搭載する自車両から障害物までの距離を取得する。反射波の検知結果は、測距センサと物体との距離に対応する情報を含む一方、物体の高さに対応する情報は本質的には含まない。このため、従来この種の装置によっては、物体の高さに関する情報を正確に得ることはできない。

【0005】

一方、反射波の検知結果は、障害物の高さ寸法による影響を受ける。このため、従来この種の装置に関しては、障害物検知精度の点で、まだまだ改善の余地がある。すなわち、例えば、検知対象である障害物が、縁石等の、路面からの突出高さが低い障害物である場合がある。この場合、取得した距離と、実際の自車両と障害物との水平距離との間に、無視できない程度の誤差が生じることがあり得る。

10

【0006】

本発明は、上記に例示した事情等に鑑みてなされたものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

請求項1に記載の障害物検知装置(20)は、自車両(10)に搭載されることで、前記自車両の外側に存在する障害物(B)を検知するように構成されている。

【0008】

この障害物検知装置は、

探査波を前記自車両の外側に向けて発信するとともに前記探査波の前記障害物による反射波を含む受信波を受信することで、前記障害物との距離に対応する信号を出力するように設けられた、少なくとも1個の測距センサ(21)と、

20

前記自車両の周囲の画像に対応する画像情報を取得するように設けられた、撮像部(22)と、

前記自車両の走行状態に対応する走行状態情報を取得するように設けられた、車両状態取得部(260)と、

前記測距センサの出力に基づいて、前記障害物の前記自車両に対する相対位置に対応する相対位置情報を取得するように設けられた、位置取得部(261)と、

前記撮像部により取得された前記画像情報と、前記車両状態取得部により取得された前記走行状態情報とに基づいて、前記障害物の形状認識を実行するように設けられた、形状認識部(262)と、

30

前記位置取得部により取得された前記相対位置情報と、前記形状認識部による形状認識結果とに基づいて、前記障害物を検知するように設けられた、検知処理部(263)と、
を備え、

前記検知処理部は、前記形状認識結果にて前記障害物の高さ寸法が所定寸法未満である場合、当該障害物に対応する前記相対位置情報を破棄するように構成されている。

【0009】

請求項6に記載の障害物検知装置(20)は、は、自車両(10)に搭載されることで、前記自車両の外側に存在する障害物(B)を検知するように構成されている。

【0010】

40

この障害物検知装置は、

探査波を前記自車両の外側に向けて発信するとともに前記探査波の前記障害物による反射波を含む受信波を受信することで、前記障害物との距離に対応する信号を出力するように設けられた、少なくとも1個の測距センサ(21)と、

前記自車両の周囲の画像に対応する画像情報を取得するように設けられた、撮像部(22)と、

前記測距センサの出力に基づいて、前記障害物の前記自車両からの距離に対応する距離情報を取得するように設けられた、距離取得部(264)と、

前記撮像部により取得された前記画像情報に基づいて、前記障害物の形状認識を実行するように設けられた、形状認識部(265)と、

50

前記形状認識部による形状認識結果にて前記障害物の高さ寸法が所定寸法未満である場合、当該障害物に対応する前記距離情報を、前記測距センサの車高方向における搭載位置に基づいて補正するように設けられた、距離補正部(266)と、
を備えている。

【0011】

なお、上記および特許請求の範囲欄における各手段に付された括弧付きの参照符号は、同手段と後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係の一例を示すものである。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】実施形態に係る障害物検知装置を搭載した自車両の概略構成を示す平面図である 10

【図2】図1に示された障害物検知装置の第一実施形態の機能ブロック図である。

【図3】図2に示された障害物検知装置の動作概要を説明するための概略図である。

【図4A】図2に示された障害物検知装置の動作概要を説明するための概略図である。

【図4B】図2に示された障害物検知装置の動作概要を説明するための概略図である。

【図5】図2に示された障害物検知装置の動作例を示すフローチャートである。

【図6】図2に示された障害物検知装置の動作例を示すフローチャートである。

【図7】図1に示された障害物検知装置の第二実施形態の動作概要を説明するための概略図である。

【図8】図1に示された障害物検知装置の第二実施形態の動作概要を説明するための概略図である。 20

【図9】図1に示された障害物検知装置の第三実施形態の動作概要を説明するための概略図である。

【図10】図1に示された障害物検知装置の第三実施形態の動作例を示すフローチャートである。

【図11】図1に示された障害物検知装置の第四実施形態の機能ブロック図である。

【図12A】図11に示された障害物検知装置の動作概要を説明するための概略図である。

【図12B】図11に示された障害物検知装置の動作概要を説明するための概略図である 30

【図12C】図11に示された障害物検知装置の動作概要を説明するための概略図である。

【図13A】図11に示された障害物検知装置の動作概要を説明するための概略図である。

【図13B】図11に示された障害物検知装置の動作概要を説明するための概略図である。

【図14】図11に示された障害物検知装置の動作例を示すフローチャートである。

【図15】図1に示された障害物検知装置の第五実施形態の動作例を示すフローチャートである。

【図16】図1に示された障害物検知装置の第五実施形態の動作例を示すフローチャート 40

【図17】図1に示された障害物検知装置の第五実施形態の動作例を示すフローチャートである。

【図17】図1に示された障害物検知装置の第五実施形態の動作例を示すフローチャート 40

【図17】図1に示された障害物検知装置の第五実施形態の動作例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の実施形態を、図面に基づいて説明する。なお、或る1つの実施形態に対して適用可能な各種の変形例については、当該実施形態に関する一連の説明の途中には挿入せず、一連の説明の後にまとめて説明する。

【0014】

図1を参照すると、車両10は、いわゆる四輪自動車であって、平面視にて略矩形状の 50

車体 1 1 を備えている。以下、車両 1 0 の車幅方向における中心を通り、且つ車両 1 0 における車両全長方向と平行な仮想直線を、車両中心軸線 V L と称する。車両全長方向は、車幅方向と直交し且つ車高方向と直交する方向である。車高方向は、車両 1 0 の車高を規定する方向であって、車両 1 0 を水平面に載置した場合の重力作用方向と平行な方向である。図 1 において、車両全長方向は図中上下方向であり、車幅方向は図中左右方向である。

【 0 0 1 5 】

車両 1 0 における「前」「後」「左」「右」を、図 1 中にて矢印で示されている通りに定義する。すなわち、車両全長方向は、前後方向と同義である。また、車幅方向は、左右方向と同義である。さらに、車高方向は、上下方向と同義である。但し、後述するように、車高方向すなわち上下方向は、車両 1 0 の載置条件または走行条件により、重力作用方向と平行とはならない場合があり得る。

10

【 0 0 1 6 】

車体 1 1 における前側の端部である前面部 1 2 には、フロントバンパー 1 3 が装着されている。車体 1 1 における後側の端部である後面部 1 4 には、リアバンパー 1 5 が装着されている。車体 1 1 における側面部 1 6 には、ドアパネル 1 7 が装着されている。図 1 に示す具体例においては、左右にそれぞれ 2 枚ずつ、合計 4 枚のドアパネル 1 7 が設けられている。前側の左右一対のドアパネル 1 7 のそれぞれには、ドアミラー 1 8 が装着されている。

20

【 0 0 1 7 】

車両 1 0 には、障害物検知装置 2 0 が搭載されている。障害物検知装置 2 0 は、車両 1 0 に搭載されることで、車両 1 0 の外側に存在する障害物 B を検知可能に構成されている。以下、障害物検知装置 2 0 を搭載した車両 1 0 を、「自車両 1 0」と称する。

【 0 0 1 8 】

具体的には、障害物検知装置 2 0 は、測距センサ 2 1 と、撮像部 2 2 と、車速センサ 2 3 と、シフトポジションセンサ 2 4 と、舵角センサ 2 5 と、制御部 2 6 と、ディスプレイ 2 7 とを備えている。以下、障害物検知装置 2 0 を構成する各部の詳細について説明する。なお、図示の簡略化のため、障害物検知装置 2 0 を構成する各部の間の電気接続関係は、図 1 においては省略されている。

30

【 0 0 1 9 】

測距センサ 2 1 は、探査波を自車両 1 0 の外側に向けて発信するとともに、障害物 B の壁面 B W による探査波の反射波を含む受信波を受信することで、障害物 B との距離に対応する信号を出力するように設けられている。具体的には、本実施形態においては、測距センサ 2 1 は、いわゆる超音波センサであって、超音波である探査波を発信するとともに、超音波を含む受信波を受信可能に構成されている。

【 0 0 2 0 】

障害物検知装置 2 0 は、少なくとも 1 個の測距センサ 2 1 を備えている。具体的には、本実施形態においては、複数の測距センサ 2 1 が、車体 1 1 に装着されている。複数の測距センサ 2 1 は、それぞれ、車両中心軸線 V L から、車幅方向におけるいずれか一方側にシフトして配置されている。また、複数の測距センサ 2 1 のうちの少なくとも一部は、車両中心軸線 V L と交差する方向に沿って探査波を発信するように設けられている。

40

【 0 0 2 1 】

具体的には、フロントバンパー 1 3 には、測距センサ 2 1 としての、第一フロントソナー S F 1、第二フロントソナー S F 2、第三フロントソナー S F 3、および第四フロントソナー S F 4 が装着されている。同様に、リアバンパー 1 5 には、測距センサ 2 1 としての、第一リアソナー S R 1、第二リアソナー S R 2、第三リアソナー S R 3、および第四リアソナー S R 4 が装着されている。

【 0 0 2 2 】

また、車体 1 1 の側面部 1 6 には、測距センサ 2 1 としての、第一サイドソナー S S 1、第二サイドソナー S S 2、第三サイドソナー S S 3、および第四サイドソナー S S 4 が

50

装着されている。第一フロントソナー S F 1、第二フロントソナー S F 2、第三フロントソナー S F 3、第四フロントソナー S F 4、第一リアソナー S R 1、第二リアソナー S R 2、第三リアソナー S R 3、第四リアソナー S R 4、第一サイドソナー S S 1、第二サイドソナー S S 2、第三サイドソナー S S 3、および第四サイドソナー S S 4 のうちの、いずれかであることを特定しない場合に、以下、「測距センサ 2 1」という単数形の表現、または「複数の測距センサ 2 1」という表現を用いる。

【 0 0 2 3 】

或る 1 個の測距センサ 2 1 を「第一測距センサ」と称し、別の 1 個の測距センサを「第二測距センサ」と称して、「直接波」および「間接波」を、以下のように定義する。第一測距センサに受信される受信波であって、第一測距センサから発信された探査波の障害物 B による反射波に起因する受信波を、「直接波」と称する。これに対し、第一測距センサに受信される受信波であって、第二測距センサから発信された探査波の障害物 B による反射波に起因する受信波を、「間接波」と称する。

10

【 0 0 2 4 】

第一フロントソナー S F 1 は、自車両 1 0 の左前方に探査波を発信するように、フロントバンパー 1 3 の前側表面 V 1 における左端部に設けられている。第二フロントソナー S F 2 は、自車両 1 0 の右前方に探査波を発信するように、フロントバンパー 1 3 の前側表面 V 1 における右端部に設けられている。第一フロントソナー S F 1 と第二フロントソナー S F 2 とは、車両中心軸線 V L を挟んで対称に配置されている。

【 0 0 2 5 】

第三フロントソナー S F 3 と第四フロントソナー S F 4 とは、フロントバンパー 1 3 の前側表面 V 1 における中央寄りの位置にて、車幅方向に配列されている。第三フロントソナー S F 3 は、自車両 1 0 の略前方に探査波を発信するように、車幅方向について第一フロントソナー S F 1 と車両中心軸線 V L との間に配置されている。第四フロントソナー S F 4 は、自車両 1 0 の略前方に探査波を発信するように、車幅方向について第二フロントソナー S F 2 と車両中心軸線 V L との間に配置されている。第三フロントソナー S F 3 と第四フロントソナー S F 4 とは、車両中心軸線 V L を挟んで対称に配置されている。

20

【 0 0 2 6 】

上記の通り、第一フロントソナー S F 1 と第三フロントソナー S F 3 とは、平面視にて互いに異なる位置に配置されている。また、車幅方向について互いに隣接する第一フロントソナー S F 1 と第三フロントソナー S F 3 とは、相互に、一方が送信した探査波の障害物 B による反射波が他方における受信波として受信可能な位置関係に設けられている。

30

【 0 0 2 7 】

すなわち、第一フロントソナー S F 1 は、自己が発信した探査波に対応する直接波と、第三フロントソナー S F 3 が発信した探査波に対応する間接波との双方を受信可能に配置されている。同様に、第三フロントソナー S F 3 は、自己が発信した探査波に対応する直接波と、第一フロントソナー S F 1 が発信した探査波に対応する間接波との双方を受信可能に配置されている。

【 0 0 2 8 】

同様に、第三フロントソナー S F 3 と第四フロントソナー S F 4 とは、平面視にて互いに異なる位置に配置されている。また、車幅方向について互いに隣接する第三フロントソナー S F 3 と第四フロントソナー S F 4 とは、相互に、一方が送信した探査波の障害物 B による反射波が他方における受信波として受信可能な位置関係に設けられている。

40

【 0 0 2 9 】

同様に、第二フロントソナー S F 2 と第四フロントソナー S F 4 とは、平面視にて互いに異なる位置に配置されている。また、車幅方向について互いに隣接する第二フロントソナー S F 2 と第四フロントソナー S F 4 とは、相互に、一方が送信した探査波の障害物 B による反射波が他方における受信波として受信可能な位置関係に設けられている。

【 0 0 3 0 】

第一リアソナー S R 1 は、自車両 1 0 の左後方に探査波を発信するように、リアバンパ

50

ー 15 の後側表面 V 2 における左端部に設けられている。第二リアソナー S R 2 は、自車両 10 の右後方に探査波を発信するように、リアバンパー 15 の後側表面 V 2 における右端部に設けられている。第一リアソナー S R 1 と第二リアソナー S R 2 とは、車両中心軸線 V L を挟んで対称に配置されている。

【 0 0 3 1 】

第三リアソナー S R 3 と第四リアソナー S R 4 とは、リアバンパー 15 の後側表面 V 2 における中央寄りの位置にて、車幅方向に配列されている。第三リアソナー S R 3 は、自車両 10 の略後方に探査波を発信するように、車幅方向について第一リアソナー S R 1 と車両中心軸線 V L との間に配置されている。第四リアソナー S R 4 は、自車両 10 の略後方に探査波を発信するように、車幅方向について第二リアソナー S R 2 と車両中心軸線 V L との間に配置されている。第三リアソナー S R 3 と第四リアソナー S R 4 とは、車両中心軸線 V L を挟んで対称に配置されている。

10

【 0 0 3 2 】

上記の通り、第一リアソナー S R 1 と第三リアソナー S R 3 とは、平面視にて互いに異なる位置に配置されている。また、車幅方向について互いに隣接する第一リアソナー S R 1 と第三リアソナー S R 3 とは、相互に、一方が送信した探査波の障害物 B による反射波が他方における受信波として受信可能な位置関係に設けられている。

【 0 0 3 3 】

すなわち、第一リアソナー S R 1 は、自己が発信した探査波に対応する直接波と、第三リアソナー S R 3 が発信した探査波に対応する間接波との双方を受信可能に配置されている。同様に、第三リアソナー S R 3 は、自己が発信した探査波に対応する直接波と、第一リアソナー S R 1 が発信した探査波に対応する間接波との双方を受信可能に配置されている。

20

【 0 0 3 4 】

同様に、第三リアソナー S R 3 と第四リアソナー S R 4 とは、平面視にて互いに異なる位置に配置されている。また、車幅方向について互いに隣接する第三リアソナー S R 3 と第四リアソナー S R 4 とは、相互に、一方が送信した探査波の障害物 B による反射波が他方における受信波として受信可能な位置関係に設けられている。

【 0 0 3 5 】

同様に、第二リアソナー S R 2 と第四リアソナー S R 4 とは、平面視にて互いに異なる位置に配置されている。また、車幅方向について互いに隣接する第二リアソナー S R 2 と第四リアソナー S R 4 とは、相互に、一方が送信した探査波の障害物 B による反射波が他方における受信波として受信可能な位置関係に設けられている。

30

【 0 0 3 6 】

第一サイドソナー S S 1、第二サイドソナー S S 2、第三サイドソナー S S 3、および第四サイドソナー S S 4 は、側面部 16 の外側表面である車両側面 V 3 から探査波を自車両 10 の側方に発信するように設けられている。第一サイドソナー S S 1、第二サイドソナー S S 2、第三サイドソナー S S 3、および第四サイドソナー S S 4 は、それぞれ、直接波のみを受信可能に設けられている。

【 0 0 3 7 】

第一サイドソナー S S 1 は、自車両 10 の左方に探査波を発信するように、前後方向について左側のドアミラー 18 と第一フロントソナー S F 1 との間に配置されている。第二サイドソナー S S 2 は、自車両 10 の右方に探査波を発信するように、前後方向について右側のドアミラー 18 と第二フロントソナー S F 2 との間に配置されている。第一サイドソナー S S 1 と第二サイドソナー S S 2 とは、車両中心軸線 V L を挟んで対称に設けられている。

40

【 0 0 3 8 】

第三サイドソナー S S 3 は、自車両 10 の左方に探査波を発信するように、前後方向について左後側のドアパネル 17 と第一リアソナー S R 1 との間に配置されている。第四サイドソナー S S 4 は、自車両 10 の右方に探査波を発信するように、前後方向について右

50

後側のドアパネル 17 と第二リアソナー S R 2 との間に配置されている。第三サイドソナー S S 3 と第四サイドソナー S S 4 とは、車両中心軸線 V L を挟んで対称に設けられている。

【 0 0 3 9 】

複数の測距センサ 2 1 の各々は、制御部 2 6 に電気接続されている。すなわち、複数の測距センサ 2 1 の各々は、制御部 2 6 の制御下で探査波を発信するとともに、受信波の受信結果に対応する信号を発生して制御部 2 6 に送信するようになっている。受信波の受信結果に対応する信号に含まれる情報を、以下「受信情報」と称する。受信情報には、受信波の受信強度に関連する情報、および、複数の測距センサ 2 1 の各々と障害物 B との距離に関連する情報が含まれる。障害物 B との距離に関連する情報には、探査波の発信から受信波の受信までの時間差に関連する情報が含まれる。

10

【 0 0 4 0 】

撮像部 2 2 は、自車両 1 0 の周囲の画像を撮像して、当該画像に対応する画像情報を取得するように設けられている。本実施形態においては、撮像部 2 2 は、デジタルカメラ装置であって、C C D 等のイメージセンサを備えている。C C D は Charge Coupled Device の略である。

【 0 0 4 1 】

本実施形態においては、自車両 1 0 には、複数の撮像部 2 2、すなわち、フロントカメラ C F、リアカメラ C B、左側カメラ C L、および右側カメラ C R が搭載されている。フロントカメラ C F、リアカメラ C B、左側カメラ C L、および右側カメラ C R のうちの、いずれかであることを特定しない場合に、以下、「撮像部 2 2」という単数形の表現、または「複数の撮像部 2 2」という表現を用いる。

20

【 0 0 4 2 】

フロントカメラ C F は、自車両 1 0 の前方の画像に対応する画像情報を取得するように、車体 1 1 の前面部 1 2 に装着されている。リアカメラ C B は、自車両 1 0 の後方の画像に対応する画像情報を取得するように、車体 1 1 の後面部 1 4 に装着されている。左側カメラ C L は、自車両 1 0 の左方の画像に対応する画像情報を取得するように、左側のドアミラー 1 8 に装着されている。右側カメラ C R は、自車両 1 0 の右方の画像に対応する画像情報を取得するように、右側のドアミラー 1 8 に装着されている。

【 0 0 4 3 】

複数の撮像部 2 2 の各々は、制御部 2 6 に電気接続されている。すなわち、複数の撮像部 2 2 の各々は、制御部 2 6 の制御下で画像情報を取得するとともに、取得した画像情報を制御部 2 6 に送信するようになっている。

30

【 0 0 4 4 】

車速センサ 2 3、シフトポジションセンサ 2 4、および舵角センサ 2 5 は、制御部 2 6 に電気接続されている。車速センサ 2 3 は、自車両 1 0 の走行速度に対応する信号を発生して、制御部 2 6 に送信するようになっている。自車両 1 0 の走行速度を、以下単に「車速」と称する。シフトポジションセンサ 2 4 は、自車両 1 0 のシフトポジションに対応する信号を発生して、制御部 2 6 に送信するようになっている。舵角センサ 2 5 は、自車両 1 0 の操舵角に対応する信号を発生して、制御部 2 6 に送信するようになっている。

40

【 0 0 4 5 】

制御部 2 6 は、車体 1 1 の内側に配置されている。制御部 2 6 は、いわゆる車載マイクロコンピュータであって、図示しない C P U、R O M、R A M、不揮発性 R A M、等を備えている。不揮発性 R A M は、例えば、フラッシュ R O M 等である。制御部 2 6 の C P U、R O M、R A M および不揮発性 R A M を、以下単に「C P U」、「R O M」、「R A M」および「不揮発性 R A M」と略称する。

【 0 0 4 6 】

制御部 2 6 は、C P U が R O M または不揮発性 R A M からプログラムを読み出して実行することで、各種の制御動作を実現可能に構成されている。このプログラムには、後述の

50

各ルーチンに対応するものが含まれている。また、ROMまたは不揮発性RAMには、プログラムの実行の際に用いられる各種のデータが、あらかじめ格納されている。各種のデータには、例えば、初期値、ルックアップテーブル、マップ、等が含まれている。

【0047】

制御部26は、複数の測距センサ21の各々、複数の撮像部22の各々、車速センサ23、シフトポジションセンサ24、舵角センサ25、等から受信した信号および情報に基づいて、障害物検知動作を実行するように構成されている。ディスプレイ27は、自車両10における車室内に配置されている。ディスプレイ27は、制御部26の制御下で、障害物検知動作に伴う表示を行うように、制御部26に電気接続されている。

【0048】

(第一実施形態)

次に、図1に加えて図2をも参照しつつ、第一実施形態における障害物検知装置20および制御部26の機能ブロック構成について説明する。制御部26は、測距センサ21による受信波の受信結果と、撮像部22による画像の撮像結果と、車速センサ23等の各種センサから受信した各種信号とに基づいて、障害物Bを検知するように構成されている。具体的には、図2に示されているように、制御部26は、機能上の構成として、車両状態取得部260と、位置取得部261と、形状認識部262と、検知処理部263とを備えている。

【0049】

車両状態取得部260は、図1に示された車速センサ23、シフトポジションセンサ24、舵角センサ25、等から各種信号を受信することで、自車両10の走行状態に対応する走行状態情報を取得するように設けられている。走行状態情報は、車速、操舵角、シフトポジション、等を含む。走行状態情報は、自車両10が停止中、すなわち、車速が0km/hである場合をも含む。本実施形態においては、車両状態取得部260は、車速センサ23等の各種センサとCPUとの間に設けられたインターフェースであって、車速センサ23等の各種センサから受信した各種信号、またはかかる信号に所定の処理を施したものを、CPUに送信するようになっている。なお、図示の簡略化のため、図2においては、車速センサ23等の各種センサの図示が省略されている。

【0050】

障害物検知装置20が自車両10の前方に位置する障害物Bを検知する場合、第一フロントソナーSF1、第二フロントソナーSF2、第三フロントソナーSF3、および第四フロントソナーSF4のうちの、互いに隣接するいずれか2個を、第一測距センサおよび第二測距センサとする。これに対し、障害物検知装置20が自車両10の後方に位置する障害物Bを検知する場合、第一測距センサおよび第二測距センサは、第一リアソナーSR1、第二リアソナーSR2、第三リアソナーSR3、および第四リアソナーSR4のうちの、互いに隣接するいずれか2個を、第一測距センサおよび第二測距センサとする。

【0051】

位置取得部261は、第一測距センサが送信した探査波の障害物Bによる反射波を第一測距センサおよび第二測距センサが受信波として受信した場合の、第一測距センサおよび第二測距センサの位置に基づく三角測量により、自車両10と障害物Bとの位置関係に対応する相対位置情報を取得するように設けられている。すなわち、位置取得部261は、複数の測距センサ21の各々の出力に基づいて、相対位置情報を取得するようになっている。

【0052】

相対位置情報は、複数の測距センサ21の各々における受信波に基づいて取得される、障害物Bの自車両10に対する相対位置に対応する情報である。相対位置情報には、距離情報および方位情報が含まれる。距離情報は、障害物Bの自車両10からの距離に対応する情報である。方位情報は、障害物Bの自車両10からの方位、すなわち、自車両10から障害物Bに向かう有向線分と車両中心軸線VLとのなす角に対応する情報である。

【0053】

10

20

30

40

50

形状認識部 262 は、撮像部 22 により取得された画像情報と、車両状態取得部 260 により取得された走行状態情報とに基づいて、障害物 B の形状認識を実行するように設けられている。具体的には、本実施形態においては、形状認識部 262 は、自車両 10 の移動に伴って時系列で取得された複数の画像情報に基づいて、画像情報における複数の特徴点の三次元位置を取得することで、障害物 B の三次元形状を認識するように構成されている。すなわち、形状認識部 262 は、車両 10 の移動中に撮像部 22 により順次撮像された複数の画像に基づいて、画像中の物体等における特徴形状を三次元的に認識するようになっている。

【0054】

特徴形状には、水平エッジ、垂直エッジ、等の直線エッジが含まれる。「直線エッジ」は、画像中にて、物体の外形線等に対応して所定以上の長さで連続する画素列である。「水平エッジ」は、画像中にて、水平線と平行な直線エッジをいう。「垂直エッジ」は、画像中にて、鉛直線と平行な直線エッジをいう。「物体の外形線等」には、障害物 B の外形線のみならず、区画線等の表示物における外形線も含まれる。

10

【0055】

具体的には、形状認識部 262 は、いわゆる移動ステレオ技術または S F M 技術により、特徴形状を三次元的に認識可能に構成されている。S F M は Structure From Motion の略である。移動ステレオ技術および S F M 技術については、本願の出願時において、すでに公知または周知である。故に、本明細書においては、移動ステレオ技術および S F M 技術についての詳細な説明は省略する。

20

【0056】

検知処理部 263 は、位置取得部 261 により取得された相対位置情報と、形状認識部 262 による形状認識結果とに基づいて、障害物 B を検知するように設けられている。具体的には、本実施形態においては、検知処理部 263 は、形状認識部 262 による形状認識結果にて障害物 B の高さ寸法が所定寸法未満である場合、かかる障害物 B に対応する相対位置情報を破棄するように構成されている。

【0057】

(動作概要)

以下、障害物検知装置 20、すなわち制御部 26 における動作の概要について、図 1 ~ 図 6 を参照しつつ説明する。なお、以下の動作説明においては、図示および説明の煩雑化を回避するため、自車両 10 は前方に直進中とし、各部の図示が適宜省略されている。

30

【0058】

図 3、図 4 A、および図 4 B は、自車両 10 が、前方に存在する障害物 B を検知する様子を示す。図 3 に示されているように、障害物検知装置 20 は、第一フロントソナー S F 1、第二フロントソナー S F 2、第三フロントソナー S F 3、および第四フロントソナー S F 4 を用いて、前方に存在する障害物 B を検知する。また、障害物検知装置 20 は、フロントカメラ C F を用いて、前方に存在する障害物 B の三次元形状を認識する。

【0059】

なお、自車両 10 が後退する場合、障害物検知装置 20 は、第一リアソナー S R 1、第二リアソナー S R 2、第三リアソナー S R 3、および第四リアソナー S R 4 を用いて、後方に存在する障害物 B を検知する。また、障害物検知装置 20 は、リアカメラ C B を用いて、後方に存在する障害物 B の三次元形状を認識する。もっとも、後退時における障害物検知動作は、基本的には、前進時と同様である。よって、以下、前進時の障害物検知動作を例として、障害物検知装置 20 の動作概要を説明する。

40

【0060】

図 3 は、障害物 B が車幅方向について第三フロントソナー S F 3 と第四フロントソナー S F 4 との間に位置する場合を示す。この場合、第三フロントソナー S F 3 または第四フロントソナー S F 4 から発信された探査波 W S の、障害物 B の壁面 B W による反射波を、第三フロントソナー S F 3 および第四フロントソナー S F 4 にて受信することで、障害物 B の自車両 10 に対する相対位置が取得される。以下、第三フロントソナー S F 3 から探

50

査波 $W S$ を発信し、この探査波 $W S$ に対応する受信波 $W R 1$ を第三フロントソナー $S F 3$ にて受信するとともに、この探査波 $W S$ に対応する受信波 $W R 2$ を第四フロントソナー $S F 4$ にて受信する場合を想定して、動作概要の説明を続行する。

【 0 0 6 1 】

第三フロントソナー $S F 3$ における直接波である受信波 $W R 1$ は、第三フロントソナー $S F 3$ から発信された探査波 $W S$ が、障害物 B の壁面 $B W$ にて反射することによって、第三フロントソナー $S F 3$ にて受信される。一方、第四フロントソナー $S F 4$ における間接波である受信波 $W R 2$ は、第三フロントソナー $S F 3$ から発信された探査波 $W S$ が、障害物 B の壁面 $B W$ にて反射することによって、第四フロントソナー $S F 4$ にて受信される。

【 0 0 6 2 】

第三フロントソナー $S F 3$ における探査波 $W S$ の発信時点から受信波 $W R 1$ の受信時点までの所要時間を $T 1$ とする。第三フロントソナー $S F 3$ における探査波 $W S$ の発信時点から第四フロントソナー $S F 4$ における受信波 $W R 2$ の受信時点までの所要時間を $T 2$ とする。音速を c とする。この場合、第三フロントソナー $S F 3$ から障害物 B の壁面 $B W$ までの、受信波 $W R 1$ の伝播方向に沿った距離を $D 1$ とすると、 $D 1 = 0.5 T 1 \times c$ である。また、第四フロントソナー $S F 4$ から障害物 B の壁面 $B W$ までの、受信波 $W R 2$ の伝播方向に沿った距離を $D 2$ とすると、 $D 2 = (T 2 - 0.5 T 1) \times c$ である。

【 0 0 6 3 】

探査波 $W S$ を反射したと推定される、障害物 B の壁面 $B W$ 上の点を「検出点 P 」とすると、 $D 1$ は第三フロントソナー $S F 3$ から検出点 P までの距離であり、 $D 2$ は第四フロントソナー $S F 4$ から検出点 P までの距離である。自車両 10 における、第三フロントソナー $S F 3$ および第四フロントソナー $S F 4$ の水平位置は一定である。故に、検出点 P の自車両 10 に対する相対位置は、第三フロントソナー $S F 3$ および第四フロントソナー $S F 4$ の水平位置と、算出された距離 $D 1$ および $D 2$ とを用いて、三角測量により取得される。

【 0 0 6 4 】

自車両 10 が前方に進行中の進行可能距離 $D C$ は、前側表面 $V 1$ から検出点 P までの、自車両 10 の進行方向における水平距離である。図 3 に示されているように、自車両 10 が直進中の場合、進行可能距離 $D C$ は、前後方向における前側表面 $V 1$ から検出点 P までの距離となる。なお、進行可能距離 $D C$ は、自車両 10 が直進する場合に最小となる。故に、処理負荷軽減等の観点から、自車両 10 が前方に進行中の進行可能距離 $D C$ は、操舵角にかかわらず、前後方向における前側表面 $V 1$ から検出点 P までの距離としても、差し支えない。

【 0 0 6 5 】

図 4 A は、自車両 10 が、高さ寸法が大きい障害物 B に向かって進行する様子を示す。図 4 B は、自車両 10 が、高さ寸法が小さい障害物 B に向かって進行する様子を示す。図 4 A に示されているような、高さ寸法が大きい障害物 B は、例えば、壁等である。図 4 B に示されているような、高さ寸法が小さい障害物 B 、すなわち、路面 $R S$ からの突出高さが低い障害物 B は、例えば、段差、縁石、等である。

【 0 0 6 6 】

なお、本実施形態における、障害物 B の高さ寸法は、障害物 B の路面 $R S$ からの突出高さ、すなわち、車高方向における障害物 B の路面 $R S$ からの突出長さに相当する。かかる障害物 B の高さ寸法は、車高方向における障害物 B の基端部と先端部との間の距離とも称され得る。図 4 A および図 4 B の例では、基端部は下端部に対応し、先端部は上端部に対応する。

【 0 0 6 7 】

図 4 A および図 4 B において、進行可能距離 $D C$ を示す矢印は、自車両 10 と障害物 B との水平距離であり、平面視における自車両 10 と障害物 B との間の最短距離である。進行可能距離 $D C$ を規定する方向は、路面 $R S$ と平行となる。但し、車高方向すなわち上下方向は、路面 $R S$ の傾斜状態により、重力作用方向と平行とはならない場合があり得る。

【 0 0 6 8 】

10

20

30

40

50

測距センサ 2 1 は、車体 1 1 に装着されている。車体 1 1 は、路面 R S よりも上方に位置する。故に、測距センサ 2 1 の搭載高、すなわち、測距センサ 2 1 の車高方向における搭載位置は、車高方向における測距センサ 2 1 の路面 R S からの距離となる。

【 0 0 6 9 】

以下、測距センサ 2 1 の搭載高を、「センサ搭載高」と称する。センサ搭載高は、車体 1 1 の路面 R S からの距離と、測距センサ 2 1 の車体 1 1 における搭載位置とに依じた、所定値となる。具体的には、センサ搭載高は、水平面と平行な路面 R S に自車両 1 0 を載置した場合の、測距センサ 2 1 の搭載位置の、路面 R S からの高さである。

【 0 0 7 0 】

図 4 A に示されているように、センサ搭載高よりも高さ寸法が大きい障害物 B の場合、測距センサ 2 1 と同じ高さに障害物 B の壁面 B W が存在する。故に、測距センサ 2 1 に到達する受信波 W R は、水平距離を規定する方向と平行に伝播する。したがって、この場合に、測距センサ 2 1 を用いて取得された障害物 B の距離情報は、実際の自車両 1 0 と障害物 B との水平距離すなわち進行可能距離 D C に対応した、ほぼ正確なものとなり得る。

10

【 0 0 7 1 】

一方、図 4 B に示されているように、センサ搭載高よりも高さ寸法が小さい障害物 B の場合、障害物 B の上端部は、測距センサ 2 1 よりも低い位置となる。すなわち、測距センサ 2 1 と同じ高さには、障害物 B の壁面 B W は存在しない。この場合、測距センサ 2 1 に到達する受信波 W R は、障害物 B の下端部から測距センサ 2 1 に向かって、斜め上方に伝播する。したがって、センサ搭載高よりも高さ寸法が小さい障害物 B の場合、測距センサ 2 1 を用いて取得された障害物 B の距離情報は、大きな誤差を含む不正確なものとなる。

20

【 0 0 7 2 】

また、上記のような、センサ搭載高よりも高さ寸法が小さい障害物 B が、自車両 1 0 がそのまま乗り越えられる程度に突出高さが低い物体である場合がある。このような物体の例は、例えば、5 c m 程度の低い段差、マンホールの蓋、等である。このような障害物 B は、自車両 1 0 の走行に何ら支障を来すことはないため、運転支援動作における「障害物」として認識する必要性が低い。

【 0 0 7 3 】

そこで、本実施形態においては、障害物検知装置 2 0 は、フロントカメラ C F を用いた形状認識結果にて障害物 B の高さ寸法が所定寸法以上である場合、かかる障害物 B に対応する相対位置情報を有効化して、不揮発性 R A M に格納する。これに対し、障害物検知装置 2 0 は、フロントカメラ C F を用いた形状認識結果にて障害物 B の高さ寸法が所定寸法未満である場合、かかる障害物 B に対応する相対位置情報を無効化して破棄する。

30

【 0 0 7 4 】

これにより、自車両 1 0 の走行に支障なくそのまま乗り越えられる程度に突出高さが低い物体を障害物 B として認識することによる、不要な報知動作等を、可及的に抑制することが可能となる。この種の物体の誤認識を抑制するための、上記「所定高さ」は、例えば、5 ~ 1 0 c m 程度に設定され得る。

【 0 0 7 5 】

(動作例)

40

以下、本実施形態の構成による、上記の動作概要に対応する具体的な動作例について、フローチャートを用いて説明する。なお、図面および明細書中の以下の説明において、「ステップ」を単に「S」と略記する。

【 0 0 7 6 】

図 5 は、撮像部 2 2 により取得された画像情報に基づく、障害物 B の形状認識動作の一例を示すフローチャートである。図 5 に示されている画像認識ルーチンは、形状認識部 2 6 2 の動作に対応する。この画像認識ルーチンは、後述する第二実施形態 ~ 第四実施形態においても同様に実行される。この画像認識ルーチンは、所定の起動条件が成立した後、所定時間間隔で、CPU により起動される。

【 0 0 7 7 】

50

図5に示されている画像認識ルーチンが起動されると、まず、S501にて、CPUは、撮像部22から画像情報を取得する。また、CPUは、取得した画像情報を、不揮発性RAMに時系列で格納する。

【0078】

次に、S502にて、CPUは、移動ステレオ技術またはSFM技術を用いて、形状認識部262による画像認識動作を実行する。これにより、画像中の物体等の三次元形状が認識される。具体的には、例えば、障害物Bの高さ等が認識可能となる。続いて、S503にて、CPUは、形状認識部262による画像認識結果を不揮発性RAMに格納し、本ルーチンを一旦終了する。

【0079】

図6は、隣接する2個の測距センサ21により取得された相対位置情報と、撮像部22により取得された画像情報とに基づく、障害物Bの検知動作の一例を示すフローチャートである。図6に示されている障害物検知ルーチンは、位置取得部261および検知処理部263の動作に対応する。この障害物検知ルーチンは、後述する第二実施形態および第三実施形態においても同様に実行される。この障害物検知ルーチンは、所定の起動条件が成立した後、所定時間間隔で、CPUにより起動される。

【0080】

図6に示されている障害物検知ルーチンが起動されると、まず、S601にて、CPUは、隣接する2個の測距センサ21を選択し、選択した2個の測距センサ21から受信情報を取得する。上記の例では、隣接する2個の測距センサ21は、第三フロントソナーSF3および第四フロントソナーSF4である。すなわち、S601にて、第三フロントソナーSF3から探査波が発信され、第三フロントソナーSF3および第四フロントソナーSF4にて受信波が受信される。

【0081】

次に、S602にて、CPUは、隣接する2個の測距センサ21における受信波の強度がいずれも所定の閾値以上であるか否かを判定する。隣接する2個の測距センサ21における受信波の強度がいずれも所定の閾値以上であるという条件が成立しない場合（すなわちS602 = NO）、上記の三角測量が成立しない。よって、この場合、CPUは、S603以降の処理をすべてスキップして、本ルーチンを一旦終了する。

【0082】

以下、隣接する2個の測距センサ21における受信波の強度がいずれも所定の閾値以上であるという条件が成立するものとして（すなわちS602 = YES）、本ルーチンの説明を続行する。この場合、CPUは、処理をS603以降に進行させる。

【0083】

S603にて、CPUは、取得した受信情報に基づいて、障害物Bの相対位置情報を取得する。上記の例では、S603にて、CPUは、障害物Bに対応する検出点Pを取得する。次に、S604にて、CPUは、障害物Bまでの距離を取得する。上記の例では、S604にて、CPUは、進行可能距離DCを取得する。S603およびS604にて取得した相対位置情報および進行可能距離DCは、一旦不揮発性RAMに格納される。

【0084】

続いて、S605にて、CPUは、閾値以上の強度の受信波に対応する障害物Bの高さHを、不揮発性RAMに格納された画像認識結果に基づいて取得する。また、S606にて、CPUは、S605にて取得した高さHが所定高さHth1未満であるか否かを判定する。所定高さHth1は、例えば、5cmである。

【0085】

高さHが所定高さHth1未満である場合（すなわちS606 = YES）、CPUは、処理をS607に進行させた後、本ルーチンを一旦終了する。S607にて、CPUは、今回S603およびS604にて取得した相対位置情報および進行可能距離DCを無効化して破棄する。すなわち、CPUは、今回S603およびS604にて取得した相対位置情報および進行可能距離DCの、不揮発性RAMにおける記録を消去する。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 6 】

一方、高さ H が所定高さ H_{th1} 以上である場合（すなわち $S606 = NO$ ）、CPU は、 $S607$ の処理をスキップして、本ルーチンを一旦終了する。この場合、閾値以上の強度の受信波に対応し且つ所定高さ H_{th1} 以上の高さ寸法を有する障害物 B についての、相対位置情報および進行可能距離 DC は、自車両 10 の走行支援動作に用いられる。

【 0 0 8 7 】

（第二実施形態）

以下、第二実施形態の障害物検知装置 20 について説明する。以下の第二実施形態の説明においては、上記の第一実施形態との相違点を主として説明する。また、第二実施形態と上記の第一実施形態とにおいて、互いに同一または均等である部分には、同一符号が付されている。したがって、以下の第二実施形態の説明において、上記の第一実施形態と同一の符号を有する構成要素に関しては、技術的矛盾または特段の追加説明なき限り、上記の第一実施形態における説明が適宜援用され得る。後述の第三実施形態等においても同様である。

10

【 0 0 8 8 】

本実施形態の構成は、上記の第一実施形態の構成と同様である。本実施形態は、第一サイドソナー $SS1$ 、第二サイドソナー $SS2$ 、第三サイドソナー $SS3$ 、および第四サイドソナー $SS4$ を用いた障害物 B の検知動作に対応するものである。

【 0 0 8 9 】

図7を参照すると、第一サイドソナー $SS1$ 、第二サイドソナー $SS2$ 、第三サイドソナー $SS3$ 、および第四サイドソナー $SS4$ は、自車両 10 の側方に位置する障害物 B との距離に対応する信号を出力する。また、左側カメラ CL および右側カメラ CR は、自車両 10 の側方の画像に対応する画像情報を取得する。これらは、障害物検知装置 20 が駐車支援動作に用いられる際に、駐車スペース検出等のために用いられる。

20

【 0 0 9 0 】

上記の通り、第一サイドソナー $SS1$ 、第二サイドソナー $SS2$ 、第三サイドソナー $SS3$ 、および第四サイドソナー $SS4$ の各々は、直接波により、対向する障害物 B との距離を検知可能である。また、障害物検知装置 20 は、第一サイドソナー $SS1$ 、第二サイドソナー $SS2$ 、第三サイドソナー $SS3$ 、および第四サイドソナー $SS4$ を用いることで、自車両 10 の側方に位置する障害物 B の形状を認識することが可能である。

30

【 0 0 9 1 】

図7は、第二サイドソナー $SS2$ および右側カメラ CR の右側に障害物 B が存在する場合を例示する。以下、図7の例を用いて、自車両 10 の右方に位置する障害物 B の検知動作の概要について説明する。

【 0 0 9 2 】

図7に示されているように、第二サイドソナー $SS2$ は、自己が送信した探査波 WS の障害物 B による反射波を受信波 WR として受信することで、かかる障害物 B との距離に対応する信号を出力する。障害物検知装置 20 は、自車両 10 の走行中に、第二サイドソナー $SS2$ が所定時間間隔で繰り返し受信した受信波 WR に基づいて、障害物 B との距離 DD を繰り返し取得する。所定時間は、例えば、数百ミリ秒である。また、障害物検知装置 20 は、ソナー位置、すなわち複数の距離 DD の各々に対応する第二サイドソナー $SS2$ の位置を、自車両 10 の走行状態情報と、探査波 WS の発信時刻または受信波 WR の受信時刻とに基づいて取得する。

40

【 0 0 9 3 】

障害物検知装置 20 は、上記のようにして取得した複数の距離 DD と、これら複数の距離 DD の各々に対応するソナー位置とに基づいて、障害物 B の平面視における外形形状を概略的に推定することが可能である。例えば、障害物検知装置 20 は、複数の距離 DD を、横軸をソナー位置とし縦軸を距離 DD とする二次元座標上の点列として認識する。障害物検知装置 20 は、これらの点列に対して、三角測量法に基づく所定の処理を実行することによって、複数の距離 DD の各々に対応する反射点 PR を推定する。

50

【0094】

反射点PRは、受信波WRを反射した障害物B上の位置であると推定される位置である。すなわち、反射点PRは、1回の受信波WRの受信によって取得された距離DDに対応する、仮想的な障害物B上の位置である。複数の反射点PRを含む点列によって、障害物Bの平面視における外形形状が概略的に推定される。反射点PRは、障害物Bにおける、自車両10に対向する壁面BW上の点として推定される点であり、障害物Bの相対位置情報に対応する。

【0095】

なお、上記のような、直接波を用いた、障害物Bの平面視における外形形状の推定については、本願の出願時において、すでに周知である。例えば、米国特許第7,739,046号明細書、米国特許第7,843,767号明細書、米国特許第8,130,120号明細書、等参照。

10

【0096】

また、障害物検知装置20は、自車両10の走行中における異なる時点にて取得された、第二サイドソナーSS2におけるソナー位置および距離DDに基づいて、三角測量により、反射点PRを取得することが可能である。図8は、このような反射点PRの取得例の概略を示す。

【0097】

すなわち、図8を参照すると、実線で示されている第二サイドソナーSS2の位置は、今回の受信波WRの受信時における第二サイドソナーSS2の位置を示す。一方、破線で示されている第二サイドソナーSS2の位置は、前回の受信波WRの受信時における第二サイドソナーSS2の位置を示す。今回をN回目とし、前回はN-1回目とする。また、前回取得された距離DDをDD(N-1)とし、今回取得された距離DDをDD(N)とする。

20

【0098】

前回の距離DD(N-1)が取得された時刻と、今回の距離DD(N)が取得された時刻との、時間間隔は、上記の通り充分小さい。このため、距離DD(N-1)に対応する探査波を反射した壁面BWの位置と、距離DD(N)に対応する探査波を反射した壁面BWの位置とは、同一と仮定することができる。したがって、障害物検知装置20は、距離DD(N-1)を取得した時点の第二サイドソナーSS2の位置を中心として半径が距離DD(N-1)となる第一円と、距離DD(N)を取得した時点の第二サイドソナーSS2の位置を中心として半径が距離DD(N)となる第二円との交点を、反射点PRとして取得する。

30

【0099】

上記の通り、障害物検知装置20は、第一サイドソナーSS1、第二サイドソナーSS2、第三サイドソナーSS3、および第四サイドソナーSS4を用いることで、自車両10の側方に位置する障害物Bについての相対位置情報および平面視における概略的な形状を取得することができる。しかしながら、障害物Bの高さについては不明である。

【0100】

一方、障害物検知装置20は、左側カメラCLおよび右側カメラCRを用いて、障害物Bの高さを取得することが可能である。具体的には、図7に示されているように、障害物Bが自車両10の右側に存在する場合、障害物検知装置20は、右側カメラCRを用いて、障害物Bの高さを取得することが可能である。すなわち、例えば、障害物検知装置20は、上記のような移動ステレオ技術またはSFM技術等の画像処理技術により、障害物Bの高さを認識可能である。

40

【0101】

図7は、障害物検知装置20が自車両10の右側に駐車スペースを探索している状況を示しているものとする。この状況において、障害物Bが、自車両10がそのまま乗り越えられる程度に突出高さが低い物体である場合があり得る。この種の物体の例としては、例えば、5cm程度の低い段差、マンホールの蓋、等が挙げられる。

50

【 0 1 0 2 】

この場合、かかる障害物 B は、駐車支援動作において、実質的に障害物とはならない。すなわち、かかる障害物 B を含む領域を、駐車スペースとして設定可能である。また、かかる障害物 B は、駐車スペースまでの駐車経路上に存在しても何ら差し支えない。このため、かかる障害物 B に対応する相対位置情報は、保持する必要がない。

【 0 1 0 3 】

そこで、障害物検知装置 20 は、左側カメラ C L および右側カメラ C R を用いた形状認識結果にて障害物 B の高さ寸法が所定寸法以上である場合、かかる障害物 B に対応する相対位置情報を有効化して、不揮発性 R A M に格納する。これに対し、障害物検知装置 20 は、左側カメラ C L および右側カメラ C R を用いた形状認識結果にて障害物 B の高さ寸法が所定寸法未満である場合、かかる障害物 B に対応する相対位置情報を無効化して破棄する。本実施形態によれば、より適切な駐車支援動作が実現されるとともに、C P U における計算負荷および不揮発性 R A M における記憶容量が軽減され得る。

10

【 0 1 0 4 】

(第三実施形態)

以下、第三実施形態の障害物検知装置 20 について説明する。以下の第三実施形態の説明においても、上記の第一実施形態との相違点を主として説明する。

【 0 1 0 5 】

本実施形態の構成は、上記の第一実施形態の構成と同様である。本実施形態は、図 9 に示されているように、自車両 10 が、車両中心軸線 V L に対して斜行するように立設した壁状の障害物 B に接近しつつ進行する場合の、障害物 B の検知動作に対応するものである。この場合の障害物 B を、以下「斜行壁」と称する。

20

【 0 1 0 6 】

なお、図 9 の例においては、説明の簡略化のため、自車両 10 は前方に直進中であり、斜行壁である障害物 B は自車両 10 の右前方に存在しているものとする。また、第二フロントソナー S F 2 および第四フロントソナー S F 4 による検知可能範囲を、図中、二点鎖線で示す。

【 0 1 0 7 】

図 9 の例において、斜行壁における物体中心軸 B L は、車両中心軸線 V L と交差する。物体中心軸 B L は、平面視にて、車両進行方向に沿った障害物 B の中心軸である。この例においては、物体中心軸 B L は、平面視にて、障害物 B における自車両 10 と対向する壁面 B W と平行であるものとする。

30

【 0 1 0 8 】

図 9 に示されているように、物体中心軸 B L と車両中心軸線 V L とのなす角度が小さくなることで、斜行壁である障害物 B が第二フロントソナー S F 2 による検知可能範囲にのみ存在する場合があります。この場合、第二フロントソナー S F 2 における直接波は受信可能である一方、第二フロントソナー S F 2 および第四フロントソナー S F 4 における間接波は受信不能である。すなわち、この場合、第二フロントソナー S F 2 および第四フロントソナー S F 4 による三角測量が成立しない。

【 0 1 0 9 】

図 9 に示されている例においては、障害物 B に対応する相対位置情報は、第二フロントソナー S F 2 における直接波に基づいて取得される。この直接波は、第二フロントソナー S F 2 に受信される受信波 W R であって、第二フロントソナー S F 2 から発信された探査波 W S の障害物 B による反射波に起因するものである。

40

【 0 1 1 0 】

具体的には、例えば、障害物検知装置 20 は、第二フロントソナー S F 2 による検知可能範囲における、平面視にて最も右側の位置を、検出点 P として推定し得る。あるいは、例えば、障害物検知装置 20 は、探査波 W S の中心軸線上の位置を、検出点 P として推定し得る。あるいは、例えば、障害物検知装置 20 は、上記の第二実施形態と同様に、異なる時刻における第二フロントソナー S F 2 の位置と検知距離とに基づいて、検出点 P を推

50

定し得る。

【0111】

このような相対位置情報は、第二フロントソナーSF2に受信される受信波であって第四フロントソナーSF4から発信された探査波の障害物Bによる反射波に起因する第一間接波に基づいて取得されたものではない。また、この相対位置情報は、第四フロントソナーSF4に受信される受信波であって第二フロントソナーSF2から発信された探査波の障害物Bによる前記反射波に起因する第二間接波に基づいて取得されたものでもない。よって、このような相対位置情報を、以下、「第二フロントソナーSF2における直接波のみに基づく」と表現する。

【0112】

第二フロントソナーSF2における直接波のみに基づく、障害物Bの壁面BWとの検知距離それ自体は、自車両10の運転支援に利用されない可能性がある。但し、フロントカメラCFにより取得された画像情報に基づく形状認識結果と、第二フロントソナーSF2における直接波のみに基づく検知距離とに基づいて、斜行壁である障害物Bにおける進行方向先の端部BEの相対位置情報を推定することが可能である。故に、障害物検知装置20は、撮像部22により取得された画像情報に基づく形状認識結果にて障害物Bの高さ寸法が所定寸法以上であっても、検出点Pが第二フロントソナーSF2における直接波のみに基づくものである場合、障害物Bが斜行壁であると認識する。

【0113】

本実施形態においては、第二フロントソナーSF2および第四フロントソナーSF4は、自車両10の進行方向側の面である前面部12に設けられている。また、障害物検知装置20、すなわち図2に示された検知処理部263は、フロントカメラCFを用いた形状認識結果にて障害物Bの高さ寸法が所定寸法以上であり、且つ、取得された相対位置情報が第二フロントソナーSF2における直接波のみに基づくものである場合に、障害物Bが斜行壁であるものと認識する。この斜行壁は、自車両10の車両中心軸線VLと交差する壁面BWを有し、自車両10の走行に伴って壁面BWが自車両10に接近する可能性があるものである。

【0114】

障害物Bが斜行壁であると認識した場合、障害物検知装置20は、所定の処理を実行する。所定の処理は、例えば、上記の第一実施形態と同様に、障害物Bに対応する相対位置情報を無効化して破棄する処理である。あるいは、所定の処理は、例えば、前方の斜行壁の存在を、ディスプレイ27等によって自車両10の運転者に報知する処理である。あるいは、所定の処理は、例えば、画像情報に基づく形状認識結果にて検出点Pの近傍を通り前方に伸びる直線エッジを探索し、検出点Pから当該直線エッジに沿った延長線を形成し、この延長線と交差する垂直エッジの相対位置を端部BEの相対位置として推定する。

【0115】

(動作例)

図10は、本実施形態に対応する具体的な動作例を示すフローチャートである。図10に示されている障害物認識ルーチンは、所定の起動条件が成立した後、所定時間間隔で、CPUにより起動される。なお、図10に示されている障害物認識ルーチンが起動される前提として、図5に示されている画像認識ルーチン、および図6に示されている障害物検知ルーチンが既に行われているものとする。

【0116】

さらに、本実施形態においては、図6に示されている障害物検知ルーチンにおけるS602の判定内容は、選択した隣接する2個の測距センサ21におけるいずれか一方の受信波の強度が所定の閾値以上であるか否かの判定となる。すなわち、本実施形態においては、選択した隣接する2個の測距センサ21のうち的一方における直接波のみが、所定の閾値以上の強度を有する場合にも、S603およびS604の処理が実行される。よって、この場合にも、上記のように、直接波に基づいて、障害物Bまでの距離を含む、障害物Bの相対位置情報が取得される。

10

20

30

40

50

【0117】

図10に示されている障害物認識ルーチンが起動されると、まず、S1001にて、CPUは、障害物Bとの距離が有効に取得されたか否かを判定する。すなわち、S1001にて、CPUは、相対位置情報が取得された障害物Bについて、高さHが所定高さHth1以上であって相対位置情報が一旦有効化されたものであるか否かを判定する。

【0118】

障害物Bとの距離が有効に取得されていない場合(すなわちS1001=NO)、CPUは、S1002以降の処理をすべてスキップして、本ルーチンを一旦終了する。一方、障害物Bとの距離が有効に取得されている場合(すなわちS1001=YES)、CPUは、処理をS1002以降に進行させる。

10

【0119】

S1002にて、CPUは、取得された距離が、第一フロントソナーSF1または第二フロントソナーSF2における直接波のみに基づくものであるか否かを判定する。第二フロントソナーSF2における直接波のみに基づいて障害物Bとの距離が取得された場合、障害物Bは、図9に示されているように、自車両10の左前方に位置する斜行壁である。一方、第一フロントソナーSF1における直接波のみに基づいて障害物Bとの距離が取得された場合、障害物Bは、自車両10の左前方に位置する斜行壁である。

【0120】

取得された距離が直接波のみに基づく場合(すなわちS1002=YES)、CPUは、処理をS1003に進行させた後、本ルーチンを一旦終了する。S1003にて、CPUは、今回検知した障害物Bが斜行壁であると認識して、上記のような所定の処理を実行する。一方、取得された距離が間接波に基づくものである場合(すなわちS1002=NO)、CPUは、S1003の処理をスキップして、本ルーチンを一旦終了する。

20

【0121】

(第四実施形態)

次に、図11を参照しつつ、第四実施形態の障害物検知装置20および制御部26の機能ブロック構成について説明する。以下の第四実施形態の説明においても、上記の第一実施形態との相違点を主として説明する。なお、第一実施形態と第四実施形態とで、図1の構成は共通であるものとする。よって、以下の第四実施形態の説明においては、図1および図3が適宜参照され得る。

30

【0122】

本実施形態の障害物検知装置20も、図1に示されているように、自車両10に搭載されることで、自車両10の外側に存在する障害物Bを検知するように構成されている。図1を参照すると、本実施形態の障害物検知装置20は、測距センサ21と、撮像部22と、車速センサ23と、シフトポジションセンサ24と、舵角センサ25と、制御部26と、ディスプレイ27とを備えている。測距センサ21および撮像部22は、上記の第一実施形態と同様である。

【0123】

障害物検知装置20は、少なくとも1個の測距センサ21を備えている。制御部26は、測距センサ21による受信波の受信結果と、撮像部22による画像の撮像結果と、車速センサ23等の各種センサから受信した各種信号とに基づいて、障害物Bを検知するように構成されている。具体的には、図11に示されているように、制御部26は、機能上の構成として、車両状態取得部260と、距離取得部264と、形状認識部265と、距離補正部266とを備えている。

40

【0124】

距離取得部264は、測距センサ21の出力に基づいて、障害物Bの自車両10からの距離に対応する距離情報を取得するように設けられている。具体的には、距離取得部264は、上記の各実施形態と同様にして、障害物Bとの距離を取得可能に構成されている。

【0125】

形状認識部265は、撮像部22により取得された画像情報に基づいて、障害物Bの形

50

状認識を実行するように設けられている。すなわち、形状認識部 265 は、上記の第一実施形態における形状認識部 262 と同様に、時系列で取得された複数の画像情報から物体の三次元形状を認識する機能を有している。

【0126】

距離補正部 266 は、形状認識部 265 による形状認識結果にて障害物 B の高さ寸法が所定寸法未満である場合、かかる障害物 B に対応する距離情報を、センサ搭載高に基づいて補正するように設けられている。上記「所定寸法」は、後述するように、例えば、10 ~ 25 cm 程度に設定され得る。

【0127】

(動作概要)

図 12A は、自車両 10 が、高さ寸法が大きい障害物 B、すなわち路面 RS からの突出高さが測距センサ 21 の搭載高よりも充分高い障害物 B に向かって進行する様子を示す。

【0128】

図 12A に示されているような、高さ寸法が大きい障害物 B は、例えば、壁等である。図 12A に示されているように、障害物 B の高さ寸法が大きく、測距センサ 21 と同じ高さに障害物 B の壁面 BW が存在する場合、測距センサ 21 を用いた障害物 B の距離情報は、実際の自車両 10 と障害物 B との水平距離に対応した、ほぼ正確なものとなり得る。

【0129】

図 12B および図 12C は、図 12A における障害物 B の高さを、センサ搭載高よりも低くした場合の様子を示す。図 12B および図 12C に示されているような、高さ寸法が小さい障害物 B は、例えば、段差、車止め、縁石、等である。図 12C は、図 12B に示されている状態よりも、自車両 10 が障害物 B に接近した状態を示す。

【0130】

図 12B に示されているように、障害物 B の高さ寸法が小さく、測距センサ 21 と同じ高さに障害物 B の壁面 BW が存在しない場合、測距センサ 21 を用いた障害物 B の距離情報は、実際の自車両 10 と障害物 B との水平距離に対して、無視できない程度の誤差を含み得る。さらに、図 12B と図 12C との対比から明らかなように、障害物 B の自車両 10 からの実際の水平距離が小さくなるほど、距離情報の誤差は大きくなる。

【0131】

そこで、本実施形態においては、距離補正部 266 は、形状認識部 265 による形状認識結果にて障害物 B の高さ寸法が所定寸法未満である場合、距離取得部 264 によって取得した障害物 B との距離を補正する。これにより、路面 RS からの突出高さが低い障害物 B の、自車両 10 に対する相対位置の認識が、より正確に行われ得る。この種の障害物 B の例としては、例えば、車止め、縁石、等が挙げられる。このため、この種の障害物 B における距離情報を補正するための、上記「所定高さ」は、例えば、10 ~ 25 cm 程度に設定され得る。

【0132】

図 13A および図 13B は、距離補正部 266 による距離補正の概要を示す。なお、この例において、障害物 B は、車幅方向について、第三フロントソナー SF3 と第四フロントソナー SF4 との間に位置するものとする。以下、図 13A および図 13B の例を用いて、検知距離の取得および補正の概要について説明する。

【0133】

距離取得部 264 は、第三フロントソナー SF3 と第四フロントソナー SF4 とを用いた三角測量により、障害物 B に対向する測距センサ 21 が装着された自車両 10 の端面から、障害物 B までの水平距離を取得する。自車両 10 の端面は、この例では、フロントバンパー 13 の前側表面 V1 である。取得する水平距離は、進行可能距離 DC である。

【0134】

仮に、障害物 B における上端部の高さが、図 12A に示されているように、第三フロントソナー SF3 および第四フロントソナー SF4 のセンサ搭載高よりも充分高い場合、距離取得部 264 により取得された進行可能距離 DC は正確な水平距離となる。これに対し

10

20

30

40

50

、図13Bに示されているように、障害物Bにおける上端部の高さがセンサ搭載高よりも低い場合、距離取得部264により取得された進行可能距離は、正確な水平距離とはならず、側面視にて斜め方向の距離DC0となる。このDC0を「補正前距離」と称する。

【0135】

補正前距離DC0は、取得すべき補正後の進行可能距離DCに相当する長さを底辺とし、高さをSHとする直角三角形の斜辺に相当する。SHは、車高方向における、障害物Bの基端部位置と、第三フロントソナーSF3および第四フロントソナーSF4のセンサ搭載位置との距離である。SHは、センサ搭載高と同視し得る。距離補正部266は、形状認識部265による形状認識結果にて障害物Bの高さ寸法が所定寸法未満である場合、取得した水平距離すなわち進行可能距離DCを補正する。すなわち、距離補正部266は、

10

【0136】

(動作例)

図14は、本実施形態に対応する具体的な動作例を示すフローチャートである。図14に示されている障害物検知ルーチンは、所定の起動条件が成立した後、所定時間間隔で、CPUにより起動される。なお、図14に示されている障害物認識ルーチンが起動される前提として、図5に示されている画像認識ルーチンが既に行われているものとする。すなわち、図14に示されている障害物検知ルーチンは、図6に示されている障害物検知ルーチンの一部を変更したものである。

20

【0137】

図14に示されている障害物検知ルーチンは、所定の起動条件が成立した後、所定時間間隔で、CPUにより起動される。図14に示されている障害物検知ルーチンにおいて、S601～S603は、図6に示されている障害物検知ルーチンにおける処理と同一である。よって、S601～S603についての説明は省略する。

【0138】

S603の処理の後、CPUは、S1404の処理を実行する。S1404にて、CPUは、進行可能距離DCを取得する。なお、後述するS1406の判定がYESとなりS1407による補正処理が実行される場合、S1404にて取得された進行可能距離DCは、上記の補正前距離DC0に相当する。

30

【0139】

S1404の処理の後、CPUは、S1405の処理を実行する。S1405にて、CPUは、閾値以上の強度の受信波に対応する障害物Bの高さHを、不揮発性RAMに格納された画像認識結果に基づいて取得する。すなわち、S1405の処理内容は、図6に示されている障害物検知ルーチンにおけるS605の処理と同一である。

【0140】

S1405の処理の後、CPUは、S1406の処理を実行する。S1406にて、CPUは、S1405にて取得した高さHが所定高さHth2未満であるか否かを判定する。所定高さHth2は、例えば、20cmである。すなわち、本実施形態における処理は、障害物Bが、センサ搭載高よりも高さ寸法が低い一方で自車両10が乗り越えることができない程度の高さ寸法を有する場合の、進行可能距離DCの補正を行うものである。このため、S1406の判定の閾値となる所定高さHth2は、センサ搭載高を考慮して設定されるものであり、S606における閾値Hth1よりも通常大きな値となる。

40

【0141】

S1405にて取得した高さHが所定高さHth2未満である場合(すなわちS1406=YES)、CPUは、S1407の処理を実行した後、本ルーチンを一旦終了する。S1407にて、CPUは、S1404にて取得した進行可能距離を補正前距離DC0として、数式 $DC = (DC0^2 - SH^2)^{1/2}$ により、補正後の進行可能距離DCを算出する。一方、S1405にて取得した高さHが所定高さHth2以上である場合(すなわちS1406=NO)、CPUは、S1407の処理をスキップして、本ルーチンを一旦終了

50

する。

【0142】

(第五実施形態)

次に、第五実施形態の障害物検知装置20について説明する。本実施形態は、移動ステレオ技術またはSFM技術を用いた第四実施形態よりも、画像認識の処理負荷を軽減した態様に相当する。

【0143】

本実施形態の機能ブロック構成は、第四実施形態と同様である。よって、本実施形態の構成の説明においては、図1および図11、ならびにこれらの図に関する説明が適宜参照され得る。また、本実施形態の動作概要の説明においては、図12A~図13B、ならびにこれらの図に関する説明が適宜参照され得る。以下の第五実施形態の説明においても、上記の第四実施形態との相違点を主として説明する。

【0144】

形状認識部265は、撮像部22により取得された画像情報に基づいて、障害物Bの形状認識を実行するように設けられている。但し、本実施形態においては、形状認識部265は、第一実施形態~第四実施形態とは異なり、1枚の画像に対応する画像情報から、物体の特徴形状を抽出する機能と、テクスチャ画像における模様を認識する機能とを有している。

【0145】

すなわち、形状認識部265は、距離取得部264により取得された距離情報に対応する直線エッジを抽出する。また、形状認識部265は、抽出した直線エッジの周囲のテクスチャ画像に基づいて、上記の直線エッジに対応する障害物Bを認識する。具体的には、形状認識部265は、1本の直線エッジを挟んで隣接する2つの画像領域におけるテクスチャ画像を対比することで、上記の直線エッジに対応する障害物Bが高さ寸法の小さい段差であるか否かを認識する。以下、かかる段差を、「低段差」と称する。

【0146】

このように、本実施形態においては、形状認識部265は、撮像部22により取得された画像情報に基づいて、障害物Bが低段差であるか否かを、簡易に判定することができる。距離補正部266は、形状認識部265により障害物Bが低段差であると認識した場合に、この障害物Bに対応する距離情報を補正する。距離情報の補正は、上記の第四実施形態と同様である。

【0147】

(動作例)

図15~図17は、本実施形態に対応する具体的な動作例を示すフローチャートである。図15に示されている距離取得ルーチンは、距離取得部264の動作に対応する。この距離取得ルーチンは、所定の起動条件が成立した後、所定時間間隔で、CPUにより起動される。

【0148】

図15に示されている距離取得ルーチンが起動されると、まず、S1501にて、CPUは、隣接する2個の測距センサ21を選択し、選択した2個の測距センサ21から受信情報を取得する。次に、S1502にて、CPUは、隣接する2個の測距センサ21における受信波の強度がいずれも所定の閾値以上であるか否かを判定する。

【0149】

隣接する2個の測距センサ21における受信波の強度がいずれも所定の閾値以上であるという条件が成立しない場合(すなわちS1502=NO)、上記の三角測量が成立しない。よって、この場合、CPUは、S1503およびS1504の処理をスキップして、本ルーチンを一旦終了する。一方、隣接する2個の測距センサ21における受信波の強度がいずれも所定の閾値以上であるという条件が成立する場合(すなわちS1502=YES)、CPUは、S1503およびS1504の処理を実行した後、本ルーチンを一旦終了する。

10

20

30

40

50

【0150】

S1503にて、CPUは、取得した受信情報に基づいて、障害物Bの相対位置情報を取得する。具体的には、CPUは、図13Aに示されているように、障害物Bに対応する検出点Pを取得する。次に、S1504にて、CPUは、障害物Bに対応する距離情報を取得する。すなわち、S1504にて、CPUは、進行可能距離DCを取得する。また、CPUは、S1503およびS1504にて、取得結果を不揮発性RAMに格納する。

【0151】

図16に示されている画像認識ルーチンは、形状認識部265の動作の一部に対応する。この画像認識ルーチンは、所定の起動条件が成立した後、所定時間間隔で、CPUにより起動される。

10

【0152】

図16に示されている画像認識ルーチンが起動されると、まず、S1601にて、CPUは、撮像部22から画像情報を取得する。また、CPUは、取得した画像情報を、不揮発性RAMに格納する。次に、S1602にて、CPUは、格納した画像情報における、直線エッジ等の特徴形状と、テクスチャ画像における模様とを抽出する。続いて、S1603にて、CPUは、S1602による抽出結果を不揮発性RAMに格納し、本ルーチンを一旦終了する。

【0153】

図17に示されている障害物検知ルーチンは、形状認識部265の動作の一部および距離補正部266の動作に対応する。この障害物検知ルーチンは、所定の起動条件が成立した後、所定時間間隔で、CPUにより起動される。

20

【0154】

図17に示されている障害物検知ルーチンが起動されると、まず、CPUは、S1701にて、図15に示されている距離取得ルーチンの実行により取得された相対位置情報を、不揮発性RAMより読み出す。これにより、測距センサ21によって得られた検出点Pの二次元マップが取得される。次に、S1702にて、CPUは、図16に示されている画像認識ルーチンの実行により取得された直線エッジを、不揮発性RAMより読み出す。

【0155】

続いて、S1703にて、CPUは、検出点Pに対応する直線エッジが存在するか否かを判定する。検出点Pに対応する直線エッジが存在しない場合（すなわちS1703 = NO）、CPUは、S1704以降の処理をすべてスキップして、本ルーチンを一旦終了する。一方、検出点Pに対応する直線エッジが存在する場合（すなわちS1703 = YES）、CPUは、処理をS1704およびS1705に進行させる。

30

【0156】

S1704にて、CPUは、直線エッジを挟んで隣接する2つの画像領域におけるテクスチャ画像を対比して、直線エッジに対応する障害物Bが低段差であるか否かを認識する。具体的には、CPUは、直線エッジを挟んで隣接する2つの画像領域におけるテクスチャが一致する場合、障害物Bが低段差であると認識する。一方、CPUは、直線エッジを挟んで隣接する2つの画像領域におけるテクスチャが一致しない場合、障害物Bが低段差よりも高さ寸法が大きい立体物であると認識する。

40

【0157】

S1705にて、CPUは、障害物Bの認識結果が低段差であるか否かを判定する。障害物Bの認識結果が低段差である場合（すなわちS1705 = YES）、CPUは、S1706の処理を実行した後、本ルーチンを一旦終了する。S1706にて、CPUは、上記の第四実施形態と同様に、S1504にて取得した進行可能距離を補正前距離DC0として、 $DC = (DC0^2 - SH^2)^{1/2}$ により、補正後の進行可能距離DCを算出する。障害物Bの認識結果が、高さ寸法が大きい立体物である場合（すなわちS1705 = NO）、CPUは、S1706の処理をスキップして、本ルーチンを一旦終了する。

【0158】

(効果)

50

測距センサ 2 1 により取得された相対位置情報に基づく障害物 B の検知結果は、そのままでは、従来技術と同様に、障害物 B の高さ寸法による影響を受ける。但し、上記の特許文献 1 のように、測距センサ 2 1 による検知結果そのものに基づいて、障害物 B の高さ寸法を取得しようとしても、誤差が大きくなる。測距センサ 2 1 の基本的な機能は障害物 B との距離に対応する信号を出力することであり、かかる出力中には障害物 B の高さに関する情報は本質的には含まれないからである。

【 0 1 5 9 】

一方、撮像部 2 2 により取得された画像情報に基づく画像認識結果によれば、障害物 B の高さ方向についての情報を得ることが可能である。そこで、上記の各実施形態においては、障害物検知装置 2 0 は、測距センサ 2 1 により取得された相対位置情報に基づく障害物 B の検知結果と、撮像部 2 2 により取得された画像情報に基づく画像認識結果とを統合して、障害物 B を検知する。これにより、自車両 1 0 の外側に存在する障害物 B の検知が、より適切に行われ得る。

10

【 0 1 6 0 】

(変形例)

本発明は、上記の各実施形態に限定されるものではない。故に、上記の実施形態に対しては、適宜変更が可能である。以下、代表的な変形例について説明する。以下の変形例の説明においては、上記の実施形態との相違点を主として説明する。

【 0 1 6 1 】

本発明は、上記の各実施形態にて示された具体的な装置構成に限定されない。すなわち、例えば、自車両 1 0 は、四輪自動車に限定されない。具体的には、自車両 1 0 は、三輪自動車であってもよいし、貨物トラック等の六輪または八輪自動車でもよい。また、自車両 1 0 の種類は、内燃機関のみを備えた自動車であってもよいし、内燃機関を備えない電気自動車または燃料電池車であってもよいし、ハイブリッド自動車であってもよい。車体 1 1 の形状も、箱状すなわち平面視にて略矩形状に限定されない。ドアパネル 1 7 の数も、特段の限定はない。

20

【 0 1 6 2 】

測距センサ 2 1 が超音波センサである場合の、測距センサ 2 1 の配置および個数は、上記の具体例に限定されない。すなわち、例えば、図 1 を参照すると、第三フロントソナー S F 3 が車幅方向における中央位置に配置される場合、第四フロントソナー S F 4 は省略される。同様に、第三リアソナー S R 3 が車幅方向における中央位置に配置される場合、第四リアソナー S R 4 は省略される。第三サイドソナー S S 3 および第四サイドソナー S S 4 は、省略され得る。

30

【 0 1 6 3 】

測距センサ 2 1 は、超音波センサに限定されない。すなわち、例えば、測距センサ 2 1 は、レーザレーダセンサ、またはミリ波レーダセンサであってもよい。同様に、撮像部 2 2 を構成するイメージセンサは、CCD センサに限定されない。すなわち、例えば、CCD センサに代えて、CMOS センサが用いられ得る。CMOS は Complementary MOS の略である。

【 0 1 6 4 】

撮像部 2 2 の配置および個数は、上記の例に限定されない。すなわち、例えば、フロントカメラ C F は、車室内に配置され得る。具体的には、例えば、フロントカメラ C F は、車室内、例えばルームミラーに装着され得る。フロントカメラ C F は、1 個であってもよいし、2 個であってもよい。すなわち、障害物検知装置 2 0 は、複眼ステレオカメラ構成を有していてもよい。例えば、左側カメラ C L および右側カメラ C R は、ドアミラー 1 8 とは異なる位置に配置され得る。あるいは、左側カメラ C L および右側カメラ C R は、省略され得る。

40

【 0 1 6 5 】

上記の各実施形態においては、制御部 2 6 は、CPU が ROM 等からプログラムを読み出して起動する構成であった。しかしながら、本発明は、かかる構成に限定されない。す

50

なわち、例えば、制御部 26 は、上記のような動作を可能に構成されたデジタル回路、例えばゲートアレイ等の A S I C であってもよい。A S I C は APPLICATION SPECIFIC INTEGRATED CIRCUIT の略である。

【0166】

本発明は、上記実施形態にて示された具体的な動作例および処理態様に限定されない。例えば、認識結果等の格納場所は、不揮発性 R A M 以外の記憶媒体、例えば、R A M および / または磁気記憶媒体であってもよい。

【0167】

上記の具体例においては、専ら、自車両 10 の前進時の処理について説明した。しかしながら、本発明は、自車両 10 の後退時にも好適に適用され得る。すなわち、後退時の処理内容は、自車両 10 の後面部 14 側に設けられた測距センサ 21 および撮像部 22 が用いられること以外は、本質的に、上記の前進時の処理内容と同様である。

10

【0168】

形状認識部 262 における処理内容は、上記の例に限定されない。すなわち、例えば、複眼ステレオ処理、または S F M と複眼ステレオとの統合処理が用いられ得る。複眼ステレオ処理、または S F M と複眼ステレオとの統合処理については、本願の出願時において、すでに公知または周知である。例えば、特開 2007 - 263657 号公報、特開 2007 - 263669 号公報、等参照。

【0169】

S 607 における相対位置情報および進行可能距離 D C の無効化に際して、これらの無効化されたデータは破棄されなくてもよい。すなわち、例えば、S 607 における相対位置情報および進行可能距離 D C の無効化は、今回 S 603 および S 604 にて取得された相対位置情報および進行可能距離 D C を不揮発性 R A M に格納しつつ、これらが無効化された旨の情報をも不揮発性 R A M に格納する処理であってもよい。

20

【0170】

S 1406 の判定の前に、S 606 の判定が実行されてもよい。この変形例において、C P U は、S 1406 の判定に先立ち、S 1405 にて取得した高さ H が所定高さ H th 1 未満であるか否かを判定する。

【0171】

この変形例においては、C P U は、高さ H が所定高さ H th 1 未満である場合、S 607 の処理を実行する。すなわち、相対位置情報および進行可能距離 D C の取得結果を無効化する。その後、ルーチンを一旦終了する。一方、C P U は、高さ H が所定高さ H th 1 以上である場合、処理を S 1406 に進行させる。すなわち、C P U は、障害物 B の高さ H th 1 以上且つ H th 2 未満である場合に、S 1407 の処理により進行可能距離 D C を補正する。

30

【0172】

所定高さ H th 1 と所定高さ H th 2 とは、同じ値であってもよい。

【0173】

S 1407 等における進行可能距離 D C の補正は、上記の数式を用いた算出に限定されない。具体的には、例えば、進行可能距離 D C の補正は、以下のようにして行われ得る。

40

【0174】

上記の通り、障害物 B の自車両 10 からの実際の水平距離が小さくなるほど、距離情報の誤差が大きくなる。また、高さ H の値が小さくなるほど、距離情報の誤差が大きくなる。

【0175】

そこで、S 1404 にて取得される進行可能距離 D C の値と、S 1405 にて取得される高さ H の値とをパラメータとする補正值マップ DC_AMD (D C , H) を、あらかじめ、適合試験等により作成することができる。また、この補正值マップを用いて取得した補正值 DC_AMD と、S 1404 にて取得した補正前の進行可能距離 D C の値とを用いて、所定の演算を行うことで、補正後の進行可能距離 D C を取得することが可能である。具体的には、

50

例えば、補正值DC_AMDと、S 1 4 0 4にて取得した補正前の進行可能距離DCの値とを、加算または積算され得る。

【0176】

図4 A、図4 B、図1 2 A、図1 2 B、および図1 2 Cにおける障害物Bが、天井から下方に延設された壁、または上下動可能なシャッターゲート等、路面RSよりも上方に配置されている状況があり得る。この状況においては、障害物Bと路面RSとの間に、空間が形成される。この空間を、以下「下方空間」と称する。

【0177】

この状況に対して上記の各例が適用される場合、例えば、S 6 0 5にて取得される高さHは、上記の下方空間の高さ、すなわち、障害物Bの下端に対応する水平エッジの路面RSからの高さとしてされる。また、例えば、S 6 0 6における判定は、下方空間の高さHが所定高さH_{th3}以下であるか否かの判定となる。

10

【0178】

下方空間の高さHが所定高さH_{th3}を超える場合、障害物Bの下端がセンサ搭載高よりも高すぎることによって、上記と同様の検知距離誤差が生じる。そこで、この場合、進行可能距離DCが補正される。一方、下方空間の高さHが所定高さH_{th3}以下である場合、障害物Bの壁面BWが測距センサ2 1と良好に対向する。そこで、この場合、進行可能距離DCは補正されない。

【0179】

例えば、障害物検知装置2 0が搭載された自車両1 0の車高によっては、天井から下方に延設された壁の下方空間を通過できない場合があり得る。あるいは、例えば、障害物検知装置2 0が搭載された自車両1 0が、上昇途中にて停止したまま故障中のシャッターゲートである障害物Bの下方を通過できない場合があり得る。この点、本変形例によれば、これらの場合における、下方空間を通過不可能な障害物Bと自車両1 0との距離が、より正確に取得可能となる。

20

【0180】

なお、図4 A等における障害物Bが、天井から下方に突設した梁である状況があり得る。この状況においては、自車両1 0が、かかる障害物Bと干渉することはない。故に、かかる障害物Bに対応する相対位置情報および進行可能距離DCは、補正不要であり、さらには無効化しても差し支えない。したがって、CPUは、下方空間の高さHが所定高さH_{th4}を超える場合、S 6 0 7と同様の無効化処理を実行してもよい。

30

【0181】

CPUは、障害物Bが、路面RSから上方に突設された場合と、天井から下方に延設された場合とに、補正処理態様を場合分けしてもよい。すなわち、障害物Bが、路面RSから上方に突設された場合は、補正処理態様は図1 4（すなわちS 1 4 0 6およびS 1 4 0 7）と同様である。これに対し、障害物Bが、天井から下方に延設された場合は、S 1 4 0 6が「 $H > H_{th3}$?」の判定処理とされる。また、この判定処理の後、「 $H > H_{th4}$?」の判定処理が適宜行われ得る。

【0182】

上記の場合分けは、画像処理結果に基づいて、CPUにより行われ得る。すなわち、CPUは、抽出した水平エッジに対応する障害物Bが、路面RSから上方に突設されたものであるか、天井から下方に延設されたものであるかを、画像処理結果に基づいて判定可能である。

40

【0183】

所定高さH_{th3}およびH_{th4}については、所定値が、ROMまたは不揮発性RAMにあらかじめ格納され得る。あるいは、所定高さH_{th3}は、障害物検知装置2 0が搭載される自車両1 0の車高に応じて変更され得る。すなわち、障害物検知装置2 0においては、搭載される自車両1 0の車高に応じた値の所定高さH_{th3}が、不揮発性RAMに書き換え可能に格納され得る。所定高さH_{th3}の書き換えは、自車両1 0または障害物検知装置2 0の製造者、販売者、管理者または使用者によって適宜行われ得る。

50

【0184】

「取得」は、「推定」「検出」「検知」「算出」等の類似の表現に適宜変更可能である。各判定処理における不等号は、等号付きであってもよいし、等号無しであってもよい。すなわち、例えば、「所定寸法未満」は、「所定寸法以下」に変更され得る。同様に、「所定寸法以上」は、「所定寸法を超える」に変更され得る。同様に、「所定高さ未満」は、「所定高さ以下」に変更され得る。同様に、「閾値以上」は、「閾値を超える」に変更され得る。

【0185】

変形例も、上記の例示に限定されない。また、複数の変形例が、互いに組み合わせられ得る。さらに、上記の各実施形態は、互いに組み合わせられ得る。

10

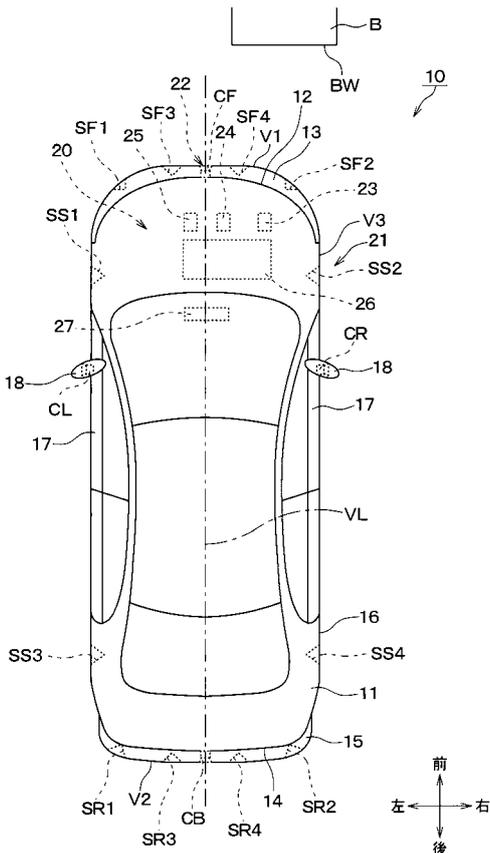
【符号の説明】

【0186】

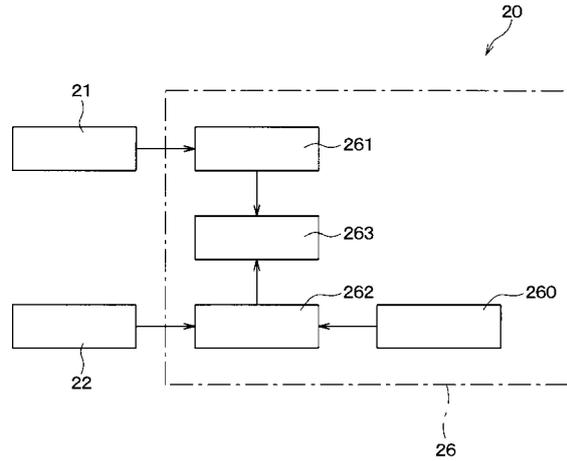
- 10 車両
- 11 車体
- 20 障害物検知装置
- 21 測距センサ
- 22 撮像部
- 26 制御部
- 260 車両状態取得部
- 261 位置取得部
- 262 形状認識部
- 263 検知処理部
- B 障害物

20

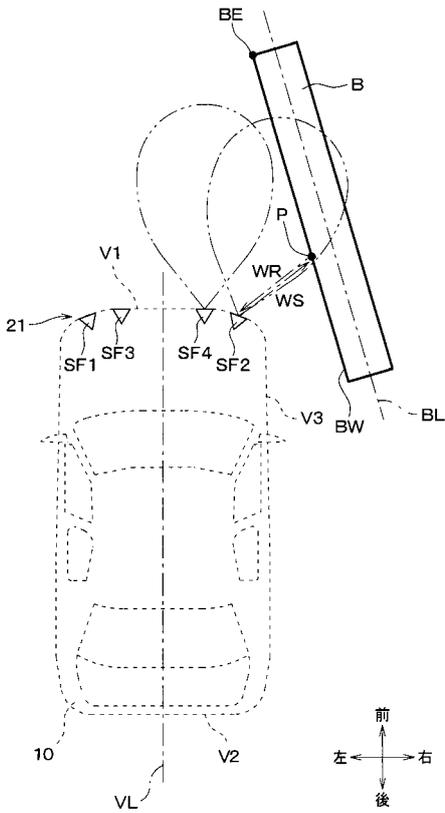
【図1】



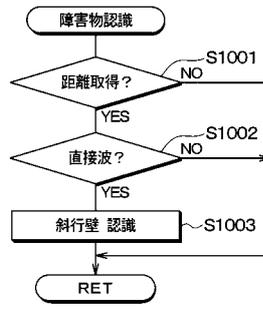
【図2】



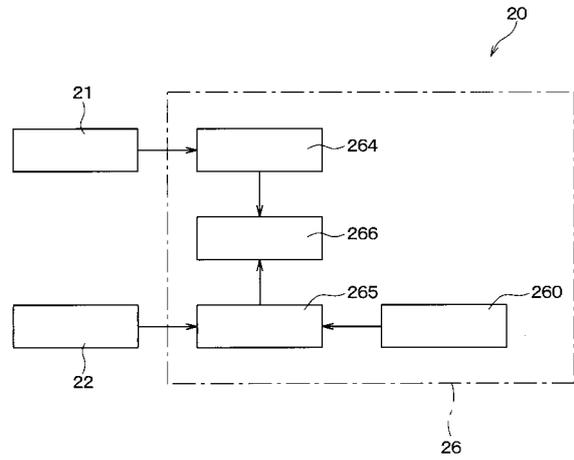
【 図 9 】



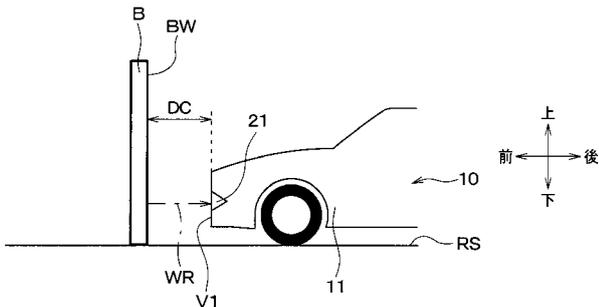
【 図 1 0 】



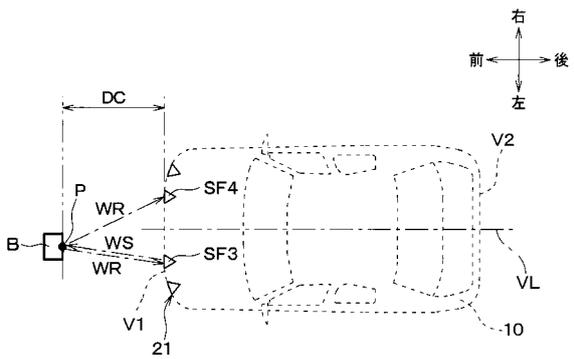
【 図 1 1 】



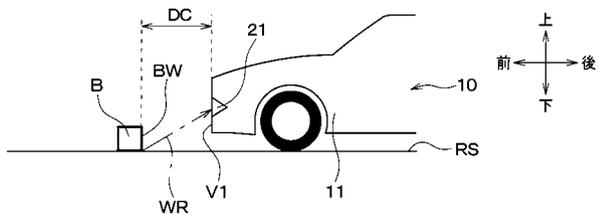
【 図 1 2 A 】



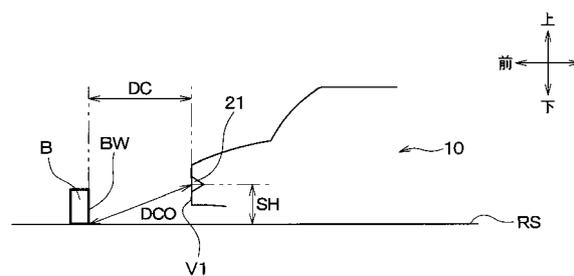
【 図 1 3 A 】



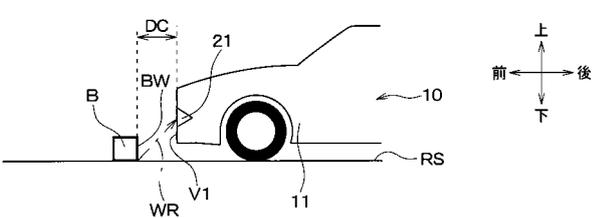
【 図 1 2 B 】



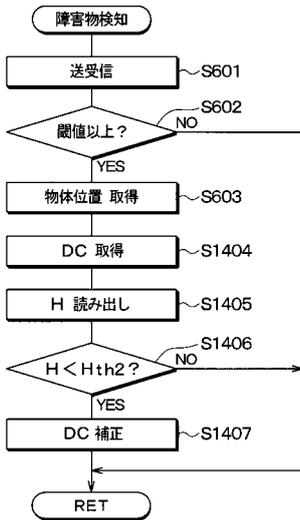
【 図 1 3 B 】



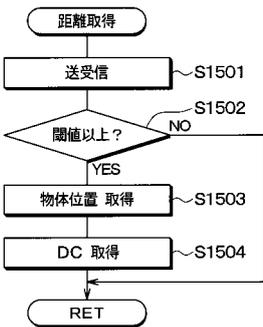
【 図 1 2 C 】



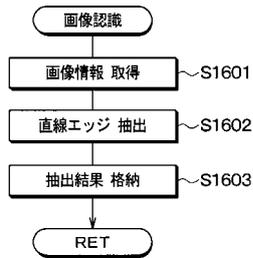
【 図 1 4 】



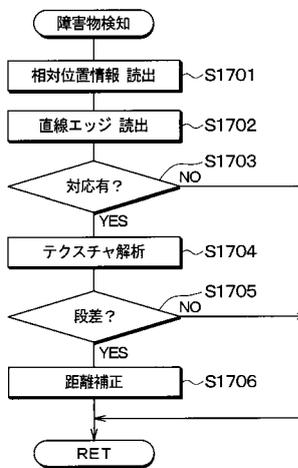
【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 前田 優

愛知県西尾市下羽角町岩谷 1 4 番地 株式会社 S O K E N 内

(72)発明者 柳川 博彦

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

Fターム(参考) 5H181 AA01 CC03 CC04 CC11 CC12 CC14 FF27 FF33 LL01 LL02
LL08
5J083 AA02 AB13 AC06 AD04 AE10 AF05 AG05
5L096 AA09 BA04 CA04 DA02 FA64 FA66 FA69 HA02 JA25