

(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2009-41981

(P2009-41981A)

(43) 公開日 平成21年2月26日(2009.2.26)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G O 1 S 13/93 (2006.01)	G O 1 S 13/93 Z	5 J 0 7 0
G O 1 S 13/87 (2006.01)	G O 1 S 13/87	
B 6 O R 21/00 (2006.01)	B 6 O R 21/00 6 2 4 B	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2007-205324 (P2007-205324)	(71) 出願人	000003997
(22) 出願日	平成19年8月7日(2007.8.7)		日産自動車株式会社
		(74) 代理人	100084412
			弁理士 永井 冬紀
		(72) 発明者	沖 孝彦
			神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
		Fターム(参考)	5J070 AC02 AC06 AC13 AC15 AD05
			AE01 AE09 AF03 AH50 AJ13
			AK22 AK35 BD01 BF02 BF04
			BF20

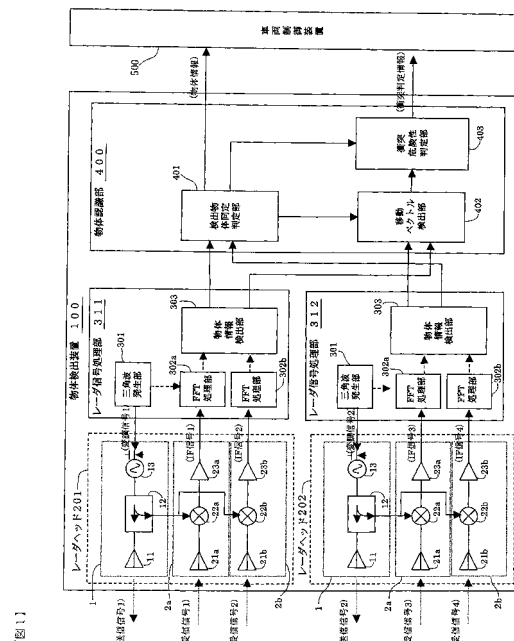
(54) 【発明の名称】 物体検出装置および方法、ならびに物体検出装置を備えた車両

(57) 【要約】

【課題】電磁波によってその物体を検出した時点におけるその物体の移動速度および移動方向を求める。

【解決手段】電磁波を送信し物体から反射される電磁波を異なる位置で受信するレーダヘッド201、202と、レーダヘッド201、202から出力される受信信号より少なくとも物体の相対速度および方位を求めるレーダ信号処理部311、312とを有する複数のレーダ装置と、その複数のレーダ装置によって求められる物体の相対速度および方位を用いて、その物体の移動ベクトルを算出する移動ベクトル検出部402とを備える。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

レーダ波を送信し対象物体から反射されたレーダ波を受信する送受信ユニットを複数備え、該送受信ユニットの観測領域が互いに重複するよう複数の異なった位置に該複数の送受信ユニットを搭載したレーダ部と、

前記複数の送受信ユニットにそれぞれ含まれている各受信回路から出力される受信信号に基づいて、各送受信ユニットに対する前記対象物体の相対速度を検出する相対速度検出手段と、

前記送受信ユニットのそれぞれの搭載位置を基準位置として、前記対象物体の方位を検出する方位検出手段と、

前記相対速度検出手段により検出された相対速度と前記方位検出手段により検出された方位とを用いて、前記対象物体の移動ベクトルを算出する移動ベクトル算出手段と、
を備えることを特徴とする物体検出装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の物体検出装置において、さらに加えて、

前記複数の送受信ユニットに含まれている各受信回路からそれぞれ出力される受信信号に基づいて、前記複数の送受信ユニットから前記対象物体までの距離を検出する距離検出手段を備え、

前記方位検出手段により検出された方位と前記距離検出手段により検出された距離とに基づいて同一対象物体が重複して観測されていると判定されたとき、前記移動ベクトル算出手段により前記移動ベクトルの算出を行うことを特徴とする物体検出装置。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の物体検出装置において、さらに加えて、

前記移動ベクトル算出手段により算出された前記対象物体の移動ベクトルと、前記距離検出手段により検出された距離と、前記レーダ部が搭載されている車両の形状情報とを用いて、前記対象物体との衝突危険度を判定する衝突判定手段を備えることを特徴とする物体検出装置。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の物体検出装置において、

前記レーダ部は、異なる 2 か所にそれぞれ配置した 2 台の送受信ユニットを有することを特徴とする物体検出装置。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の物体検出装置において、

前記レーダ部は、

前記対象物体までの距離、前記対象物体の相対速度、および前記対象物体の方位を検出するための第 1 の送受信ユニットと、

前記第 1 の送受信ユニットを挟む位置に配置されており、少なくとも前記対象物体の相対速度を検出する第 2 の送受信ユニットおよび第 3 の送受信ユニットを備え、

前記方位検出手段は、該第 1 の送受信ユニットを介して検出された距離および方位に基づいて、該第 2 の送受信ユニットおよび該第 3 の送受信ユニットを基準位置とした方位を算出することを特徴とする物体検出装置。

【請求項 6】

レーダ波を送信し対象物体から反射されたレーダ波を受信する送受信ユニットを少なくとも 3 基備え、少なくとも 2 基の送受信ユニットの観測領域内に前記対象物体が観測されるよう該送受信ユニットを異なった位置に搭載したレーダ部と、

前記送受信ユニットに含まれている各受信回路からそれぞれ出力される受信信号に基づいて、各送受信ユニットに対する前記対象物体の相対速度を検出する相対速度検出手段と、

前記送受信ユニットに含まれている各受信回路からそれぞれ出力される受信信号に基づいて、前記送受信ユニットから前記対象物体までの各距離を検出する距離検出手段と、

10

20

30

40

50

前記相対速度検出手段により検出された相対速度と、前記距離検出手段により検出された距離と、前記レーダ部の搭載位置情報とを用いて、前記対象物体の移動ベクトルを算出する移動ベクトル算出手段と、
を備えることを特徴とする物体検出装置。

【請求項 7】

請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の物体検出装置において、
前記送受信ユニットは、互いに異なる周波数帯域の電磁波を使用することを特徴とする物体検出装置。

【請求項 8】

請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の物体検出装置を備えた車両において、
自車両の移動速度と、操舵角情報およびヨーレート情報とに基づいて自車両の移動ベクトル情報を算出し、該自車両の移動ベクトル情報を用いて、前記対象物体の絶対移動ベクトル情報を算出する手段を備えることを特徴とする車両。

【請求項 9】

複数の位置からレーダ波を送信し、対象物体から反射される各レーダ波を受信して得られる受信信号を用いて前記対象物体の相対速度を求める工程と、

異なる 2 箇所に配置したレーダ装置の各位置を基準位置として前記対象物体の方位を求める工程と、

前記対象物体の相対速度および前記対象物体の方位を用いて、前記対象物体の移動ベクトルを算出する工程と、

を有することを特徴とする物体検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーダ波を送信し対象物体から反射されるレーダ波を受信することによって物体の検出を行う物体検出技術およびこの物体検出技術を用いる乗用車等の車両に関するものである。

【背景技術】

【0002】

現在、レーダ装置を使った自動車 ITS (Intelligent Transportation Systems) として、障害物検知システムや ACC (Adaptive Cruise Control) システムなどが開発されている。これらのシステムは、レーダ装置 (電波レーダ装置またはレーザレーダ装置) により前方の物体との距離、物体の方位、および物体の相対速度を検出して、前方の車両との適正な車間距離を維持し、前方の物体との衝突可能性などを判定するものである。これらのシステムは当初、自動車専用道路での使用が前提とされていたが、現在は市街地道路における適用も検討されている。

【0003】

従来、車両用の障害物検知システムとしては、被検物体の距離情報と方位情報とから生成される 2 次元的な位置情報を記憶し、この検出履歴の情報から被検物体の移動軌跡、移動方向、移動速度を求め、これらの情報から接近の危険度を判定するシステムが知られている (例えば、特許文献 1 参照)。

【特許文献 1】特開平 4 - 270981 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

一般にレーダ装置において検出される相対速度は、物体の移動速度の成分のうち、被検物体とレーダ装置とを結ぶ軸上における速度成分のみであり、被検物体とレーダ装置とを結ぶ軸に直交する速度成分は観測できない。このため、レーダ装置では、対向車両や追従車両などレーダの観測軸とほぼ平行に移動する物体については、その移動速度をある程度の誤差範囲内で検出できるが、横断歩行者などのレーダの観測軸とほぼ垂直に移動する物

10

20

30

40

50

体は、その移動速度を検出できないという問題点があった。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明による物体検出装置は、レーダ部を備えている。このレーダ部には、レーダ波を送信し対象物体から反射されたレーダ波を受信する送受信ユニットが複数個含まれており、これら送受信ユニットの観測領域が互いに重複するよう、複数の異なった位置に搭載してある。また、複数の送受信ユニットに含まれている各受信回路からそれぞれ出力される受信信号に基づいて、各送受信ユニットに対する前記対象物体の相対速度を検出する相対速度検出手段を備えている。

【0006】

さらに、送受信ユニットのそれぞれの搭載位置を基準として前記対象物体の方位を検出する方位検出手段を備えている。移動ベクトル算出手段は、相対速度検出手段により検出された各相対速度と方位検出手段により検出された各方位情報とを用いて、前記対象物体の移動ベクトルを算出する。

【0007】

本発明による物体検出方法は、(1)複数の位置からレーダ波を送信し、対象物体から反射される各レーダ波を受信して得られる受信信号を用いて対象物体の相対速度を求めるステップと、(2)異なる2箇所に配置したレーダ装置の各位置を基準位置として対象物体の方位を求めるステップと、(3)対象物体の相対速度および方位を用いて、対象物体の移動ベクトルを算出するステップとを有する。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、レーダ波によってその物体を検出した時点におけるその物体の移動ベクトル情報(移動方向および移動速度の情報)を算出することができるため、横断歩行者などのレーダの観測軸とほぼ垂直に移動する物体についても、その移動速度を検出できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

[第1の実施形態]

図1～図9を参照して本発明の第1の実施形態について説明する。本実施形態は、乗用車等の車両に搭載された物体検出装置に本発明を適用したものである。

図1は、本実施形態に係る物体検出装置100の構成を示すブロック図であり、図1に示すように、物体検出装置100は、レーダヘッド201, 202よりなるレーダヘッド部と、レーダ信号処理部311, 312よりなるレーダ信号処理部と、物体認識部400とを有している。また、物体検出装置100には、物体認識部400で得られた情報に基づいて車両の走行状態等の制御を行う車両制御装置500が接続されている。

【0010】

第1のレーダヘッド201および第1のレーダ信号処理部311から、物体までの距離、物体の相対速度、および物体の方位の情報を計測する第1のレーダ装置が構成され、第2のレーダヘッド202および第2のレーダ信号処理部312から、物体までの距離、物体の相対速度、および物体の方位の情報を計測する第2のレーダ装置が構成されている。その第1および第2のレーダ装置は異なる周波数帯域の電波を使用している。

【0011】

レーダヘッド201, 202は、それぞれ車両の前方空間に電磁波の送信信号1, 2を送信する送信部1と、前方の物体で反射された電磁波よりなる受信信号1, 2, 3, 4(反射信号)を受信する2つの受信部2a, 2bとを有する。レーダヘッド201, 202は、三角波(または鋸歯状波等でもよい)で周波数変調された送信信号を用いるFM-CW方式(Frequency Modulated-Continuous Wave Method)(周波数変調連続波レーダ方式)のレーダヘッドである。距離計測方法としては、三角波で周波数変調した送信信号を用いて、計時時間に応じて周波数上昇変調と周波数下降変調とを行い、周波数上昇変調時の送

10

20

30

40

50

信信号と受信信号との周波数差と、周波数下降変調時の送信信号と受信信号との周波数差の平均値から距離を算出する。さらに、その差分値から相対速度を計測する。

【 0 0 1 2 】

図 2 (a) に示すように、レーダヘッド 2 0 1 , 2 0 2 は本実施形態の車両 M B に対して車幅方向に所定間隔で配置され、車両 M B の前方で互いに重なるように設定されている観測領域内の移動ベクトル V 0 を持つ反射物体 (対象物体) 6 0 0 に送信信号を送る。レーダヘッド 2 0 1 , 2 0 2 は、一例として図 2 (b) に示すように、車両 M B のフロントバンパー F B の近傍にほぼ対称に設置されている。

【 0 0 1 3 】

図 1 に戻り、第 1 のレーダヘッド 2 0 1 の送信部 1 は、電圧制御発振器である V C O (Voltage Controlled Oscillator) 1 3 と、電力分配器 1 2 と、送信アンテナ 1 1 とを有している。V C O 1 3 は、レーダ信号処理部 3 1 1 の三角波発生部 3 0 1 から送られてきた三角波信号 (変調信号 1) に応じて周波数変調した送信信号を生成する。電力分配器 1 2 は、V C O 1 3 で生成した送信信号を所定の電力比で 2 つの信号に電力分配し、一方を送信信号 1 として送信アンテナ 1 1 から送信し、他方を 2 つの受信部 2 a , 2 b のミキサ回路 2 2 a , 2 2 b に入力するローカル信号とする。送信アンテナ 1 1 は送信信号 1 を前方空間に送信する。

【 0 0 1 4 】

レーダヘッド 2 0 1 の 2 つの受信部 2 a , 2 b は、それぞれ受信アンテナ 2 1 a , 2 1 b と、ミキサ回路 2 2 a , 2 2 b と、増幅回路 2 3 a , 2 3 b とを有する。受信アンテナ 2 1 a , 2 1 b は、送信アンテナ 1 1 から送出された送信信号が前方の物体で反射して戻ってきた受信信号 1 , 2 (反射信号) を受信する。ミキサ回路 2 2 a , 2 2 b は、電力分配器 1 2 で分岐された送信信号 1 の一部と受信信号 1 , 2 とをミキシングして送信信号周波数と受信信号周波数との差分周波数の I F (Intermediate Frequency) 信号 1 , 2 を生成する。増幅回路 2 3 a , 2 3 b は、ミキサ回路 2 2 a , 2 2 b で生成された I F 信号 1 , 2 を増幅してレーダ信号処理部 3 1 1 の F F T (高速フーリエ変換) 処理部 3 0 2 a , 3 0 2 b へ出力する。

【 0 0 1 5 】

図 3 に F M - C W 方式のレーダヘッド 2 0 1 における送受信信号例を示す。図 3 (a) ~ (d) の横軸は時間 t 、図 3 (a) の縦軸は信号強度、図 3 (b) ~ (d) の縦軸は周波数 f である。まず、図 3 (a) の三角波変調信号 (図 1 の三角波発生部 3 0 1 から出力される) に応じて、図 3 (b) に示すように送信信号が周波数変調される。前方の物体からの反射信号 (受信信号) の周波数は、図 3 (c) に示すように、点線の送信信号と比して空間伝搬分だけ時間遅延して観測される。図 1 のミキサ回路 2 2 a , 2 2 b から出力される I F 信号の周波数は、図 3 (d) に示されるように、三角波の周波数上昇区間と周波数下降区間とで異なる周波数 f 1 , f 2 を示す。この 2 つの周波数 f 1 , f 2 の平均値が空間伝搬遅延時間に比例することから物体までの距離が算出できる。また、周波数差 Δf (= f 2 - f 1) がドップラ周波数に比例することから物体の相対速度を算出することができる。

【 0 0 1 6 】

図 1 に戻り、レーダヘッド 2 0 1 に方位検出機能を備える場合、送受信アンテナを 1 次元的に機械的に走査する機械式スキャン方式、受信系を 2 つ設けて各々で受信する反射信号の強度差から方位を算出するモノパルス方式、または 2 つの反射信号の位相差から方位を算出する位相差方式などがある。本実施形態では、モノパルス方式を用いた方法について、被検物体を反射物体として説明する。

【 0 0 1 7 】

レーダヘッド 2 0 1 の送信部 1 の送信アンテナ 1 1 のアンテナゲインを受信部 2 a , 2 b の受信アンテナ 2 1 a , 2 1 b のアンテナゲインの 2 分の 1 とし、受信アンテナ 2 1 a , 2 1 b の半値角で重なるように受信方位を異ならせている。一例として、図 4 に示すように、受信アンテナ 2 1 a , 2 1 b の半値幅が 3 0 度である場合には、受信アンテナ 2 1

10

20

30

40

50

a, 2 1 bの受信感度方向を各々+ 1 5度、- 1 5度とし、送信アンテナ 1 1は半値幅 6 0度、送信方位 0度とする。なお、図 4の横軸は、受信アンテナ 2 1 a, 2 1 bに対する反射物体の方位(ここでは、車両の前方方向に対して路面に平行な方向に沿ってなす角度) θ (deg) である。

【 0 0 1 8 】

図 1の送信部 1から送信された送信信号 1は、前方の反射物体から反射されて受信部 2 a, 2 bで受信される。ここで受信アンテナ 2 1 aおよび 2 1 bで観測される反射信号を受信信号 1および 2とし、受信信号 1の信号強度を A 1、受信信号 2の受信強度を A 2とすると、信号強度 A 1および A 2(感度)は図 4の曲線 R+ および R- で表される。また、次式から信号強度の規格化された差分 ΔA を算出し、図 4の感度差/感度和を示す規格化された曲線 R A (= (R+ - R-) / (R+ + R-))と比較することで、反射物体の方位 θ を求めることができる。

10

【 0 0 1 9 】

$$\Delta A = (A 1 - A 2) / (A 1 + A 2)$$

図 1の第 2のレーダヘッド 2 0 2についても、レーダヘッド 2 0 1と同様に送信部 1から送信信号 2を出力し、受信部 2 a, 2 bで受信信号 3, 4を受信し、これらの受信信号 3, 4を処理して得られる I F 信号 3, 4を第 2のレーダ信号処理部 3 1 2の F F T 処理部 3 0 2 a, 3 0 2 bに出力する。

【 0 0 2 0 】

第 1のレーダ信号処理部 3 1 1は、三角波発生部 3 0 1と、レーダヘッド 2 0 1から供給される I F 信号 1, 2の周波数解析を行う F F T 処理部 3 0 2 a, 3 0 2 bと、I F 信号 1, 2の周波数平均値、周波数差、および I F 信号 1, 2の規格化された強度差(= 強度差/強度和)から、反射物体までの距離、相対速度、および方位を算出する物体情報検出部 3 0 3とを有する。

20

【 0 0 2 1 】

同様に、第 2のレーダ信号処理部 3 1 1は、三角波発生部 3 0 1と、F F T 処理部 3 0 2 a, 3 0 2 bと、物体情報検出部 3 0 3とを有し、レーダヘッド 2 0 2から出力される I F 信号 3, 4を用いて、反射物体までの距離、相対速度、および方位を算出する。

物体認識部 4 0 0は、レーダ信号処理部 3 1 1および 3 1 2から出力された反射物体の距離情報および方位情報を用いて反射物体の同定を行う検出物体同定判定部 4 0 1と、レーダ信号処理部 3 1 1および 3 1 2から出力された反射物体の相対速度(これを V 2, V 1とする)および方位(これを $\theta 2$, $\theta 1$ とする)を用いて反射物体の移動ベクトルを算出する移動ベクトル検出部 4 0 2と、反射物体との衝突危険性を判定する衝突危険性判定部 4 0 3とを有する。特に限定されていないが、本実施形態の物体認識部 4 0 0は、記憶手段を有することが好ましい。

30

【 0 0 2 2 】

以下、物体認識部 4 0 0の各部の動作について説明する。検出物体同定判定部 4 0 1は、2台のレーダ装置のレーダ信号処理部 3 1 1, 3 1 2で検出された反射物体の距離情報および方位情報から反射物体の 2 次元的な位置情報を検出し、検出結果を車両制御装置 5 0 0に出力するとともに、2台のレーダ装置で観測される反射物体の情報を抽出して移動ベクトル検出部 4 0 2に出力する。移動ベクトル検出部 4 0 2では、検出物体同定判定部 4 0 1で2台のレーダ装置(本実施形態では2台のレーダ装置を用いているが、2台以上であることが好ましい。)で検出されていると判定された反射物体の相対速度 V 1, V 2と方位 $\theta 1$, $\theta 2$ とを下記の式(1)および式(2)に代入して、例えば図 6に示す反射物体 6 0 0の相対移動方向 θ_{ref} および相対移動速度 V $_{ref}$ を算出する。

40

【 0 0 2 3 】

【数 1】

$$\theta_{\text{ref}} = \tan^{-1} \left[\frac{V_2 \cdot \cos \theta_1 - V_1 \cdot \cos \theta_2}{V_1 \cdot \sin \theta_2 - V_2 \cdot \sin \theta_1} \right] \quad \cdots (1)$$

$$|V_{\text{ref}}| = \frac{V_1}{\cos(\theta_{\text{ref}} - \theta_1)} \quad \cdots (2)$$

10

図 1 の衝突危険性判定部 403 では、検出物体同定判定部 401 で検出された反射物体の 2 次元的位置情報と、移動ベクトル検出部 402 で検出された反射物体の移動ベクトルと、自車両寸法とをパラメータとして、その反射物体と自車両との衝突の危険度を判定し、衝突危険度を車両制御装置 500 に出力する。

【0024】

以下、移動ベクトル検出演算について説明する。まず、自車両の速度が 0 である場合について説明する。図 5 に示すように、移動ベクトル V_0 (移動速度 $|V_0|$ 、移動方向 θ_0) を持つ反射物体 600 について、異なる位置に搭載された 2 つのレーダヘッド 201, 202 で計測した場合、2 つのレーダヘッド 202, 201 で計測された相対速度 V_1, V_2 は、各々検出された方位 (θ_1, θ_2) の速度成分のみで、その方位に直交する速度成分 V_{1P}, V_{2P} は不明である。検出された方位 (θ_1, θ_2) の情報から、図 6 に示すように、検出された方位と直交する直線 (図 6 中の方位 θ_{1P}, θ_{2P} で表される直線) 上に移動ベクトル V_0 が存在することが推定され、その 2 つの直線の交点の位置が反射物体 600 の移動ベクトル V_0 の終点を示すことがわかる。反射物体 600 の位置 (方位 θ_1, θ_2 で表される 2 直線の交点) から、方位 θ_{1P}, θ_{2P} で表される 2 直線の交点までの方位 (相対移動方向 θ_{ref}) と絶対値 (相対移動速度 V_{ref} の絶対値) とを算出するのが、上記式 (1)、式 (2) である。

20

【0025】

一方、図 7 は、自車両が速度 V_m で直進している場合を示し、図 7 において、自車両が速度 V_m で直進するため、相対的に反射物体 600 の移動速度に速度 V_m が重畳する形で観測される。速度 V_m の方位 θ_1, θ_2 方向の速度成分を V_{m1}, V_{m2} として、速度成分 V_{m1}, V_{m2} は、レーダヘッド 202, 201 で計測される反射物体 600 の相対速度 V_1, V_2 に重畳して検出されている。この場合にも、図 6 と同様に、検出された方位と直交する 2 直線 (図 7 中の方位 θ_{1P}, θ_{2P} で表される直線) の交点を求めることで、相対的な移動ベクトル V_{ref} を求めることができる。この移動ベクトル V_{ref} で反射物体 600 が相対的に移動することがわかり、自車両幅などのパラメータから自車両との衝突の可能性を判定できる。図 7 の例では、移動ベクトル V_{ref} の方向は、レーダヘッド 201, 202 の幅 (ほぼ自車両の幅に等しい) から大きく外れているため、衝突の危険度は低いと判定できる。

30

【0026】

図 8 は、自車両が速度 V_m 、移動方向 θ_m (これを移動ベクトル V_m で表す) で移動している場合を示し、図 8 の場合にも、図 7 と同様に、相対速度 V_1, V_2 に自車両の移動ベクトル V_m の成分 V_{m1}, V_{m2} が重畳して検出される。図 8 の場合には、算出された移動ベクトル V_{ref} の方向は、自車方向を向いていることから (すなわち、レーダヘッド 201, 202 の幅の範囲内に入っていることから)、衝突の危険度は高いと判定できる。

40

【0027】

次に、図 9 のフローチャートを参照して、本実施形態の図 1 の物体検出装置 100 の物体検出動作の一例につき説明する。動作を開始すると、図 9 のステップ S1 にて、図 1 のレーダヘッド 201, 202 (図 9 ではレーダ 201, 202 として表されている) で測距動作を開始し、レーダ信号処理部 311, 312 において反射物体までの距離、相対速

50

度、および方位を計測し、物体認識部 400 に出力する。次のステップ S2 では、検出物体同定判定部 401 にて、レーダヘッド 201, 202 で検出された物体の距離情報および方位情報から同一物体が重複して観測されているか否かを判定し、同一物体が重複して観測されている場合は、ステップ S3 に進み、重複して観測されていない場合は、ステップ S7 に進む。

【0028】

なお、レーダヘッド 201, 202 では、例えば図 5 に示すように、それぞれ反射物体 600 までの距離および方位 θ_2 , θ_1 が検出でき、それによって反射物体 600 の車両の幅方向および進行方向の位置（2 次元的な位置）が特定できる。したがって、レーダヘッド 201, 202 で観測される物体の 2 次元的な位置が所定の許容幅で合致する場合には、その物体は同一物体であると判定できる。

10

【0029】

図 9 のステップ S3 では、図 1 の移動ベクトル検出部 402 において、重複して観測されている物体の相対速度情報と方位情報とから、その物体の相対的な移動ベクトルを算出し、衝突危険性判定部 403 に出力する。次のステップ S4 において、衝突危険性判定部 403 は、物体の移動ベクトル情報と車両寸法情報とから衝突危険度の算出を行い、次のステップ S5 で衝突危険度が高いと判定された場合は、ステップ S6 に進み、衝突危険フラグの付いた検出物体情報を車両制御装置 500（車両 CPU）に出力して終了する。また、ステップ S5 において、衝突危険度が低いと判定された場合は、ステップ S7 に進み、衝突危険性判定部 403 は検出物体情報のみを車両制御装置 500 に出力して終了する。

20

【0030】

なお、例えば図 7 において、相対的な移動ベクトル V_{ref} ではなく、反射物体 600 の絶対的な移動ベクトル V_0 （移動速度 $|V_0|$ 、移動方向 θ_0 ）を算出することも可能である。この場合には、自車両の移動速度 V_m 、移動方向 θ_m （例えば自車両の操舵角およびヨーレートから求めることができる）と、レーダヘッド 202, 201 で計測される相対速度 V_1 , V_2 および方位 θ_1 , θ_2 とを用いて、移動ベクトル検出部 402 では、次の式（3）、式（4）から絶対的な移動ベクトル V_0 （移動速度 $|V_0|$ 、移動方向 θ_0 ）を算出できる。

【0031】

30

【数 2】

$$\theta_0 = \tan^{-1} \left[\frac{\{V_2 + V_m \cdot \cos(\theta_2 - \theta_m)\} \cdot \cos \theta_1 - \{V_1 + V_m \cdot \cos(\theta_1 - \theta_m)\} \cdot \cos \theta_2}{\{V_1 + V_m \cdot \cos(\theta_1 - \theta_m)\} \cdot \sin \theta_2 - \{V_2 + V_m \cdot \cos(\theta_2 - \theta_m)\} \cdot \sin \theta_1} \right] \quad \dots(3)$$

$$|V_0| = \frac{V_1 + V_m \cdot \cos(\theta_1 - \theta_m)}{\cos(\theta_0 - \theta_1)} \quad \dots(4)$$

40

本実施形態の物体検出装置 100 によれば、以下の作用効果を有する。

（1）物体検出装置 100 は、それぞれ電磁波（レーダ波）を送信し物体から反射される電磁波を異なる位置で受信するレーダヘッド 201, 202 と、レーダヘッド 201, 202 から出力される受信信号より少なくともその物体の相対速度 V_2 , V_1 を求めるレーダ信号処理部 311, 312 と、異なる 2 箇所の位置（図 5 のレーダヘッド 201, 202 の位置）に対するその物体の方位 θ_2 , θ_1 を求めるレーダ信号処理部 311, 312 と、その物体の相対速度 V_2 , V_1 、およびその物体の方位 θ_2 , θ_1 の情報を用いて、その物体の移動ベクトル V_{ref} を算出する移動ベクトル検出部 402 とを備えている。

【0032】

したがって、2 つのレーダ装置により得られた物体の相対速度情報およびそれらのレー

50

ダ装置により得られた物体の方位情報から、その物体のこれまでの検出履歴を用いることなく、かつ電磁波によってその物体を検出した時点におけるその物体の移動ベクトル（移動方向および移動速度）の情報が算出される。その移動ベクトルの情報を用いることによって、歩行者の飛び出しなど検出履歴を使った場合に危険判断に遅れが発生するような場面においても、時間遅れの無い危険度の判定が可能になり、被検物体の急な移動方向の変更などにも対応することができるようになり、迅速で正確な危険度の判定が行えるようになる。

【 0 0 3 3 】

また、通常レーダ装置において不得手である横方向に移動する物体の移動ベクトルが計測できるようになり、市街地など様々な移動物体が存在する場面においても、安定した障害物回避動作を行うことができるようになる。

10

（ 2 ）本実施形態では、例えば車両に対する搭載位置の異なる 2 台のレーダ装置により得られた物体までの距離情報および方位情報を用いて、2 台のレーダ装置によって同一物体が重複して観測されていると判定される場合にのみ（図 9 のステップ S 2 ～ S 3 ）、移動ベクトル検出部 4 0 2 による移動ベクトル情報の算出を行っている。これによって、2 台のレーダ装置によって異なる物体を検出している場合に、誤って 1 つの物体と誤認して移動ベクトルを算出することを防止できる。

【 0 0 3 4 】

（ 3 ）移動ベクトル検出部 4 0 2 によって算出された物体の移動ベクトル情報と、物体検出装置 1 0 0 が搭載されている車両（構造体）の寸法等の形状情報とを用いて、その物体と車両との衝突危険度を判定する衝突危険性判定部 4 0 3 をさらに備えている。したがって、その物体の検出履歴等を用いることなく、その物体と自車両との衝突危険度の判定を行うことができ、この判定結果に基づいて迅速に回避動作等を行うことができる。

20

【 0 0 3 5 】

（ 4 ）図 1 の 2 台のレーダ装置（ 2 0 1 , 3 1 1 および 2 0 2 , 3 1 2 ）は、それぞれ物体までの距離情報、相対速度情報、および方位情報を求めることができる。したがって、2 台のレーダ装置を用いるのみの簡単な構成で、別途方位計測用の装置を設けることなく、物体の移動ベクトルを求めることができる。

（ 5 ）本実施形態の 2 台のレーダ装置は、互いに異なる周波数帯域の電磁波を使用している。したがって、互いの信号が干渉することで発生する誤検出を防止することができ、安定した物体観測および移動ベクトルの算出が行えるようになる。また、複数のレーダ装置が使用する周波数帯域を異ならせることで、1 回の計測で移動ベクトルを算出することができ、迅速で正確な物体との衝突危険度の判定が行えるようになる。

30

【 0 0 3 6 】

（ 6 ）本実施形態の車両は、物体検出装置 1 0 0 を備えており、移動ベクトル検出部 4 0 2 は、自車両の移動速度および移動方向（例えば自車両の操舵角およびヨーレートから求めることができる）から自車両の移動ベクトルを算出し、この自車両の移動ベクトルの情報を用いて、物体の絶対移動ベクトルを算出できる。

これによって、自車両の移動状態に関係なく、被検物体の実際の移動速度および移動方向を求めることができ、この情報を衝突回避等に利用できる。

40

【 0 0 3 7 】

[第 2 の実施形態]

図 1 0 ～図 1 4 を参照して本発明の第 2 の実施形態につき説明する。図 1 0 において図 1 に対応する部分には同一符号を付してその詳細な説明を省略する。

図 1 0 は、本実施形態の物体検出装置 1 0 0 A のブロック図を示し、この図 1 0 において、物体検出装置 1 0 0 A は、中央に距離検出機能と相対速度検出機能と方位検出機能とを有するレーダヘッド 2 0 1 を配置し、左右両側には距離検出機能と相対速度検出機能とを有するレーダヘッド 2 1 0 , 2 1 1 を配置した点が、第 1 の実施形態の物体検出装置 1 0 0 と異なっている。すなわち、物体検出装置 1 0 0 A は、第 1 の実施形態においても使用されていたレーダヘッド 2 0 1 およびレーダ信号処理部 3 1 1 よりなる第 1 のレーダ装

50

置と、レーダヘッド 210, 211 およびレーダ信号処理部 320, 321 よりなる第 2 および第 3 のレーダ装置とを含む複数のレーダ装置を備えている。以下では、第 1 の実施形態と異なる点を中心に説明する。

【0038】

図 11 に示すように、第 1 のレーダ装置のレーダヘッド 201 が車両 MB の前部中央に設置され、それを車幅方向に挟むように第 2 および第 3 のレーダ装置のレーダヘッド 210, 211 が設置され、レーダヘッド 201, 210, 211 から車両前方の重複する観測領域内の反射物体 600 に互いに異なる周波数帯域の電波よりなる送信信号が出力される。

【0039】

図 10 に戻り、中央のレーダヘッド 201 はレーダ信号処理部 311 からの変調信号 3 を受けて送信信号 3 を出力し、物体からの受信信号 3, 4 を受信して、IF 信号 3, 4 をレーダ信号処理部 311 に供給し、レーダ信号処理部 311 では物体までの距離、相対速度、方位を求める。一方、レーダヘッド 201 を挟む左右のレーダヘッド 210, 211 は、レーダヘッド 201 と比べて、送信部 1 および 1 つの受信部 2a (受信アンテナ 21、ミキサ回路 22、および増幅器 23 から構成されている) を持つのみであるため、構成は単純であるが、方位計測機能はない。すなわち、レーダヘッド 210, 211 は、レーダ信号処理部 320, 321 からの変調信号 1, 2 を受けて送信信号 1, 2 を出力し、物体からの受信信号 1, 2 を受信して、IF 信号 1, 2 をレーダ信号処理部 320, 321 内の FFT 処理部 302 に供給し、レーダ信号処理部 320, 321 の物体情報検出部 303A では物体までの距離および相対速度を求める。

【0040】

物体認識部 400 の検出物体同定判定部 401 では、中央のレーダヘッド 201 で計測された物体の距離と方位の情報を用いて、左右のレーダヘッド 210 および 211 で距離が計測された物体が同一であるか否かを判定する。同一であると判定された場合に、移動ベクトル検出部 402 の第 1 計算部 (図示せず) では、下記の式 (5)、式 (6) を用いて、図 12 に示すように、中央のレーダヘッド 201 で計測された物体までの距離 R_c と方位 θ_c とから、左右のレーダヘッド 211, 210 に対する物体の方位 θ_1, θ_2 (第 1 の実施例で説明した図 5 参照) を求める。ここで、 L は左右のレーダヘッド 210, 211 の設置間隔である。

【0041】

【数 3】

$$\theta_1 = \tan^{-1} \left[\frac{L/2 + R_c \cdot \sin \theta_c}{R_c \cdot \cos \theta_c} \right] \quad \cdots (5)$$

$$\theta_2 = \tan^{-1} \left[\frac{L/2 - R_c \cdot \sin \theta_c}{R_c \cdot \cos \theta_c} \right] \quad \cdots (6)$$

なお、同一物体であると判定された場合には、移動ベクトル検出部 402 の第 1 計算部 (図示せず) では、図 13 に示すように、レーダヘッド 211, 210 で検出された反射物体 600 までの距離 R_1, R_2 から、下記の式 (7)、式 (8) を用いて、左右のレーダヘッド 211, 210 に対する物体の方位 θ_1, θ_2 (第 1 の実施形態で説明した図 5 参照) を算出することも可能である。

【0042】

【数 4】

$$\theta_1 = 90 - \cos^{-1} \left[\frac{R_1^2 + L^2 - R_2^2}{2 \cdot R_1 \cdot L} \right] \quad \dots(7)$$

$$\theta_2 = \cos^{-1} \left[\frac{R_2^2 + L^2 - R_1^2}{2 \cdot R_2 \cdot L} \right] - 90 \quad \dots(8)$$

10

その後は、第 1 の実施形態と同様に、移動ベクトル検出部 402 の第 2 計算部（図示せず）では、図 10 の左右のレーダヘッド 211, 210 によって計測される物体の相対速度 V_1, V_2 、および上記の式（5）、（6）または式（7）、（8）によって計算される方位 θ_1, θ_2 を用いて、物体の移動ベクトルを検出し、この検出結果に基づいて衝突危険性判定部 403 が衝突危険度の判定を行う。

【0043】

次に、図 14 のフローチャートを参照して、本実施形態の物体検出装置 100A の物体検出動作の一例につき説明する。図 14 において、第 1 の実施形態の図 9 と同じステップには同じ符号を付してその説明を省略する。動作を開始すると、図 14 のステップ S11 にて図 10 のレーダヘッド 210, 201, 211 で測距動作を開始し、レーダ信号処理部 311 において反射物体までの距離、相対速度、および方位を計測し、レーダ信号処理部 320, 321 において反射物体までの距離および相対速度を計測し、物体認識部 400 に出力する。次のステップ S12 では、検出物体同定判定部 401 にてレーダヘッド 210, 211 で検出された物体の距離と、レーダヘッド 201 で検出された物体の距離および方位とから、レーダヘッド 210, 211 によって同一物体が重複して観測されているか否かを判定し、同一物体が重複して観測されている場合は、ステップ S13 に進み、重複して観測されていない場合は、ステップ S7 に進む。

20

【0044】

ステップ S13 では、図 10 の移動ベクトル検出部 402 において、レーダヘッド 201 で計測された物体の距離と方位から、レーダヘッド 210, 211 で検出された物体の方位を演算する。次のステップ S14 では、ステップ S13 で演算された方位とレーダ部 210, 211 から出力される物体の相対速度とから、式（1）、式（2）を用いて物体の相対的な移動ベクトルを算出し、衝突危険性判定部 403 に出力して、ステップ S4 に進む。ステップ S4 以降では、第 1 の実施形態と同様に、物体の移動ベクトルおよび車両寸法の情報から衝突危険度を算出し、衝突危険度が高いと判断された場合は、衝突危険度フラグの付いた検出物体情報を車両制御装置 500（車両 CPU）に出力する。

30

【0045】

一方、ステップ S12 で検出された物体が同一でない場合には、ステップ S7 に進んで物体の移動ベクトルの算出は行わない。

40

本実施形態の物体検出装置 100A によれば、物体までの距離、物体の相対速度、および物体の方位を求めるレーダヘッド 201 を持つ第 1 のレーダ装置と、そのレーダヘッド 201 を挟むように対称に配置されたレーダヘッド 210, 211 を有し、それぞれ少なくとも物体の相対速度を求める第 2 および第 3 のレーダ装置とからなる 3 台の電波レーダ装置を備え、移動ベクトル検出部 402 の第 1 の計算部（図示せず：方位情報を取得する）は、その第 1 のレーダ装置によって求められる物体の方位を、そのレーダヘッド 210, 211 に対する物体の方位に変換している。

【0046】

したがって、方位計測機能を持つ 1 台のレーダ装置と、少なくとも相対速度を計測できる 2 台のレーダ装置とを用いるのみの比較的簡単な構成で、物体の検出履歴を用いること

50

なく、その物体の移動ベクトルを求めることができる。

また、レーダヘッド 210, 211 で検出される物体までの距離と、レーダヘッド 201 で計測される物体の方位とからレーダヘッド 210, 211 で検出される物体が同一である場合にのみ (図 9 のステップ S12, S13)、物体の移動ベクトルを求めている。したがって、異なる物体の計測データに基づいて誤った移動ベクトルを求めることがない。

【0047】

[第 3 の実施形態]

図 15 を参照して本発明の第 3 の実施形態につき説明する。図 15 において図 1 および図 10 に対応する部分には同一符号を付してその詳細な説明を省略する。

図 15 は、本実施形態の物体検出装置 100B のブロック図を示し、この図 15 において、物体検出装置 100B は、レーダヘッド 210, 211, 212 およびレーダ信号処理部 320, 321, 322 よりなり、物体までの距離と相対速度とを計測する 3 台のレーダ装置を備えている。これら 3 台のレーダ装置は異なる周波数帯域の電波を使用する。一例として、車両前部の中央にレーダヘッド 211 が配置され、これを左右に挟むようにレーダヘッド 210, 212 が配置されているものとする。

【0048】

この場合、レーダヘッド 210, 212, 211 はレーダ信号処理部 320, 322, 321 からの変調信号 1, 2, 3 を受けて送信信号 1, 2, 3 を出力し、物体からの受信信号 1, 2, 3 を受信して、IF 信号 1, 2, 3 をレーダ信号処理部 320, 322, 321 の FFT 処理部 302 に供給し、物体情報検出部 303A では、物体までの距離および物体の相対速度を求め、検出結果を物体認識部 400 に出力する。

【0049】

物体認識部 400 内の検出物体同定判定部 401 では、3 つのレーダヘッド 210, 211, 212 から得られる距離情報から、左右のレーダヘッド 210, 212 で検出されている物体が同一物体であるか否かを判定する。その物体が同一物体である場合には、移動ベクトル検出部 402 の第 1 計算部 (図示せず) において、左右のレーダヘッド 210, 212 から出力される物体までの距離 R_2, R_1 を式 (7)、式 (8) に代入し (第 2 の実施形態について説明した図 13 参照)、レーダヘッド 212, 210 に対するその物体の方位 θ_1, θ_2 を計算する。次に、移動ベクトル検出部 402 の第 2 計算部 (図示せず) において、その方位 θ_1, θ_2 およびレーダヘッド 212, 210 で計測される相対速度 V_1, V_2 を式 (1)、式 (2) に代入することで、物体の移動ベクトルが算出できる。

【0050】

本実施形態の物体検出装置 100B によれば、それぞれ物体の距離情報および相対速度情報を求める少なくとも 3 台のレーダヘッド 210, 211, 212 を有するレーダ装置を備え、移動ベクトル検出部 402 の第 1 計算部 (図示せず：方位情報を取得する) は、左右の 2 台のレーザ装置で求められる物体までの距離情報とこれら 2 台のレーザ装置の間隔 (搭載位置情報) とからその物体の方位を求めている。

【0051】

したがって、特に方位計測機能を有するレーダ装置を用いることなく、比較的簡単な装置構成で物体の移動ベクトルを求めることができる。

また、本実施形態においても、3 台のレーダ装置で検出された距離情報から左右のレーダ装置で検出された物体が同一物体であると判定された場合にのみ、その物体の移動ベクトル算出を行っているため、移動ベクトルの誤計算が防止できる。

【0052】

物体検出装置に使用するレーダ装置としては、電波レーダの他に赤外光等を用いるレーザレーダも使用できる。また、レーダ方式としては、FM-CW 方式の他に、短時間のパルス信号を送信し、物体に反射して戻ってきたパルス信号を受信するまでの時間を測定して距離を算出するパルス方式や、振幅変調された連続波を送信し、受信信号の周波数変位や位相変位により反射物体までの距離を算出する方式等も使用できる。

【 0 0 5 3 】

本発明の物体検出装置は、車両のみならず、船舶、航空機等にも適用できるとともに、建物に備えられる監視装置等としても適用できる。

以上説明した実施形態は、本発明の理解を容易にするために記載されたものであって、本発明を限定するために記載されたものではない。したがって、上記の実施形態に開示された各要素は、本発明の技術的範囲に属する全ての設計変更や均等物をも含む趣旨である。

【 0 0 5 4 】

特許請求の範囲の構成要素と上述の実施形態の構成要素との対応関係は次の通りである。すなわち、送受信ユニットはレーダヘッド 2 0 1 , 2 0 2 に、相対速度検出手段は物体情報検出部 3 0 3 に、方位検出手段は物体情報検出部 3 0 3 に、移動ベクトル算出手段は移動ベクトル検出部 4 0 2 にそれぞれ対応する。

【 0 0 5 5 】

以上の説明はあくまで一例であり、発明を解釈する際、上記の実施形態の記載事項と特許請求の範囲の記載事項との対応関係になんら限定も拘束もされない。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 6 】

【 図 1 】 本発明の第 1 の実施形態の物体検出装置の構成を示すブロック図である。

【 図 2 】 (a) は図 1 のレーダヘッド 2 0 1 , 2 0 2 の位置関係を示す図、(b) は図 1 の物体検出装置を備えた車両を示す斜視図である。

【 図 3 】 F M - C W 方式のレーダ装置の変調信号、送信信号、反射信号、および I F 信号の一例を示す図である。

【 図 4 】 モノパルス方式における 2 つの受信アンテナの感度曲線と、2 つの信号の強度差を強度和で割って得られる方位検出用の曲線とを示す図である。

【 図 5 】 第 1 の実施形態において 2 つのレーダヘッドで観測される物体の相対速度と移動ベクトルとを示す図である。

【 図 6 】 第 1 の実施形態において 2 つのレーダヘッドで観測された物体の相対速度および方位から物体の移動ベクトルを算出する原理を説明するための図である。

【 図 7 】 第 1 の実施形態において自車両が速度 V_m で直進する場合に物体の移動ベクトルを算出する原理を説明するための図である。

【 図 8 】 第 1 の実施形態において自車両が速度 V_m で方向 θ_m に進む場合に物体の移動ベクトルを算出する原理を説明するための図である。

【 図 9 】 第 1 の実施形態における物体検出装置の物体検出動作の一例を示すフローチャートである。

【 図 1 0 】 本発明の第 2 の実施形態の物体検出装置の構成を示すブロック図である。

【 図 1 1 】 第 2 の実施形態の車両に対する 3 台のレーダヘッドの搭載位置と観測範囲とを示す図である。

【 図 1 2 】 第 2 の実施形態において、2 台のレーダで観測された相対速度と、1 台のレーダで観測された距離および方位とから物体の移動ベクトルを算出する原理を説明するための図である。

【 図 1 3 】 第 2 の実施形態において 2 台のレーダで観測された距離から物体の方位を算出する原理を説明するための図である。

【 図 1 4 】 第 2 の実施形態の物体検出装置による物体検出動作の一例を示すフローチャートである。

【 図 1 5 】 本発明の第 3 の実施形態の物体検出装置の構成を示すブロック図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 7 】

1 0 0 , 1 0 0 A , 1 0 0 B 物体検出装置

2 0 1 , 2 0 2 レーダヘッド

2 1 0 , 2 1 1 , 2 1 2 レーダヘッド

10

20

30

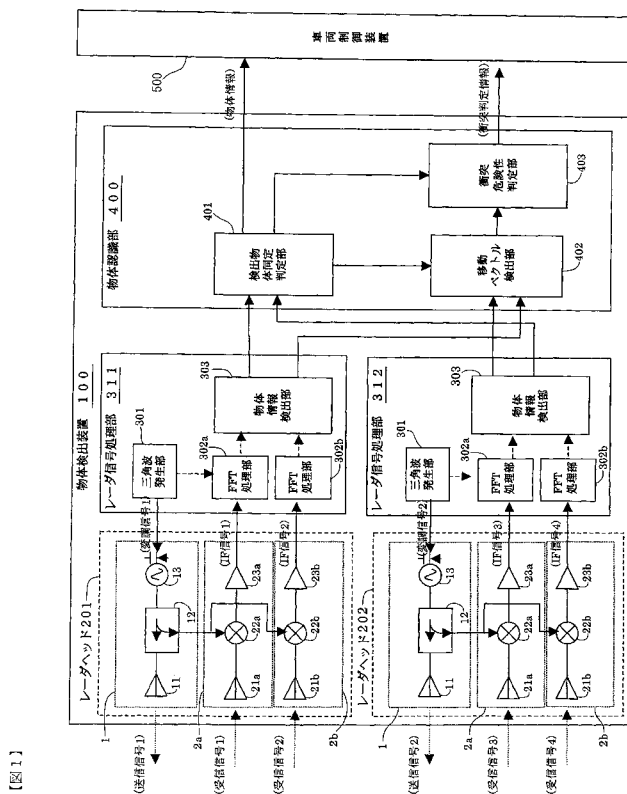
40

50

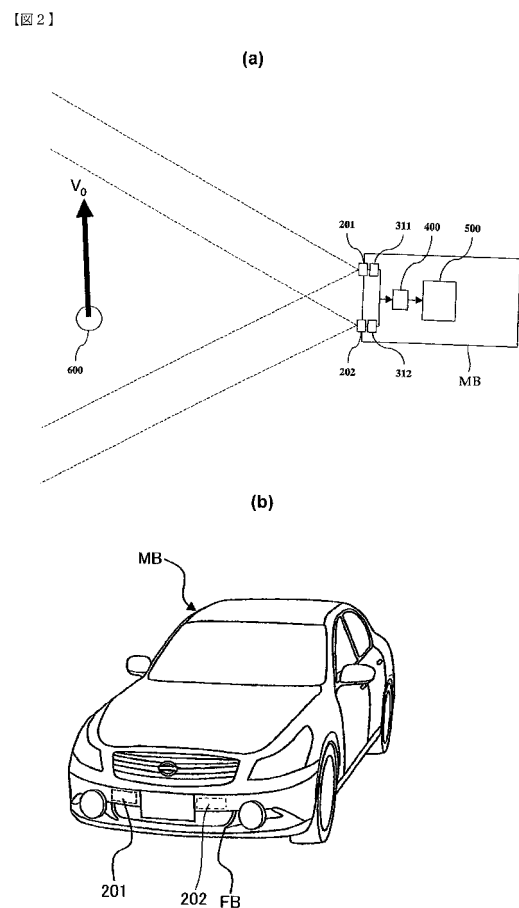
- 1 1 送信アンテナ
- 1 2 電力分配器
- 2 1 , 2 1 a , 2 1 b 受信アンテナ
- 2 2 , 2 2 a , 2 2 b ミキサ回路
- 3 1 1 , 3 1 2 レーダ信号処理部
- 3 2 0 , 3 2 1 , 3 2 2 レーダ信号処理部
- 3 0 2 , 3 0 2 a , 3 0 2 b F F T 処理部
- 3 0 3 , 3 0 3 A 物体情報検出部
- 4 0 0 物体認識部
- 4 0 1 検出物体同定判定部
- 4 0 2 移動ベクトル検出部
- 4 0 3 衝突危険性判定部
- 5 0 0 車両制御装置

10

【図 1】

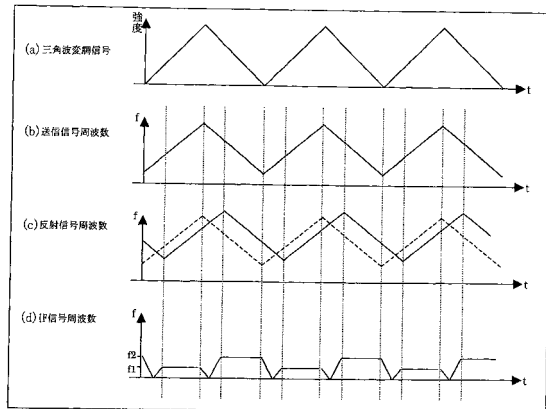


【図 2】



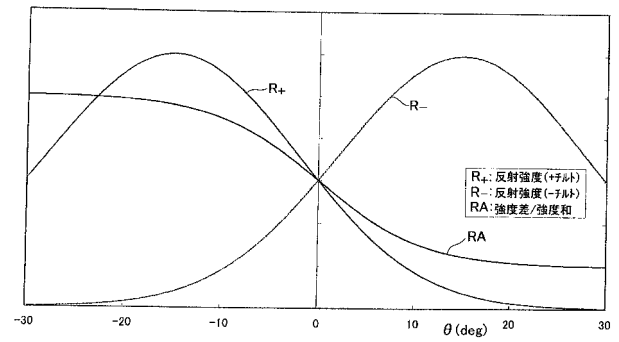
【図 3】

【図 3】



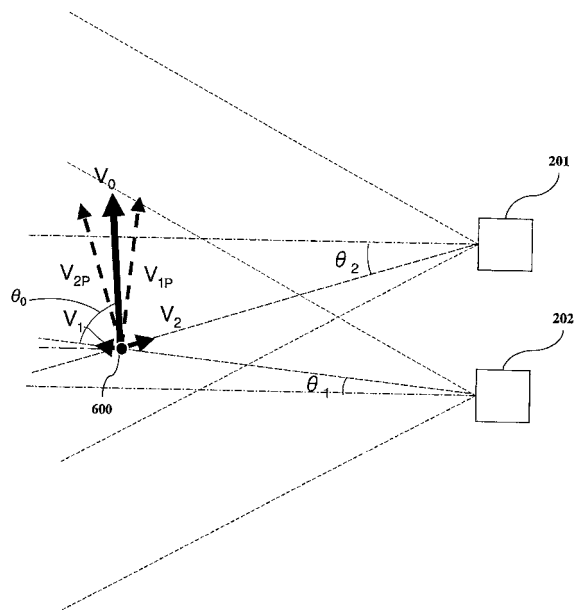
【図 4】

【図 4】



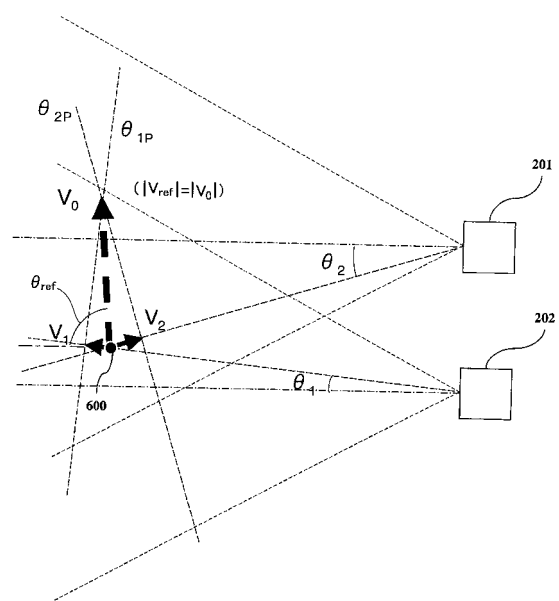
【図 5】

【図 5】



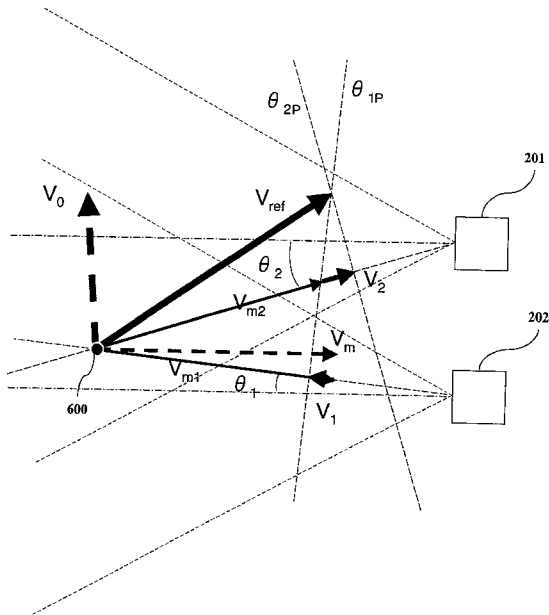
【図 6】

【図 6】



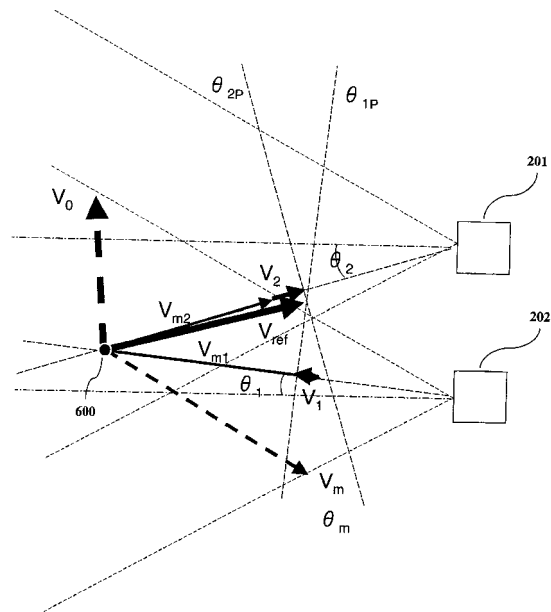
【図 7】

【図 7】



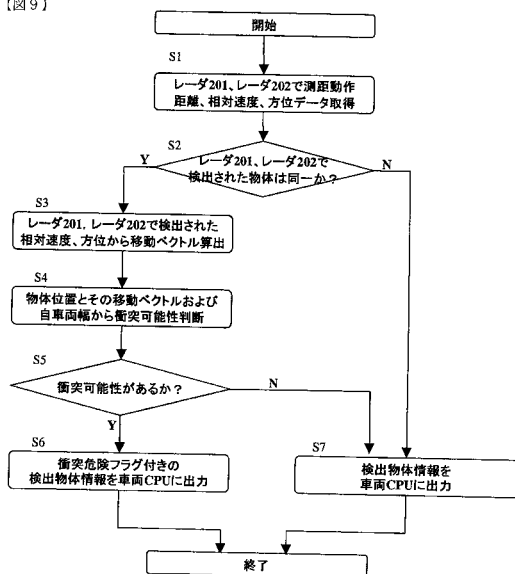
【図 8】

【図 8】



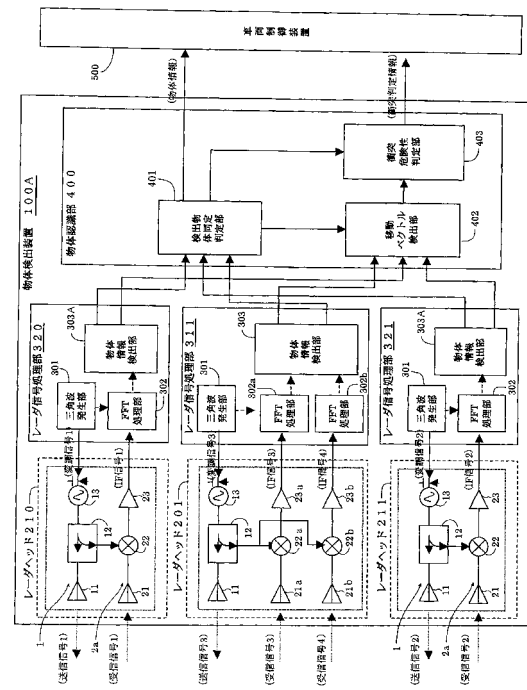
【図 9】

【図 9】

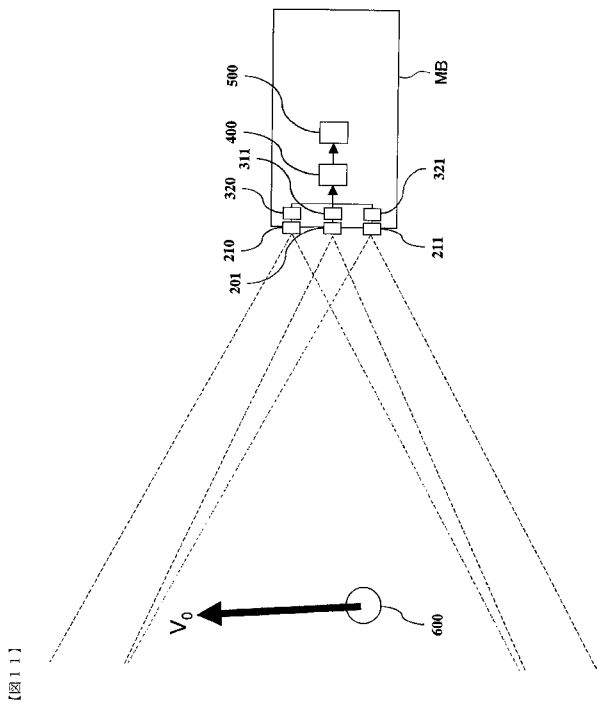


【図 10】

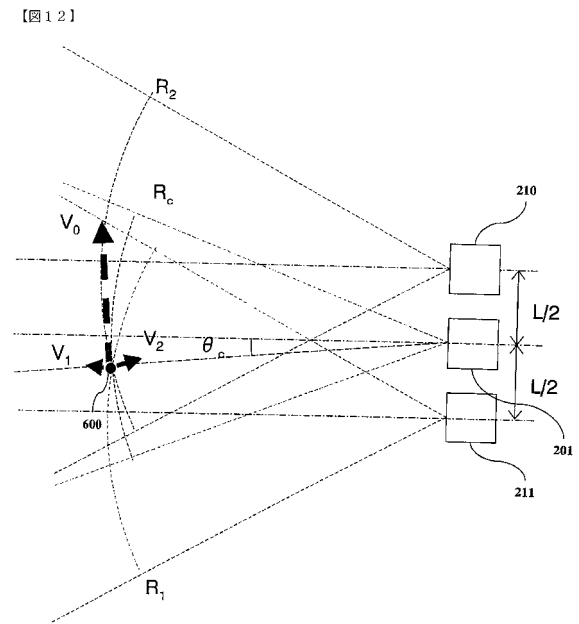
【図 10】



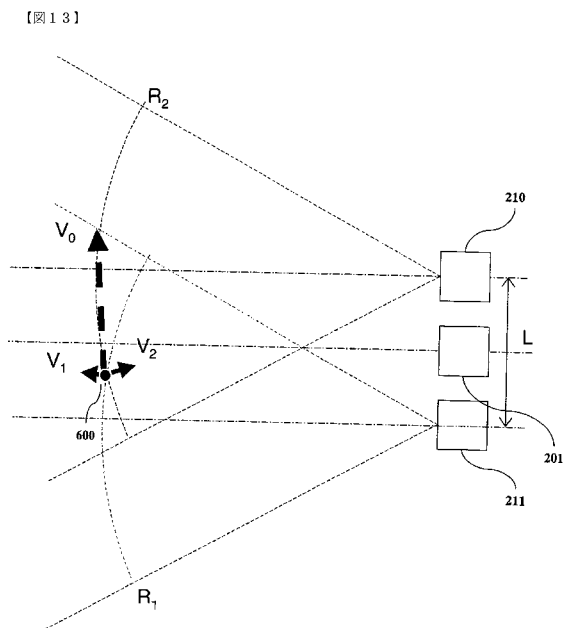
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】

【図 1 4】

