

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7653751号  
(P7653751)

(45)発行日 令和7年3月31日(2025.3.31)

(24)登録日 令和7年3月21日(2025.3.21)

(51)国際特許分類

F I

G 0 1 S 15/931 (2020.01) G 0 1 S 15/931

G 0 1 S 5/30 (2006.01) G 0 1 S 5/30

G 0 8 G 1/16 (2006.01) G 0 8 G 1/16 C

請求項の数 10 (全32頁)

(21)出願番号	特願2021-152443(P2021-152443)	(73)特許権者	322003857
(22)出願日	令和3年9月17日(2021.9.17)		パナソニックオートモーティブシステム
(65)公開番号	特開2023-44420(P2023-44420A)		ズ株式会社
(43)公開日	令和5年3月30日(2023.3.30)		神奈川県横浜市都筑区池辺町4 2 6 1 番
審査請求日	令和6年3月14日(2024.3.14)	(74)代理人	110002147
			弁理士法人酒井国際特許事務所
		(72)発明者	河原 慎吾
			大阪府門真市大字門真1 0 0 6 番地 パ
			ナソニック株式会社内
		審査官	佐藤 宙子

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 物体検出装置および物体検出方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

周囲に音波を送波して物体からの反射波を受波する第1の送受波センサと、  
周囲に音波を送波して物体からの反射波を受波する第2の送受波センサと、が取り付けられた車両の周囲の物体を検出する物体検出装置であって、  
前記第1及び第2の送受波センサのそれぞれが受波した前記反射波に基づいて前記車両の周囲の物体の座標を演算により求める演算回路と、  
前記座標に基づいて前記座標の演算結果の真偽を判定する判定回路と、を備え、  
前記第1の送受波センサが、前記第1の送受波センサにより第1の時刻に送波された第1の音波に基づく第1の反射波を受波し、  
前記第1の送受波センサが、前記第1の送受波センサにより前記第1の時刻よりも後の第2の時刻に送波された第2の音波に基づく第2の反射波を受波し、  
前記第2の送受波センサが、前記第2の音波に基づく第3の反射波を受波した場合であって、  
前記演算回路は、  
前記第1の反射波と前記第2の反射波とに基づいて物体の第1の座標を求め、  
前記第2の反射波と前記第3の反射波とに基づいて物体の第2の座標を求め、  
前記判定回路は、  
前記第1及び第2の座標が第1の範囲内にあった場合、前記演算結果は真であると判定し、

前記第 1 及び第 2 の座標が前記第 1 の範囲を超えて離れていた場合、前記演算結果は偽であると判定し、

前記第 1 の座標は、

第 1 の候補座標と、前記第 1 の送受波センサの送波範囲の中心軸に対し、前記第 1 の候補座標と線対称となる位置にある第 2 の候補座標と、を含み、

前記判定回路は、

前記第 1 及び第 2 の候補座標のうち、より前記第 2 の座標に近い候補座標を用いて前記演算結果の真偽についての判定を行う、

物体検出装置。

【請求項 2】

前記第 1 及び第 2 の送受波センサは、前記車両に対して互いに水平な位置に取り付けられており、

前記演算回路は、

前記第 1 及び第 2 の送受波センサの送波範囲内であって、前記第 1 及び第 2 の送受波センサに対して水平方向にある所定位置が特定されるよう前記第 1 及び第 2 の座標を求める、請求項 1 に記載の物体検出装置。

【請求項 3】

周囲に音波を送波して物体からの反射波を受波する第 1 の送受波センサと、

周囲に音波を送波して物体からの反射波を受波する第 2 の送受波センサと、が取り付けられた車両の周囲の物体を検出する物体検出装置であって、

前記第 1 及び第 2 の送受波センサのそれぞれが受波した前記反射波に基づいて前記車両の周囲の物体の座標を演算により求める演算回路と、

前記座標に基づいて前記座標の演算結果の真偽を判定する判定回路と、を備え、

前記第 1 の送受波センサが、前記第 1 の送受波センサにより第 1 の時刻に送波された第 1 の音波に基づく第 1 の反射波を受波し、

前記第 1 の送受波センサが、前記第 1 の送受波センサにより前記第 1 の時刻よりも後の第 2 の時刻に送波された第 2 の音波に基づく第 2 の反射波を受波し、

前記第 2 の送受波センサが、前記第 2 の音波に基づく第 3 の反射波を受波した場合であって、

前記演算回路は、

前記第 1 の反射波と前記第 2 の反射波とに基づいて物体の第 1 の座標を求め、

前記第 2 の反射波と前記第 3 の反射波とに基づいて物体の第 2 の座標を求め、

前記判定回路は、

前記第 1 及び第 2 の座標が第 1 の範囲内にあった場合、前記演算結果は真であると判定し、

前記第 1 及び第 2 の座標が前記第 1 の範囲を超えて離れていた場合、前記演算結果は偽であると判定し、

前記第 1 の座標は、

前記第 1 の反射波に基づく、前記第 1 の送受波センサを中心点とする前記物体までの第 1 の距離と、前記第 2 の反射波に基づく、前記第 1 の送受波センサを中心点とする前記物体までの第 2 の距離と、の交点である第 1 の候補座標と、第 2 の候補座標と、を含み、

前記判定回路は、

前記第 1 及び第 2 の候補座標のうち、より前記第 2 の座標に近い候補座標を用いて前記演算結果の真偽についての判定を行う、

物体検出装置。

【請求項 4】

周囲に音波を送波して物体からの反射波を受波する第 1 の送受波センサと、

周囲に音波を送波して物体からの反射波を受波する第 2 の送受波センサと、が取り付けられた車両の周囲の物体を検出する物体検出装置であって、

前記第 1 及び第 2 の送受波センサのそれぞれが受波した前記反射波に基づいて前記車両の周囲の物体の座標を演算により求める演算回路と、

10

20

30

40

50

前記座標に基づいて前記座標の演算結果の真偽を判定する判定回路と、を備え、  
前記第 1 の送受波センサが、前記第 1 の送受波センサにより第 1 の時刻に送波された第 1 の音波に基づく第 1 の反射波を受波し、  
前記第 1 の送受波センサが、前記第 1 の送受波センサにより前記第 1 の時刻よりも後の第 2 の時刻に送波された第 2 の音波に基づく第 2 の反射波を受波し、  
前記第 2 の送受波センサが、前記第 2 の音波に基づく第 3 の反射波を受波した場合であって、

前記演算回路は、

前記第 1 の反射波と前記第 2 の反射波とに基づいて物体の第 1 の座標を求め、

前記第 2 の反射波と前記第 3 の反射波とに基づいて物体の第 2 の座標を求め、

前記判定回路は、

前記第 1 及び第 2 の座標が第 1 の範囲内にあった場合、前記演算結果は真であると判定し、

前記第 1 及び第 2 の座標が前記第 1 の範囲を超えて離れていた場合、前記演算結果は偽であると判定し、

前記第 2 の送受波センサが、前記第 2 の送受波センサにより第 3 の時刻に送波された第 3 の音波に基づく第 4 の反射波を受波し、

前記第 2 の送受波センサが、前記第 2 の送受波センサにより前記第 3 の時刻よりも後の第 4 の時刻に送波された第 4 の音波に基づく第 5 の反射波を受波し、

前記第 1 の送受波センサが、前記第 4 の音波に基づく第 6 の反射波を受波した場合において、

前記演算回路は更に、

前記第 4 の反射波と前記第 5 の反射波とに基づいて物体の第 3 の座標を求め、

前記第 5 の反射波と前記第 6 の反射波とに基づいて物体の第 4 の座標を求め、

前記判定回路は、

前記第 1 乃至第 4 の座標のうち、第 2 の範囲を外れる座標が所定数以下であった場合、前記演算結果は真であると判定し、

前記第 1 乃至第 4 の座標のうち、前記第 2 の範囲を外れる座標が前記所定数を越えていた場合、前記演算結果は偽であると判定する、

物体検出装置。

【請求項 5】

前記車両に制動をかけさせる信号、及び前記車両の加速を抑制させる信号の少なくともいずれかを出力する制御回路を更に備え、

前記制御回路は、

前記演算結果の真偽についての判定結果が真であった場合、前記演算結果に基づいて前記信号を出力するか否かを決定し、

前記判定結果が偽であった場合、前記演算結果に基づくことなく前記信号を出力するか否かを決定する、

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載の物体検出装置。

【請求項 6】

周囲に音波を送波して物体からの反射波を受波する第 1 の送受波センサと、

周囲に音波を送波して物体からの反射波を受波する第 2 の送受波センサと、が取り付けられた車両の周囲の物体を検出する物体検出方法であって、

前記第 1 の送受波センサが、前記第 1 の送受波センサにより第 1 の時刻に送波された第 1 の音波に基づく第 1 の反射波を受波し、

前記第 1 の送受波センサが、前記第 1 の送受波センサにより前記第 1 の時刻よりも後の第 2 の時刻に送波された第 2 の音波に基づく第 2 の反射波を受波し、

前記第 2 の送受波センサが、前記第 2 の音波に基づく第 3 の反射波を受波した場合であって、

前記第 1 の反射波と前記第 2 の反射波とに基づいて物体の第 1 の座標を求め、

前記第 2 の反射波と前記第 3 の反射波とに基づいて物体の第 2 の座標を求め、

10

20

30

40

50

前記第 1 及び第 2 の座標が第 1 の範囲内にあった場合、前記第 1 及び第 2 の座標の演算結果は真であると判定し、

前記第 1 及び第 2 の座標が前記第 1 の範囲を超えて離れていた場合、前記演算結果は偽であると判定し、

前記第 1 の座標は、

第 1 の候補座標と、前記第 1 の送受波センサの送波範囲の中心軸に対し、前記第 1 の候補座標と線対称となる位置にある第 2 の候補座標と、を含み、

前記演算結果の真偽は、

前記第 1 及び第 2 の候補座標のうち、より前記第 2 の座標に近い候補座標を用いて判定される、

10

物体検出方法。

【請求項 7】

前記第 1 及び第 2 の送受波センサは、前記車両に対して互いに水平な位置に取り付けられており、

前記第 1 及び第 2 の座標は、前記第 1 及び第 2 の送受波センサの送波範囲内であって、前記第 1 及び第 2 の送受波センサに対して水平方向にある所定位置が特定されるように求める、

請求項 6 に記載の物体検出方法。

【請求項 8】

周囲に音波を送波して物体からの反射波を受波する第 1 の送受波センサと、

20

周囲に音波を送波して物体からの反射波を受波する第 2 の送受波センサと、が取り付けられた車両の周囲の物体を検出する物体検出方法であって、

前記第 1 の送受波センサが、前記第 1 の送受波センサにより第 1 の時刻に送波された第 1 の音波に基づく第 1 の反射波を受波し、

前記第 1 の送受波センサが、前記第 1 の送受波センサにより前記第 1 の時刻よりも後の第 2 の時刻に送波された第 2 の音波に基づく第 2 の反射波を受波し、

前記第 2 の送受波センサが、前記第 2 の音波に基づく第 3 の反射波を受波した場合であって、

前記第 1 の反射波と前記第 2 の反射波とに基づいて物体の第 1 の座標を求め、

前記第 2 の反射波と前記第 3 の反射波とに基づいて物体の第 2 の座標を求め、

30

前記第 1 及び第 2 の座標が第 1 の範囲内にあった場合、前記第 1 及び第 2 の座標の演算結果は真であると判定し、

前記第 1 及び第 2 の座標が前記第 1 の範囲を超えて離れていた場合、前記演算結果は偽であると判定し、

前記第 1 の座標は、

前記第 1 の反射波に基づく、前記第 1 の送受波センサを中心点とする前記物体までの第 1 の距離と、前記第 2 の反射波に基づく、前記第 1 の送受波センサを中心点とする前記物体までの第 2 の距離と、の交点である第 1 の候補座標と、第 2 の候補座標と、を含み、

前記演算結果の真偽は、

前記第 1 及び第 2 の候補座標のうち、より前記第 2 の座標に近い候補座標を用いて判定される、

40

物体検出方法。

【請求項 9】

周囲に音波を送波して物体からの反射波を受波する第 1 の送受波センサと、

周囲に音波を送波して物体からの反射波を受波する第 2 の送受波センサと、が取り付けられた車両の周囲の物体を検出する物体検出方法であって、

前記第 1 の送受波センサが、前記第 1 の送受波センサにより第 1 の時刻に送波された第 1 の音波に基づく第 1 の反射波を受波し、

前記第 1 の送受波センサが、前記第 1 の送受波センサにより前記第 1 の時刻よりも後の第 2 の時刻に送波された第 2 の音波に基づく第 2 の反射波を受波し、

50

前記第 2 の送受波センサが、前記第 2 の音波に基づく第 3 の反射波を受波した場合であって、

前記第 1 の反射波と前記第 2 の反射波とに基づいて物体の第 1 の座標を求め、

前記第 2 の反射波と前記第 3 の反射波とに基づいて物体の第 2 の座標を求め、

前記第 1 及び第 2 の座標が第 1 の範囲内にあった場合、前記第 1 及び第 2 の座標の演算結果は真であると判定し、

前記第 1 及び第 2 の座標が前記第 1 の範囲を超えて離れていた場合、前記演算結果は偽であると判定し、

前記第 2 の送受波センサが、前記第 2 の送受波センサにより第 3 の時刻に送波された第 3 の音波に基づく第 4 の反射波を受波し、

前記第 2 の送受波センサが、前記第 2 の送受波センサにより前記第 3 の時刻よりも後の第 4 の時刻に送波された第 4 の音波に基づく第 5 の反射波を受波し、

前記第 1 の送受波センサが、前記第 4 の音波に基づく第 6 の反射波を受波した場合において、

更に、

前記第 4 の反射波と前記第 5 の反射波とに基づいて物体の第 3 の座標が求められ、

前記第 5 の反射波と前記第 6 の反射波とに基づいて物体の第 4 の座標が求められ、

前記第 1 乃至第 4 の座標のうち、第 2 の範囲を外れる座標が所定数以下であった場合、前記演算結果は真であると判定され、

前記第 1 乃至第 4 の座標のうち、前記第 2 の範囲を外れる座標が前記所定数を越えていた場合、前記演算結果は偽であると判定される、

物体検出方法。

【請求項 10】

更に、前記車両に制動をかけさせる信号、及び前記車両の加速を抑制させる信号の少なくともいずれかを出力し、

前記演算結果の真偽についての判定結果が真であった場合、前記演算結果に基づいて前記信号を出力するか否かが決定され、

前記判定結果が偽であった場合、前記演算結果に基づくことなく前記信号を出力するか否かが決定される、

請求項 6 乃至請求項 9 のいずれか 1 項に記載の物体検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、物体検出装置および物体検出方法に関する。

【背景技術】

【0002】

音波の反射を用いて、例えば、車両周囲の障害物の物体を検出する物体検出装置が知られている。より具体的には、物体検出装置は、車両に取り付けられた複数の送受波センサが受波した反射波を用いて三辺測量法により物体の座標を割り出している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2017-015494 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、車両に対する物体の位置によっては、誤った座標が算出されてしまう場合がある。

【0005】

本開示は、車両に対する物体の座標算出精度を高めることができる物体検出装置および

10

20

30

40

50

物体検出方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示にかかる物体検出装置は、周囲に音波を送波して物体からの反射波を受波する第1の送受波センサと、周囲に音波を送波して物体からの反射波を受波する第2の送受波センサと、が取り付けられた車両の周囲の物体を検出する物体検出装置であって、前記第1及び第2の送受波センサのそれぞれが受波した前記反射波に基づいて前記車両の周囲の物体の座標を演算により求める演算回路と、前記座標に基づいて前記座標の演算結果の真偽を判定する判定回路と、を備え、前記第1の送受波センサが、前記第1の送受波センサにより第1の時刻に送波された第1の音波に基づく第1の反射波を受波し、前記第1の送受波センサが、前記第1の送受波センサにより前記第1の時刻よりも後の第2の時刻に送波された第2の音波に基づく第2の反射波を受波し、前記第2の送受波センサが、前記第2の音波に基づく第3の反射波を受波した場合であって、前記演算回路は、前記第1の反射波と前記第2の反射波とに基づいて物体の第1の座標を求め、前記第2の反射波と前記第3の反射波とに基づいて物体の第2の座標を求め、前記判定回路は、前記第1及び第2の座標が第1の範囲内にあった場合、前記演算結果は真であると判定し、前記第1及び第2の座標が前記第1の範囲を超えて離れていた場合、前記演算結果は偽であると判定する。

10

【発明の効果】

【0007】

本開示にかかる物体検出装置および物体検出方法によれば、車両に対する物体の座標算出精度を高めることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1A】図1Aは、実施形態にかかる物体検出装置を備える車両の一例を示す模式側面図である。

【図1B】図1Bは、実施形態にかかる物体検出装置を備える車両の一例を示す模式上面図である。

【図2】図2は、実施形態にかかる物体検出装置を備える車両の構成の一例を示すブロック図である。

【図3】図3は、実施形態にかかる物体検出装置の機能構成の一例を示すブロック図である。

30

【図4A】図4Aは、実施形態にかかる物体検出装置が送受波センサから取得する情報の一例を示す模式図である。

【図4B】図4Bは、実施形態にかかる物体検出装置が送受波センサから取得する情報の他の一例を示す模式図である。

【図5A】図5Aは、実施形態にかかる物体検出装置が、送受波センサからの送受波情報に基づいて物体の検出を行う一例を示す模式上面図である。

【図5B】図5Bは、実施形態にかかる物体検出装置が、送受波センサからの送受波情報に基づいて物体の検出を行う一例を示す模式上面図である。

【図6A】図6Aは、実施形態にかかる物体検出装置が、送受波センサからの送受波情報に基づいて複数の物体の検出を行う一例を示す模式上面図である。

40

【図6B】図6Bは、実施形態にかかる物体検出装置が、送受波センサからの送受波情報に基づいて複数の物体の検出を行う他の一例を示す模式上面図である。

【図7A】図7Aは、実施形態にかかる物体検出装置が、送受波センサからの送受波情報に基づいて車両の上方に存在する物体の検出を行う一例を示す模式側面図である。

【図7B】図7Bは、実施形態にかかる物体検出装置が、送受波センサからの送受波情報に基づいて車両の上方に存在する物体の検出を行う一例を示す模式上面図である。

【図8A】図8Aは、実施形態にかかる物体検出装置が、送受波センサからの送受波情報に基づいて車両の上方に存在する物体の検出を行う一例を示す模式側面図である。

【図8B】図8Bは、実施形態にかかる物体検出装置が、送受波センサからの送受波情報

50

に基づいて車両の上方に存在する物体の検出を行う一例を示す模式上面図である。

【図 9】図 9 は、実施形態にかかる物体検出システムによる物体検出方法の手順の一例を示すフロー図である。

【図 10 A】図 10 A は、実施形態の変形例にかかる物体検出装置が、送受波センサからの送受波情報に基づいて車両の上方に存在する物体の検出を行う一例を示す模式側面図である。

【図 10 B】図 10 B は、実施形態の変形例にかかる物体検出装置が、送受波センサからの送受波情報に基づいて車両の上方に存在する物体の検出を行う一例を示す模式上面図である。

【図 11 A】図 11 A は、実施形態の変形例にかかる物体検出装置が、送受波センサからの送受波情報に基づいて車両の上方に存在する物体の検出を行う例を示す模式側面図である。

10

【図 11 B】図 11 B は、実施形態の変形例にかかる物体検出装置が、送受波センサからの送受波情報に基づいて車両の上方に存在する物体の検出を行う例を示す模式上面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、図面を参照しながら、本開示にかかる車両および障害物検知装置の実施形態について説明する。

【0010】

20

(車両の構成例)

本明細書において、車両 1 の前後左右上下は、それぞれ車両 1 の運転席を基準とする方向であることとする。

【0011】

図 1 A、図 1 B に示すように、車両 1 は、車体 2 と、所定方向に沿って車体 2 に結合された 2 対の車輪 3 とを備える。これらの車輪 3 のうち、1 対のフロントタイヤ 3 f は車体 2 の前側の下面に取り付けられ、1 対のリアタイヤ 3 r は車体 2 の後側の下面に取り付けられている。

【0012】

車体 2 は上面視で略矩形をしており、フロントタイヤ 3 f 側の端部である前端部 F、リアタイヤ 3 r 側の端部である後端部 R、及びフロントタイヤ 3 f とリアタイヤ 3 r との間の左右方向の車体 2 の端部である側端部 S を有する。

30

【0013】

車体 2 の前後端部 F、R であって、車体 2 の下端付近には 1 対のバンパー 4 が設けられている。1 対のバンパー 4 のうち、フロントバンパー 4 f は車体 2 の下端部付近の前面全体と側面の一部とを覆う。1 対のバンパー 4 のうち、リアバンパー 4 r は車体 2 の下端部付近の後面全体と側面の一部とを覆う。

【0014】

車体 2 には、音波（例えば、超音波）の送受波を行う送受波装置 5 が取り付けられている。送受波装置 5 は、車両 1 の周囲に音波を送波し、送波音波が反射された反射波を受波する。

40

【0015】

送受波装置 5 のうち、フロントバンパー 4 f には送受波装置 5 f が取り付けられ、リアバンパー 4 r には送受波装置 5 r が配置される。送受波装置 5 が、車体 2 の両側端部 S にそれぞれ取り付けられていてもよい。また、送受波装置 5 が、車体 2 の 4 つの角に取り付けられていてもよい。

【0016】

送受波装置 5 f は、例えば複数の送受波センサ 5 1 を備える。図 1 A、図 1 B の例では、送受波装置 5 f は 4 個の送受波センサ 5 1 a ~ 5 1 d を備えている。ただし、送受波装置 5 f に含まれる送受波センサ 5 1 の数は 4 個に限らず任意である。複数の送受波センサ

50

5 1 a ~ 5 1 d は、例えば左から右へと並んでフロントバンパー 4 f に等間隔で取り付けられてもよい。

【 0 0 1 7 】

各々の送受波センサ 5 1 a ~ 5 1 d は、例えば、所定の間隔で音波を送波し、送波のタイミングとは異なるタイミングの所定の間隔で反射波を受波するソナーである。なお、各々の送受波センサ 5 1 a ~ 5 1 d は、例えば送波タイミングと受波タイミングとが交互に入れ替わるように構成されてもよい。

【 0 0 1 8 】

送受波装置 5 r は、例えば複数の送受波センサ 5 2 を備える。図 1 A、図 1 B の例では、送受波装置 5 r は 4 個の送受波センサ 5 2 a ~ 5 2 d を備えている。ただし、送受波装置 5 r に含まれる送受波センサ 5 2 の数は 4 個に限らず任意である。複数の送受波センサ 5 2 a ~ 5 2 d は、例えば左から右へと並んでリアバンパー 4 r に等間隔で配置されてもよい。

10

【 0 0 1 9 】

各々の送受波センサ 5 2 a ~ 5 2 d は、例えば、所定の間隔で音波を送波し、送波のタイミングとは異なるタイミングの所定の間隔で反射波を受波するソナーである。なお、各々の送受波センサ 5 2 a ~ 5 2 d は、例えば送波タイミングと受波タイミングとが交互に入れ替わるように構成されてもよい。

【 0 0 2 0 】

上記のように構成される送受波装置 5 からの送受波に関する情報は、物体検出装置 1 0 に送信される。物体検出装置 1 0 は例えば車両 1 に搭載されており、送受波装置 5 からの情報に基づいて車両 1 の周囲の物体（例えば、障害物）を検出する。ただし、物体検出装置 1 0 は、車両 1 に搭載されていないなくともよく、遠隔地から車両 1 の状況を把握して物体を検出してよい。

20

なお、実施形態の物体検出装置 1 0 は、車両 1 が低速で走行している際に稼働され、例えば、駐車スペースへの駐車および駐車スペースからの出庫の際に、車両 1 の周囲の物体を検出して車両 1 の運転支援を行う。具体的には、物体検出装置 1 0 は、車両 1 が低速、例えば 2 0 k m / h 以下の速度であって、好ましくは 1 5 k m / h 以下、より好ましくは 1 0 k m / h 以下の速度で走行中に稼働するものとして行うことができる。

【 0 0 2 1 】

30

車両 1 は、所定方向に沿って配置された 2 対の車輪 3 を用いて走行することが可能である。この場合、2 対の車輪 3 が配置される所定方向が車両 1 の走行方向（移動方向）となり、例えば、車両 1 は、ギアの切り替えにより前進または後退することができる。また、車両 1 は、操舵により右左折することもできる。

【 0 0 2 2 】

（物体検出装置の構成例）

図 2 に示すように、車両 1 は物体検出システム 1 0 0 と運転支援システム 2 0 0 とを備える。

【 0 0 2 3 】

物体検出システム 1 0 0 は、例えば送受波装置 5 f , 5 r 及び物体検出装置 1 0 を備え、車両 1 の近傍の物体（例えば、障害物）を検出する。運転支援システム 2 0 0 は、例えば物体検出装置 1 0 及び車両制御装置 2 0 を備え、運転者による車両 1 の運転を支援する。

40

【 0 0 2 4 】

物体検出装置 1 0 は、例えば CPU ( C e n t r a l P r o c e s s i n g U n i t ) 1 1、RAM ( R a n d o m A c c e s s M e m o r y ) 1 2、及び ROM ( R e a d O n l y M e m o r y ) 1 3 を備えた ECU ( E l e c t r o n i c C o n t r o l U n i t ) のコンピュータとして構成されている。

【 0 0 2 5 】

また、物体検出装置 1 0 は、車両制御装置 2 0 の各部および送受波装置 5 f , 5 r の個々の送受波センサ 5 1 , 5 2 と、各種情報の送受信が可能な I / O ( I n p u t / O u t

50



put)ポート15を備えている。物体検出装置10が、例えば、HDD(Hard Disk Drive)またはSSD(Solid State Drive)の記憶装置14を備えていてもよい。

【0026】

物体検出装置10のRAM12、ROM13、記憶装置14、及びI/Oポート15の各構成は、例えば内部バスを介してCPU11と各種情報の送受信が可能に構成されている。

【0027】

物体検出装置10は、例えばROM13にインストールされているプログラムをCPU11が実行することにより、送受波装置5f, 5rにおける送波音波および反射波に基づいて、車両1の近傍に物体(例えば、障害物)がある場合にはそれを検出する。また、物体検出装置10は、障害物の検出結果に基づいて、車両1へのフィードバックを行うよう指示する信号を車両制御装置20へと出力する。

10

【0028】

車両制御装置20は、例えば車速センサ21、アクセルセンサ22、ブレーキセンサ23、ブレーキアクチュエータ24、及びエンジンコントローラ25を備える。

【0029】

車速センサ21は車輪3の回転量から車両1の速度を検知する。アクセルセンサ22は、運転者によるアクセルペダルの操作量を検知する。ブレーキセンサ23は、運転者によるブレーキペダルの操作量を検知する。

20

【0030】

ブレーキアクチュエータ24は、通常走行時はブレーキセンサ23の検知結果に基づいてフロントタイヤ3f及びリアタイヤ3rの少なくともいずれかに制動をかける。エンジンコントローラ25は、通常走行時はアクセルセンサ22の検知結果に基づいてエンジンの出力制御を行って、車両1の加減速制御を実行する。

【0031】

車両制御装置20は、例えば、車速センサ21、アクセルセンサ22、及びブレーキセンサ23から車両1の各部の状態を示す情報を取得する。車両制御装置20は、これらの情報および物体検出装置10から受信した信号に基づいて、ブレーキアクチュエータ24及びエンジンコントローラ25の少なくともいずれかを制御することで、例えば物体検出装置10が検出した障害物を回避するよう車両1を制御する。

30

【0032】

例えば、車両制御装置20は、ブレーキアクチュエータ24を制御して車両1に制動をかけることで、車両1と障害物との衝突回避を図る。これに替えて、または加えて、車両制御装置20は、エンジンコントローラ25により、エンジンの出力を例えば数秒間抑制させて車両1の加速を抑制することで、車両1と障害物との衝突回避を図ってもよい。

【0033】

また、車両1は、アクセルペダルが電子制御されるタイプであり、車両制御装置20によってアクセルペダルの開度を制御する機構を備える場合もあり得る。このような場合には、上記のエンジン出力の抑制に替えて、または加えて、車両制御装置20は、アクセルペダル制御機構によって、アクセルペダルの開度を制御して車両1の加速を抑制することで、車両1と障害物との衝突回避を図ってもよい。

40

【0034】

このように、車両制御装置20が、車両1に制動をかける機能および車両1の加速を抑制する機能の少なくともいずれかを有することで、運転支援システム200が、例えば、ペダル踏み間違い時に、加速抑制装置、衝突被害軽減ブレーキ装置として機能するように構成されていてもよい。

【0035】

ペダル踏み間違い時の加速抑制装置および衝突被害軽減ブレーキ装置は、例えば運転者が誤ってアクセルペダルを強く踏み込み過ぎてしまったような場合に、近傍の障害物への

50

衝突を回避するよう運転者への運転支援を行う機能である。

【 0 0 3 6 】

図 3 に示すように、物体検出装置 1 0 は、例えば取得部 1 1 1、演算部 1 1 2、判定部 1 1 3、制御部 1 1 4、及び記憶部 1 1 5 を備えている。

【 0 0 3 7 】

これらの取得部 1 1 1、演算部 1 1 2、判定部 1 1 3、制御部 1 1 4、及び記憶部 1 1 5 は、それぞれ取得回路、演算回路、判定回路、制御回路、及び記憶回路として構成されていてもよい。あるいは、これらの構成の少なくともいずれかが、例えば、デバイス、ユニット、またはモジュールとして構成されていてもよい。

【 0 0 3 8 】

取得部 1 1 1 は、個々の送受波センサ 5 1 , 5 2 から送受波に関する情報を取得する。送受波センサ 5 1 , 5 2 からの情報には、例えば、個々の送受波センサ 5 1 , 5 2 が音波を送波した時刻、反射波を受波した時刻、及び反射波の強度の各種情報が含まれている。

【 0 0 3 9 】

また、取得部 1 1 1 は、車両制御装置 2 0 の車速センサ 2 1 から所定時刻における車両 1 の速度に関する情報を取得する。取得部 1 1 1 は、車速センサ 2 1 からの速度に関する情報に加えて、例えば、車輪 3 の回転量、または車両制御装置 2 0 のアクセルセンサ 2 2、ブレーキセンサ 2 3、ブレーキアクチュエータ 2 4、及びエンジンコントローラ 2 5 といった他の構成からの情報を取得してもよい。

【 0 0 4 0 】

演算部 1 1 2 は、例えば、個々の送受波センサ 5 1 , 5 2 からの情報、及び車速センサ 2 1 からの情報に基づいて、車両 1 の周囲に物体がある場合に、その物体の車両 1 に対する座標を演算により求める。

【 0 0 4 1 】

判定部 1 1 3 は、演算部 1 1 2 が算出した物体の座標の真偽を判定する。例えば、演算部 1 1 2 が算出した座標には、誤検出によるものが含まれている場合があり、判定部 1 1 3 は、演算部 1 1 2 が算出した座標が真値であるか、あるいは誤検出によるものであるかを判定してよい。

【 0 0 4 2 】

制御部 1 1 4 は、判定部 1 1 3 による判定結果を参照し、演算部 1 1 2 が算出した物体の座標に基づいて、車両 1 に障害物を回避させる指示内容を含む信号を車両制御装置 2 0 に出力する。

【 0 0 4 3 】

具体的には、制御部 1 1 4 は、判定部 1 1 3 による判定結果が真であった場合には、演算部 1 1 2 が算出した物体の座標に基づいて上記信号を出力するか否かを決定する。また、制御部 1 1 4 は、判定部 1 1 3 による判定結果が偽であった場合には、演算部 1 1 2 が算出した物体の座標に基づくことなく上記信号を出力するか否かを決定する。

【 0 0 4 4 】

なお、制御部 1 1 4 は、例えば、車両 1 の周囲の物体の有無、及びその物体の座標から、その物体が車両 1 の進行を妨げる障害物となり得る場合には、車両 1 に障害物を回避させる信号の出力を決定してよい。また、制御部 1 1 4 は、車両 1 の周囲に物体が存在しない場合、または車両 1 の周囲の物体が障害物となり得ない場合には、上記信号を出力しない決定を行ってよい。

【 0 0 4 5 】

制御部 1 1 4 は、上記信号を出力する決定をした場合には、車両 1 に制動をかけさせる信号、及び車両 1 の加速を抑制させる信号の少なくともいずれかを車両制御装置 2 0 に出力する。

【 0 0 4 6 】

記憶部 1 1 5 には、例えば、物体検出装置 1 0 を機能させる制御プログラム及び制御パラメータが格納されている。また、記憶部 1 1 5 は、例えば、取得部 1 1 1 が取得した送

10

20

30

40

50

受波センサ 5 1 , 5 2 の送受波に関する情報および車両 1 の速度に関する情報、並びに演算部 1 1 2 が算出した物体の座標を所定期間、保持する。

【 0 0 4 7 】

( 物体検出装置の機能例 )

次に、図 4 A ~ 図 8 B を用いて、物体検出装置 1 0 のより詳細な機能例について説明する。

【 0 0 4 8 】

上述のように、個々の送受波センサ 5 1 , 5 2 は所定のタイミングで送波と受波とを繰り返している。このとき、個々の送受波センサ 5 1 , 5 2 は、正面への送波方向を中心軸として、所定角度の範囲内へ放射状に音波を送波している。このため、地面による影響を考慮しない場合、個々の送受波センサ 5 1 , 5 2 は、前方へと円錐状に広がる音波の送受波領域を有している。

10

【 0 0 4 9 】

ここで一例として、送受波センサ 5 1 b が音波を送波し、送波した音波に基づく反射波を受波した場合について説明する。

【 0 0 5 0 】

図 4 A に示すように、送受波センサ 5 1 b が音波を送波し、その音波が何らかの物体によって反射されて、その反射波を受波したとする。この場合、例えば、音波の送波時刻および反射波の受波時刻、並びに音波の飛翔速度（音速）に基づいて、送受波センサ 5 1 からその物体までの音波の往復の飛翔距離を求めることが可能である。

20

【 0 0 5 1 】

これにより、送受波センサ 5 1 b 前方の円錐状の送受波領域 A R b 内であって、送受波センサ 5 1 b から等距離に位置する曲面 C S b 上の無数の点が、その物体の位置を示す候補座標 C C a . . . C C e . . . C C j . . . として想定される。

【 0 0 5 2 】

図 4 B に示すように、物体検出装置 1 0 は、図 4 A の候補座標 C C a . . . C C e . . . C C j . . . のうち、送受波センサ 5 1 b に対して水平方向に位置する候補座標 C C a , C C b , C C c , C C e . . . を演算対象とする。なお、物体検出装置 1 0 では、検出対象の物体が、送受波センサ 5 1 b に対して水平方向にあるものと仮定して演算が行われてよい。

30

【 0 0 5 3 】

この場合であっても、送受波センサ 5 1 b に対して水平方向に位置する候補座標 C C a , C C b , C C c , C C e . . . は無数に存在する。このため、物体検出装置 1 0 は、送受波センサ 5 1 b 近傍の送受波センサ 5 1 c といった、他の送受波センサ 5 1 の同様の送受波情報と、送受波センサ 5 1 b における時系列の送受波情報とを組み合わせることで物体の座標を特定する。

【 0 0 5 4 】

図 5 A、図 5 B では一例として、送受波センサ 5 1 b , 5 1 c からの情報に基づいて物体 O B を検出する場合について説明する。

【 0 0 5 5 】

40

上述のように、物体検出装置 1 0 は、例えば送受波センサ 5 1 b , 5 1 c からの送受波情報、及び送受波センサ 5 1 b における時系列の送受波情報から物体 O B の座標を算出する。まずは、図 5 A を用いて、送受波センサ 5 1 b , 5 1 c からの送受波情報に基づいて物体 O B の座標を算出する場合について説明する。

【 0 0 5 6 】

図 5 A に示すように、送受波センサ 5 1 b が、時刻 t 1 3 に送受波領域 A R b b に音波 3 3 b を送波し、物体 O B に音波 3 3 b が反射された反射波 4 4 b を時刻 t 1 3 より後の時刻 t 1 4 に受波したとする。また、送受波センサ 5 1 c が、送受波センサ 5 1 b からの音波 3 3 b が物体 O B に反射された反射波 4 5 c を時刻 t 1 4 より後の時刻 t 1 5 に受波したとする。

50

## 【 0 0 5 7 】

図 5 A の例では、物体 O B は送受波センサ 5 1 c の送受波領域 A R c 内にある。このため、送受波センサ 5 1 c は、物体 O B からの反射波 4 5 c を受波することができる。送受波センサ 5 1 c の受波タイミングが、送受波センサ 5 1 b の受波タイミングよりも後の時刻 t 1 5 となっているのは、図 5 A の例において、物体 O B が、送受波センサ 5 1 b に近く、送受波センサ 5 1 c から遠い位置にあるためである。

## 【 0 0 5 8 】

物体検出装置 1 0 の演算部 1 1 2 は、送受波センサ 5 1 b の送波タイミング及び受波タイミングに基づいて、送受波センサ 5 1 b から物体 O B までの距離を算出する。これにより、物体 O B は、送受波センサ 5 1 b の送受波領域 A R b b 内であって、送受波センサ 5 1 b を中心点とする仮想円 V C b b 上に存在するとの演算結果が得られる。

10

## 【 0 0 5 9 】

また、演算部 1 1 2 は、送受波センサ 5 1 b から物体 O B までの距離、送受波センサ 5 1 b の送波タイミング、及び送受波センサ 5 1 c の受波タイミングに基づいて、送受波センサ 5 1 c から物体 O B までの距離を算出する。

## 【 0 0 6 0 】

なお、演算部 1 1 2 は、送受波センサ 5 1 b の送波タイミング及び送受波センサ 5 1 c の受波タイミングに基づいて、送受波センサ 5 1 b から物体 O B を経由して送受波センサ 5 1 c へと至る音波の飛翔距離を求めてよい。そして、演算部 1 1 2 は、送受波センサ 5 1 b 、物体 O B 、及び送受波センサ 5 1 c までの全体の飛翔距離から、既に算出済みの送受波センサ 5 1 b から物体 O B を差し引いた値を送受波センサ 5 1 c から物体 O B までの距離とする。

20

## 【 0 0 6 1 】

送受波センサ 5 1 c から物体 O B までの距離のこのような算出方法は、送受波センサ 5 1 b , 5 1 c がそれぞれ受波した反射波 4 4 b , 4 5 b が、同一の物体 O B から反射されたものであるとの仮定に基づいて行われる。

## 【 0 0 6 2 】

これにより、物体 O B は、送受波センサ 5 1 c の送受波領域 A R c 内であって、送受波センサ 5 1 b , 5 1 c を焦点とする仮想楕円 V E c 上に存在するとの演算結果が得られる。

## 【 0 0 6 3 】

30

なお、時刻 t 1 3 から時刻 t 1 4 までの経過時間、及び時刻 t 1 3 から時刻 t 1 5 までの経過時間はごく僅かであり、また、上述のように車両 1 は例えば 2 0 k m / h 以下の低速で走行している。このため、これらの経過時間内における車両 1 の移動距離は無視できるほど微小であるものとして、上記説明ではこの間の車両 1 の移動距離をゼロとしている。

## 【 0 0 6 4 】

演算部 1 1 2 は、送受波センサ 5 1 b から物体 O B までの距離、送受波センサ 5 1 c から物体 O B までの距離、及び送受波センサ 5 1 b , 5 1 c 間の距離から、三辺測量法を用いて送受波センサ 5 1 b , 5 1 c の送受波情報に基づく物体 O B の座標 C R b c を求める。この場合、物体 O B の座標 C R b c は仮想円 V C b b 及び仮想楕円 V E c の交点の位置に相当する。

40

## 【 0 0 6 5 】

次に、図 5 B を用いて、物体検出装置 1 0 が、送受波センサ 5 1 b の時系列の送受波情報に基づいて物体 O B の座標を算出する場合について説明する。

## 【 0 0 6 6 】

図 5 B に示すように、物体検出装置 1 0 は、時刻 t 1 3 から遡る所定時刻における送受波センサ 5 1 b の送受波情報を参照する。上述のように、個々の送受波センサ 5 1 , 5 2 の送受信情報は記憶部 1 1 5 に格納されている。記憶部 1 1 5 に格納された情報において、送受波センサ 5 1 b が、時刻 t 1 3 より前の時刻 t 1 1 に送受波領域 A R b a に音波 3 1 b を送波し、物体 O B に音波 3 1 b が反射された反射波 4 2 b を時刻 t 1 1 より後の時刻 t 1 2 に受波していたとする。

50

## 【 0 0 6 7 】

物体検出装置 1 0 の演算部 1 1 2 は、送受波センサ 5 1 b の時刻  $t_{11}$  ,  $t_{12}$  における送受波情報に基づいて、時刻  $t_{12}$  における送受波センサ 5 1 b から物体 O B までの距離を算出する。これにより、時刻  $t_{12}$  において、物体 O B は、送受波センサ 5 1 b の送受波領域 A R b a 内であって、送受波センサ 5 1 b を中心点とする仮想円 V C b a 上に存在するとの演算結果が得られる。

## 【 0 0 6 8 】

なお、時刻  $t_{11}$  から時刻  $t_{12}$  までの経過時間もまた、ごく僅かであり、上述のように車両 1 は例えば 2 0 k m / h 以下の低速で走行している。このため、これらの経過時間内における車両 1 の移動距離は無視できるほど微小であるものとして、上記説明ではこの間の車両 1 の移動距離をゼロとしている。

## 【 0 0 6 9 】

また、物体検出装置 1 0 の取得部 1 1 1 は、時刻  $t_{12}$  から時刻  $t_{14}$  の間における車両 1 の速度情報を車両制御装置 2 0 の車速センサ 2 1 から取得する。演算部 1 1 2 は、この速度情報に基づいて、時刻  $t_{12}$  から時刻  $t_{14}$  の間における車両 1 の移動距離を算出する。なお、時刻  $t_{12}$  から時刻  $t_{14}$  の間における車速センサ 2 1 からの車輪 3 の回転量から車両 1 の移動距離を算出してもよい。

## 【 0 0 7 0 】

また、演算部 1 1 2 は、時刻  $t_{12}$  における送受波センサ 5 1 b から物体 O B までの距離、上述の時刻  $t_{14}$  における送受波センサ 5 1 b から物体 O B までの距離、及びこの間の車両 1 の移動距離から、三辺測量法を用いて送受波センサ 5 1 b の時系列の送受波情報に基づく物体 O B の座標 C R b b を求める。このとき、物体検出装置 1 0 では、送受波センサ 5 1 b がそれぞれ異なる時刻に受波した反射波 4 2 b , 4 4 b は、同一の物体 O B から反射されたものと仮定する。

## 【 0 0 7 1 】

この場合、物体 O B の座標 C R b b は仮想円 V C b a , V C b b の交点の位置に相当し、2 つの候補座標 C C a , C C b を含むこととなる。時刻  $t_{12}$  から時刻  $t_{14}$  の間に、車両 1 が、送受波センサ 5 1 b の送受波領域 A R b a , A R b b の中心軸と一致する方向に走行していた場合、これらの候補座標 C C a , C C b は、送受波領域 A R b a , A R b b の中心軸を挟んで互いに線対称となる位置に配置される。

## 【 0 0 7 2 】

物体検出装置 1 0 の判定部 1 1 3 は、演算部 1 1 2 が求めた物体 O B の座標 C R b c , C R b b に基づいて、演算部 1 1 2 によるこれらの座標 C R b c , C R b b の演算結果の真偽を判定する。

## 【 0 0 7 3 】

具体的には、判定部 1 1 3 は、座標 C R b c , C R b b 間の距離が所定値内であった場合、例えば、これらの座標 C R b c , C R b b が所定の範囲内に収まっている場合には演算結果は真であると判定する。また、判定部 1 1 3 は、座標 C R b c , C R b b が所定の範囲を超えて離れていた場合には演算結果は偽であると判定する。

## 【 0 0 7 4 】

このとき、判定部 1 1 3 は、座標 C R b b に含まれる 2 つの候補座標 C C a , C C b のうち、よりもう一方の座標 C R b c に近い方を用いる。図 5 B の例であれば、判定部 1 1 3 は、候補座標 C C a , C C b のうちの候補座標 C C a と、座標 C R b c とを比較する。

## 【 0 0 7 5 】

候補座標 C C a と座標 C R b c とは十分に近接しているため、例えば、これらの演算結果は真であると判定される。これにより、許容可能な誤差範囲内で座標 C R b c 及び候補座標 C C a の近辺に物体 O B が存在していることが検出される。

## 【 0 0 7 6 】

物体検出装置 1 0 の制御部 1 1 4 は、座標 C R b c , C R b b の演算結果が真であると判定されると、座標 C R b c 及び候補座標 C C a の少なくともいずれかに基づいて、車両

10

20

30

40

50

1 に物体 O B を回避させる信号を車両制御装置 2 0 に出力するか否かを決定する。

【 0 0 7 7 】

図 5 A、図 5 B の例では、物体 O B は車両 1 の進行方向から若干、側方に外れた位置にある。制御部 1 1 4 は、例えば車両 1 の進行方向から予測される車両 1 の移動経路から勘案して、安全とされる距離以上に物体 O B が離れている場合、物体 O B との衝突の可能性はないものとして、車両 1 に物体 O B を回避させる信号の出力を行わない決定をする。制御部 1 1 4 は、車両 1 の移動経路に対して安全とされる距離内に物体 O B が近接している場合、物体 O B との衝突の可能性のあるものとして、車両制御装置 2 0 に信号を出力する。

【 0 0 7 8 】

ところで、例えば、複数の物体が所定の配置で車両 1 の周囲に存在する場合、または物体が車両 1 の上方に位置している場合、物体検出装置 1 0 が誤検出を起こしやすい状況が幾つか存在する。図 6 A、図 6 B に、誤検出が生じやすい状況の一例について説明する。

【 0 0 7 9 】

まずは、図 6 A を用いて、送受波センサ 5 1 b , 5 1 c からの送受波情報に基づいて物体 O B a , O B b の座標を算出する場合について説明する。

【 0 0 8 0 】

図 6 A に示すように、送受波センサ 5 1 b が、時刻  $t_{23}$  に送受波領域 A R b b に音波 3 3 b を送波し、物体 O B a に音波 3 3 b が反射された反射波 4 5 b を時刻  $t_{23}$  より後の時刻  $t_{25}$  に受波したとする。また、送受波センサ 5 1 c が、送受波センサ 5 1 b からの音波 3 3 b が物体 O B b に反射された反射波 4 4 c を、時刻  $t_{23}$  より後であって、時刻  $t_{25}$  より前の時刻  $t_{24}$  に受波したとする。

【 0 0 8 1 】

このとき、物体 O B a は送受波センサ 5 1 c に対し、送受波センサ 5 1 c が送受波を行うことができる最大角度に近い方向に位置している。このため、送受波センサ 5 1 c は、図 5 A とは異なり、物体 O B a に向けて送受波センサ 5 1 b が送波した音波 3 3 b が物体 O B a に反射されて発生した反射波を受波することが困難となることがある。

【 0 0 8 2 】

このような場合、送受波センサ 5 1 c は、物体 O B b に反射された反射波 4 4 c を時刻  $t_{24}$  に受波しているので、物体検出装置 1 0 は、図 5 A のように、物体 O B による反射波 4 4 b , 4 5 c を受波したとして、送受波センサ 5 1 b が受波した物体 O B a からの反射波 4 5 b と、送受波センサ 5 1 c が受波した物体 O B b からの反射波 4 5 c とが、同一の物体から反射されたものであるとの仮定のもと、三辺測量による演算を行う。物体検出装置 1 0 のこのような仮定に基づく仮想の物体を仮に物体 O B x と呼ぶ。

【 0 0 8 3 】

なお、送受波センサ 5 1 c の受波タイミングが、送受波センサ 5 1 b の受波タイミングよりも前の時刻  $t_{24}$  となっているのは、図 6 A において、送受波センサ 5 1 b から物体 O B a までの往復距離より、送受波センサ 5 1 b から物体 O B b を経由して送受波センサ 5 1 c へと至る距離の方が短いためである。

【 0 0 8 4 】

物体検出装置 1 0 の演算部 1 1 2 は、送受波センサ 5 1 b の送波タイミング及び受波タイミングに基づいて、送受波センサ 5 1 b から物体 O B x までの距離を算出する。これにより、実際には送受波センサ 5 1 b から物体 O B a までの距離が算出され、仮想の物体 O B x は、送受波センサ 5 1 b の送受波領域 A R b b 内であって、送受波センサ 5 1 b を中心点とする仮想円 V C b b 上に存在するとの演算結果が得られる。

【 0 0 8 5 】

また、演算部 1 1 2 は、反射波 4 5 b , 4 4 c が同一の物体 O B x からの反射であるとの仮定のもと、送受波センサ 5 1 b から物体 O B x までの距離、送受波センサ 5 1 b の送波タイミング、及び送受波センサ 5 1 c の受波タイミングに基づいて、送受波センサ 5 1 c から物体 O B x までの距離を算出する。

【 0 0 8 6 】

10

20

30

40

50

これにより、実際には送受波センサ 5 1 c から物体 O B b までの距離が算出され、仮想の物体 O B x は、送受波センサ 5 1 c の送受波領域 A R c 内であって、送受波センサ 5 1 b , 5 1 c を焦点とする仮想楕円 V E c 上に存在するとの演算結果が得られる。

【 0 0 8 7 】

なお、時刻 t 2 3 から時刻 t 2 4 までの経過時間、及び時刻 t 2 3 から時刻 t 2 5 までの経過時間における車両 1 の移動距離は無視できるほど微小であるものとして、上記説明ではこの間の車両 1 の移動距離をゼロとしている。

【 0 0 8 8 】

演算部 1 1 2 は、送受波センサ 5 1 b から物体 O B x までの距離、送受波センサ 5 1 c から物体 O B x までの距離、及び送受波センサ 5 1 b , 5 1 c 間の距離から、三辺測量法を用いて送受波センサ 5 1 b , 5 1 c の送受波情報に基づく物体 O B x の座標 C R b c を求める。この場合にも、物体 O B x の座標 C R b c は仮想円 V C b b 及び仮想楕円 V E c の交点の位置に相当することとなる。なお、図 6 A の仮想楕円 V E c は、物体 O B b に基づくため、図 5 A の仮想楕円 V E c とは異なり、図 6 A における仮想円 V C b b との交点は、図 5 A と異なる位置となる。

【 0 0 8 9 】

このため、実際には複数存在する物体 O B a , O B b からの反射波 4 5 b , 4 4 c を同一の物体 O B x からの反射波として演算処理を行っているため、物体 O B a , O B b のいずれから外れた座標 C R b c が算出されてしまう。

【 0 0 9 0 】

そこで、実施形態の物体検出装置 1 0 では、上記に加え、送受波センサ 5 1 b の時系列の送受波情報に基づいて物体 O B x の座標を算出する。この点について図 6 B を用いて説明する。

【 0 0 9 1 】

図 6 B に示すように、送受波センサ 5 1 b が、時刻 t 2 3 から遡る時刻 t 2 1 において、送受波領域 A R b a に音波 3 1 b を送波し、物体 O B a に音波 3 1 b が反射された反射波 4 2 b を時刻 t 2 1 より後の時刻 t 2 2 に受波していたとする。

【 0 0 9 2 】

物体検出装置 1 0 の演算部 1 1 2 は、送受波センサ 5 1 b におけるこれらの送受波情報を記憶部 1 1 5 から取得する。また、演算部 1 1 2 は、送受波センサ 5 1 b の時刻 t 2 1 , t 2 2 における送受波情報に基づいて、時刻 t 2 2 における送受波センサ 5 1 b から物体 O B x までの距離を算出する。

【 0 0 9 3 】

これにより、実際には時刻 t 2 2 における送受波センサ 5 1 b から物体 O B a までの距離が算出され、仮想の物体 O B x は、送受波センサ 5 1 b の送受波領域 A R b a 内であって、送受波センサ 5 1 b を中心点とする仮想円 V C b a 上に存在するとの演算結果が得られる。

【 0 0 9 4 】

なお、時刻 t 2 1 から時刻 t 2 2 までの経過時間における車両 1 の移動距離は無視できるほど微小であるものとして、上記説明ではこの間の車両 1 の移動距離をゼロとしている。

【 0 0 9 5 】

また、演算部 1 1 2 は、取得部 1 1 1 が車両制御装置 2 0 の車速センサ 2 1 から取得した時刻 t 2 2 から時刻 t 2 5 の間における車両 1 の速度情報に基づいて、時刻 t 2 2 から時刻 t 2 5 の間における車両 1 の移動距離を算出する。

【 0 0 9 6 】

また、演算部 1 1 2 は、送受波センサ 5 1 b がそれぞれ異なる時刻に受波した反射波 4 2 b , 4 4 b が同一の物体 O B x から反射されたものとの仮定のもと、時刻 t 2 2 における送受波センサ 5 1 b から物体 O B x までの距離、時刻 t 2 5 における送受波センサ 5 1 b から物体 O B x までの距離、及びこの間の車両 1 の移動距離から、三辺測量法を用いて送受波センサ 5 1 b の時系列の送受波情報に基づく物体 O B x の座標 C R b b を求める。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 9 7 】

この場合、物体  $O B x$  の座標  $C R b b$  は仮想円  $V C b a$  ,  $V C b b$  の交点の位置に相当し、例えば送受波センサ  $5 1 b$  の送受波領域  $A R b a$  ,  $A R b b$  の中心軸に対して線対称に配置される 2 つの候補座標  $C C a$  ,  $C C b$  を含む。

## 【 0 0 9 8 】

このとき、実際には物体  $O B a$  の座標が算出されるため、候補座標  $C C a$  ,  $C C b$  のうちの一方は、許容可能な誤差範囲内で物体  $O B a$  の位置を示すこととなる。図 6 B の例では、物体  $O B a$  に充分近接した候補座標  $C C a$  が得られている。

## 【 0 0 9 9 】

物体検出装置 1 0 の判定部 1 1 3 は、候補座標  $C C a$  ,  $C C b$  のうち、より座標  $C R b c$  に近い候補座標  $C C b$  と、座標  $C R b c$  とを比較し、これらの候補座標  $C C b$  及び座標  $C R b c$  が所定範囲内に収まっているか否かに応じて、座標  $C R b b$  ,  $C R b c$  の演算結果の真偽を判定する。

10

## 【 0 1 0 0 】

図 6 B の例では、候補座標  $C C b$  と座標  $C R b c$  との距離は離れており、判定部 1 1 3 は、例えば座標  $C R b b$  ,  $C R b c$  の演算結果は偽であると判定する。

## 【 0 1 0 1 】

物体検出装置 1 0 の制御部 1 1 4 は、座標  $C R b b$  ,  $C R b c$  の演算結果が偽であると判定されると、いずれの座標  $C R b b$  ,  $C R b c$  にも基づくことなく、車両 1 に回避制御を行わせる信号を車両制御装置 2 0 に出力するか否かを決定する。なお、この時点において、他の物体が検出されていない場合、車両 1 の回避制御は不要であるので、制御部 1 1 4 は信号の出力を行わない決定をしてもよい。

20

## 【 0 1 0 2 】

なお、物体検出装置 1 0 による物体検出動作は、車両 1 が低速走行をしている間、短いスパンで繰り返し行われている。よって、送受波センサ  $5 1 b$  ,  $5 1 c$  と物体  $O B a$  ,  $O B b$  との相対位置の変化によって、他の時刻においては物体  $O B a$  ,  $O B b$  の座標が正しく検出されうる。

## 【 0 1 0 3 】

制御部 1 1 4 は、図 6 A、図 6 B に示す所定の時刻に限って物体検出装置 1 0 の検出結果を採用しないのであって、物体  $O B a$  ,  $O B b$  の座標が正しく検出された時刻においては、これらの座標に基づいて車両 1 に回避制御を行わせる信号を出力するか否かを決定する。これにより、物体  $O B a$  ,  $O B b$  との衝突のリスクを回避し、車両 1 の制御が適切に行われる。

30

## 【 0 1 0 4 】

なお、図 6 A、図 6 B の例においては、反射波  $4 1 b$  ,  $4 4 c$  ,  $4 5 b$  のうち、送受波センサ  $5 1 c$  が受波した反射波  $4 4 c$  が、他の反射波  $4 1 b$  ,  $4 5 b$  とは異なる物体  $O B b$  から反射された場合について説明した。しかし、反射波  $4 1 b$  ,  $4 4 c$  ,  $4 5 b$  のうち、いずれが異なる物体からの反射波であっても、上記と同様、演算部 1 1 2 による演算結果は偽であると判定され得る。

## 【 0 1 0 5 】

40

例えば、反射波  $4 1 b$  ,  $4 4 c$  がいずれも同一の物体から反射され、反射波  $4 5 b$  が異なる物体から反射された場合でも、これらの反射波  $4 1 b$  ,  $4 4 c$  ,  $4 5 b$  から求められる複数の座標の少なくともいずれかが所定範囲から外れることとなり、上記演算結果が偽であると判定することができる。

## 【 0 1 0 6 】

また、例えば反射波  $4 4 c$  ,  $4 5 b$  がいずれも同一の物体から反射され、反射波  $4 1 b$  が異なる物体から反射された場合でも、これらの反射波  $4 1 b$  ,  $4 4 c$  ,  $4 5 b$  から求められる複数の座標の少なくともいずれかが所定範囲から外れることとなり、上記演算結果が偽であると判定することができる。

## 【 0 1 0 7 】

50



次に、誤検出が生じやすい状況の他の例として、物体が車両 1 の上方に位置している場合について図 7 A、図 7 B、図 8 A 及び図 8 B を用いて説明する。

【0108】

図 7 A、図 7 B、図 8 A 及び図 8 B に示す例では、物体 O B c は、車両 1 の進行方向上方に位置し、天井から下方に突出する梁を有している。

【0109】

まずは、図 7 A、図 7 B を用いて、送受波センサ 5 1 b、5 1 c からの送受波情報に基づいて物体 O B c の座標を算出する場合について説明する。なお、図 7 A の車両 1 の側面図には、説明の便宜上、水平方向に並ぶ送受波センサ 5 1 b、5 1 c の両方を示している。

【0110】

図 7 A、図 7 B に示すように、送受波センサ 5 1 b が、時刻  $t_{33}$  に送受波領域 A R b b に音波 3 3 b を送波し、物体 O B c に音波 3 3 b が反射された反射波 4 4 b を時刻  $t_{33}$  より後の時刻  $t_{34}$  に受波したとする。また、送受波センサ 5 1 c が、送受波センサ 5 1 b からの音波 3 3 b が物体 O B c に反射された反射波 4 5 c を時刻  $t_{34}$  より後の時刻  $t_{35}$  に受波したとする。

【0111】

送受波センサ 5 1 c の受波タイミングが、送受波センサ 5 1 b の受波タイミングよりも後の時刻  $t_{35}$  となっているのは、送受波センサ 5 1 b の送受波が、物体 O B c において送受波センサ 5 1 b に最も近い部位を反射点として行われるのに対し、送受波センサ 5 1 c からは、この反射点が送受波センサ 5 1 b 寄り、例えば、車両 1 の正面方向に対して左寄りにずれた遠い位置にあるためである。

【0112】

なお、図 7 A に示すように、送受波センサ 5 1 b、5 1 c は、物体 O B c からの反射波のうち、天井と梁との L 字状の角部を反射点とするものを受波しやすい。L 字状の角部による集音効果で反射波の強度が高まるからである。

【0113】

物体検出装置 1 0 は、このように物体 O B c が実際には車両 1 の進行方向上方にある場合であっても、送受波センサ 5 1 b、5 1 c に対して水平方向に位置する物体によって上記の反射波 4 4 b、4 5 c が反射されたものであるとの仮定のもと、演算を行う。ここでも、このような仮定の物体を物体 O B x と呼ぶこととする。

【0114】

物体検出装置 1 0 の演算部 1 1 2 は、送受波センサ 5 1 b の送波タイミング及び受波タイミングに基づいて、送受波センサ 5 1 b から物体 O B x までの距離を算出する。これにより、仮定の物体 O B x は、図 7 B に示すように、送受波センサ 5 1 b の送受波領域 A R b b 内であって、送受波センサ 5 1 b を中心点として送受波センサ 5 1 b の水平方向に広がる仮想円 V C b b 上に存在するとの演算結果が得られる。

【0115】

なお、図 7 A には、仮想円 V C b b と半径が等しく、送受波センサ 5 1 b を中心点として 3 次元に広がる仮想球体 S P b b を示す。

【0116】

また、演算部 1 1 2 は、送受波センサ 5 1 b から物体 O B x までの距離、送受波センサ 5 1 b の送波タイミング、及び送受波センサ 5 1 c の受波タイミングに基づいて、送受波センサ 5 1 c から物体 O B x までの距離を算出する。これにより、仮定の物体 O B x は、図 7 B に示すように、送受波センサ 5 1 c の送受波領域 A R c 内であって、送受波センサ 5 1 b、5 1 c を焦点として送受波センサ 5 1 b、5 1 c の水平方向に広がる仮想楕円 V E c 上に存在するとの演算結果が得られる。

【0117】

なお、図 7 A には、送受波センサ 5 1 c から物体 O B c の実際の反射点までの距離と等しい半径を有し、送受波センサ 5 1 c を中心点として 3 次元に広がる仮想球体 S P c を示す。

10

20

30

40

50

## 【0118】

また、上記説明では、時刻  $t_{33}$  から時刻  $t_{34}$  までの経過時間、及び時刻  $t_{33}$  から時刻  $t_{35}$  までの経過時間における車両 1 の移動距離は無視できるほど微小であるものとして、この間の車両 1 の移動距離をゼロとしている。

## 【0119】

演算部 112 は、送受波センサ 51b から物体  $OB_x$  までの距離、送受波センサ 51c から物体  $OB_x$  までの距離、及び送受波センサ 51b、51c 間の距離から、三辺測量法を用いて送受波センサ 51b、51c の送受波情報に基づく物体  $OB_x$  の座標  $CR_{bc}$  を求める。この場合にも、物体  $OB_x$  の座標  $CR_{bc}$  は仮想円  $VC_{bb}$  及び仮想楕円  $VE_c$  の交点の位置に相当することとなる。

10

## 【0120】

ただし、実際には送受波センサ 51b、51c の前方上方に存在する物体  $OB_c$  からの反射波 45b、44c を仮想の物体  $OB_x$  からの反射波として演算処理を行っているため、座標  $CR_{bc}$  は、送受波センサ 51b、51c の水平方向前方であって、送受波センサ 51b、51c の中央付近にあるものとして算出される。

## 【0121】

次に、物体検出装置 10 は、送受波センサ 51b の時系列の送受波情報に基づいて物体  $OB_x$  の座標を算出する。この場合について図 8 を用いて説明する。なお、図 8A の車両 1 の側面図においても、説明の便宜上、水平方向に並ぶ送受波センサ 51b、51c の両方を示している。

20

## 【0122】

図 8A、図 8B に示すように、送受波センサ 51b が、時刻  $t_{33}$  から遡る時刻  $t_{31}$  において、送受波領域  $AR_{ba}$  に音波 31b を送波し、物体  $OB_c$  に音波 31b が反射された反射波 42b を時刻  $t_{31}$  より後の時刻  $t_{32}$  に受波していたとする。

## 【0123】

物体検出装置 10 の演算部 112 は、送受波センサ 51b におけるこれらの送受波情報を記憶部 115 から取得する。また、演算部 112 は、送受波センサ 51b の時刻  $t_{31}$ 、 $t_{32}$  における送受波情報に基づいて、時刻  $t_{32}$  における送受波センサ 51b から物体  $OB_x$  までの距離を算出する。

## 【0124】

これにより、仮想の物体  $OB_x$  は、図 8B に示すように、送受波センサ 51b の送受波領域  $AR_{ba}$  内であって、送受波センサ 51b を中心点として送受波センサ 51b の水平方向に広がる仮想円  $VC_{ba}$  上に存在するとの演算結果が得られる。

30

## 【0125】

なお、図 8A には、図 7A に示した仮想球体  $SP_{bb}$  と共に、仮想円  $VC_{ba}$  と半径が等しく、送受波センサ 51b を中心点として 3 次元に広がる仮想球体  $SP_{ba}$  を示す。

## 【0126】

また、上記説明では、時刻  $t_{31}$  から時刻  $t_{32}$  までの経過時間における車両 1 の移動距離は無視できるほど微小であるものとして、この間の車両 1 の移動距離をゼロとしている。

40

## 【0127】

また、演算部 112 は、取得部 111 が車両制御装置 20 の車速センサ 21 から取得した時刻  $t_{32}$  から時刻  $t_{34}$  の間における車両 1 の速度情報に基づいて、時刻  $t_{32}$  から時刻  $t_{34}$  の間における車両 1 の移動距離を算出する。

## 【0128】

また、演算部 112 は、時刻  $t_{32}$  における送受波センサ 51b から物体  $OB_x$  までの距離、時刻  $t_{34}$  における送受波センサ 51b から物体  $OB_x$  までの距離、及びこの間の車両 1 の移動距離から、三辺測量法を用いて送受波センサ 51b の時系列の送受波情報に基づく物体  $OB_x$  の座標  $CR_{bb}$  を求める。

## 【0129】

50

この場合、物体OBxの座標CRbbは仮想円VCba, VCbbの交点の位置に相当し、例えば送受波センサ51bの送受波領域ARba, ARbbの中心軸に対して線対称に配置される2つの候補座標Cca, Ccbを含む。

【0130】

図8Aの車両1の側面図では、送受波領域ARba, ARbbの中心軸を挟んで左右方向に位置する候補座標Cca, Ccbを、便宜上、送受波センサ51bの水平方向前方に並べて示している。このように、候補座標Cca, Ccbは、仮想球体SPba, SPbbの表面同士の交点により形成される仮想円VCcr上であって、送受波センサ51bと同じ高さ位置の2点に配置される。

【0131】

なお、時刻t32から時刻t34の間において、車両1が一貫して、送受波センサ51bの送受波領域ARba, ARbbの中心軸に対して平行に移動していた場合、送受波センサ51bの送受波領域ARba, ARbbの中心軸から候補座標Ccaまでの距離Ha、及び候補座標Ccbまでの距離Hbは、送受波センサ51bから物体OBcの反射点までの高さ方向の距離Hと略一致することとなる。

【0132】

物体検出装置10の判定部113は、候補座標Cca, Ccbのうち、より座標CRbcに近い候補座標Ccbと、座標CRbcとを比較し、これらの候補座標Ccb及び座標CRbcが所定範囲内に収まっているか否かに応じて、座標CRbb, CRbcの演算結果の真偽を判定する。

【0133】

図8Bの例では、候補座標Ccbと座標CRbcとの距離は大きく離れており、判定部113は、例えば座標CRbb, CRbcの演算結果は偽であると判定する。

【0134】

物体検出装置10の制御部114は、座標CRbb, CRbcの演算結果が偽であると判定されると、いずれの座標CRbb, CRbcにも基づくことなく、車両1に回避制御を行わせる信号を車両制御装置20に出力するか否かを決定する。

【0135】

以上、幾つかの状況において、物体検出装置10が物体検出の真偽判定を行う場合の例について説明したが、物体検出装置10による物体検出の真偽判定が可能な状況は上記以外にも種々想定される。例えば、車両1の進行方向下方に縁石がある場合のように、車両1の走行の妨げとならない程度に十分に低い段差が存在する場合などにも物体検出装置10による物体検出の真偽判定が可能である。

【0136】

(物体検出システムによる物体検出方法)

次に、図9を用いて、実施形態の物体検出システム100による物体検出方法の例について説明する。

【0137】

なお、図9において、送受波センサ(b)は送受波センサ51bを意味し、送受波センサ(c)は送受波センサ51cを意味する。ただし、物体検出システム100において、物体の検出に用いられる送受波センサの組み合わせはこれに限られない。

【0138】

物体検出システム100では、車両1の前端部に取り付けられた送受波センサ51a~51dのうち、いずれかを組み合わせて物体検出を行うことができ、より好ましくは、互いに隣りに配置された送受波センサ51a, 51b同士、送受波センサ51b, 51c同士、または送受波センサ51c, 51d同士を組み合わせる用いることができる。

【0139】

また、物体検出システム100では、車両1の後端部に取り付けられた送受波センサ52a~52dのうち、いずれかを組み合わせて物体検出を行うことができ、より好ましくは、互いに隣りに配置された送受波センサ52a, 52b同士、送受波センサ52b, 5

10

20

30

40

50

2 c 同士、または送受波センサ 5 2 c , 5 2 d 同士を組み合わせる用いることができる。

【 0 1 4 0 】

また、図 9 において、座標 ( b b ) は、同一の送受波センサにおける時系列の送受波情報に基づいて算出された座標を意味し、例えば上述の図 5 A ~ 図 8 B の座標 C R b b に相当する。また、座標 ( b c ) は、複数の送受波センサの送受波情報に基づいて算出された座標を意味し、例えば上述の図 5 A ~ 図 8 B の座標 C R b c に相当する。

【 0 1 4 1 】

図 9 に示すように、例えば時刻 t 1 に送受波センサ 5 1 b が音波を送波する ( ステップ S 1 0 1 ) 。また、時刻 t 1 の後の時刻 t 2 に、送受波センサ 5 1 b が、自身に由来する反射波、例えば、時刻 t 1 に送波された音波の反射波を受波する ( ステップ S 1 0 2 ) 。

10

【 0 1 4 2 】

取得部 1 1 1 は、送受波センサ 5 1 b の時刻 t 1 , t 2 における送受波情報を取得し、記憶部 1 1 5 に格納する ( ステップ S 1 0 3 ) 。

【 0 1 4 3 】

また、例えば時刻 t 3 に送受波センサ 5 1 b が音波を送波する ( ステップ S 1 0 4 ) 。また、時刻 t 3 の後の時刻 t 4 に、送受波センサ 5 1 b が、自身に由来する反射波、例えば、時刻 t 3 に送波された音波の反射波を受波する ( ステップ S 1 0 5 ) 。更に、時刻 t 4 の後の時刻 t 5 に、送受波センサ 5 1 c が、送受波センサ 5 1 b が時刻 t 3 に送波した音波の反射波を受波する ( ステップ S 1 0 6 ) 。

【 0 1 4 4 】

20

ただし、送受波センサ 5 1 b , 5 1 c と、音波の反射点となった物体との位置関係によっては、送受波センサ 5 1 b による受波が、送受波センサ 5 1 c による受波の後になることもある。

【 0 1 4 5 】

取得部 1 1 1 は、送受波センサ 5 1 b , 5 1 c の時刻 t 3 ~ t 5 における送受波情報、及び車両 1 の時刻 t 2 ~ t 4 における速度情報を取得する ( ステップ S 1 0 7 ) 。

【 0 1 4 6 】

演算部 1 1 2 は、異なる送受波センサ 5 1 b , 5 1 c のそれぞれの送受波情報に基づいて、三辺測量法により物体の座標 C R b c を算出する ( ステップ S 1 0 8 ) 。

【 0 1 4 7 】

30

例えば、演算部 1 1 2 は、送受波センサ 5 1 b が時刻 3 に送波した音波の情報、送受波センサ 5 1 b が時刻 t 4 に受波した反射波の情報、送受波センサ 5 1 c が時刻 t 5 に受波した反射波の情報、及び送受波センサ 5 1 b , 5 1 c 間の距離に基づいて、物体の座標 C R b c を求めてもよい。

【 0 1 4 8 】

また、演算部 1 1 2 は、送受波センサ 5 1 b における時系列の送受波情報、及びこの間の車両 1 の速度情報に基づいて、三辺測量法により物体の座標 C R b b を算出する ( ステップ S 1 0 9 ) 。

【 0 1 4 9 】

例えば、演算部 1 1 2 は、記憶部 1 1 5 に格納された送受波情報を参照し、送受波センサ 5 1 b が時刻 1 に送波した音波の情報、送受波センサ 5 1 b が時刻 t 2 に受波した反射波の情報、送受波センサ 5 1 b が時刻 3 に送波した音波の情報、送受波センサ 5 1 b が時刻 t 4 に受波した反射波の情報、及び時刻 t 2 ~ t 4 における車両 1 の速度情報に基づいて、物体の座標 C R b b を求める。

40

【 0 1 5 0 】

なお、ステップ S 1 0 8 の処理とステップ S 1 0 9 の処理とは処理順を入れ替え可能である。例えば、図 9 の例によらず、ステップ S 1 0 9 の処理を先に行い、ステップ S 1 0 8 の処理をその後に行ってもよい。

【 0 1 5 1 】

より詳細には、時刻 t 4 における送受波センサ 5 1 b と物体との距離を、時刻 t 5 にお

50

ける送受波センサ 5 1 c と物体との距離よりも先に算出さえすれば、時刻  $t_2$  における送受波センサ 5 1 b と物体との距離は、どのタイミングで算出してもよい。また、時刻  $t_2 \sim t_4$  における車両 1 の移動距離も、送受波センサ 5 1 b , 5 1 c と物体との距離の少なくともいずれかより先に算出しておいてもよいし、送受波センサ 5 1 b , 5 1 c と物体との距離を全て算出した後に算出してもよい。

【 0 1 5 2 】

判定部 1 1 3 は、送受波センサ 5 1 b , 5 1 c の送受波情報に基づく座標  $CRbc$  と、送受波センサ 5 1 b の時系列の送受波情報に基づく座標  $CRbb$  との間の距離が所定値内であるか否かを判定する（ステップ  $S110$ ）。

【 0 1 5 3 】

座標  $CRbc$  ,  $CRbb$  間の距離が所定値内であった場合（ステップ  $S110$  :  $Yes$  ）、判定部 1 1 3 は座標  $CRbc$  ,  $CRbb$  の演算結果は真であると判定する（ステップ  $S111$ ）。

【 0 1 5 4 】

この場合、制御部 1 1 4 は、座標  $CRbc$  ,  $CRbb$  の少なくともいずれかを車両制御情報として取り扱う（ステップ  $S112$ ）。例えば、制御部 1 1 4 は、座標  $CRbc$  ,  $CRbb$  の少なくともいずれかに基づいて、車両 1 の制御を指示する信号を出力するか否かを決定してもよい。

【 0 1 5 5 】

座標  $CRbc$  ,  $CRbb$  間の距離が所定値を超えていた場合（ステップ  $S110$  :  $No$  ）、判定部 1 1 3 は座標  $CRbc$  ,  $CRbb$  の演算結果は偽であると判定する（ステップ  $S113$ ）。

【 0 1 5 6 】

この場合、制御部 1 1 4 は、座標  $CRbc$  ,  $CRbb$  のいずれも車両制御情報として取り扱わない（ステップ  $S114$ ）。例えば、制御部 1 1 4 は、座標  $CRbc$  ,  $CRbb$  のいずれにも基づくことなく、車両 1 の制御を指示する信号を出力するか否かを決定してもよい。

【 0 1 5 7 】

このように、制御部 1 1 4 から車両制御装置 2 0 へと信号が出力されることにより、または出力されないことにより、車両 1 が適正に制御される（ステップ  $S115$ ）。

【 0 1 5 8 】

以上により、実施形態の物体検出システム 1 0 0 による物体検出方法が終了する。

【 0 1 5 9 】

（概括）

超音波といった音波を用いた物体検出装置においては、複数の送受波センサからの送受波情報に基づいて車両の周囲の物体を検出し、また、物体の座標を特定する。具体的には、1つの送受波センサから送波された音波に基づく反射波を、その送受波センサ自身が受波したこと、及びその送受波センサとは異なる送受波センサが受波したことに基づいて物体の座標を算出する。

【 0 1 6 0 】

しかしながら、このような手法では、これらの送受波センサが、例えば、それぞれ異なる物体からの反射波を受波していた場合、または、車両の上方に物体が位置していた場合に誤検出をしてしまう恐れがある。

【 0 1 6 1 】

例えば、物体検出装置が、仮に上述の図 6 A において算出された座標  $CRbc$  のみに基づいて動作を行った場合、車両 1 と衝突の可能性がある位置に物体が存在すると誤検出する恐れがある。この場合、例えば物体  $OBa$  ,  $OBc$  間に車両 1 が通り抜けるのに十分な間隔があった場合でも、不必要に車両 1 に制動をかけたり、車両 1 の加速を抑制したりしてしまうこととなる。

【 0 1 6 2 】

10

20

30

40

50

また例えば、物体検出装置が、仮に上述の図 7 A、図 7 B において算出された座標 C R b c のみに基づいて動作を行った場合、車両 1 の正面に物体が存在すると誤検出する恐れがある。この場合、例えば物体 O B c が車両 1 の車高を超える高さ位置にあった場合でも、不必要に車両 1 に制動をかけたり、車両 1 の加速を抑制したりしてしまうこととなる。

【 0 1 6 3 】

また、上述の特許文献 1 では、受波された反射波の強度に基づいて段差の判定を行う手法を提示している。しかしながら、反射波の強度には、例えば、反射面の形状および材質、並びに車両の周囲の温湿度によってばらつきが生じることがあり、上記手法では高精度の判定は困難である。

【 0 1 6 4 】

実施形態の物体検出装置 1 0 によれば、送受波センサ 5 1 b が受波した反射波と、送受波センサ 5 1 c が受波した反射波とに基づいて物体の座標 C R b c を求め、送受波センサ 5 1 b が異なる時刻に受波した複数の反射波に基づいて物体の座標 C R b c , C R b b を求める。

【 0 1 6 5 】

これにより、座標 C R b c , C R b b 間の距離を比較することで、座標 C R b c , C R b b の演算結果の真偽を判定することができ、車両 1 に対する物体の座標算出精度を高めることができる。

【 0 1 6 6 】

実施形態の物体検出装置 1 0 によれば、制御部 1 1 4 は、演算結果の真偽についての判定部 1 1 3 の判定結果が偽であった場合、その演算結果に基づくことなく車両 1 に制動をかけさせ、または車両 1 の加速を抑制させる信号を出力するか否かを決定する。これにより、不必要に車両 1 に制動をかけさせ、または車両 1 の加速を抑制させることを避けることができる。

【 0 1 6 7 】

( 変形例 )

次に、図 1 0 A、図 1 0 B、図 1 1 A 及び図 1 1 B を用いて、実施形態の変形例の物体検出装置について説明する。変形例の物体検出装置においては、複数の送受波センサにおける時系列の送受波情報に基づき、演算結果の真偽判定を行う点が、上述の実施形態の物体検出装置 1 0 とは異なる。

【 0 1 6 8 】

変形例の物体検出装置において、図 1 0 A、図 1 0 B、図 1 1 A 及び図 1 1 B における物体 O B c の検出は、上述の実施形態の図 7 A、図 7 B、図 8 A 及び図 8 B の物体 O B c の検出に加えて実施される。そこで、図 1 0 A、図 1 0 B においては、図 7 A、図 7 B において算出された座標 C R b c を予め示しておく。また、図 1 1 A、図 1 1 B においては、図 7 A、図 7 B において算出された座標 C R b c に加え、図 8 A、図 8 B において算出された座標 C R b b を予め示しておく。なお、図 7 A、図 7 B 及び図 8 A、図 8 B の動作と図 1 0 A、図 1 0 B、図 1 1 A 及び図 1 1 B の動作とは、いずれが先に実施されてもよい。

【 0 1 6 9 】

まずは、図 1 0 A、図 1 0 B を用いて、送受波センサ 5 1 b , 5 1 c からの送受波情報に基づいて物体 O B c の座標を算出する場合について説明する。

【 0 1 7 0 】

図 1 0 A、図 1 0 B に示すように、送受波センサ 5 1 c が、時刻 t 4 3 に送受波領域 A R c b に音波 3 3 c を送波し、物体 O B c に音波 3 3 c が反射された反射波 4 4 c を時刻 t 4 3 より後の時刻 t 4 4 に受波したとする。また、送受波センサ 5 1 b が、送受波センサ 5 1 c からの音波 3 3 c が物体 O B c に反射された反射波 4 5 b を時刻 t 4 4 より後の時刻 t 4 5 に受波したとする。

【 0 1 7 1 】

送受波センサ 5 1 b の受波タイミングが、送受波センサ 5 1 c の受波タイミングよりも

10

20

30

40

50

後の時刻  $t_{45}$  となっているのは、送受波センサ 51c の送受波が、物体  $OB_c$  において送受波センサ 51c に最も近い部位を反射点として行われるのに対し、送受波センサ 51b からは、この反射点が送受波センサ 51c 寄り、例えば、車両 1 の正面方向に対して、右寄りにずれた遠い位置にあるためである。

【0172】

変形例の演算部は、送受波センサ 51c の送波タイミング及び受波タイミングに基づいて、送受波センサ 51c から、送受波センサ 51c に対して水平方向にあると仮定した仮想の物体  $OB_x$  までの距離を算出する。これにより、仮想の物体  $OB_x$  は、図 10B に示すように、送受波センサ 51c の送受波領域  $AR_{cb}$  内であって、送受波センサ 51c を中心点として送受波センサ 51c の水平方向に広がる仮想円  $VC_{cb}$  上に存在するとの演算結果が得られる。

10

【0173】

なお、図 10A には、仮想円  $VC_{cb}$  と半径が等しく、送受波センサ 51c を中心点として 3 次元に広がる仮想球体  $SP_{cb}$  を示す。

【0174】

変形例の演算部は、同様に、物体  $OB_x$  が送受波センサ 51b に対して水平方向にあるとの仮定のもと、送受波センサ 51c から物体  $OB_x$  までの距離、送受波センサ 51c の送波タイミング、及び送受波センサ 51b の受波タイミングに基づいて、送受波センサ 51b から物体  $OB_x$  までの距離を算出する。これにより、仮想の物体  $OB_x$  は、図 10B に示すように、送受波センサ 51b の送受波領域  $AR_b$  内であって、送受波センサ 51b , 51c を焦点として送受波センサ 51b , 51c の水平方向に広がる仮想楕円  $VE_b$  上に存在するとの演算結果が得られる。

20

【0175】

なお、図 10A には、送受波センサ 51b から物体  $OB_c$  の実際の反射点までの距離と等しい半径を有し、送受波センサ 51b を中心点として 3 次元に広がる仮想球体  $SP_b$  を示す。

【0176】

また、上記説明では、時刻  $t_{43}$  から時刻  $t_{44}$  までの経過時間、及び時刻  $t_{43}$  から時刻  $t_{45}$  までの経過時間における車両 1 の移動距離は無視できるほど微小であるものとして、この間の車両 1 の移動距離をゼロとしている。

30

【0177】

変形例の演算部は、送受波センサ 51c から物体  $OB_x$  までの距離、送受波センサ 51b から物体  $OB_x$  までの距離、及び送受波センサ 51b , 51c 間の距離から、三辺測量法を用いて送受波センサ 51c , 51b の送受波情報に基づく物体  $OB_x$  の座標  $CR_{cb}$  を求める。

【0178】

この場合にも、物体  $OB_x$  の座標  $CR_{cb}$  は仮想円  $VC_{cb}$  及び仮想楕円  $VE_b$  の交点の位置に相当することとなる。座標  $CR_{cb}$  は、送受波センサ 51b , 51c の水平方向前方であって、送受波センサ 51b , 51c の中央付近にあるものとして、座標  $CR_{bc}$  に極めて近い位置に算出される。

40

【0179】

次に、図 11A、図 11B を用いて、送受波センサ 51b の時系列の送受波情報に基づいて物体  $OB_c$  の座標を算出する場合について説明する。

【0180】

図 11A、図 11B に示すように、送受波センサ 51c が、時刻  $t_{43}$  から遡る時刻  $t_{41}$  において、送受波領域  $AR_{ca}$  に音波 31c を送波し、物体  $OB_c$  に音波 31c が反射された反射波 42c を時刻  $t_{41}$  より後の時刻  $t_{42}$  に受波していたとする。

【0181】

変形例の演算部は、送受波センサ 51b におけるこれらの送受波情報を変形例の記憶部から取得する。また、演算部は、物体  $OB_x$  が送受波センサ 51c に対して水平方向にあ

50

るとの仮定のもと、送受波センサ 5 1 c の時刻  $t_{41}$  ,  $t_{42}$  における送受波情報に基づいて、時刻  $t_{42}$  における送受波センサ 5 1 c から物体 O B x までの距離を算出する。

【 0 1 8 2 】

これにより、仮想の物体 O B x は、図 1 1 B に示すように、送受波センサ 5 1 c の送受波領域 A R c a 内であって、送受波センサ 5 1 c を中心点として送受波センサ 5 1 c の水平方向に広がる仮想円 V C c a 上に存在するとの演算結果が得られる。

【 0 1 8 3 】

なお、図 1 1 A には、図 1 0 A に示した仮想球体 S P c b と、仮想円 V C c a と半径が等しく、送受波センサ 5 1 c を中心点として 3 次元に広がる仮想球体 S P c a を示す。

【 0 1 8 4 】

また、上記説明では、時刻  $t_{41}$  から時刻  $t_{42}$  までの経過時間における車両 1 の移動距離は無視できるほど微小であるものとして、この間の車両 1 の移動距離をゼロとしている。

【 0 1 8 5 】

また、変形例の演算部は、時刻  $t_{42}$  から時刻  $t_{44}$  の間における車両 1 の速度情報に基づいて、時刻  $t_{42}$  から時刻  $t_{44}$  の間における車両 1 の移動距離を算出する。

【 0 1 8 6 】

また、演算部は、時刻  $t_{42}$  における送受波センサ 5 1 c から物体 O B x までの距離、時刻  $t_{44}$  における送受波センサ 5 1 c から物体 O B x までの距離、及びこの間の車両 1 の移動距離から、三辺測量法を用いて送受波センサ 5 1 c の時系列の送受波情報に基づく物体 O B x の座標 C R c c を求める。

【 0 1 8 7 】

この場合、物体 O B x の座標 C R c c は仮想円 V C c a , V C c b の交点の位置に相当し、例えば送受波センサ 5 1 c の送受波領域 A R c a , A R c b の中心軸に対して線対称に配置される 2 つの候補座標 C C c , C C d を含む。

【 0 1 8 8 】

図 1 1 A の車両 1 の側面図では、送受波領域 A R c a , A R c b の中心軸を挟んで左右方向に位置する候補座標 C C c , C C d を、便宜上、送受波センサ 5 1 c の水平方向前方に並べて示している。このように、候補座標 C C c , C C d は、仮想球体 S P c a , S P c b の表面同士の交点により形成される仮想円 V C c r 上であって、送受波センサ 5 1 c と同じ高さ位置の 2 点に配置される。

【 0 1 8 9 】

なお、時刻  $t_{42}$  から時刻  $t_{44}$  の間において、車両 1 が一貫して、送受波センサ 5 1 c の送受波領域 A R c a , A R c b の中心軸に対して平行に移動していた場合、送受波センサ 5 1 c の送受波領域 A R c a , A R c b の中心軸から候補座標 C C c までの距離 H c 、及び候補座標 C C d までの距離 H d は、送受波センサ 5 1 c から物体 O B c の反射点までの高さ方向の距離 H と略一致することとなる。

【 0 1 9 0 】

また、座標 C R c c に含まれる候補座標 C C c , C C d の位置は、上述の図 8 A 、図 8 B で算出された座標 C R b c に含まれる候補座標 C C a , C C b に対して、それぞれ送受波センサ 5 1 b , 5 1 c 間の距離に応じて車両 1 の正面方向に対して右寄りにシフトしている。

【 0 1 9 1 】

変形例の判定部は、候補座標 C C a , C C b のうち、より座標 C R b c , C R c b に近い候補座標 C C b と、候補座標 C C c , C C d のうち、より座標 C R b c , C R c b に近い候補座標 C C c と、座標 C R b c , C R c b とに基づいて、座標 C R b b , C R b c , C R c c , C R c b の演算結果の真偽を判定する。

【 0 1 9 2 】

このとき、変形例の判定部は、候補座標 C C b , C C c 及び座標 C R b c , C R c b のそれぞれの距離のうち、例えば所定値を超える座標の組み合わせが所定数を越えているか

10

20

30

40

50



否か、例えば、所定の範囲を外れる座標が所定数を越えているか否かによって、座標 C R b b , C R b c , C R c c , C R c b の演算結果の真偽判定を行ってよい。

【 0 1 9 3 】

なお、候補座標 C C b , C C c 及び座標 C R b c , C R c b のうち、例えば所定の範囲を外れる座標が少なくとも 1 つある場合、座標 C R b b , C R b c , C R c c , C R c b の演算結果を偽と判定する、とすることができる。このとき、判定に用いる所定範囲は、上述の実施形態において、判定部 1 1 3 が判定に用いる所定範囲と等しくとも異なってもよい。

【 0 1 9 4 】

図 1 1 A、図 1 1 B の例では、候補座標 C C b と候補座標 C C c と座標 C R b c , C R c b との距離はいずれも大きく離れており、変形例の判定部は、例えば座標 C R b b , C R b c , C R c c , C R c b の演算結果は偽であると判定する。

10

【 0 1 9 5 】

変形例の制御部は、座標 C R b b , C R b c , C R c c , C R c b の演算結果が偽であると判定されると、いずれの座標 C R b b , C R b c , C R c c , C R c b にも基づくことなく、車両 1 に回避制御を行わせる信号を出力するか否かを決定する。

【 0 1 9 6 】

以上、車両 1 の進行方向上方に物体 O B c がある状況において、変形例の物体検出装置が物体検出の真偽判定を行う場合の例について説明したが、上述の実施形態の物体検出装置 1 0 と同様、変形例の物体検出装置によれば、例えば、車両 1 の周囲に複数の物体が存在する場合、または車両 1 の進行方向下方に十分に低い段差が存在する場合にも物体検出の真偽判定を行うことが可能である。

20

【 0 1 9 7 】

変形例の物体検出装置によれば、物体の座標 C R b c , C R b b に加えて、演算部は更に、送受波センサ 5 1 c が受波した反射波と、送受波センサ 5 1 b が受波した反射波とに基づいて物体の座標 C R c b を求めるとともに、送受波センサ 5 1 c が異なる時刻に受波した複数の反射波に基づいて物体の座標 C R c c を求める。

【 0 1 9 8 】

これにより、座標 C R b b , C R b c , C R c c , C R c b に基づいて演算結果の真偽判定を行うことで、車両 1 に対する物体の座標算出精度をよりいっそう高めることができる。

30

【 0 1 9 9 】

変形例の物体検出装置によれば、その他、上述の実施形態 1 の物体検出装置 1 0 と同様の効果を奏する。

【 0 2 0 0 】

なお、上述の実施形態および変形例の物体検出装置において、各構成要素に用いた「・ ・ ・ 部」という表記は、上述のとおり、「・ ・ ・ 回路 ( c i r c u i t r y )」、「・ ・ ・ アセンブリ」、「・ ・ ・ デバイス」、「・ ・ ・ ユニット」、又は、「・ ・ ・ モジュール」といった他の表記に置換されうる。

【 0 2 0 1 】

40

また、上述の実施形態および変形例の物体検出装置は、例えば R O M 1 3 にインストールされているプログラムを C P U 1 1 が実行することにより、物体検出処理を行うこととした。

【 0 2 0 2 】

しかし、物体検出装置で実行されるプログラムは、インストール可能な形式または実行可能な形式のファイルで C D - R O M、フレキシブルディスク ( F D )、C D - R、D V D ( D i g i t a l V e r s a t i l e D i s k ) 等のコンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録されて提供されてもよい。あるいは、ネットワークを介してプログラムをダウンロードし、コンピュータで実行させてもよい。

【 0 2 0 3 】

50

また、物体検出装置の機能の少なくとも一部が、CPUを有さない専用のハードウェア回路によって実現されてもよい。

【0204】

このように、上述の実施形態および変形例の物体検出装置は、ソフトウェア、ハードウェア、またはハードウェアと連携したソフトウェアで実現することが可能である。また、上述の実施形態および変形例の物体検出装置は、システム、装置、方法、集積回路、コンピュータプログラム、または記録媒体で実現されてもよく、システム、装置、方法、集積回路、コンピュータプログラム、及び記録媒体の任意な組み合わせで実現されてもよい。なお、プログラム製品は、コンピュータプログラムが記録されたコンピュータが読み取り可能な媒体である。

10

【0205】

また、上述の実施形態および変形例の物体検出装置の各機能ブロックは、部分的に、または全体的に、集積回路であるLSIとして実現され、上述の実施形態および変形例の物体検出装置の各処理は、部分的に、または全体的に、1つのLSIまたはLSIの組み合わせによって制御されてもよい。LSIは個々のチップから構成されてもよいし、機能ブロックの一部または全てを含むように1つのチップから構成されてもよい。LSIはデータの入力と出力とを備えてもよい。LSIは、集積度の違いにより、IC、システムLSI、スーパーLSI、ウルトラLSIと呼称されることもある。

【0206】

ただし、集積回路化の手法はLSIに限るものではなく、専用回路、汎用プロセッサ又は専用プロセッサで実現してもよい。また、LSI製造後に、プログラムすることが可能なFPGA(Field Programmable Gate Array)、またはLSI内部の回路セルの接続および設定を再構成可能なリプログラマブル・プロセッサを利用してもよい。上述の実施形態および変形例の物体検出装置の各処理が、デジタル処理またはアナログ処理として実現されてもよい。

20

【0207】

さらには、半導体技術の進歩または派生する別技術によりLSIに置き換わる集積回路化の技術が登場すれば、当然、その技術を用いて機能ブロックの集積化を行ってもよい。バイオ技術の適用等が可能性としてあり得る。

【産業上の利用可能性】

30

【0208】

本開示にかかる物体検出装置および物体検出方法によれば、車両に対する物体の座標算出精度を高めることが実現できる。

【符号の説明】

【0209】

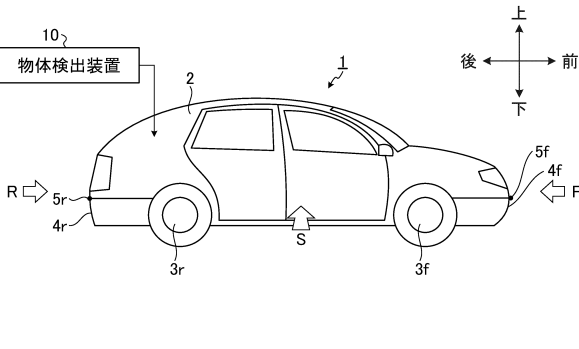
- 1 車両
- 2 車体
- 5 送受波装置
- 10 物体検出装置
- 20 車両制御装置
- 51, 52 送受波センサ
- 100 物体検出システム
- 111 取得部
- 112 演算部
- 113 判定部
- 114 制御部
- 115 記憶部
- 200 運転支援システム

40

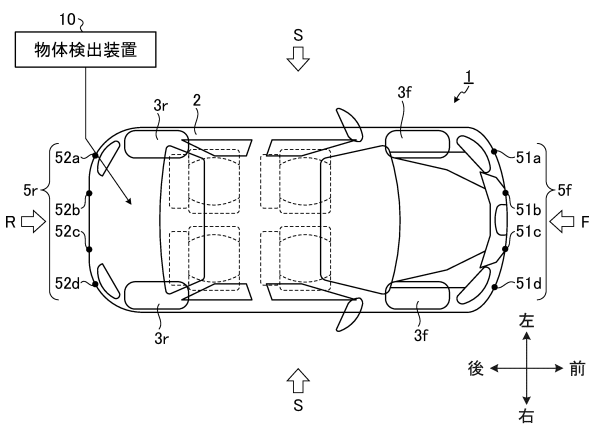
50

【図面】

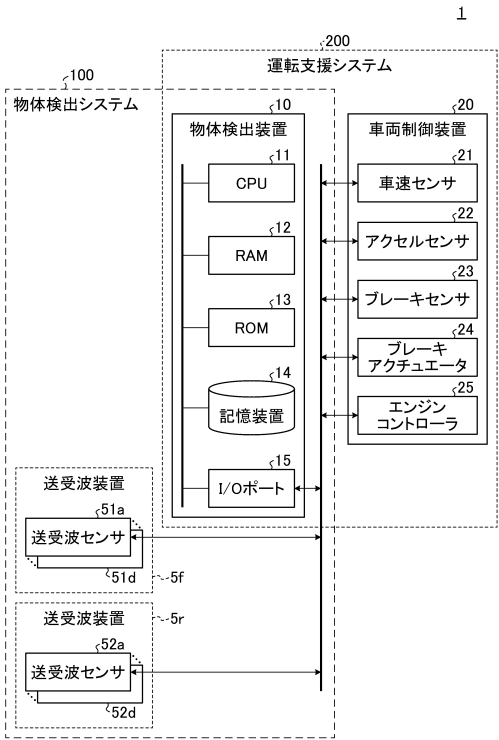
【図 1 A】



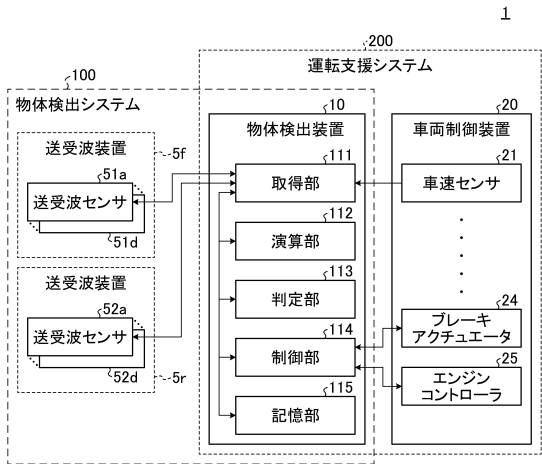
【図 1 B】



【図 2】



【図 3】



10

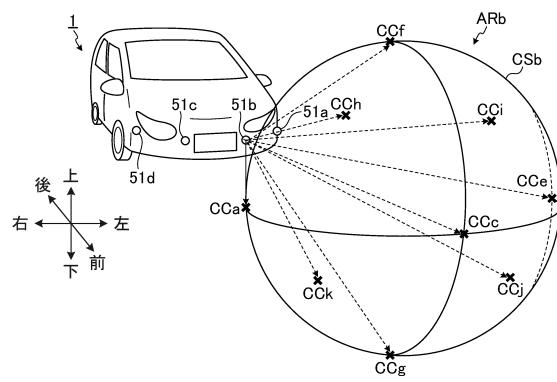
20

30

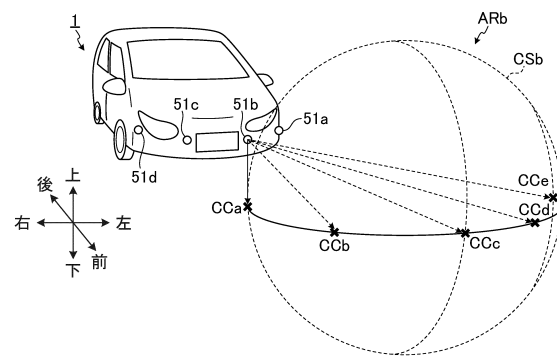
40

50

【図 4 A】

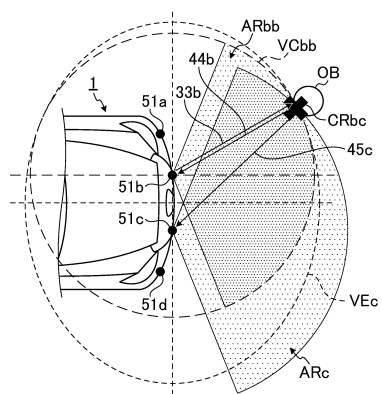


【図 4 B】

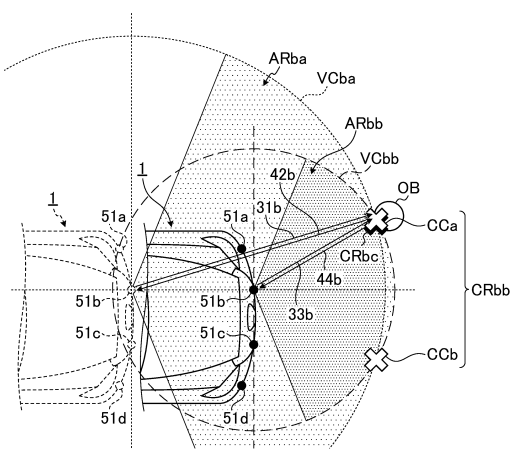


10

【図 5 A】



【図 5 B】



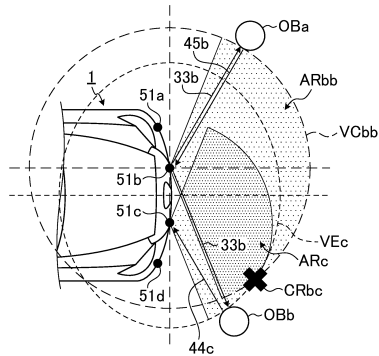
20

30

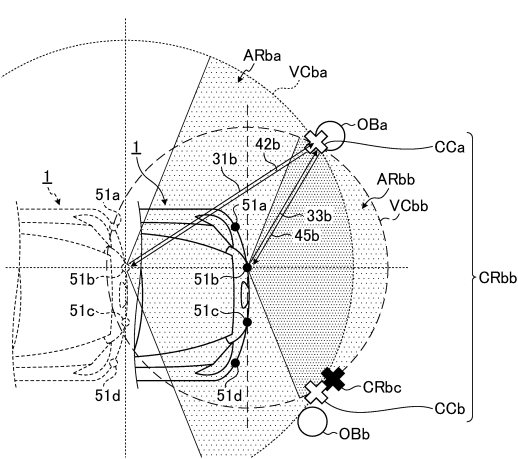
40

50

【図 6 A】

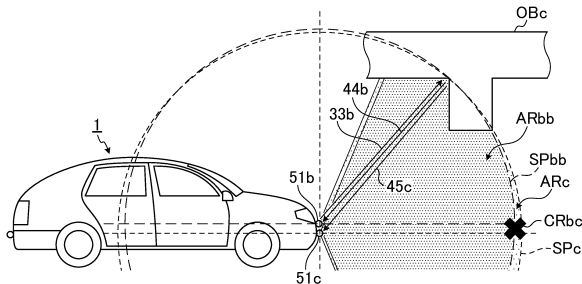


【図 6 B】

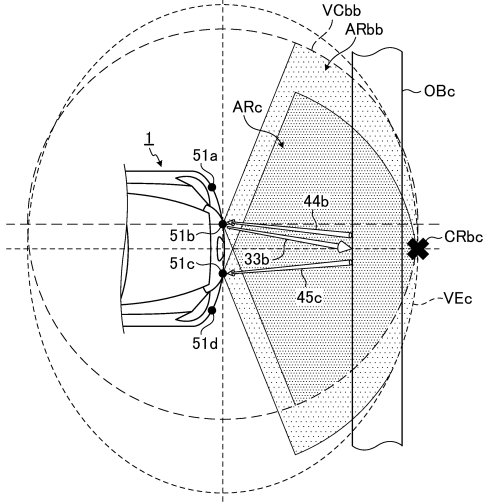


10

【図 7 A】



【図 7 B】



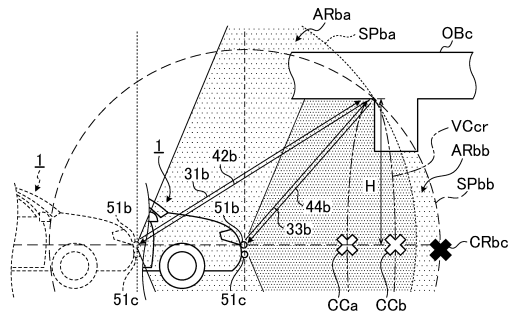
20

30

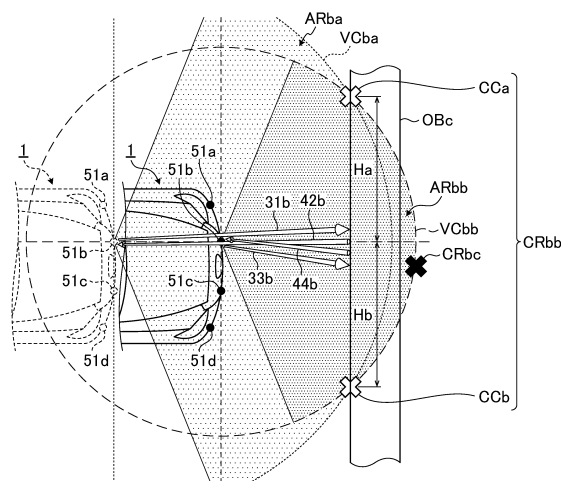
40

50

【図 8 A】

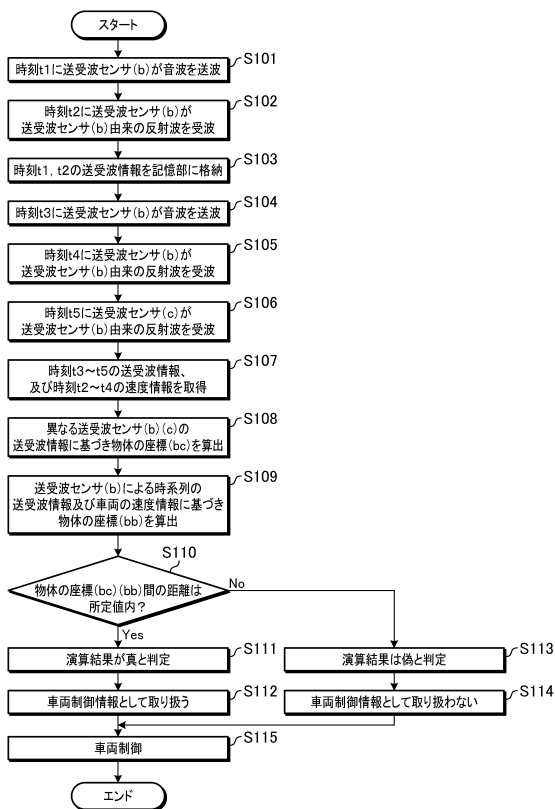


【図 8 B】

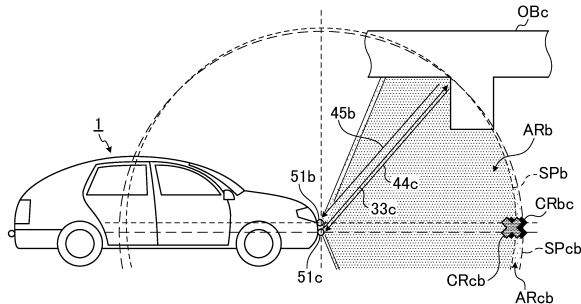


10

【図 9】



【図 10 A】



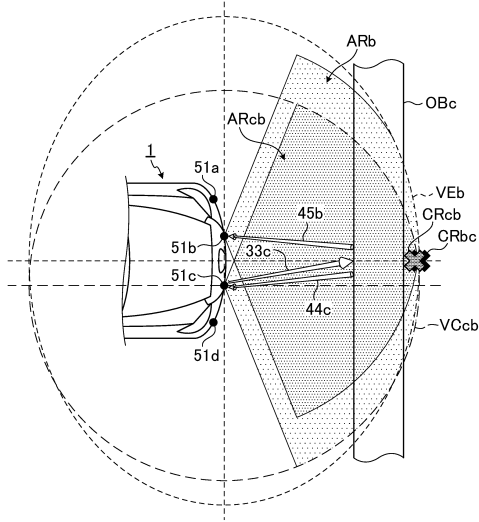
20

30

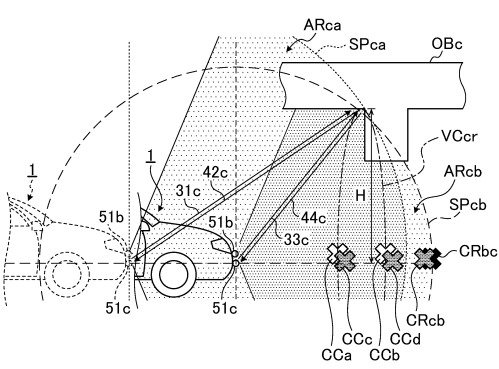
40

50

【図 1 0 B】

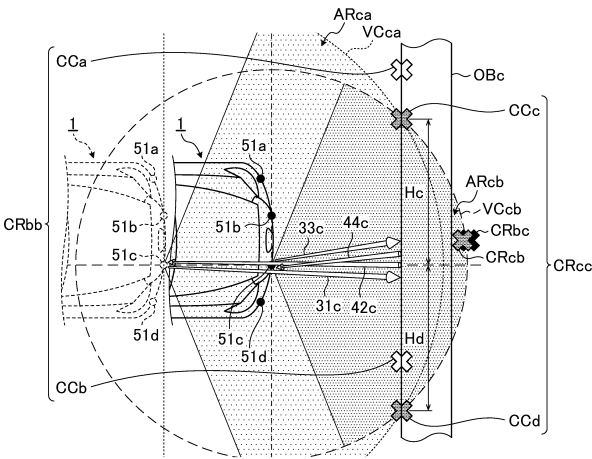


【図 1 1 A】



10

【図 1 1 B】



20

30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献      特開 2 0 1 8 - 1 0 5 6 8 8 ( J P , A )  
                    特開 2 0 1 5 - 0 0 4 5 6 2 ( J P , A )  
                    特開 2 0 1 6 - 0 8 0 6 4 4 ( J P , A )  
                    米国特許出願公開第 2 0 2 0 / 0 0 2 5 8 6 4 ( U S , A 1 )
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- G 0 1 S     5 / 1 8 - 5 / 3 0  
                    G 0 1 S     7 / 5 2 - 7 / 6 4  
                    G 0 1 S    1 5 / 0 0 - 1 5 / 9 6  
                    G 0 8 G     1 / 1 6